認識率に寄与する文字画像の固有ベクトル

岩村雅一　大町真一郎　阿曽弘具
(東北大学大学院工学研究科)

1　はじめに

文字認識において，文字画像から定まる固有ベクトルを用いた距離尺度として，マハラノビス距離や部分空間法の類似度がある．これらを用いた文字認識システムは高い認識性能を示すことが知られている [1]．

部分空間法は少数の低次の固有ベクトルのみを用いて認識を行うものであり，マハラノビス距離を用いた手法でも計算量削減のために低次の固有値・固有ベクトルのみを用いた認識手法等が提案されている．その場合，認識に有効な固有ベクトルを選択することが必要となるが，これまで各固有ベクトルが認識率にどのように寄与するかの考察はほとんど行われていなかった．

本研究では，一部の固有ベクトルのみを用いた認識実験を行うことで，それぞれの手法で認識率に寄与する固有ベクトルについて考察する．

2　マハラノビス距離と部分空間法の類似度

$\boldsymbol{x}, \boldsymbol{\mu}$ を未知入力ベクトル，標本平均ベクトルとし，λ_k を標本分散共分散行列の第 k 固有値，$\boldsymbol{\varphi}_k$ を λ_k に対応する固有ベクトルとすると，(二乗) マハラノビス距離 $d^2(\boldsymbol{x})$ は (1) 式で表わされる．ただし，n は特徴ベクトルの次元数である．

また，$\boldsymbol{x}$ を未知入力ベクトル，$\boldsymbol{\psi}_k$ を標本相関行列の第 k 固有値に対応する固有ベクトルとすると，部分空間法の類似度 $s(\boldsymbol{x})$ は (2) 式で表わされる．ただし，r は $r < n$ である適当な値である．

$$d^2(\boldsymbol{x}) = \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{\lambda_k}((\boldsymbol{x}-\boldsymbol{\mu})\cdot\boldsymbol{\varphi}_k)^2 \quad (1)$$

$$s(\boldsymbol{x}) = \sum_{k=1}^{r} (\boldsymbol{x}\cdot\boldsymbol{\psi}_k)^2 \quad (2)$$

3　実験および結果

各固有ベクトルの認識率への寄与を知るため，(1),(2) において第 $m_{\rm begin}$ ~ 第 $m_{\rm end}$ 固有ベクトルを用いた次の距離尺度で認識実験を行う．

$$\tilde{d}^2(\boldsymbol{x}) = \sum_{k=m_{\rm begin}}^{m_{\rm end}} \frac{1}{\lambda_k}((\boldsymbol{x}-\boldsymbol{\mu})\cdot\boldsymbol{\varphi}_k)^2 \quad (3)$$

$$\tilde{s}(\boldsymbol{x}) = \sum_{k=m_{\rm begin}}^{m_{\rm end}} (\boldsymbol{x}\cdot\boldsymbol{\psi}_k)^2 \quad (4)$$

なお，本実験では ETL9B のひらがな 71 字種を使用し，第 1 ~ 第 20 セットを認識用，第 21 ~ 第 200 セットまでを辞書作成用とした．サンプルは文字画像を 64×64 の大きさに非線形正規化 [2] した後，重複しない 4 画素 (2×2) の黒画素数を 1 次元とする，1024 次元特徴量に変換した．

3.1　認識に用いる固有ベクトルの打ち切り

(3),(4) 式において $m_{\rm begin}=1$ のもとで $m_{\rm end}$ と認識率の関係を調べた．結果を図 1 に示す．

マハラノビス距離では低次成分のみを用いた場合の認識率が非常に低かった．部分空間法の類似度では低次成分のみで高い認識率を示し，$m_{\rm end}=20$ 程度で頭打ちになった．

3.2　認識に用いる固有ベクトルの等分割

(3),(4) 式において

$$m_{\rm begin} = 20i+1,$$
$$m_{\rm end} = \begin{cases} 20i+20, & \text{for} \quad 0\le i\le 7 \\ 20i+19, & \text{for} \quad i=8 \end{cases}$$

として認識実験を行った．ただし i は $0\le i\le 8$ の整数である．結果を図 2 に示す．

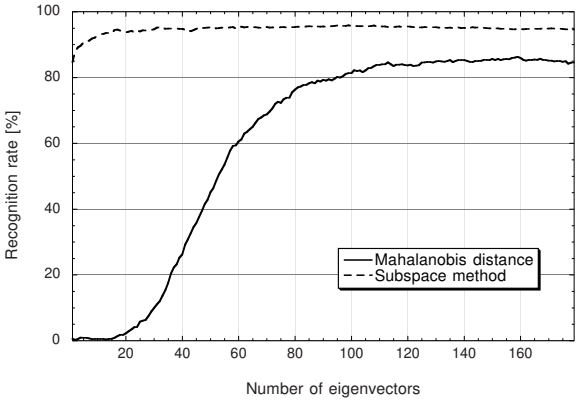

図 1: 固有ベクトルを途中で打ち切った場合の認識率

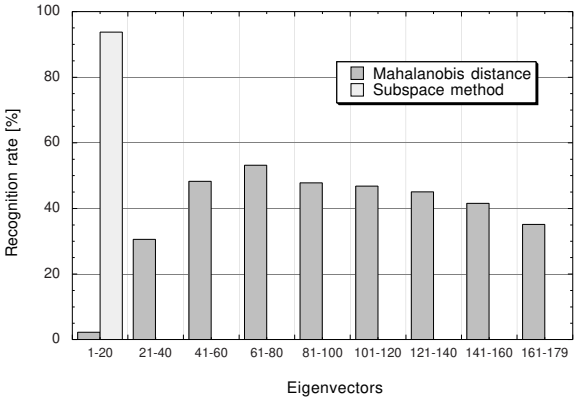

図 2: 固有ベクトルを等分割した場合の認識率

マハラノビス距離では第 61 ~ 第 80 固有ベクトルを用いた場合の認識率が最高となっており，一般に高次の固有ベクトルが有効に働いている．部分空間法の類似度では第 1 ~ 第 20 固有ベクトルを用いた場合のみ認識率が高く，それ以外の認識率はほぼ 0 であった．

4　まとめ

本研究では，マハラノビス距離および部分空間法の類似度において認識に寄与する固有ベクトルを考察するために，一部の固有ベクトルのみを用いた認識実験を行った．

その結果，マハラノビス距離では比較的高次の固有ベクトルが，部分空間法の類似度では低次の固有ベクトルのみが認識に寄与していることが分かった．また，部分空間法が少ない次元数で高精度な認識を実現できることが確認された．

参考文献

[1] 加藤　寧，安倍正人，根元義章，“改良型マハラノビス距離を用いた高精度な手書き文字認識，” 信学論 (D-II)，vol.J79-D-II, no.1, pp.45–52, Jan. 1996.

[2] 山田博三，斉藤泰一，山本和彦 :“線密度イコライゼーション—相関法のための非線形正規化法”，信学論 (D)，vol.J67-D, no.11, pp.1379–1383, Nov. 1984.