

# 얼굴의 다중특징을 이용한 인증 시스템 구현

정택준\* · 문용선\* · 박병석\*\*

\*순천대학교 · \*\*여수공업대학

## A study on the implementation of identificaion system using facial multi-feature

Taeg-Jun Jung\* · Yong-Seon Moon\* · Byung-Seok Park\*\*

\*SunCheon National University · \*\*Yeosu Technical College

E-mail : jun4157@hanmail.net

### 요 약

본 연구는 인식의 정확성을 향상시키기 위하여 단일 특징을 이용한 인식 대신에 다중 특징을 이용하는 인식방법을 제안한다. 각각의 특징은 다음과 같은 방법으로 구하여진다. 얼굴 전체의 특징은 웨이블렛 다해상도 분해와 주성분 분석방법으로 계산하였고, 입술의 경우는 입술의 경계를 구한 후 최소 사승법을 이용한 방정식의 계수를 구하였으며, 또하나의 특징은 얼굴요소의 거리 비율에 의해 구하였다. 위 값들을 입력으로 한 역전파 학습 알고리즘으로 분류하여 실험하여 제안된 방법의 유효성을 확인하였다.

### ABSTRACT

This study will offer multi-feature recognition instead of an using mono-feature to improve the accuracy of recognition. Each Feature can be found by following ways. For a face, the feature is calculated by the principal component analysis with wavelet multiresolution. For a lip, a filter is used to find out on equation to calculate the edges of the lips first. Then the other feature is calculated by the distance ratio of facial parameters. We've sorted backpropagation neural network and experimented with the inputs used above and then based on the experimental results we discuss the advantage and efficiency.

### 키워드

biometrics, recognition, face, identifcaiton

## 1. 서 론

최근 정보 보안에 관한 수요가 급증하면서 생체인식 기술의 관심이 높아지고 있다. 이러한 생체인식의 기술에는 지문인식, 홍채 인식, 정맥 인식, 음성 인식, 장문 인식, 서명 인식, 얼굴 인식 등 여러 가지가 존재하고 있다. 지문 인식은 생체 인식 기술중 가장 먼저 연구가 진행되었으며 손가락의 지문 특징점의 위치와 속성을 추출하여 저장하고 비교하는 알고리즘을 주로 이용하는데 광학 시스템의 방식에 따라 소형화 및 사용자들의 일반성등의 장점이 있는 반면에 신뢰성 측면에서 보완이 필요하고, 지문의 상처 및 손실등으로 인식을 할수 없는 등의 단점이 있다. 홍채인식은 생후 3년 이내에 사람마다 발생하는 홍채의

고유한 패턴을 통해 인증을 수행하므로 거의 완벽하게 개인을 식별할 수 있어서 고도의 보안이 요구되는 곳에 적합하지만 장비가 크고, 가격이 비싸다는 단점 때문에 일반 데스크 탑 PC에 장착하는 것이 매우 어렵다.[1] 정맥 인식은 지문이나 손 모양을 인증하는 방법에 비해 사용자의 거부감을 줄일수 있고 지문 또는 손가락이 없는 사람도 이용할 수 있는 장점이 있지만 하드웨어의 구성이 복잡하고 전체 시스템 비용이 홍채 인식과 마찬가지로 비싸다는 단점이 있다. 음성인식은 마이크 이외에 특별한 장비를 필요로 하지 않는 생체 인식 방법이며 특히 원격지에서도 특별한 장비 없이 통신망을 통해 사용자 인증을 수행할 수

