

7C-8

フーリエ記述子を用いたオンライン文字認識

大仲 齊、馬籠 良英

東京電機大学

1.はじめに

本論文では、オンライン手書き文字認識について述べる。文字の特徴パラメータとして、P形フーリエ記述子^[1]のパワースペクトル^[2]と位相を用いるもので、液晶タブレットから入力された文字を複素平面上の曲線として、これを周波数領域で記述する方法である。これの小数個の低域成分を用いて文字を再現すると文字の細部が省略された概略の曲線が得られる。つまり、この記述子の低域成分は文字(曲線)の特徴パラメータとして優れたものである。本論文では、このP形フーリエ記述子を用いた認識手法について述べる。

2.フーリエ記述子

認識システムの分類・認識処理には、P形フーリエ記述子を用いている。入力された文字は、フーリエ変換を行うために一筆書きにする。この一筆書きにされた文字を複素平面上の曲線として、これを次式のように128個の長さ一定の線分 δ で近似する処理を行う。

$$z(j) = x(j) + iy(j) \quad (i = \sqrt{-1})$$

$$w(j) = \frac{z(j+1) - z(j)}{\delta} \quad (j = 0, \dots, n-1)$$

$$\delta = |z(j) - z(j-1)| \quad (j = 1, \dots, n)$$

このとき得られた $w(j)$ をP表現と呼んでいる。これをフーリエ変換すると次式が得られる。

$$c(k) = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} w(j) \exp\left(-2\pi i \frac{jk}{n}\right) \quad (k = 0, 1, \dots, n-1)$$

これで求めたフーリエ係数 $\hat{c}(k)$ を文字の特徴パラメータとして用いるために、次のように変数変換して

$$\hat{c}(k) = \begin{cases} c(k) & k = 0, 1, \dots, \frac{n}{2} \\ c(n+k) & k = -\frac{n}{2} + 1, \dots, -1 \end{cases}$$

とおき、フーリエ記述子 $\hat{c}(k)$ を定める。この記述子の低域成分($|k|$ の小さい成分)を用いて文字を再生すると、細部が省略された概形が得られる。つまり、この低域成分こそがその文字の特徴を表していることになる。認識システムではこのフーリエ記述子のパワースペクトル $|\hat{c}(k)|$ と位相 $\angle \hat{c}(k)$ における低域成分を求め、文字の特徴パラメータとして用いている。

3.認識システム

本システムでは、文字入力の際に筆画数はフリーであるが筆順、筆画方向は正しく書くという条件がついている。

3.1 前処理

入力された文字は不安定な変動を吸収するために直線近似を行い、さらに一定の大きさに正規化^[3]し、一筆書きにする。

3.2 特徴抽出

特徴パラメータとしては、2.で述べたようにフーリエ記述子を求め、低域成分よりパワースペクトルと位相13個を算出する。また、その過程で求められる線分の長さ δ 及び筆画方向をx軸では右、y軸では下に向かう方向を正とするとき、負の方向になる変位の総和を算出する。また筆画数も検出する。

3.3 分類

認識処理を行うときの候補文字を絞り込むために、筆画数、線分の長さ δ 、x軸・y軸の負の方向の変位、フーリエ記述子の位相の値からメンバシップ関数の値を求めたものを用いる。

3.4 認識

分類によって絞り込まれた候補文字の特徴パラメータと入力文字の特徴パラメータについて類似度を計算する。類似度Gの計算には次式のメンバシップ関数を用いる。

$$G = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2}$$

x : 入力文字の特徴パラメータ

μ : 辞書の特徴パラメータの平均値

σ : 辞書の特徴パラメータの標準偏差

まず辞書に登録してある特徴パラメータの平均値 μ と標準偏差 σ 、入力文字の特徴パラメータ x から類似度Gを求める。各Gはフーリエ記述子のパワースペクトル13個($k = -6 \sim 6$)、位相13個($k = -6 \sim 6$)の合計26個に対して求め、それぞれに重み係数 $e^{-|k|/10}$ を掛ける。これらの全ての積を入力文字に対する総合類似度としその最大類似度の文字を認識文字とする。

4. 認識実験

4.1 辞書作成

辞書は、教育漢字8画までの417種類について作成した。各文字に対して異なる20人分のデータを用いて特徴抽出を行ない、各成分ごとに特徴パラメータの平均値 μ と標準偏差 σ を計算し、辞書として登録した。

4.2 認識実験及び結果

辞書作成には使用していない、筆順・筆画方向の正しい834文字を用いて行った。

結果は、正しく認識できた文字が808文字、誤認識文字が26文字で、認識率は96.9%となった。

5. まとめ

今回の認識実験では、認識対象文字が辞書作成用の文字とは異なっているものの高認識率が達成されているとは言いがたい。今後の課題としては、辞書作成におけるデータをより多く使用すると共に、認識を行ないながら μ 、 σ の学習を行う。各特徴パラメータの重み付け法を工夫する。特徴の個数選択を再検討する。対象文字数を増加し大規模な認識実験を行う。等が残されている。

参考文献

- [1] 上坂 吉則 : "開曲線にも適用できる新しいフーリエ記述子"、信学論 (A), J67-A, 3, pp.166-173(昭59-03).
- [2] 大友 輝彦、原 健一 : "線図形の曲りを特徴としたオンライン手書き文字認識" 信学論 (D-II), J73-D-II, 4, pp.519-525 (1990/4).
- [3] 櫻庭 祐一、山口 博史、馬籠 良英 : "ファジィ集合論を応用したオンライン手書き文字認識" 信学論 (D-II), J72-D-II, 12, pp.2032-2040.