

ファジィ推論による実時間手書きひらがな認識

5E-2

高橋 敏明 大森 健児
法政大学工学部

1. はじめに

正しい画数で書かれた手書き漢字については、ファジィ推論による実時間手書き漢字認識⁽¹⁾で、既に、高い認識率を達成している。この方法では、フーリエ変換を用いて文字のストローク毎の特徴を抽出し、ファジィ推論を用いて手書き漢字の曖昧さを吸収することにより、少ない計算量で高い認識率を達成している。

しかし、このアルゴリズムで、手書きひらがなの認識を行なうとすると、高い認識率を達成することができない。これは、ストローク数が少ないことによる文字の特徴量の不足と、[わ]と[れ]のように、あるストロークの1部分のみが異なる非常によく似た文字の存在が原因となっている。

そこで、手書きひらがなの認識率を高くするには、この認識アルゴリズムを改良することが必要となる。

本論文では、ひらがなの特徴量の欠如を補うために、それぞれの文字の特徴をよく表す部分からストローク(特徴ストローク)を生成し、それをその文字の1つのストロークとして加えることで、高い認識率を達成する。ファジィ推論による実時間手書きひらがな認識のアルゴリズムについて述べる。また、その手法を用いた認識実験の結果も示す。

2. 認識アルゴリズム

ファジィ推論による実時間手書きひらがな認識のアルゴリズムを以下に示す。(図1参照)

- (1) 入力された文字を正規化する。
- (2) 正規化された文字データを、ストローク毎に、X、Y軸方向各々の移動量についてフーリエ変換し、フーリエ係数(ストロークの特徴)を求める。
- (3) ストロークの特徴をファジィ化する。
- (4) 参照パターンデータのファジィ化データから、ファジィ推論のためのプロダクションルールを生成する。
- (5) プロダクションルールと入力文字のファジィ化データを用いて、ファジィ推論を行なう。
- (6) 候補文字を出力する。

以下では、システムを構成する各々の部分について詳しく述べる。

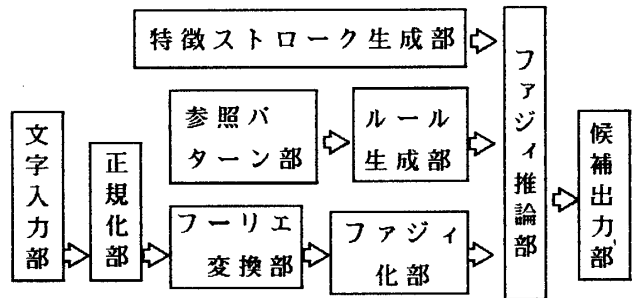


図1 システムの構成

2.1. 文字入力部

文字の入力はタブレットを使用して行なう。入力時の条件は、画数について正しく入力することだけであり、大きさや書き順についての制限はない。

2.3. 正規化部

入力された文字を、定められた大きさ(256×256)に、縦方向と横方向別縮尺で正規化する。

2.4. フーリエ変換部

ストローク毎に、X軸での移動量とY軸での移動量の各々についてフーリエ変換を行なう。

フーリエ変換により、

$$f(t) = a_0/2 + a_1 \cos \theta t + b_1 \sin \theta t + a_2 \cos 2\theta t + b_2 \sin 2\theta t + \dots$$

の各係数を得ることができる。ストロークの特徴をよく示しているのは、 $a_0/2$ 、 a_1 、 a_2 である。ここでは、この3つの値とストローク長を用いて文字の認識を行なっている。

2.5. ファジィ化部

フーリエ変換により得られた、ストロークの特徴データを、ファジィ値に変換する。ファジィ値とは、「非常に長い」とか「極めて短い」というような曖昧な表現であり、その言葉の意味にある程度の幅をもっているものである。

ファジィ理論では、ファジィ値の中に含まれる可能性を、メンバーシップ値という。また、ファジィ値とメンバーシップ値の関係を、メンバーシップ関数で表わす。本システムでは、メンバーシップ関数を、図2に示す三角形で表わしている。

