

5E-3

# ファジィ理論を応用した オンライン手書き文字認識

梅澤 英明、馬籠 良英

(東京電機大学 工学部 電子工学科)

1. はじめに

オンライン手書き文字認識における、入力文字の変形に対処する手法として、ファジィ理論を用いたオンライン手書き文字認識を研究している。ここでは、文字の構造的特徴を表現する構造行列に重みを用いる方法およびメンバシップ関数について報告する。

2. 認識対象文字

認識対象文字は、教育漢字、ひらがな、カタカナ、数字、アルファベット(ブロック体の大文字・小文字)の合計1200文字である。筆記条件は楷書(画数遵守)とし、筆順および筆画方向は自由とした。

3. 処理手順

処理手順の概略を図1に示し、その概要を述べる。

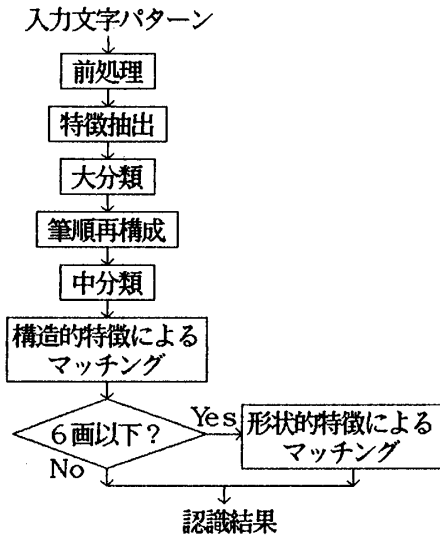


図1 認識処理手順

(1) 前処理

入力文字パターンを縦・横方向の長さの長い方を長さ1になるように正規化し、その後直線近似<sup>(1)</sup>を行なう。

(2) 特徴抽出、大分類

(1)で直線近似されたパターンより、曲点・交点の個数を求め、その個数と画数を用いて大分類を行なう。

(3) 筆順再構成

辞書に登録されている文字のストロークと入力文字

のストロークを正しく対応させるために、入力文字の筆順再構成を行なう。これには参考文献<sup>(2)</sup>に述べられている構造木を用いた構造分解を応用したものを使用している。

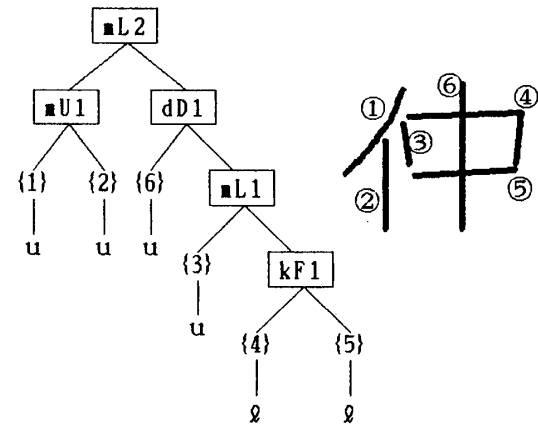


図2 漢字「仲」の構造木分解

(4) 中分類

ストロークごとの特徴(曲点、交点等)を用いて中分類を行なう。

(5) 構造的特徴によるマッチング

文字の構造を表す方法としてストロークの始点・終点(以下端点と呼ぶ)のみを用い、その相対位置関係を行列で表現する方法を用いている。また相対位置関係はストロークの各端点間の相対距離を用い、これにファジィ理論を応用した。ファジィ理論を用いるのは、端点間の相対距離は絶対的なものではなく、それに近い曖昧なものであるためと、手書きに起因する曖昧さや、多様性に対処するためである。

構造行列Gは式(1)で定義される。

$$G = ( G_{ij} ) = ( xG_{ij} \ yG_{ij} ) \quad (1)$$

$G_{ij}$  : 端点 i から見た端点 j の相対位置 (i < j)

$xG_{ij}$  : 上記・x軸方向の相対位置

$yG_{ij}$  : 上記・y軸方向の相対位置

構造行列には次の8種類のファジィ集合が対応する。

f : x(y)軸方向の相対距離が非常に小さい

F : x(y)軸方向の相対距離が不安定

r(u) : x(y)軸正方向に存在し相対距離は小さい

R(U) : x(y)軸正方向に存在し相対距離が大きい

E(N) : x(y)軸正方向に存在する  
 ℓ(d) : x(y)軸負方向に存在し相対距離は小さい  
 L(D) : x(y)軸負方向に存在し相対距離が大きい  
 W(S) : x(y)軸負方向に存在する

