

活字デーヴァナーガリ文字認識における  
少数サンプル辞書画像の推定

3C-5

鈴木 昭浩\* 金井 浩\*\* 川添 良幸\*\* 牧野 正三\* 城戸 健一\*

\* 東北大学応用情報学研究センター

\*\* 東北大学情報処理教育センター

## 1. はじめに

パターンマッチング法により文字認識を行なう場合、一般にマッチングの際に用いる辞書の作成のためには1字種ごとに十分多くのサンプルが必要である。しかし実際は、過去において文字パターンデータベースが作成されたことのない新しい文字セットを認識しようとする場合や、出現頻度の低い字種についてはサンプルが十分でない場合が多い。そこで、本報告では伝達関数を利用して少数サンプルから辞書画像を推定する手法を提案し、デーヴァナーガリ文字[1]を例としてその有効性を検討する。

## 2. 原理

本手法における処理は、周波数領域における2値画像から辞書画像への伝達関数の推定と、その伝達関数による辞書画像の推定の2つの過程より構成される。

## 2.1 伝達関数の推定

サンプル数Nが多い字種について、標本化された2値画像から辞書画像への伝達関数を求める。i番目の標本化サンプルパターンを、 $s_i(x,y)$  [ $i=1, \dots, N$ ],  $s$ の平均パターンである辞書画像を $t(x,y)$ とし、それぞれ2次元フーリエ変換したものを $S_i(u,v)$ ,  $T(u,v)$ とする。ここで、 $x,y$ は画像平面における縦軸・横軸を示し、 $u,v$ は周波数領域における縦軸・横軸を示す。また、あるフィルタの周波数領域における伝達関数を $H(u,v)$ とすると、そのフィルタを用いて平滑化された標本化サンプルパターン $T_i$ は、

$$T_i = H \cdot S_i \quad (1)$$

で与えられる。ここで、 $T_i$ と $T$ の誤差パワー $\alpha$ を定義する。

$$\begin{aligned} \alpha &= |T_i - T|^2 \\ &= |H \cdot S_i - T|^2 \end{aligned} \quad (2)$$

平滑化フィルタの伝達特性 $H$ をこの $\alpha$ を最小にするように定める。(2)式において $\alpha$ を $H$ で偏微分し、その値を0とすることにより、フィルタの伝達関数 $H$ は、

$$H(u,v) = \frac{Y(u,v) \sum_{i=1}^N X_i^*(u,v)}{\sum_{i=1}^N X_i(u,v) X_i^*(u,v)} \quad (3)$$

で与えられる。

## 2.2 辞書画像の推定

次に求められた伝達関数 $H$ を用いて少数のサンプルしか集められない字種に関する辞書画像を推定する。

はじめに、伝達関数 $H(u,v)$ を2次元逆フーリエ変換する。これにより、画像平面におけるマスク $m(x,y)$ が生成される。次に、(4)にしたがってこのマスク $m$ を1つのサンプル画像に畳み込み、辞書画像の作成を行う。

$$t(x,y) = \sum_{x'=-w}^w \sum_{y'=-w}^w s(x+x',y+y') * m(x',y') \quad (4)$$

ここで、 $s$ を少数サンプル字種における1つの2値サンプル、 $t$ をその字種の辞書画像の推定値とし、マスクの大きさを $(2w+1) \times (2w+1)$ とする。

## 2.3 伝達関数の計算における安定性

デーヴァナーガリ文字 "ॠ" 10サンプルを用いて(3)式により求めた伝達関数 $H_1$ を、図1に示す。ここで、文字パターンは $96 \times 96$ 次元の2値画像である。これをみると、全体としては低周波通過型フィルタの傾向を持っているが、高周波部においても局所的に大きな値をもっている。

ここで、伝達関数を計算しようとしている文字パターンにある周波数成分のパワーが無いかあるいは非常に小さい場合を考えると、その周波数については(3)式の分母が0か非常に小さな値となり、数値計算において非常に不安定となる。1字種より伝達関数を計算しようとした場合、かなり多くの周波数成分においてこうした不安定さが影響していると考えられる。

このような不安定性を回避するためには、伝達関数を1字種より計算するのではなくできるだけ多くの字

A new method to estimate a template pattern from few sampled patterns in recognition of printed Devanagari characters

A.Suzuki, H.Kanai, Y.Kawazoe, S.Makino, and K.Kido (Tohoku Univ.)