있다는 장점이 있지만 같은 사람의 목소리라도 감기에 걸렸을 때 등 항상 일정하지 않으며 주변의 소음과 통신 상태에 따른 잡음이 인식률을 떨어뜨릴 수 있는 단점이 있어서 음성인식만으로 독립적인 시스템을 구축하기에는 많은 문제점을 내포하고 있다. 인구가 생성된 이래로 과거에서부터 현재에 이르기까지 사람을 구별하기 위한 대상으로 존재하여 온 얼굴 인식은 얼굴의 영상 이미지를 분석하거나 사람의 얼굴의 요소 등을 이용하여 인식하는 방법인데 입력된 영상으로부터 얼굴 영역을 정확히 추출하고, 추출된 얼굴 영역에서 눈과 입 등의 얼굴 주요소의 영역과 특징점 추출에 관한 부분이 선행 연구되어지고 있다. 영상인식은 Karhunen-Loeve(KL) 변환에 근거한 통계적 방법등에 의해서 많은 발전을 가져왔다[2]. Turk & Pentland는 고유영상이라고 불리는 특징을 얼굴 분리와 인식에 사용하였는데 이 인식 방법은 모든 입력 얼굴 영상이 고유 얼굴에 의해 차원이 축소된 가중치 벡터로 표현되었으며, 인식 방법은 유클리드 거리로 표현화하였고, Cheng의 얼굴 인식 실험에서는 단일값 분해와 고유값의 임계화를 사용한 대수적인 인식 방법을 사용하였는데 둘다 완벽에 가까운 인식률을 달성하였다.[3][4] 이러한 얼굴 인식은 높은 인식률에도 불구하고 영상 촬영시 가해지는 여러 가지 제약조건, 제한성, 복잡한 배경과의 영상 분리의 복잡성 및 화장이나 노화에 의한 얼굴의 변형, 샘플의 크기문제 등 여러 단점을 안고 있어 생체인식에서 단독으로 인식될 경우 인식 오차율에 큰 영향을 미치게 된다. 인식을 위한 분류의 방법중 인공 신경망은 컴퓨터 비전 분야에서 보면 가버 웨이블렛, 얼굴인식, 표정인식, 음성인식, 압축 등의 분야에 쓰여지고 있다. 하지만 인공지능은 특히 시각 시스템으로서의 충분한 속도의 결여, 융통성의 결여, 형상 표현방식의 비 유연성 및 제어 방법의 결여 등으로 많이 이용되어지지는 않고 있다. 하지만 신경망 특유의 특징인 고도의 병렬처리 구조, 적응형 학습 능력, 결합극복 능력, 모델 지식의 내재적 표현 등으로 비 실시간 인지 시스템의 분류 방법으로는 많은 장점을 가지고 있다. 그중 역전파 신경망 알고리즘은 오차를 정정하는 규칙으로서, 입력에 대해 원하는 반응과 실제로 얻어진 것들에 대한 차이를 줄여 나가는 데 목적이 있다. 이러한 생체인식에서 어느 한 가지 특징만을 이용한 생체인식은 여러 가지 특징들을 한꺼번에 이용한 생체인식보다 인식에 실패할 수 있는 가능성이 높다.

본 논문에서는 생체인식 방법의 단점을 보완하기 위해 다중 특징 생체인식의 방법 즉 얼굴 전체 특징, 입술 특징 및 얼굴 요소간의 비율을 이용하여 역전파 신경망으로 분류, 인식시스템을 구현하였으며 실험을 통하여 유효성과 인식율에 대하여 검토하였다.

본 논문의 순서는 1장에서 최근의 생체인식 기술의 흐름과 장·단점과 얼굴 인식의 동향에 대

하여 기술하고, 2장은 시스템의 전체 구조를 살펴 보며, 3장은 각 특징의 추출 알고리즘과 특성을 언급하며 4장은 시스템을 구성하여 실험한 결과를 제시하며 5장에서는 본 시스템이 사용될 분야와 결론을 언급하였다.

## II. 시스템 구조

생체 인식의 한 분야인 얼굴 인식을 기존의 단일 특징 인식 방법에서 벗어나 다중특징 인식을 지향함으로써 인식의 신뢰도를 높이고, 효율성을 극대화 시키는 시스템을 구성하는데 그림 1은 얼굴의 특징을 이용한 다중 생체 인식 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. CCD 카메라를 이용하여 영상을 획득한 후 획득한 영상에서 특징점을 추출하여 신경망을 통하여 학습시켜 그 결과를 저장한다. 얼굴의 비교를 위해서 입력된 비교 영상을 같은 방법으로 얼굴과 얼굴 요소의 특징을 추출한 후 신경망을 통하여 학습하여 출력된 결과를 저장된 결과값과 비교하여 인식을 하게 된다.

