

オンライン文字認識における文字推測機能の検討

A Study on Character-Guessing for Online Handwriting Character Recognition

川又 武典
Takenori Kawamata

鷲野 浩之
Hiroyuki Washino

1. まえがき

近年、携帯電話の多様化が進み、フルキーボードを搭載し、より効率的な入力が可能なもの、タッチパネルを搭載し、より直感的な操作が可能なもの、などが製品化されている。筆者らは、これまでに、携帯電話に外付けしたタッチパッドに指により筆記した、カタカナ、数字、英字を高精度に読み取り可能な P 型フーリエ記述子を用いた文字認識方式¹⁾、タッチパネルを内蔵した携帯電話試作機上で、指により筆記した漢字を認識可能な文字認識方式²⁾、などを開発してきた。しかし、前記認識方式では、文字認識精度を向上させた場合でも、文字の筆記に時間を要するため、筆記量の削減が課題であった。このため、今回は、文字を部分的に筆記した段階で入力文字を推測することで、筆記量を抑えた効率的な文字入力機能を実現する文字推測方式の検討を行った。

2. 指筆記における課題

指筆記データを高精度に認識するために、指筆記データを収集、分析し、スタイラス筆記データ³⁾と比較することにより、指筆記における課題を明らかにした。結果を表 1 に示す。

表に示すように、線分のキレは、スタイラス筆記の倍以上の割合で発生すること、続け字の比率は、スタイラス筆記の場合よりも小さいが約 1 割存在すること、線分長は両者でほとんど変わらないこと、が分かった。また、目視による文字パターンのチェックにより、指筆記では濁点などの小さな点の筆記が困難であり、欠落が生じやすいことが分かった。以上の分析より、文字推測方式実現においても、キレ、続け字などのストローク変動に強い認識方式が必要であることが分かった。

図 1. 点の欠落、小さい点の例

表 1 指筆記データの分析

線分のキレ(%)		続け字(%)		線分長	
指	スタイラス	指	スタイラス	指	スタイラス
1.0	0.4	10.6	14.8	155.2	158.1

- 線分のキレ：筆記画数が、基準画数（楷書体で筆記した場合の画数）を超えた文字サンプル数の割合。
 - 続け字：筆記画数が、基準画数を下回った文字サンプル数の割合。
 - 線分長：文字サンプルを 64×64 の大きさに正規化後、各ストロークの長さを 1 文字分合計したもの。
- 注 1)指筆記データ：33 名の被験者が指筆記した文字サンプル（非漢字 199 文字）。

3. 文字推測方式

文字を部分的に筆記した段階で入力文字を推測する方式には、文字の部分ストローク情報などを用いて文字認識単独で推測を行うもの⁴⁾、かな漢字変換における単語推測機能と連携することにより、文字の推測精度を向上させるもの⁵⁾、がある。今回は、前者の文字認識単独で推測を行う方式について検討を行った。なお、今回の検討では、指筆記を前提としたため、非漢字で使用頻度が高く、画数の多い文字が含まれる、ひらがな、カタカナを推測対象文字とした。

3.1 処理フロー

図 2 に、今回採用した文字推測方式の処理フローを示す。ストローク変動に強い文字認識方式²⁾に図中点線内の処理を追加することにより、文字推測機能を実現した。

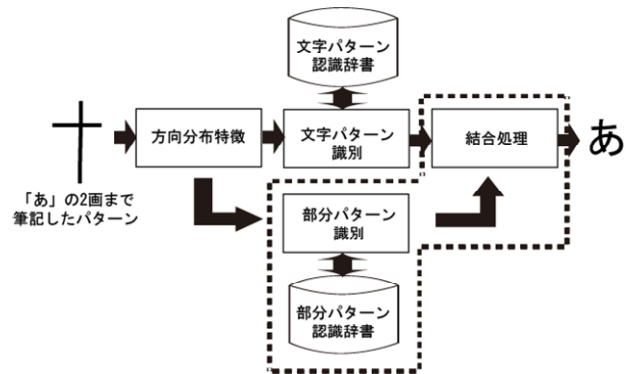


図 2. 処理フロー

(1) 方向分布特徴

入力パターンを一筆書きにし、運筆方向を反映した 8 方向の方向コードを付与したもの。一筆書きにより、キレや続け字などのストローク変動が吸収できる。

(2) 文字パターン認識辞書

文字サンプルから抽出された各文字の特徴ベクトルが格納されたもの。

(3) 文字パターン識別

入力パターンの方向分布特徴と文字パターン認識辞書中の特徴ベクトルとの距離を算出し、距離の小さいものを候補文字として出力する。

(4) 部分パターン認識辞書

文字サンプルにおいて、図 3 に示すように 1 画目から実際に筆記した画数 - 1 までのパターンを部分パターンとし

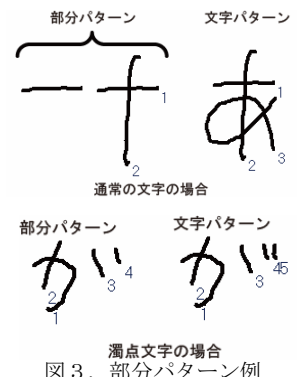


図 3. 部分パターン例

て抽出し、特徴ベクトルを抽出したもの。但し、濁点、半濁点付き文字の場合は、対応する清音文字が部分パターンとなるため、図3のように清音文字との差分パターンのみ部分パターンとして抽出した。また、部分パターンが正規の1画文字(く、し、へ、ノ、長音、読点など)に類似しているものについては、悪影響を考慮し、部分パターン辞書の作成を行っていない。追加した部分パターン辞書の特徴ベクトル数は合計80個である(1画:3個、2画:37個、3画:21個、4画:14個、5画:5個)。なお、部分パターン辞書の特徴ベクトルは、各文字1つとした。

