

# 타원형 정보와 웨이블릿 패킷 분석을 이용한 얼굴 검출 및 인식

정 명 호, 김 은 태, 박 민 용  
연세대학교

전화 : 02-2123-2868 / 핸드폰 : 011-9263-2871

## Face Detection and Recognition Using Ellipsodal Information and Wavelet Packet Analysis

Myung Ho Jung, Eun Tai Kim, Mignon Park  
Yonsei University  
E-mail : holofa@hanmail.net

### Abstract

This paper deals with face detection and recognition using ellipsodal information and wavelet packet analysis. We proposed two methods. First, Face detection method uses general ellisodal information of human face contour and we find eye position on wavelet transformed face images. A novel method for recognition of views of human faces under roughly constant illumination is presented. Second, The proposed Face recognition scheme is based on the analysis of a wavelet packet decomposition of the face images. Each face image is first located and then, described by a subset of band filtered images containing wavelet coefficients. From these wavelet coefficients, which characterize the face texture, the Euclidian distance can be used in order to classify the face feature vectors into person classes. Experimental results are presented using images from the FERET and the MIT FACES databases. The efficiency of the proposed approach is analyzed according to the FERET evaluation procedure and by comparing our results with those obtained using the well-known Eigenfaces method. The proposed system achieved an rate of 97%(MIT data) ,95.8%(FERET databace)

### I. 서론

생체 인식 시스템 분야는 정보화와 보안화에 따라 중요성이 강조되는데, 그중 얼굴 검출 및 인식은 사람 얼굴의 변형 가능성과 포즈, 카메라 위치, 조명등에 영향에 따라 많은 제약 조건을 가지고 있다. 실시간으로 처리 하기 위해서는 물론 처리 시간 역시 중요하다[1]. 그래서 실시간 처리를 위해서 영상 압축에 이용되고 있는 웨이블릿 알고리즘과 얼굴 형태의 모양인 타원형 방정식을 통해 얼굴 검출 방법을 제시한다. 얼굴 인식 과정은 웨이블릿 분할된 총 16개의 영상중 얼굴의 정보가 많은 저주파 영상에서 기준선을 통해 얼굴을 분리하여 평균값과 분산값을 가진 3가지 벡터값을 그리고 나머지 영상에서는 각각 1개인 총 18개의 벡터값을 이용하여 유클리더언 거리 측정방법을 통해 벡터를 분류한다. 실험은 얼굴 검출 및 인식에 많이 이용되고 있는 FERET 실험 데이터와 MIT 실험 데이터를 사용하고 보편적으로 이용되고 있는 고유 얼굴(Eigenface)을 사용한 방법과 비교하여 성능을 평가 했다.

### II. 기존 얼굴 검출 및 인식 방법

#### 2.1 얼굴 검출 및 인식 방법

얼굴 검출 및 인식은 사람에게는 힘들이지 않고 수행할 수 있지만 컴퓨터의 관점에서 알려지지 않은 수

의 얼굴들의 위치를 결정하고 조명, 방향 그리고 카메라 거리와 무관하게 배경으로부터의 얼굴들 및 얼굴 특징들의 분할, 추출하는 것은 쉽지 않다. 이런 관점에서 연구방법을 크게 두가지로 나누어 볼수 있는데 특징기반 방법과 영상기반 방법이다

2.1.1 특징기반 방법

1970년대 초에 시작한 연구의 주된 방법으로 특징을 주요한 구성요소들로 다루기 때문에 특징 기반의 방법이라 할수 있다. 다음과 같이 나누어 볼수 있는데 첫 번째로 모서리로 안면 특징들의 위치를 결정하여 사진들로부터 얼굴들의 외곽선을 분석하는 것에 기초한 Sakai[2]가 초기의 얼굴검출 연구에서 적용하였고, 두 번째는 그레이 정보로 Wong, Hoogenboom과 Lew[3]는 얼굴 특징들이 피부와 같은 영역들보다 더 어둡게 나타나는 특징을 사용하였다. 그리고 세 번째 방법인 켈리는 얼굴 외양을 구분에 사용되는데, 적색, 녹색 및 청색의 주 색상 성분들의 조합들에 의해 정의되는 RGB 표현이다. 네 번째로 Luthon & Lievin과 Low[4]등이 제안한 움직임 정보로 움직이는 객체들의 위치를 결정한다. 마지막인 활성 형상 모델들은 1980년대 말에 제안된 스네이크 알고리즘에서 부터 최근의 점 분산된 모델들은 눈동자 및 입술 추적과 같은 복잡하고 비 경직된 특징 추출을 목적으로 개발되었다.

