

Relational Discriminant Analysis를 이용한 고차원 영상패턴의 차원 축소

김상운, 구범용*
명지대학교 컴퓨터공학과, *전자공학과

A Dimension Reduction Method for High-Dimensional Image Patterns Using Relational Discriminant Analysis

Sang-Woon Kim, Byum-Yong Koo*
Dept of Computer Engineering, *Dept of Electronics Engineering, Myongji University
E-mail : kimsww@mju.ac.kr

Abstract

Relational discriminant analysis is a way of representing an object based on the dissimilarity measures among the prototypes extracted from feature vectors instead of the vectors themselves. Thus, by appropriately selecting a few number of representatives and by defining the dissimilarity measure, in this paper we propose a method of reducing the dimensionality and getting to achieve a better classification performance in both speed and accuracy. Our experimental results demonstrate that the proposed mechanism increases the performance as compared with the conventional approaches for samples involving artificial data sets.

1. 서론

통계적 패턴인식에서의 식별은 패턴을 특징공간에 사상한 다음, 이 공간에서 클래스를 결정할

수 있는 식별기를 학습하는 방법이다. 그러나 영상이나 음성 등의 멀티미디어 응용에서는 패턴차원은 고차원인 반면, 학습 샘플 수는 충분치 못한 경우가 많다. 이때, 변동행렬이 특이행렬이 되기 때문에 변별력이 떨어지는 희소성 문제(undersampled problem)^[1]가 발생한다.

RDA(Relational Discriminant Analysis)^[2]는 입력패턴을 패턴의 특징 대신에 학습패턴에서 추출한 프로토타입들과의 비유사도(dissimilarity)를 이용하는 식별법이다. 즉, n 개의 학습 패턴 집합 T 에서 $m(\leq n)$ 개의 프로토타입을 선택하면, 입력 패턴과 프로토타입들과의 비유사도는 m 차원 벡터가 되며, 이 벡터들로 구성되는 공간에서 식별을 수행한다.

RDA의 식별이 비유사도 공간에서 이루어지기 때문에 학습패턴 구조가 반영되도록 비유사도 공간을 작성하여야 한다. 또한, 비유사도가 패턴구조를 효과적으로 반영할 수 있어야 한다. 이러한 특성을 고려하여 최근 김상운^[3]은 PRS(Prototype Reduction Schemes)^[4]를 이용하여 학습패턴의 프로토타입을 추출하고, 비유사도 측정방법으로 분산구조를 고려한 마할라노비스 거리를 이용하는 방법을 제안하였다.

“이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(MOEHRD-KRF-2005-042-D00265).

본 논문에서는 RDA를 이용하여 영상 패턴과 같은 고차원 패턴의 차원을 효율적으로 축소하는 방법을 제안한다.

2. RDA를 이용한 차원축소

p 차원 n 벡터의 학습패턴을 $T = \{x_1, \dots, x_n\}$ 이라 한다. 여기서 T 는 클래스를 미리 알고 있는 데이터 집합으로, T 를 c 개의 부분집합 T_1, \dots, T_c 로 $T = \cup_{k=1}^c T_k$ 가 되고, $T_i \cap T_j = \emptyset, \forall i \neq j$ 가 된다. 여기서 문제는 T 를 이용하여 새로운 입력패턴 z 를 식별하는 식별기를 설계하는 일이다. 먼저, 각각의 부분집합 T_i 에서 추출한 프로토타입 벡터

집합을 $Y_i = \{y_1, \dots, y_{m_i}\}$, $m = \sum_{i=1}^c m_i$ 이라 한다.

여기서 두 벡터 x_i, y_j 의 비유사도를 $d(x_i, y_j)$ 라고 하면, 두 패턴집합 T 와 Y 의 비유사도 행렬 $D(T, Y)$ 는 $n \times m$ 차원으로, 각 열벡터는 $(d(x_i, y_1), d(x_i, y_2), \dots, d(x_i, y_m))^T$ 이 된다. 즉, $D(x, Y)$ 는 벡터 x 와 프로토타입 집합 Y 와 비유사도를 측정된 값의 배열이 된다. 여기서, 이 열벡터를 비유사도 벡터라 정의하고, $d(x)$ 로 표기한다. 벡터 $d(x)$ 는 p 차원 특징공간의 벡터 x 를 m 차원 유사도 공간으로 사상시킨 벡터이다. 여기서 비유사도 공간은 특징공간과는 무관한 새로운 공간으로, p 가 큰 고차원의 경우 $m \ll p$ 으로 m 을 선택하여 차원을 축소할 수 있다.

3. 실험 및 고찰

실험용 영상 데이터베이스는 40개의 영상(클래스당 10개씩의 4종류 영상)으로, 영상의 생성 방법은 다음과 같다. 먼저 서로 다른 그레이 레벨을 갖는 2×2 정사각형 체스보드 영상을 생성한 다음, 이 영상을 반시계방향으로 90도씩 회전시켜 네 클래스 영상으로 하였다. 그리고 각 종류의 영상에 평균이 0이고 분산이 0.1인 가우시안 잡음(Gaussian noise)을 혼합한 영상을 10개씩 생성하였다. 그림 1은 네 종류의 원 영상에 가우

시언 랜덤 잡음을 추가한 영상의 예이다.

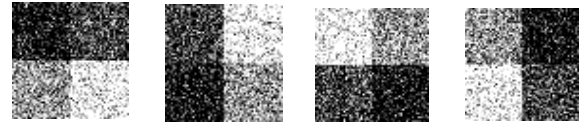


Fig. 1. Four classes 2×2 checkerboard images. Each image (from left to right) is randomly generated with Gaussian white noise.

먼저, 데이터베이스의 40개 영상들 사이의 유클리드 거리(ED)를 계산하여 50×50 규모의 비유사도 행렬을 작성한 다음, 이 공간에서 최근접 이웃(NN) 규칙으로 식별하였다. 여기서 그림 1의 영상은 크기가 60×60 으로 패턴 차원은 3600인 반면, 비유사도 공간의 패턴 차원은 40(학습 패턴의 수)이 되어 패턴 차원을 획기적으로 줄일 수 있었다. 또 식별실험 결과, RDA와 기존의 PCA, PCA+LDA, Direct LDA의 경우, 모두 100(%) 식별하였으며, 처리시간은 각각 1.50, 13772.00, 13925.44, 21.33(sec)이었다.

4. 결론

본 논문에서는 RDA를 이용하여 차원을 축소하는 방법을 제안하였다. 고차원 인공영상을 대상으로, 먼저 RDA로 차원을 축소한 다음, 비유사도 공간에서 NN규칙으로 식별하는 실험을 수행하였다. 실험 결과, 기존의 식별법과 비슷한 정도의 식별율을 고속으로 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] J. Ye, R. Janardan, C. H. Park and H. Park, "An optimization criterion for generalized discriminant analysis on undersampled problems", *IEEE Trans. PAMI*-26(8), 982 - 994, 2004.
- [2] R. P. W. Duin, E. Pekalska and D. de Ridder, "Relational discriminant analysis", *Pattern Recognition Letters*, 20, 1175 - 1181, 1999.
- [3] 김상운, "Prototype reduction schemes와 Mahalanobis 거리를 이용한 relational discriminant analysis," *대한전자공학회논문지*, CI-43(1), 9 - 16, 2006.
- [4] S. -W. Kim and B. J. Oommen, "Enhancing prototype reduction schemes with LVQ3-type algorithms", *Pattern Recognition*, 36(5), 1083 - 1093, 2003.