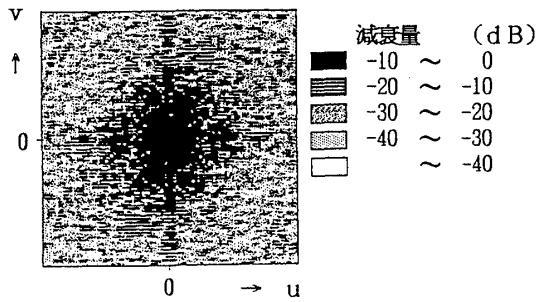


図1 デーヴァナーガリ文字 "ॠ" 10 サンプルより得られた2値画像から辞書画像への伝達関数  $H_1$

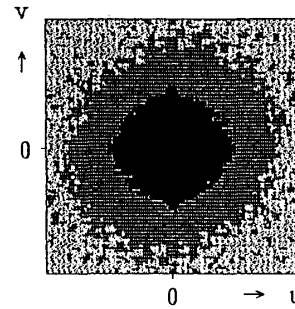


図2 デーヴァナーガリ文字89字種663 サンプルより得られた2値画像から辞書画像への伝達関数  $H_2$

種より求めればよいと考えられる。そこで、デーヴァナーガリ文字89字種について計算された伝達関数  $H_2$  を図2に示す。計算に用いた文字数は663字で、1字種についてのサンプル数は1~10サンプルである。 $H_2$  をみると  $H_1$  と比較して局所的な数値の不安定さがかなり無くなっていることがわかる。

3 認識実験

本手法の有効性を検証するためデーヴァナーガリ文字89字種7744字[1]について認識実験を行なった。各字種の辞書パターンには、

- [1] 1つの2値サンプルをそのまま用いたもの
- [2] 10サンプルずつの平均パターン
- [3] 1つの2値サンプルに対して  $m_1$  (本手法により1字種より設計されたマスク) により平滑化したもの
- [4] 1つの2値サンプルに対して  $m_2$  (本手法により多字種より設計されたマスク) により平滑化したもの

の4種を用いて比較を行った。入力未知パターンは2値画像として与えたが、[4]については、入力未知パターンに前処理を施さない場合[4a]と、入力未知パターンにも  $m_2$  により前処理を施した場合[4b]について実験を行った。認識結果を表1に示す。なお、

[1] および [3] ~ [4] の辞書を用いた実験においては、辞書作成用サンプルの特異性による影響を取り除くため、認識実験を5組の辞書作成用サンプルを用いて行い、それぞれの認識結果の平均値を最終的な認識結果とした。

この結果より、[4b]の本手法を用いて1つの2値サンプルから辞書画像を推定し認識を行なった場合、[1]の2値サンプルパターンをそのまま辞書として使用した場合に比べて誤認識率が約半分となり、[2]の10サンプルの平均パターンを辞書とした時に近い認識率が得られていることがわかる。

4. まとめ

周波数領域における2値画像から辞書画像への伝達関数を用いてフィルタを設計し、それにより少数サンプル字種に対する辞書画像の推定を行う手法を提案し、デーヴァナーガリ文字を例としてその有効性を示した。

今後、類似文字の識別という点も考慮した辞書の作成法および認識法について検討する予定である。

参考文献

[1] 鈴木他：“切り出しと認識を同時に行うデーヴァナーガリ文字の認識法”，信学技法，PRU88-81, pp.49-pp.56, (1988)

|      | 辞書作成用<br>サンプル数 | 辞書作成法                                  | 未知入力へ<br>の前処理 | 誤認識率<br>(%) |
|------|----------------|--|---------------|-------------|
| [1]  | 1              | 処理なし                                   | なし            | 3.0         |
| [2]  | 10             | 平均パターン作成                               | なし            | 1.4         |
| [3]  | 1              | $m_1$ (本手法により1字種より設計されたマスク) を用いてスムージング | なし            | 2.0         |
| [4a] | 1              | $m_2$ (本手法により多字種より設計されたマスク) を用いてスムージング | なし            | 1.9         |
| [4b] | 1              | $m_2$ (本手法により多字種より設計されたマスク) を用いてスムージング | あり            | 1.7         |

認識対象 : デーヴァナーガリ文字 89字種 7744字

表1 認識実験結果