2.1.2 영상기반 방법

패턴인식 이론의 접목한 방법으로 영상 기반 표현들을 통해 특징추출 및 분석 없이 훈련 알고리즘들을 사용하여 얼굴을 몇가지 그룹으로 직접 분류한다. 매핑과 훈련체제를 통해서 얼굴 정보를 시스템에 이용한다. 다음과 같이 나누어 볼수 있는데, 선형 부분공간 방법들(Linear Subspace Methods), 신경망(Neural Networks), 그리고 통계학적 접근법등이 있다.

III. 얼굴 검출 및 인식 기법

3.1 PCA 방법

Matthew A. Turk 와 Alex P.pentland가 1991년에 소개된 것으로 얼굴 영상 공분산 행렬의 고유 벡터를 계산하고, 새롭게 입력된 얼굴을 고유벡터 공간으로 투사시켜 그 성분들을 비교함으로써 인식을 수행하는 방법이다. 이 PCA방법은 다른 얼굴 인식 방법들에 비해 속도와 단순함 그리고 학습능력에 있어서 장점을 가지고 얼굴 영상에서의 작고 점진적인 변화에 상대적으로 덜 민감하게 사용되고 있다. 그러나 얼굴 이미지의 다양체를 모델링하기 위해서는 얼굴 공간을 부분 클래스로서 분할함으로써 더 잘 표현되어질수 있기 때

문에 최적의 방법은 아니다

3.2 Wavelet 이론

웨이블렛 변환은 1983년 Moret에 의해 소개된 이후 시간 영역과 주파수 영역을 동시에 해석할수 있다는 장점을 가지고 있다. 웨이블렛 함수

$$\Psi_{b,a}(x) = |a|^{-1/2} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (1)$$

일반화된 형태로 표현된 식은 다음과 같다

$$(WT)_{(d,m)} = |a|^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) dx \quad (2)$$

기저함수의 선형조합으로 구성된 식은 다음과 같다..

$$f(x) = f_a(x) + \sum_b \sum_{a=a_0}^{\infty} \langle \Psi_a(x), f(x) \rangle \Psi_{a,b}(x) \\ = \sum_k c_a(k) \Phi_{a,b}(x) + \sum_b \sum_{a=a_0}^{\infty} d_a(k) \Psi_{a,b}(x) \quad (3)$$

IV. 제안된 시스템의 구현

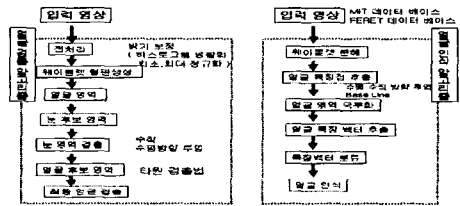


그림 4-1 얼굴검출 및 인식 알고리즘

4.1 얼굴 검출 알고리즘.

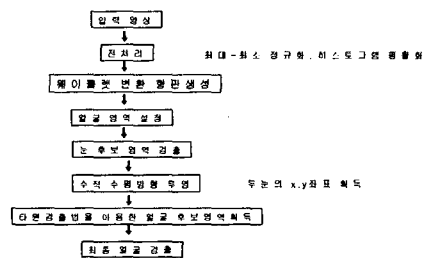


그림 4-2 얼굴 검출 알고리즘

4.1.1 전처리

영상에 밝기 보정값을 위해서 최소-최대 정규화 방법을 사용하여 선형적인 변형을 취한다.

$$\hat{I} = \left( \frac{I - B_{\min_1}}{B_{\max_1} - B_{\min_1}} \right) (B_{\max_2} - B_{\min_2}) + B_{\min_2} \quad (4)$$

$B_{\min_1}$ ,  $B_{\max_1}$ 은 입력영상의 최소, 최대 밝기 값

$B_{\min_2}$ ,  $B_{\max_2}$ 는 새로운 범위의 최소, 최대 밝기 값.

밝기값이 180이상인 너무 높은 경우에는 최소-최대 정규화 과정만을 가지고 전처리를 하는 경우 얼굴

의 형태를 표현하기에는 부족하기 때문에 히스토그램 평활화 과정을 동시에 수행한다.