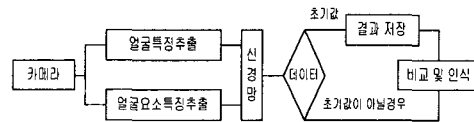


그림 1. 시스템 구성도

## III. 시스템 구현을 위한 알고리즘

### 1) 얼굴 전체 특징 추출

얼굴특징 추출의 궁극적인 목적은 높은 정확성과 실시간 접근을 목적으로 한다. 근본적으로 데이터의 양을 최소화 하면서 높은 일치율을 가져야 하고 효율적으로 사람들을 비교할 수 있어야 한다. 얼굴 특징을 추출하기 위해서는 얼굴의 특징 파라미터 요소 예를 들면 눈썹, 눈, 코, 입 등을 이용하는 방법과 얼굴의 농도, 색채 변화를 이용한 화소값을 이용하는 방법이 있다. 최근에는 얼굴 영상의 특징 추출을 위한 방법으로 화소값을 이용한 웨이블렛 변환이 주로 이용된다. 웨이블렛 변환은 푸리에변환이나 DCT (Discrete Cosine Transform)와는 달리 주파수와 시간 정보를 동시에 가지고 있기 때문에, 영상을 다해상도 분해를 이용하여 압축시 다른 변환에 의한 압축 방법보다 많은 정보를 가지고 있게 된다. 이러한 웨이블렛 기술은 신호 및 영상 압축, 다해상도 분석, 음성 동기, 컴퓨터 비전, 그래픽등을 포함한 영상처리 및 신호처리 분야에서 각광을 받고 있다.

본 논문에서 사용되어지는 것은 다해상도 분해 방법을 이용하여 영상을 처리하는 것이다. 여기에

벡터 표현의 통계적 속성에 기반을 둔 주성분 분석 방법(PCA)을 이용해 얼굴 영상의 특징을 추출해 낼 수 있다. 주성분 분석방법은 이미지의 데이터가 증가 할때 인식의 정확성은 증가하나 많은 계산식이 요구되는 것을 웨이블렛의 특징인 이미지 데이터를 축소 시켜도 원래 이미지의 정보가 많이 손실하지 않는 것을 이용하여 주성분 분석 방법의 한계를 극복하는 방법을 얼굴 특징 추출 알고리즘으로 이용하였다.[5]

이산 웨이블렛 변환은 크기 와 위치를 연속으로 보여주지 않고 이산적인 방법으로 보여주는 변환으로 식 (1)과 같이 표현된다.

$$\Psi_{j,k}(t) = \frac{1}{\sqrt{s_0^j}} \Psi\left(\frac{t - k\tau_0 s_0^j}{s_0^2}\right) \quad (1)$$

식 (1)에서 j, k 는 정수, scaling factor  $s_0 > 1$ ,  $\tau_0$  는 translation factor이다.

식 (1)을 근거로 하여 크기 스펙트럼과 위치 스펙트럼에 웨이블렛 스펙트럼을 덧붙이면 다해상도(multiresolution) 라고 불리우는 식 (2)가 표현되어져 나온다.

$$\begin{aligned} \varphi(2^j t) &= \sum_k h_{j+1}(k) \varphi(2^{j+1} t - k) \\ \Psi(2^j t) &= \sum_k g_{j+1}(k) \varphi(2^{j+1} t - k) \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)를 근거로 함수  $f(t)$  의 j번째 항을 구하게 되면 식 (3)과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \phi(t) &= \sum_k \lambda_j(k) \varphi(2^j t - k) \\ \psi(t) &= \sum_k \gamma_j(k) \varphi(2^j t - k) \end{aligned} \quad (3)$$

$\lambda_j(k)$ ,  $\gamma_j(k)$  는 haar, daubechies 계수로 나타낼수 있으며 식 (3)을 적용시킨 함수  $f_j(m)$  을 저주파 부밴드 대역(LL)을 선택하여 주성분 분석 방법으로 특징을 추출하는 식은 (4)와 같다.

$$f_{(p)} = A(X - M_x) \quad (4)$$

식 (4)에서 X는  $f_j(m)$ 의 성분이며,  $M_x$ 는  $f_j(m)$ 의 평균, A는 고유값이다.

얼굴특징을 추출하는 최종식 (4)에서 나온 값을 신경망을 통해 분류를 하기 위해 데이터 베이스에 저장한다.

## 2) 얼굴 요소 특징 추출

얼굴의 특징 중에는 눈썹, 눈, 코, 입술 등 여러 가지 요소가 존재하며 이러한 특징들은 대칭성이 강하다는 점을 이용하여 대칭도를 계산하여

얼굴의 특징을 찾기 위한 방법으로 사용되어져 왔다.

