

左右分散考慮型修正マハラノビス距離法

6F-1

山本 隆広 宇野 一也 大堀 隆文 渡辺 一央
(北海道工業大学)

1. まえがき

マハラノビス距離法に基づく最小距離分類法は、入力標本点群がガウス分布に従うときには、最適な認識方法であることが理論的に証明されている。しかし、手書き漢字から抽出した特徴ベクトルのように標本点群がガウス分布と大きく異なる場合、認識率が低下するという欠点がある。本論文では、標本点群のガウス分布との適合度 α により、ユークリッド距離とマハラノビス距離とを結合した修正マハラノビス距離法を提案する。また、左右の分散を考慮した左右分散考慮型修正マハラノビス距離法を提案する。さらに適合度 α の推定法として、入力標本点群の度数分布とガウス分布との一致度から α を推定する方法を提案する。160種類の手書き漢字に対して、前処理としてマウスの筆跡から連続する特徴ストローク対を抽出し出現回数を400次元の特徴ベクトルとした後、提案手法の認識能力を実験的に検証する。

2. 修正マハラノビス距離法

未知ベクトルとカテゴリ毎の平均値ベクトルとの距離に基づいて認識を行うユークリッド距離法は、カテゴリ毎の分散が大きく異なる場合に認識率が低下してしまうという欠点がある。一方、マハラノビス距離法は、カテゴリ間の分散が大きく異なる場合でも標本点群がガウス分布に従うときには、最適な認識手法であることが保証されているが、ガウス分布に従わないときには、認識率が低下するという欠点がある。そこで、各カテゴリのガウス分布との適合度 α を導入しユークリッド距離とマハラノビス距離とを結合した修正マハラノビス距離法を提案する。

$$d_m(x) = (x - \bar{x})^T (\hat{\Sigma})^{-1} (x - \bar{x})$$

$$\hat{\Sigma} = (1 - \alpha) I + \alpha \Sigma \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (1)$$

ここで、 x は未知標本点ベクトル、 \bar{x} はカテゴリ内平均値ベクトル、 I は単位行列、 Σ は共分散行列を表す。(1)式で $\alpha = 0$ のときユークリッド距離、 $\alpha = 1$ のときマハラノビス距離となる。

Σ は $n \times n$ の対称半正定値行列で、正則の時逆行列の計算に $O(n^3)$ 、修正マハラノビス距離の計算に $O(n^2)$ の時間がかかる。本論文では、計算時間短縮のために対角成分のみで近似する。

Modified Mahalanobis Distance
Considering Right and Left Variances
Takahiro YAMAMOTO, Kazuya UNO, Takafumi OOHORI,
Kazuhisa WATANABE
Hokkaido Institute of Technology
Teine-ku, Sapporo, JAPAN

3. 左右分散考慮型修正マハラノビス距離法

マハラノビス距離法は非対称分布のときには認識率が低下するという欠点がある。本論文では以下の左右分散考慮型修正マハラノビス距離法を提案する。(2)式によりあらかじめ各カテゴリおよび各成分毎の分散の左分散、右分散を求めておく。

$$\sigma_{iL}^2 = \sum_{p \in S_{iL}} (x_i^{(p)} - \bar{x}_i)^2 / |S_{iL}|$$

$$\sigma_{iR}^2 = \sum_{p \in S_{iR}} (x_i^{(p)} - \bar{x}_i)^2 / |S_{iR}| \quad (2)$$

ここで S_{iL} 、 S_{iR} は第 i 成分がそれぞれ平均値未満、平均値以上のパターン集合を表し、 $|S|$ は集合 S の要素数を表す。未知ベクトル x の成分とその平均値 \bar{x} との大小に応じて(1)式の Σ の対角成分を以下のように修正する。

$$\sigma_i^2 = \sigma_{iL}^2 \quad (x_i < \bar{x}_i \text{のとき})$$

$$\sigma_i^2 = \sigma_{iR}^2 \quad (x_i \geq \bar{x}_i \text{のとき}) \quad (3)$$

4. 分布一致度による適合度 α^* の推定

各カテゴリ、各成分の度数分布とガウス分布との一致度を調べ、全カテゴリ及び全成分について平均したものを適合度 α^* とする方法である。図1の■の部分の面積を S とすると $\alpha_i = 1 - S/2$ となりガウス分布では $S = 0$ すなわち $\alpha_i = 1$ となる。

5. 実験結果

小学校1、2年生用教育漢字に対する8000個（各漢字50パターン）の既知データと3200個（各漢字20パターン）の未知データを作成し認識実験を行った。また α を推定し認識率を調べた。図2に修正マハラノビス距離法と左右分散考慮型修正マハラノビス距離法の認識特性を示す。CLOSED認識、OPEN認識共に、修正マハラノビス距離法よりも左右分散考慮型修正マハラノビス距離法の方が高い認識率を示した。また、分布一致度によって推定した α^* ではほぼ最高の認識率を示していることから、分布一致度による α の推定が有効であることがわかった。

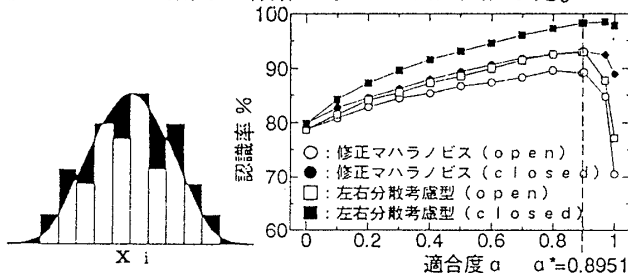


図1. ガウス分布との適合度

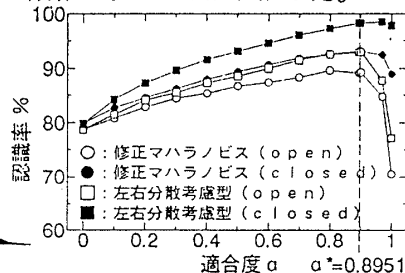


図2. 適合度 α に対する認識率

参考文献：宇野、大堀、渡辺 電気関係学会北海道支部連合大会、276(1993)