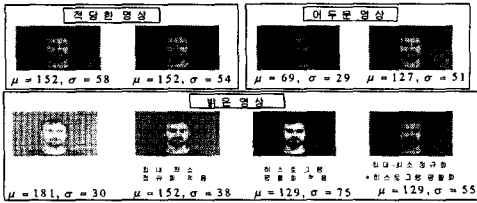


그림 4-3 밝기 보정후의 영상

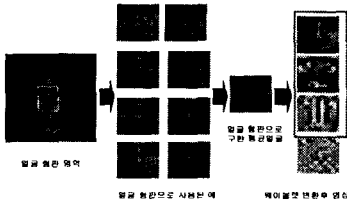


그림 4-4 웨이블릿 형판 생성 과정



그림 4-5 눈 검출과정

$$\frac{Height}{Width} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \quad (5)$$

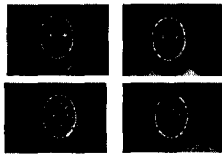


그림 4-6 눈검출과 타원형 형태를 이용한 얼굴 검출

### 4.2 얼굴 인식 알고리즘

얼굴 벡터를 생성하기 위해 웨이블릿 2단계 패킷 분해를 통해 총 16가지 영상중 구체적인 방향 성분을 가진 15개의 영상에서 평균값과 분산값을 가진 특징 벡터와 나머지 저주파 영상을 3가지 영역으로 분리한 후 평균값과 분산값을 가진 3개의 특징벡터 총 18개의 특징벡터를 형성한다.

빠른 계산을 통해 특징 벡터들을 구분화 지을수 있는 유클리디언 거리 (Euclidian distance)를 이용하여 인식 과정을 수행 한다.

$$A_n = [H_x * [H_y * A_{n-1}]_{\downarrow 2,1}]_{\downarrow 1,2}$$

$$\begin{aligned} D_{n1} &= [H_x * [G_y * A_{n-1}]_{\downarrow 2,1}]_{\downarrow 1,2} \\ D_{n2} &= [G_x * [H_y * A_{n-1}]_{\downarrow 2,1}]_{\downarrow 1,2} \\ D_{n3} &= [G_x * [G_y * A_{n-1}]_{\downarrow 2,1}]_{\downarrow 1,2} \end{aligned} \quad (6)$$

$A_n$ 은 수평방향, 수직방향 고주파 대역 통과 필터,  $D_{mi}$ 는 구체적인 방향 ( $i=1,2,3$  수직, 수평, 대각선)으로  $n$  크기의 구체적인 방향정보를 나타내는 영상.

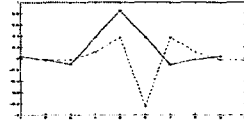


그림 4-6 웨이블릿에 적용할 H,G 필터 H(실선) G(점선)

### 4.2.1 얼굴 영상에서의 웨이블릿패킷 변환

그림 4-7은 웨이블릿 변환후의 영상을 보여준다.

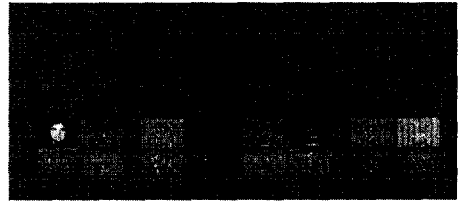


그림 4-7 웨이블릿 패킷변환후 얼굴영상

### 4.2.2 얼굴 영상의 국부화

비교적 정보가 많이 포함되어 있는 저주파 근사화 영상에서는 얼굴의 영역을 그림 4-8과 같이 세부분으로 나누어 특징벡터를 추출한다

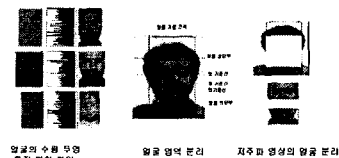


그림 4-8 저주파 얼굴 영상 분리

### 4.2.3 특징벡터 추출

근사화된 영상에서 얼굴의 영역, 얼굴내부의 상단부분, 하단부분 영역으로부터 평균값과 분산값을 추출하고 나머지 방향성분 영상인 15개의 구체적인 방향 영상에서 평균값과 분산은 전체 영상에서 추출된다. 즉 특징 벡터는 총 18개의 나타낸다

$$v = \bigcup_{i=0}^{17} \{\mu_i, \sigma_i^2\} \quad (7)$$

$\forall \geq 3, \mu_i = 0, (i=0,1,2$  얼굴 영역의 상단부 하단부, 외곽영역의 평균값과 분산)

### V. 실험및결과

#### 5.1 실험 환경 및 데이터베이스

P.J. Phillips가 FERET 실험과정으로 제안한 과정으로 실험 환경은 Pentium III 128MB에서 수행하였다.