얼굴요소를 찾기 위한 방법으로 본 연구에서는 입술 윤곽선 기반 방식을 이용, 입술 영상을 세선화 시켰을 때 나오는 입술의 윤곽이 방정식의 특성을 가진 그래프로 구해질 수 있는 점을 착안, 추정치를 이용하여 방정식으로 근사화시킬 수 있는 최소 자승법을 이용하여 입술의 방정식 계수를 유도해내는 방법과 얼굴 요소의 정규화된 특성값 중의 하나인 두 눈동자사이의 거리와 인종의 아래부분 사이의 거리의 비를 이용하여 계수를 추출하여 얼굴의 특징으로 이용한다.[6]

### (1) 전처리

얼굴 영상에서 얼굴 요소의 특징을 추출하기 위하여 전처리 과정을 거치게 된다. 본 논문에서 얼굴 요소의 특징은 구하고자 하는 요소의 위치 정보에 기반하므로 에지 검출을 통한 얼굴 영상에서 요소별로 영역을 설정하여 윤곽선을 검출하는 것을 전처리 과정으로 처리하게 되며 처리순서는 먼저 얼굴 영상을 대각선방향으로 특성이 좋은 소벨 연산자를 이용하여 윤곽선 검출을 실시하고 잡음을 최소화시키기 위하여 이진화 방법을 이용하여 얻은 영상을 구하고자 하는 얼굴 요소별로 영역을 검출한다. 원래의 얼굴 신호를 소벨 연산자와 이진화 기법을 이용하여 필터링을 하는 과정을 전처리로 행하게 된다.

### (2) 입술 특징 추출

입술의 특징을 추출하기 위하여 이진화된 얼굴 영상에서 입술의 영역을 선택한 후 입술의 정형화된 다항식을 구하기 위하여 추정치를 최대화시킬 수 있는 최소자승법을 이용한다. 얼굴 영상에서 전처리를 한 후 아랫입술의 방정식의 계수를 구하기 위해 최소자승법을 이용하는데 먼저 입술 경계선에 대한 좌표값을 구하여 식 (5)의  $x_j, y_j$  에 대입한 후 식 (6)에서 보이는 것처럼 미분을 취한다.

$$s = \sum_{j=1}^n (y_j - a - b x_j - c x_j^2)^2 \quad (5)$$

$$\left. \frac{\partial s}{\partial p} \right|_{p=a,b,c} = 0 \quad (6)$$

식 (6)을 이용해 미분을 취한 값은 가우스-조던 소거법을 이용하여 아랫 입술 방정식의 계수를 구할 수 있다. 윗 입술의 방정식의 계수를 구하기 위하여 역시 최소 자승법의 확장을 이용하였으며 방법은 먼저 식 (5)를 사차 방정식으로 확장하며 그 확장식은 식(7) 과 같다.

$$s = \sum_{j=1}^n (y_j - a - b x_j - c x_j^2 - d x_j^3 - e x_j^4)^2 \quad (7)$$

식(7)을 이용해 아랫입술 방정식의 계수를 구하는

방법과 마찬가지로 식 (8)에서 보이는 것처럼 미분을 취한다.

$$\frac{\partial s}{\partial p} \Big|_{p=a, b, c, d, e} = 0 \text{ ----- (8)}$$

식 (8)을 이용해 미분을 취한 값은 가우스-조던 소거법을 이용하여 윗 입술의 방정식의 계수를 구할 수 있다. 아랫 입술과 윗 입술의 계수를 구하는 최종식 (6),(8)에서 나온 값을 입술 특징점으로 사용하기 위해 데이터 베이스에 저장한다.

(3) 얼굴 요소간의 비율에 의한 특징 추출

얼굴의 특징을 결정짓기 위한 요소로서 두 눈 사이의 거리와 그 중간값인 미간과 인중의 아랫부분과의 거리를 구하고, 얼굴 영상의 크기에 상관없이 일정한 값을 획득하기 위하여 비율을 결정하며 이를 위하여 전처리를 한 얼굴 영상에서 두 눈동자의 거리를 구하여 생성된 값의 중간값을 구하며 인중의 아랫부분을 검출하여 유클리디안 거리를 통하여 중간값과의 거리를 구한후 두 눈 사이의 거리와 유클리디안의 거리의 비율을 특징값으로 설정하여 데이터베이스에 저장한다.

