

로봇 환경에서의 2DPCA 기반 알고리즘의 비교 연구

*박범철, 곽근창, 윤호섭
과학기술연합대학원대학교, 한국전자통신연구원
e-mail : parkbc@etri.ac.kr, kwak@etri.re.kr

Performance Comparison of 2DPCA based Face Recognition algorithm under Robotic Environments

*Beom-Chul Park, Keun-Chang Kwak
University of Science and Technology, ETRI

Abstract

Face recognition, recognizing the human faces, is one of the most important techniques for making intelligent robot that provide commendable services to human.

In this paper, we make a comparative study of Original PCA, 2DPCA, 2DPCA based algorithms and LDA in robot environment.

Database is obtained through the robot's camera in a laboratory what is made like home environment for experiment.. We consider distance state what can be generated in home environment for database.

I. 서론

지능형 로봇에 대한 관심이 날로 더해가고 있는 가운데 지능형 로봇을 위한 기술 개발 연구에 대한 중요성이 나날이 부각되고 있다. 지능형 로봇을 만들기 위해 필요한 기술 가운데 사람의 얼굴을 판별하는 얼굴인식은 가장 중요한 기술 중의 하나이다. 얼굴 인식을 위한 PCA[1], LDA[4] 방식은 이미 컴퓨터 비전이나 생체인식 및 보안 분야에서 많이 알려진 알고리즘이다. 특히 PCA방식은 고차원의 얼굴 이미지의 차원을 축소시키는데 있어서 훌륭한 성능을 보이기에 널리 사용되



그림 1. 로봇환경

고 있으며 PCA를 개선시킨 2DPCA[2] 방식은 높은 얼굴인식률과 빠른 수행속도를 가지고 있다. 하지만 이러한 알고리즘들이 다양한 조명 환경을 고려해야 하는 실생활 속의 로봇(그림 1)에서 비교된 결과는 매우 드물다.

본 논문에서는 2DPCA를 기반으로 개발된 알고리즘들인 2DPCA, Alternative 2DPCA[3], Two-directional two-dimensional PCA 그리고 비교를 위하여 Original PCA와 LDA를 로봇환경에서 비교 실험해 보았다.

II. 본론

2.1 2DPCA

2DPCA방식은 얼굴 이미지를 1차 벡터로 변환하지

알고 직접 공분산을 구하는 방식을 취한다. M개의 얼굴 이미지 A_k 를 통해 평균 $\bar{A} = \frac{1}{M} \sum_k A_k$ 를 구하고 다음과 같이 공분산 행렬 G를 구한다.

$$G = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (A_k - \bar{A})^T (A_k - \bar{A}), \quad (1)$$

이어서 공분산 행렬 G의 가장 큰 d개의 eigen value 들에 상응하는 G의 Eigenvector를 투영벡터 X_1, \dots, X_d 가 된다. 또한 학습 이미지 행렬 A_k 를 투영 행렬 $X = [X_1, \dots, X_d]$ 에 투영시켜 특징 행렬 C_k 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_k = A_k X \quad (2)$$

2.2 2DPCA기반 알고리즘들

2차원의 이미지 정보를 1차의 vector변환 없이 그대로 사용할 수 있는 2DPCA의 특성을 기반으로 많은 알고리즘들이 개발되었다. 2DPCA는 이미지의 row-direction으로 수행되는 특성을 가진 반면 Alternative 2DPCA[3]는 이미지의 column-direction으로 수행된다. 이 말은 Alternative 2DPCA의 공분산 행렬이 다음과 같이 구해진다는 것이다.

$$G = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (A_k - \bar{A})(A_k - \bar{A})^T, \quad (3)$$

(2D)²PCA[3]는 이미지의 row direction과 column direction의 투영벡터를 동시에 이미지에 적용시키는 방법으로 특징벡터의 크기가 작고, 성능이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 2DPCA의 투영행렬이 X, Alternative 2DPCA의 투영행렬이 Z라고 할 때, (2D)²PCA의 특징행렬은 $C_k = Z A_k X$ 로 구해진다.

III. 실험결과

우리는 실험을 위해 ETRI의 지능형 로봇 Wever를 통하여 데이터베이스 ETRI-F2를 제작하였다. ETRI-F2는 8명의 남자와 2명의 여자 총 10사람당 110장의 총 1100장 얼굴 영상으로 각각의 이미지는 90×80의 크기로 구성되어있다. 성능의 측정을 위해 $L_1, L_2, \text{Cosine similarity}$ 방식을 사용하였다.

표 1은 ETRI-F2를 통하여 나온 얼굴 인식률의 최대 값이다.

실험 결과로써 L_1 방식에서는 Alternative DiaPCA가, L_2, Cosine 방식에서는 (2D)²PCA에서 가장 좋은 성능을 보였다.

	L1	L2	COS
PCA	53.9(10)	55.5(11)	57.5(17)
2DPCA	61.8(90×1)	62.3(90×1)	62.3(90×1)
Alternative 2DPCA	61.8(7×80)	55.1(11×80)	55.4(16×80)
(2D) ² PCA	64.4(21×1)	63.3(16×1)	62.7(21×1)
LDA	55.6(10,9)	58.7(10,9)	58.2(10,9)

표 1. 알고리즘 성능 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 사용된 데이터베이스는 로봇의 카메라를 사용하여 실제 가정환경과 비슷하게 꾸며진 실험실에서 데이터베이스를 제작하였다. 이러한 데이터베이스에서 일반적으로 (2D)²PCA 알고리즘의 성능이 가장 뛰어난 것을 알 수 있었으나, 그 성능 또한 실제로 적용되기에는 너무나 낮은 얼굴 인식률을 보여주고 있다. 그리하여 이러한 급격한 조명의 변화에도 높은 얼굴인식률을 보여주는 강인한 알고리즘의 개발이 반드시 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] M. Turk, and A. Pentland., "Eigenfaces for Recognition," Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1, pp.71-86, 1991.
- [2] J. Yang, and D. Zhang., "Two-dimensional PCA: a new approach to appearance-based face representation and recognition" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 26, Issue 1, pp. 131-137, 2004.
- [3] Z. Daoqiang, Z.-H. Zhou, "(2D)²PCA: 2-directional 2-dimensional PCA for efficient face representation and recognition," J. Neurocomput. Vol. 69, (1 - 3), pp.224 - 231, 2005.
- [4] J. Lu et al., "Face Recognition Using LDA-Based Algorithms," IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 14, No. 1, pp. 195-200, 2003.