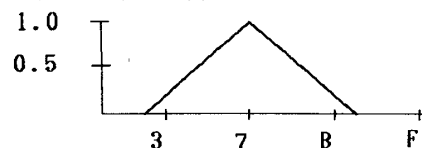


図2 メンバーシップ関数

An on-line handwritten hiragana recognition by fuzzy inference

Toshiaki Takahashi, Kenji Ohmori

Hosei University

2.6. 特徴ストローク生成部

指定されたストロークの1部分から、ストロークを生成する。例として、文字「は」の特徴ストロークの生成を図3に示す。

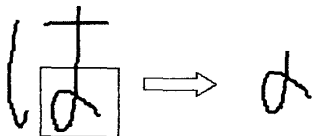


図3 特徴ストロークの生成

2.7. 参照パターン部

全ての参照パターンのファジィ化データが登録されている。各々の参照パターンは、もともとのストロークに、そのパターンの特徴ストロークを加えたものである。

2.8. ルール生成部

参照パターン部より参照パターンのファジィ化データを受け取り、その参照パターンに対するプロダクションルールを生成する。例として、文字「は」についてのプロダクションルールを図4に示す。

ルールは

第一ストロークの長さが [3] で、移動量の比が [4] で、
 x座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [0] で、第1係数が [7] で、第2係数が [9] で、
 y座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [a] で、第1係数が [2] で、第2係数が [8] で、
 第二ストロークの長さが [2] で、移動量の比が [0] で、
 x座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [a] で、第1係数が [4] で、第2係数が [8] で、
 y座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [5] で、第1係数が [9] で、第2係数が [8] で、
 第三ストロークの長さが [7] で、移動量の比が [3] で、
 x座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [c] で、第1係数が [8] で、第2係数が [a] で、
 y座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [a] で、第1係数が [2] で、第2係数が [3] で、
 特徴ストロークの長さが [3] で、移動量の比が [0] で、
 x座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [b] で、第1係数が [5] で、第2係数が [b] で、
 y座標系でのフーリエ係数の
 第0係数が [d] で、第1係数が [8] で、第2係数が [a] で、
 あるとき、入力パターンは、参照パターン「は」である。

図4 文字「は」に対するプロダクションルール

2.9. ファジィ推論部

ファジィ推論部では、ルール生成部により生成されたプロダクションルールに、入力文字のファジィ化データをあてはめ、入力文字の参照パターンに対する確信度（条件の満たされ具合）を計算する。但し、このとき、参照パターンの特徴ストロークに対応する入力文字の特徴ストロークを生成して入力文字に加えている。また、筆順合わせは、ダイナミックプログラミングを用いて行なっている。

ここでは、条件の確信度は参照パターンのメンバーシップ関数と入力文字のメンバーシップ関数の \min -max、つまり、2つのメンバーシップ関数が与えるメンバーシップ値のうち、小さい方をとり、その中

で最大のものである。また、条件の確信度の論理積は \min であるとする。また、結論の確信度は、条件の確信度とし、同じ結論が複数個存在する場合には、それらの平均ということにする。

2.10. 候補出力部

ファジィ推論により得られた、1位から5位までの候補を、確信度と共に画面に表示する。（図5）

1は:800 2に:675 3け:625 4あ:550 5せ:500

図5 候補文字の出力

3. 認識実験

認識実験は、濁音、半濁音を含む、全てのひらがな（全71文字）について行なった。但し、参照パターンと入力パターンでは書き手が異なる。表1に、実験結果を示す。

入力データ	累積認識率		
	1位	2位	3位
NA	100.0	100.0	100.0
SH	100.0	100.0	100.0
KU	98.6	100.0	100.0
SU	100.0	100.0	100.0
MA	98.6	100.0	100.0
IT	97.2	98.6	100.0
平均	99.1	99.8	100.0

表1 認識実験結果

これらの結果を見ると、ほぼ100%の認識率である。また、第3候補まで含めると、100%という高い認識率が達成されている。

4. おわりに

本論文では、ひらがなの特徴量の欠如を補うために、それぞれの文字の特徴をよく表す部分からストローク（特徴ストローク）を生成し、それをその文字の1つのストロークとして加えることで、高い認識率を達成するファジィ推論による実時間手書きひらがな認識のアルゴリズムについて述べた。

参考文献

(1)大森健児：“ファジィ推論による実時間手書き漢字認識”，信学論(D),J72-D11, 3, pp369-379 (平1-3)