(5) 部分パターン識別

文字パターン識別と同様に、入力パターンと部分パターン認識辞書中の特徴ベクトルとの距離を算出し、距離の小さいものを候補文字として出力する。

(6) 統合処理

文字パターン識別及び部分パターン識別処理で得られた候補文字を距離の小さい順にソートし、最終的な候補文字を得る。

3.2 認識辞書の圧縮

ひらがな、カタカナの部分パターンにおいては、濁点、半濁点文字など元の文字パターンとの字形の差異が小さいもの、少数の単純な形状のストロークから構成されるため、部分パターン同士で類似した形状となるものが存在する。また、今後漢字の推測処理に対応する場合は、部分パターン認識辞書のメモリ容量を抑える必要がある。そのため、文字パターン認識辞書と同様に、部分パターン認識辞書についても、クラスタリング手法を用いた認識辞書の圧縮⁶⁾を行った。

4. 性能評価結果

4.1 文字推測性能

(1) 筆記省略率

33名分の指筆記データ及び120名分のスタイラス筆記データ³⁾を用い、文字全体を筆記した場合のストローク数に対する、筆記が省略できたストローク数の割合(候補文字に入った時点で選択入力したものとすると)を筆記省略率として求めた結果を表2に示す。なお、比較のため、部分パターン辞書を用いない従来の認識方式で評価した結果も併記する。また、分類率評価は、字種単独(ひらがなのみ、カタカナのみ)で行った。

表に示すように、5位の候補文字まで使用した場合は、ひらがなの場合には約4割の筆記が省略可能であり、部分パターン辞書なしの場合に比べて、ひらがなで20%弱、カタカナで13%強の向上効果が確認できた。

表2. 筆記省略率 (%)

	部分パターン辞書有無	指筆記データ			スタイラス筆記データ		
		1位	3位	5位	1位	3位	5位
ひらがな	あり	19.5	39.6	44.4	17.9	32.9	40.0
	なし	12.2	21.2	25.8	10.3	17.7	21.4
カタカナ	あり	15.8	34.7	38.6	13.2	27.4	32.1
	なし	9.6	19.7	25.0	6.8	15.0	19.1

また、濁点文字の部分パターンのうち、清音部分の部分パターンにおける濁音文字の分類率を求めたものが表3である。表に示すように、濁音文字の清音部分を筆記した時

点で、3つの候補の中に93%以上の精度で濁音文字が含まれている。これより、濁点を筆記せずに濁音文字を入力可能な割合が大幅に向上し、指筆記において困難な“小さな点の筆記”が省略できる割合が向上した。

表3. 濁音文字の部分パターン分類率

	部分パターン辞書有無	指筆記データ			スタイラス筆記データ		
		1位	3位	5位	1位	3位	5位
ひらがな	あり	7.2	93.3	99.5	9.5	93.7	95.7
	なし	7.0	68.9	84.9	8.4	75.5	88.4
カタカナ	あり	2.0	97.4	99.1	4.5	97.0	99.0
	なし	1.5	44.8	65.1	3.4	46.2	64.9

(2) 文字パターンの分類率

部分パターン認識辞書を追加した場合の悪影響を明らかにするために、文字パターンの分類率を求めた。結果を表4に示す。表に示すように、指筆記データに対しては、部分パターン辞書を追加した場合の悪影響は最大で0.4%、農工大データで最大で1.4%に抑えられている。

表4. 文字パターンの分類率 (%)

	部分パターン辞書有無	指筆記データ			スタイラス筆記データ		
		1位	3位	5位	1位	3位	5位
ひらがな	あり	96.9	99.1	99.7	94.7	97.4	98.4
	なし	97.1	99.4	99.8	95.3	98.8	99.5
カタカナ	あり	95.9	98.6	99.2	95.1	97.7	98.8
	なし	95.9	99.0	99.6	95.9	98.9	99.6

4.2 辞書容量

部分パターン認識辞書の容量は、3726バイトであり、特徴ベクトルあたりの容量は、46.6バイトとなった。圧縮前の特徴ベクトルは、80バイトであるので、約40%の圧縮効果が得られ、実用的な認識辞書容量に抑えられることが分かった。

5. まとめと今後の課題

ストローク変動に強い文字認識方式に、部分パターン認識辞書を追加することで、指筆記データを高精度に認識すると共に、文字推測性能を向上させることができた。

今後は、漢字における効率的な文字推測方式の検討を行う。

[参考文献]

- 1) 岡野祐一,ほか:携帯電話向け文字入力システムの試作, 情報処理学会第64回全国大会, デ-20, 2002
- 2) 川又武典:指操作入力インタフェース技術, 三菱電機技報, Vol.81, No.2, 47~50 (2007)
- 3) 「TUAT Nakagawa Lab. HANDS-kuchibue_d-97-06」
- 4) 増井俊之:動的ボタンマッチを用いた高速文章入力手法, インタラクティブシステムとソフトウェア V, 日本ソフトウェア科学会 WISS'97, p81-86, 近代科学社, 1997
- 5) 鷲野浩之, ほか:推測変換機能と連携したオンラインストロークボタン認識, 情報処理学会第69回全国大会, 2C-5, 2007
- 6) 川又武典:クラスタリング手法による文字認識辞書圧縮の検討, 第1回情報科学技術フォーラム, I-77, 2002