3) 인식

Mcculloch 와 Pitts 에 의하여 제안된 신경망은 여러형태의 문제에 적용되고 있으며 특히 공학분야에서 여러 인식시스템에 이용되고 있다.[7]

본 논문을 위하여 역전파 신경망을 이용하게 되는데 입력층의 입력 벡터를  $X = [x_1, x_2 \dots x_n]$ , 은닉층 벡터를  $Z = [z_1, z_2 \dots z_n]$ , 출력층 벡터를  $Y$ , 입력층과 은닉층의 연결강도를  $W$ , 은닉층과 출력층과의 연결강도를  $V$  라고 하면 학습을 위한 은닉층은 식 (9)로 표현 할 수 있다.

$$Z = \frac{1}{1 + e^{-XW}} \text{ ----- (9)}$$

XW 는 벡터의 곱을 나타낸다. 출력치를 구하기 위해 식 (10)을 이용한다.

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-ZV}} \text{ ----- (10)}$$

연결강도의 변화량을 구하기 위한 출력층의 오차를 구하여 k번째의 연결강도 변화량과 k+1 번째의 연결강도 변화량이 똑같아 질때까지 학습을 한다. 이때 나온 값을 인식을 위한 비교 요소로 참고하기 위해 저장한다.

IV. 시스템 구현 및 실험 결과 고찰

본 시스템은 운영체제는 Windows2000, CCD 카메라, DT-3155 이미지 보드 그리고 C++과 Matlab을 이용하여 구성하였으며, 얼굴 전체 특

징 추출과정을 통해 얻은 결과값의 8×8형태의 행렬에 윗입술과 아랫입술의 다항식 계수 8개, 그리고 얼굴 요소간의 비율을 측정된 값 1개 총 73개의 데이터를 입력으로 단방향 시그모이드 함수를 이용하는 역전파 신경망을 통하여 분류 학습하였다. 실험 데이터는 10명의 실험대상에게서 각각 10개의 데이터를 토대로 5개는 인식을 위한 기준을 찾기 위한 데이터로 활용하고, 나머지 5개는 인식의 유·무를 확인하는 데이터로 사용한 결과 74%의 인식율을 기록하였다.

V. 결론

본 논문에서는 생체의 단일 특징을 이용한 인식 방법의 단점을 보완하고자 다중 특징 즉 주성분 분석방법에 기반한 웨이블릿 다해상도 분해방법을 이용하여 하나의 특징을 추출하고, 전처리과정을 거쳐 입술 윤곽을 추출한 후 최소자승법을 통하여 입술의 다항식을 추출하여 이용하였으며, 마지막으로 얼굴의 요소들간의 거리 비율을 이용하여 인식을 시도하였으며 이를 역전파 신경망을 이용하여 분류, 학습 시킨 결과 인식에 대한 유효성을 확인하였다.

본 논문에서 제안된 시스템이 더욱 일반화되고 발전하기 위해서는 PC환경에서의 통합된 시스템의 구현과 더 향상된 인식 시스템 알고리즘의 연구가 병행되어야 할것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 안영아, 윤정모, 김태윤 “웨이블릿을 이용한 홍채인식” 정보처리학회지 1999.7 v.6,n.4, pp.53-59
- [2] 이성환, 이미숙 “얼굴 영상인식 기술의연구 현황” 전자공학회지 1996, 06 v.23, n.6, pp.80-94
- [3] M/A. turk and A. P. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," in Proc. Int. Conf. on Pattern Recognition, pp. 586-591,1991
- [4] Y. Cheng, K. Liu, J. Yang and H. Wang, " A robust algebraic method for human face recognition," n Proc. 11th Int. Conf. on Pattern Recognition, pp.221-224, 1992
- [5] PC. Yuen, D. Q. Dai and G. C. Feng "Wavlet-based PCA for human face recognition" 0-7803-4876-7-1/98 IEEE
- [6] 김진영, 김진범 “서브워드 단위 음성인식을 위한 영상 자동 립리딩” 전자통신 기술논문지, Vol.3, No.1, 2000
- [7] 원용관, 백용창, 이정수, “목표물의 고속 탐지 및 인식을 위한 효율적인 신경망 구조” 한국 정보처리학회 논문지 제4권 제10호(97.10)