

## オンライン文字認識による文字練習機能

2G-7

吉川 隆敏 高松陽一郎 岡本正義 堀井 洋

三洋電機株式会社

## 1.はじめに

近年、教育市場は生涯教育の必要性から、幼児から熟年層まで幅広いユーザ層を持つ時代となった。このような状況の中でCAI装置を用いる教育が盛んになってきている。

しかし、現在のCAI装置の入力手段の主流であるキーボードやタッチパネルでは、教育現場のさまざまな要求を満たすことはできない。特に、幼児あるいは低学年の小学生に対しての文字筆記の学習はキーボードなどの入力手段では不可能である。文字は書いて覚えるものであり、書かれた文字に誤りがある場合に誤りを提示することにより、効率のよい学習が行える。

本稿では、オンライン文字認識技術を基に文字練習機能を実現するための手法を提案する。

## 2. 文字練習機能

通常の文字認識では、字形・画数・筆順変動の解消、すなわち認識できる文字の許容範囲の拡大を目的としている。しかし、文字練習のためのCAI装置では文字を正しく学習することが主要なテーマとなる。そのため、筆記された文字に最も類似している文字の抽出を目的とした文字認識の性能とは別に、異形文字（正しく書かれなかった文字）を確実にリジェクトし、誤った原因を提示する機能が求められる。

当社で既開発の基本ストローク法(1)によるオンライン文字認識手法を応用し、本機能を実現した。基本ストローク法は文字の構造を認識辞書に記述する構造解析的手法であり、文字の構造を明示的に記述できるため、本機能の実現に適している。さらに、辞書容量が少なくて済むので、安価なハードウェアで実現できるという利点もある。

## 3. 処理内容

## 3.1 概要

図1に本手法の処理フローを示す。提示された手本文字に従い、文字を筆記する。前処理部で筆記文字の画数の検出、正規化を行う。手本文字の正規画数と筆記画数との照合し、画数異常を検出する。画数が一致した場合は、ストローク対応部で筆記文字のストロークが手本文字の何画目に対応するかの照合を行う。ストローク対応の結果、筆順異常の可能性があると判断された場合はストロークを並び替える。文字検証では、筆記文字から得られる文字特徴との認識辞書内の手本文字の文字特徴との整合性を調べる。

ストロークの並び替えを行わないで整合性が満たされた場合は正規文字、ストロークの並び替えにより整合性が満たされた場合は筆順異常、整合性が満たされなかった場合は字形異常であり、その不整合の原因を提示する。

以下では各処理部の処理内容を示す。

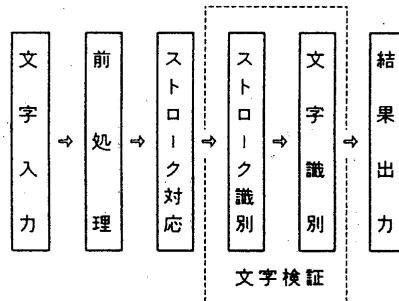


図1 処理概要

## 3.2 前処理

筆記文字は、タブレット面がペンで押された位置の時系列の座標データとして取り込まれる。また、ペンアップの情報も含まれるので、文字を構成する個々のストロークが分離され、筆記画数を得る。手本文字の正規画数と照合し、画数異常を検出する。

取り込まれた文字データは、雑音、手ぶれ、位置、大きさの変動を含んでいる。これらの雑音除去や整合処理の精度向上のための正規化を行う。

## 3.3 ストローク対応

筆順異常を検出するため、手本文字と筆記文字のストローク対応処理を行う。ストローク対応処理とは、筆記文字のそれぞれのストロークが手本文字の何画目のストロークに相当するかを検出する処理である。

ストローク対応処理を行う特徴として、ストロークの始・終点座標を記述した手本文字辞書と筆記文字データと比較し、ストロークの対応を行う。具体的には、筆記文字のあるストロークの始・終点それぞれの(x, y)座標と手本文字の(x, y)座標のユークリッド距離の和を評価基準とした。

図2は、3画の文字の1、2画目の筆順を誤って筆記した場合のストローク対応の例である。筆記文字と手本文字それぞれのストローク間の距離を求め、行列として表し、最小な要素を選択することによりストロークの対応を決定する。

		入力文字		
		1	2	3
手本文字	1	g(1, 1)	g(1, 2)	g(1, 3)
	2	g(2, 1)	g(2, 2)	g(2, 3)
	3	g(3, 1)	g(3, 2)	g(3, 3)

g(i, j)は手本文字のi画目のストロークと筆記文字のj画目のストロークの距離。

斜線部が対応するストロークである。

図2 ストローク対応

Character Evaluation Using Online Character Recognition.

