

웨이블릿을 이용한 PCA와 LDA 기반 얼굴인식

*안효창, **이준환, *이상범

*단국대학교 전자컴퓨터공학과

**극동대학교 컴퓨터정보표준학부

e-mail : youcu92@dankook.ac.kr, rainbow@infomail.kdu.ac.kr, sang107@dku.edu

Face Recognition based on PCA and LDA using Wavelet

*Hyo-Chang Ahn, **June-Hwan Lee, *Sang-Burm Rhee

*Dept. of Electronics and Computer Engineering

Dankook University

**School of Computer Science, Information & Standard

Far East University

Abstract

Limitations on the Linear Discriminant Analysis (LDA) for face recognition, such as the loss of generalization and the computational infeasibility, are addressed and illustrated for small number of samples. The Principal Component Analysis (PCA) followed by the LDA mapping may be an alternative that can overcome this limitation. We also show that processing time is reduced by wavelet transform.

I. 서론

생체 인식 분야에서 얼굴인식은 특별한 동작이나 행위에 대한 요구가 없이 비접촉식으로 인식할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 특징으로 인해 최근 얼굴 인식에 대한 관심이 높아지고 있다.

얼굴 인식에 사용되는 알고리즘은 기하학적 특징을 이용하거나, 템플릿 매칭을 적용하는 방법이 있었으나, 조명 변화나 표정 변화를 갖는 얼굴 영상을 인식하기 위해서는 많은 훈련 영상으로 인한 메모리양과 계산 시간이 문제가 되어 왔다[1]. 이를 극복하기 위해 하나의 얼굴 영

상을 벡터 공간상의 하나의 특징 벡터들로 변환하여 입력 얼굴 영상의 특징 벡터와 인식 대상 얼굴의 특징 벡터들을 비교함으로써 얼굴을 인식하는 방법이 연구되어 왔으며, 대표적인 방법으로 PCA 기법[1,2]과 LDA 기법[1,3]이 사용되고 있다.

본 연구에서는 영상의 크기를 줄이면서 인식률을 유지할 수 있는 웨이블릿[4]을 이용한 PCA와 LDA 기반 얼굴 인식 알고리즘을 제안하고자 한다.

II. 본론

PCA 방법으로 데이터 차원을 축소하고 축소된 데이터를 LDA 방법의 입력 데이터로 하여 영상을 인식하는 LDA 방법을 통하여 얼굴 영상을 인식한다. 하지만 PCA 과정에서 영상의 크기가 커짐에 따라 계산량이 많아 수행 속도에 영향을 준다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 웨이블릿을 이용하여 영상을 분해하고 분해된 하부영상을 가지고 PCA와 LDA 방법을 수행하여 수행 속도를 향상시킬 수 있는 방법을 제안한다.

2.1 Wavelet

웨이블릿 변환을 정의하기 위해서는 스케일링 함수 ϕ 와 모웨이블릿 함수 Φ 이 필요하다. 스케일링 함수 ϕ

와 모웨이블릿 ϕ 은 각각 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\phi(t) = \sum_n h(n) \sqrt{2} \phi(2t-n) \quad (1)$$

$$\Phi(t) = \sum_n h_1(n) \sqrt{2} \phi(2t-n) \quad (2)$$

2.2 PCA and LDA

얼굴인식에 있어 클래스내 분산 행렬 $S_W \in R^{n \times n}$ 가 단일한 경우 PCA나 LDA방법을 적용하기가 어렵다. S_W 의 차원은 최소 $N-c$ 보다 커야 한다. 일반적으로 N 개의 학습 집합은 각각의 영상의 화소수 n 보다 훨씬 작다. 단일한 S_W 의 복잡성을 극복하기 위해서 식(3)과 같은 W_{opt} 을 구하는 LDA 방법이 제시되었다.

$$W_{opt} = \arg \max \frac{|W^T S_B W|}{|W^T S_W W|} = [w_1, w_2, \dots, w_m] \quad (3)$$

이 방법은 영상을 저차원 공간으로 투영시켜 클래스내 분산 행렬 S_W 을 유일하지 않게 만든다. 우선 PCA 방법을 사용하여 특징 벡터의 차원을 $N-c$ 로 줄이고, LDA에 의해 $c-1$ 까지 차원을 줄인다. 이를 수식으로 표현 하면 다음과 같다.

$$W_{opt}^T = W_{lda}^T W_{pca}^T \quad (4)$$

$$W_{pca} = \arg \max |W^T S_T W| \quad (5)$$

$$W_{lda} = \arg \max \left| \frac{W^T W_{pca}^T S_B W_{pca} W}{W^T W_{pca}^T S_W W_{pca} W} \right| \quad (6)$$

W_{pca} 의 최적화는 $n \times (N-c)$ 의 정규직교한 열벡터를 가진 행렬에 의해서 수행되며, 반면에 W_{lda} 는 $(N-c) \times m$ 의 정규직교하는 열벡터를 가진 행렬에 의해서 실행된다.

III. 구현

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해서 ORL(Olivetti and Oracle Research Laboratory) 얼굴 데이터베이스를 사용하였다. 얼굴 인식을 위한 유사도 측정을 위하여 유클리디언 거리를 이용하였다. 인식률은 인식되는 얼굴 영상의 개수와 전체 질의 영상의 개수의 비로 평가하였다. 제안한 알고리즘과 주성분 분석의 알고리즘의 인식률을 비교하면 다음 [표 1]와 같다.

[표 1] ORL 얼굴 데이터베이스의 인식률 비교

Method	PCA	LDA	PCA+LDA	Proposed
FR(%)	85	90	92	92
PT(sec)	2.437	2.375	2.277	2.113

[표 1]에서 보듯이 기존의 PCA 및 LDA 방법보다 PCA와 LDA 방법을 병합한 방법이 얼굴 인식률(FR:Face Recognition Rate)에서 보다 향상된 결과를 보여 주고 있다. 또한 얼굴 영상을 웨이블릿 변환 과정을 통해 하부 영상을 가지고 PCA와 LDA를 방법을 수행함으로써 기존의 웨이블릿 변환을 사용하지 않은 방법과 인식률에는 변화가 없지만 속도(PT:Processing Time)적인 측면에서 향상된 것을 볼 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 PCA 방법을 통하여 고차원의 얼굴 영상을 저차원으로 줄여 이를 LDA의 입력 영상으로 사용함으로써 인식률을 높였다. 또한 얼굴 영상을 웨이블릿 변환하여 하부 영상을 가지고 PCA와 LDA 방법을 수행하여 PCA와 LDA 방법만을 이용하는 것보다 속도적인 측면에서 나은 결과를 얻을 수 있었다. 인식률에는 변화가 없지만 속도 측면에서 향상되므로 실시간 얼굴 인식 시스템 등의 응용 분야에 적용가능하다. 향후 실시간 얼굴 인식 시스템에 적용하기 위해서는 정확한 얼굴 영역 추출 방법에 관한 연구가 요구된다.

참고문헌

[1] P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha, D. J. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition using class specific Linear Projection", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 19, no. 7, pp. 711-720, Jul. 1997.

[2] M. Turk and A. Pentland, "Face Recognition Using Eigenfaces", Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 586-591, 1991.

[3] Lu, J., Plataniotis, K., Venetsanopoulos, A., January 2003b. Face recognition using LDA based algorithms. IEEE Transactions on Neural Networks 14 (1), pp.195 - 200. 2003.

[4] C. Sidney Burrus, Ramesh A. Gopinath, Haitao Cue, "Introduction to Wavelet and Wavelet Transforms", pp.1-40, 1998.