漢字「木」の構造行列をファジィ集合で表現した例を図3に、ファジィ集合のメンバシップ関数の例を図4に示す。

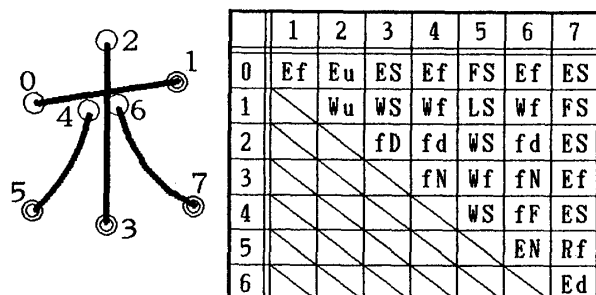


図3 漢字「木」の構造行列

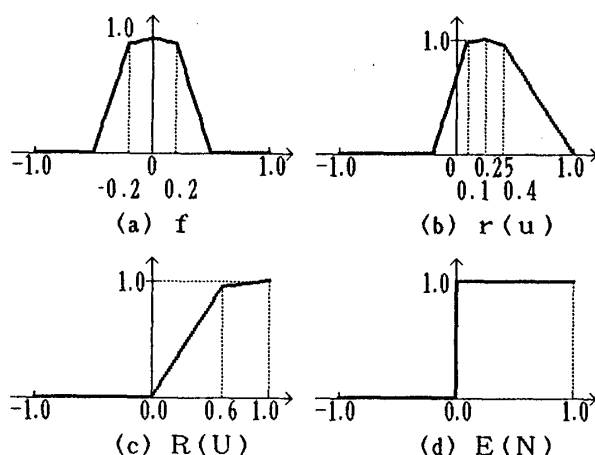


図4 構造用のメンバシップ関数

構造行列を用いた認識方法は、まず端点間の相対距離をメンバシップ関数の入力としグレードを求め、これを全ての端点について計算し、値の最も小さいもの(0を除く)をその候補文字のグレードとする。これを全候補文字に対して行ない、グレードの最も大きいものを認識結果とする。この計算においてグレードが0になった場合は、入力文字がその候補文字と著しく構造が異なっているため、その候補文字はその時点で除外される。

この方法では入力文字によってはリジェクトされてしまうので、入力に対する制限をより緩和するために次のような改良を加えた。

- ① メンバシップ関数のグレード値がかならず0以上の値をとるようにする
  - ② 複数のグレード値を用いる。
  - ③ 文字固有の特徴を表現するため、文字の特徴となる端点間の構造に重みをおく
- 以上3点によって、リジェクトを少なくし認識率を高められるようにシステムを改良した。

図5に改良を加えたメンバシップ関数を示す。

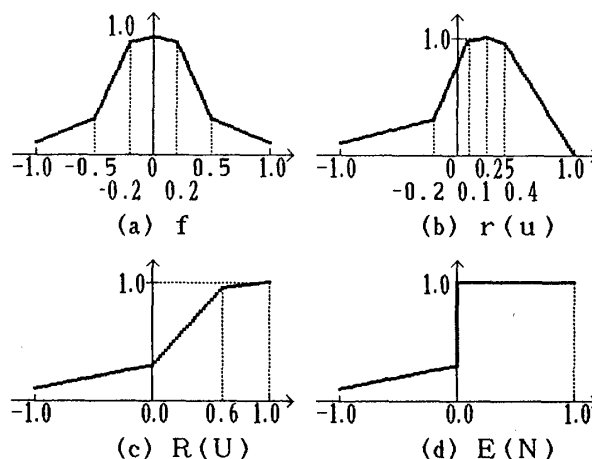


図5 改良後の構造用のメンバシップ関数

#### (6) 形状的特徴によるマッチング

入力文字パターンが低画数の場合、構造的特徴が少なく類似文字が多く存在するため、文字の形状を重視する必要がある。このため、6画以下の文字のストロークパターンを形状が類似したものをまとめ、基本ストローク(60種)として登録し、これと入力文字のストロークをマッチングさせることにより認識させている。マッチングにはDPマッチングを用いている。またここにもメンバシップ関数を用いることによりグレードを得るほかに、極端に形状が異なるストロークがある文字を除去している。

#### (7) 認識候補の決定

総合類似度 =  $C_s \times$  構造類似度 +  $C_c \times$  形状類似度  
 上式を用いて認識文字を決定する。係数  $C_s (=1.0)$  と  $C_c (=0.5)$  は認識実験より実験的に求めた。

#### 4. 認識結果

メンバシップ関数を改良し、重み付けを行なうことで認識速度は若干落ちたが、認識率の向上が見られた。

#### 5. まとめ

ファジィ理論をオンライン手書き文字認識に用いることで、文字の変動に対処することができ、また特徴に重みを与えることで候補文字から文字を同定することが容易になった。

#### 参考文献

- (1) 吉田 和永、迫江 博昭: "スタックDPマッチングによるオンライン手書き文字認識", 信学技報, P R L83-29(1983-09).
- (2) 石井 康雄: "ストローク代表点に着目したオンライン手書き文字認識", 信学論(D), J69-D, 6, pp. 940-948(昭61-6).
- (3) 櫻庭 祐一、山口 博史、馬籠 良英: "ファジィ集合論を用いたオンライン手書き文字認識" (学会誌投稿中)