Takatoshi Yoshikawa, Yoichiro Takamatsu, Masayoshi Okamoto, Hiroshi Horii  
SANYO Electric Co., Ltd.

### 3.3 ストローク識別

筆記入力されたストロークの座標データ列の中から、始・終点及び屈曲点を取り出し、これらの点を特徴点として、あらかじめ定めた基本ストロークのセットの中から適合する基本ストロークに分類する。文字を筆記する際、屈曲点でペンの移動速度が遅くなりペンが停留するという性質に着目し、ペンが停留する点を屈曲点の候補としている。筆記ストロークをセグメント化した後、以下の特徴により基本ストロークに分類する。

- |            |             |
|------------|-------------|
| ①回転タイプ     | ⑤始点、終点の相対位置 |
| ②ストロークの縦横比 | ⑥セグメント長比    |
| ③セグメント数    | ⑦セグメント間角度   |
| ④セグメント角度   |             |

回転タイプは、セグメントの折れ方を示し、左右の折れ方の変化を特徴量とする。ストロークの縦横比は、ストロークを囲む仮想矩形枠の X Y 長比である。

図3は、「あ」が筆記された場合の特徴点の例、表1はひらがなの基本ストロークの例。

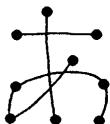


図3 特徴点の例

表1 ひらがなの基本ストローク例

一	し	て	ら	い
＼	み	ぬ	つ	え
／	し	す	の	る

### 3.4 文字識別

文字識別部では、ストローク抽出部で識別された基本ストロークを組み合わせ、文字識別辞書と照合することにより、筆記された文字を識別する。

文字識別辞書は基本ストローク列と詳細識別データ列から構成される。文字識別辞書の具体例を図4に示す。

文字コード	基本ストロークコード	詳細識別データ列
<b>「あ」の場合</b>		
[文字コード]	82a0	シフト JIS コード
[基本ストロークコード]	1, (5, 6), 14	2画目は基本ストローク5, 6の両方を許容する。
[詳細識別データ]	X3, 5(3, 2)10	2画目の終点は3画目の始点より距離10以上右にある。 重みは5。
	R1, 10(1, 2)	1画目と2画目は交差する。 重みは10。
	Q2, 7(2)	2画目の最後は止める。重み7。

図4 文字識別辞書の具体例

### 3.5 詳細識別

詳細識別は、文字を構成するストロークの相対的な位置関係、交差、ハネ、トメ、濁点、半濁点などの文字構造の特徴を検証、総合的に評価し、正しい字形になっているかどうかを判定する。詳細識別データ列は、複数の詳細識別データの集まりで構成されている。識別辞書の調整は、詳細識別データの追加、削除、修正により文字ごとに行える。

詳細識別データは、評価事項、重み、対象ストローク及び数値パラメータから構成されている。

評価事項：評価の対象となる特徴の種類。

重み：評価事項が満たされなかった場合に減点される値。特徴の重要度により決定。

対象ストローク：評価の対象となるストローク。

数値パラメータ：位置、ハネ具合など特徴の度合いを数値的に表す。

検証の結果、減点された値があらかじめ定めた閾値を下回れば異形文字とみなし、条件を満たさない詳細識別データを出力する。文字を検証する際、重要度の高い文字特徴は重みが大きく、それだけで異形文字となる。重みを調整することにより筆記文字の曖昧さをある程度記述することができる。

### 4. 辞書調整

対象字種は、ひらがな、カタカナ、英字、数字、記号、漢字（小学校1、2年学習漢字）の計458字種である。辞書調整のためのサンプルデータとして、処理対象字種458字種それぞれについて100人分のデータを収集した。

収集した文字データ45800文字全てに対して、正規筆記、画数異常、筆順異常、異形の各データに分類した。これを基に、処理アルゴリズムの改良、辞書調整を行い、全て文字データに対して分類通りの結果を得た。

また、フィールドテストとして、幼児（3才から5才）に文字を筆記させ、その結果を基に認識辞書の最終調整を行った。

### 5. おわりに

本稿では、正しい字形、筆順、画数を習得するための文字練習機能を実現するための手法を提案した。基本ストローク法によるオンライン文字認識手法を基に、筆順異常検出のための手本文字と筆記文字データとのストローク対応処理、トメ、ハネ、文差などに対する詳細識別処理により、訂正すべき箇所を提示することが可能となった。

また、本手法の応用モデルとして、(株)学習研究社殿と共に文字練習用の幼児用C A I装置を開発した。

今後は、処理対象字種の拡大、及び本手法の性能向上を図っていく。

### 【参考文献】

- (1) 岡本、吉川、堀井：「オンライン手書き文字認識装置の開発」、三洋電機技報、vol. 19、No. 1 (1987)