直交射影子によるパターン認識の一用法

3C-1

富川武彦[1]、杉浦奈美子[1]、森雄二[2]
（1 神奈川工科大学、2 日本電気セキュアリティシステム）

1・はじめに

本稿は、自己想起形連想記憶における射影ベクトルの二乗ノルムについて検討したものである。予め、記銘パターンに埋め込んだ連番を、想起時に二次関数の軌跡として利用する方法である。これにより、識別や検索などへの新たな用法を得ることができる。

2・記銘および想起過程

記銘すべきN個の入力パターンベクトルを$x^{(i)}$（i＝1，2，．．．，N）とし、各々について、M個からなるベクトルの成分要素を、パターンを構成する画素の階調レベルを表すものとする。但し、この中の（例えば）末尾要素だけは特別扱いをして、そこには各パターンベクトルの識別番号i（i＝1，2，．．．，N）を埋め込んでおく。直交正射影子Qは、周知のごとく下記の漸化式に従って逐次的に構成できる。すなわち、

$$Q^{(0)}=I$$

$$Q^{(i)}=Q^{(i-1)}-\{Q^{(i-1)}x^{(i)}(Q^{(i-1)},x^{(i)})^{t}\}/\|Q^{(i-1)}x^{(i)}\|^{2} \quad (1)$$

となる。但し、Iは単位行列を、（，）は内積を、また添字tは行列の転置を表す。

一方、想起過程における未知パターンベクトルをyとし、この末尾要素に任意の整数jを埋め込み、これを$y^{(j)}$とする。（1）式により求めた射影子$Q^{(N)}$を作用させて生じる残差ベクトル$Q^{(N)}y^{(j)}$より、その二乗ノルム$\|\tilde{y}\|^{2}=\|Q^{(N)}y^{(j)}\|^{2}$を算出する。

3・検索および識別

2・で得た残差の二乗ノルムがjに対して二次曲線を描くことに着目し、その用法を以下に検討する。明らかに、パターンベクトルと末尾要素の両者が想起において一致した時、類似度は最大となり、残差の二乗ノルムは最小となる。従って、これは、$\|\tilde{y}\|^{2}$を評価の対象として、jを変化させた時の最小値を求める頂点探索問題に置き換えることができる。

まず、評価関数を$\varepsilon^{2}=1/\|\tilde{y}\|^{2}$とおいて、$\|\tilde{y}\|^{2}=\alpha(j-u)^{2}+v$なる二次形式を考える。ここで、αは放物線の係数、（u、v）は頂点の座標である。想起時の未知パターンが、既に記銘したパターン群の中に含まれているか否かは、

ε^{2}： 辞書パターンとの類似性
α ： 隣接パターンとの分離性

の２点を手がかりにして行うことができる。具体的に検索および識別を行う過程は、任意の３点j_1，j_2，j_3より放物線の頂点を推定する操作となる。

尚、識別の際にノイズなどの影響で二次曲線の頂点付近における曲率が小さく、その特定が困難な場合は、

if $f_{(\varepsilon^{2},\alpha)}$ ＞ Ψ then ｛採用｝
else ｛棄却｝

なる決定規則を設ける必要がある。ここで、$f_{(\varepsilon^{2},\alpha)}$は$\varepsilon^{2}$とαの関数を、また、Ψはしきい値をそれぞれ表す。

4・シミュレーション

Ｆｉｇ．１（発表時に提示）は、テストパターンとして大文字のアルファベットおよび数字を用いた場合のシミュレーション結果である。但し、Ｍ＝１６×１６の２値パターン・ベクトルをＮ＝３６種類とし、末尾要素を、各々１－３６の連番で置き換えた。記銘時のＮをパラメータとし、想起時の入力パターンを文字Ｃとして行った結果、$f_{(\varepsilon^{2},\alpha)}$の大きいところで良好な方物線を得ることができた。また、予想されることではあったが、検索能力は記銘パターン数に、また、識別能力は付加ノイズの程度に大きく左右されることが判明した。尚、直交射影子の許容範囲や、放物線の適用範囲などの定量的な検討は、今後の課題となろう。

5・まとめ

本手法の特徴をまとめると

・検索・識別操作が、並列・分散的である、
・３回の単純な線形演算により解が求まる、
・識別において厄介な前処理が不用である、

などが挙げられる。

参考文献 1)柳井、竹内：射影行列・一般逆行列・特異値分解、東京大学出版会、2)上坂、太原：パターン認識と図形処理、文一総合出版、3)小川、佐藤訳：パターン認識と部分空間法、産業図書、

A Method for the Pattern Recognition based on Orthogonal Projection
Takehiko TOMIKAWA[1], Namiko SUGIURA[1], Yuji MORI[2]
1 KANAGAWA INST. OF TECH. 2 NEC SECURITY SYSTEM