복합영상수	MIT 데이터베이스	200명 총 600장
	FERET 데이터베이스	155명 총 310장
입력 영상 해상도	256 x 256 8bit gray 영상	
2차원 웨이블릿 코팅 변환 후 해상도	16 x 16 x 16	
얼굴 영역	MIT 데이터베이스	35 x 50
	FERET 비정규 데이터베이스	40 x 40 ~ 55 x 55
	평균 크기	18

그림 5-1 실험환경 및 데이터

#### 5.2 개인얼굴 식별실험

전체 데이터에서 새로운 얼굴 영상을 증가 시키면서 실험하는데, MIT데이터는 60개에서부터 30개씩 데이터 양을 늘려가면서 그리고 FERET데이터의 경우 60개에서부터 20개씩 데이터의 양을 증가 시키면서 인식율을 비교하였다.

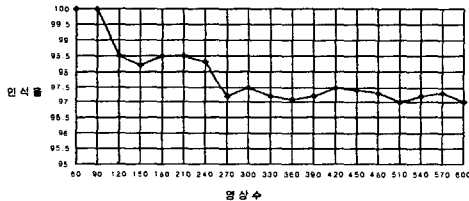


그림 5-2 FERET 영상 수에 따른 인식률

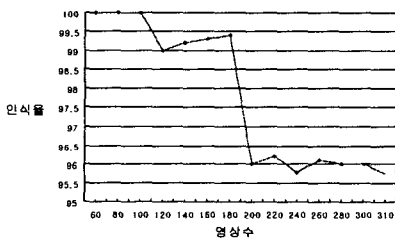


그림 5-3 FERET 영상에 따른 인식률

#### 5.3 얼굴 표정변화시에 실험

MIT FACES 데이터 영상만을 이용하여 실험하였다. 두가지 영상은 훈련 영상으로서 평균벡터를 계산하기 위해 훈련 데이터로서 처리 하였고, 마지막 세번째 영상은 테스트 영상으로서 처리하였다. 결과는 그림 5-4에서 나타내었는데, 120개의 영상수에서 현저히 낮은 인식률을 보이고 있고, 전체 데이터의 인식률

은 90.7%(281/310)까지 감소하였다.

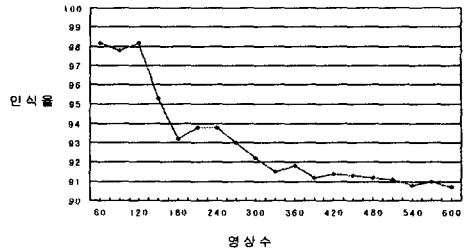


그림 5-4 MIT 데이터의 얼굴 표정변화 실험결과  
5-4. PCA방법과의 비교

	PCA 방법	제안한 방법
MIT FACES 데이터	98.17% (589/600)	97%(582/600)
FERET 데이터	70.32% (218/310)	95.8%(297/310)

그림 5-5 PCA방법과의 비교 결과

PCA방법은 두가지 데이터에 적용하였는데, FACES 데이터 영상에서는 좋은 결과를 얻을수 있었다. 이것은 PCA방법을 위해 잘 형성된 영상들의 집합이기 때문이다. 제안된 방법에서 사용한 97%(582/600)와 비교하여 180개의 고유 얼굴을 사용하여 98.17%(589/600) 결과를 얻었다. FERET 데이터의 경우 영상은 FACES 영상들 처럼 표준화 되어 있지 않기 때문에, 150개의 고유 얼굴을 사용하여 70.32%의 성공률을 보였다.

#### 참고문헌(Reference)

- [1] R.Chellappa, Charles L. Wilson, and Sirohey "Human and Machine Recognition of Faces: A Survey," Proc IEEE May 1995
- [2] T.Sakai, M.Nagao, and T.Kanade "Computer analysis and classification of photographs of human faces", in Proc. First USA-Japan Computer Conference pp2~7, 1972
- [3] R.Hoogenboom and M.Lew "Face detection using local maxima" in IEEE Proc. of 2nd Int. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, 2000
- [4] B.K.Low and M.K.Lbrahim, "A fast and accurate algorithm for facial feature segmentation", in Proc. Int. Conference on Image Processing 1997
- [5] J.Zhang, G.G.Walter, Y.Miao, and N W Lee, "Wavelet Neural Network for Function Learning" IEEE Trans.Signal processing, Vol.43, No6, pp1485~1497, June 1995
- [6] C.SBurrus, R.A.Gopinath, H.Guo, "Introduction to wavelets and Wavelet Transform" Prentics Hall,