



## 얼굴 인식

▣ 김재민 / 홍익대학교 전자전기공학부 교수  
▣ 정진권 / 홍익대학교 전기정보제어 대학원

### 1. 서 론

최근 전자상거래 활성화와 9·11 테러, 빈번히 발생하는 금융사고 등은 개개인에 대한 확실한 신원확인 및 인증의 필요성을 절감하게 하고 있다. 개인에 대한 인증을 위해 대부분의 경우에 사용되는 가장 보편적인 방법은 비밀번호 확인이다. 그러나 비밀번호는 다른 사람이 도용하기가 쉽고, 비밀번호를 기억하지 못함으로 인한 사용상의 불편함이 문제점으로 지적되고 있다. 이러한, 역기능과 부작용을 최소화하기 위하여 국내외에서는 인간이 가지고 있는 각자의 고유한 생물학적/행동상의 특징들을 이용하여 자동으로 개인의 신원을 확인/인증하는 생체보안 기술에 대한 지속적인 연구 개발이 진행되고 있다.

생체특징은 도난과 분실의 우려가 없으며, 위조하거나 재생할 수 없기에 가장 완벽한 인증수단으로 사용될 수 있다. 현재 주로 사용되는 인간의 생체특징들은 지문, 눈동자의 홍채, 얼굴, 음성, 정맥, 손모양, 장문, 서명(signature), 유전자 형질 등이며, 그 중에서 얼굴 인식은 다른 생체기술들에 비하여 사용자의 편의성이 뛰어나며, 거부감이 없는 등의 장점을 갖고 있어서 실제 생활에 가장 편리하게 활용될 수 있는 기술이며 적용범위가 가장 다양한 것으로 알려져 있다. 그러나 얼굴 인식은 사용되는 카메라의 종류, 조명, 주변 환경, 머리모양, 얼굴 표정, 안경이나 모자의 착용, 나이 등에

따른 얼굴의 변화로 인해 인식성능의 저하 가능성을 안고 있다. 또한, 크기, 회전, 위치 이동 등 기하학적 변형도 얼굴 영상 획득 과정에서 필연적으로 수반할 수밖에 없어서, 다양한 형태의 얼굴 영상으로부터 여러 가지 변형에 강인한 효과적인 얼굴 영역 검출 및 얼굴 특징 추출에 대한 연구가 진행되고 있다.

#### 1.1 국내 관련 기술 현황

국내의 생체인식 기술은 주로 범죄수사에 이용되어 왔으나 최근 정보통신 기술의 발달로 다양한 응용제품이 개발되어 네트워크 및 PC 보안, 출입통제, 금융결제, 출입국 관리 등에 속속 적용되고 있다. 최근 미국의 9/11 사태로 인해 보안 분야에 생체인식기술이 많이 부각되고 있으며, 업계의 기술개발 및 원가절감 노력으로 기업체의 네트워크 보안, 출입통제, 일반가정의 도어락용으로 그 보급이 급속하게 확대되고 있는 상황이다. 생체인식 기반의 Access Control이 구현된 예로는 사무실 출입 통제기, 가정용 도어락 등의 물리적 접근제어와 PC 주변기기로 개발되어 네트워크 및 PC 보안 등의 목적으로 사용되는 논리적 접근제어가 있다. 최근에는 개개의 제품들을 네트워크로 연결하여 원격지 또는 중앙에서 통합관리 또는 제어 할 수 있는 시스템이 개발 및 출시되고 있다. 제품 적용 현황을 보면 국방부 및 군부대 등에 PC 보안 솔루션으로, 경찰청 및 검찰청에는 범죄수사용 또는 출입통제용으로 공공

부문에 적용된 사례가 있으며, 민간부문에서는 은행 ATM기의 금융결제용, 일반기업의 PC 및 네트워크 보안, 사무실 출입통제용으로 적용되고 있다. 건교부는 인천국제공항 허브화 세부추진계획에서 생체 인식형 여권제도를 도입키로 했다고 밝히고 있어, 향후 인천공항 출입국자는 모두 여권에 담긴 생체정보의 판독을 거쳐 출입국 심사가 이뤄질 예정이며, 법무부 또한 외국인 출입국 관리 또는 선원증 등에 적용할 예정이어서 이에 따라 생체인식산업 활성화가 급진전될 전망이다. 국내 생체인식 산업의 성장 제한 요인으로 국가의 지원 부족 및 업체들의 영세성, 관련 기술에 대한 인식 부족 등이 꼽히고 있으나 현재는 점차 여건이 개선되고 있는 중이라 할 수 있다. 얼굴 인식의 경우, 대학, 국책연구소 및 벤처기업 등 여러 곳에서 다년간 연구개발 진행 중(생체인식포럼; [www.biometrics.or.kr](http://www.biometrics.or.kr))이고, 몇몇 업체(퍼스텍, 나모, 시큐어로직, 버전인터랙티브, 노아텍이엔지, 위치비전, 포디컬쳐, 버뮤다정보기술, 블루닉스 등)가 얼굴 인식 제품을 출시하고 있으나 경쟁력 있는 원천 기술이 부족하거나, 외국제품(퍼스텍, 나모텍 등)을 그대로 도입하여 원천기술을 확보하지 못한 상태에서 응용 프로그램만을 개발하여 제품에 적용하고 있는 실정이다.

## 2.1 국외 관련 기술 현황

9·11 사태로 인해 미국의 '국경보안 강화 및 비자개혁법'이 발효된 이후, 생체정보가 수록된 여권과 비자를 소지한 사람만 미국에 입국할 수 있게 되고 국제민간항공기구(ICAO)도 ISO가 제정하는 생체인식 국제표준을 여권과 비자표준에 활용키로 결정하면서 특히 출입국 관리 분야에서 생체인식 기술의 적용이 빠르게 진행되고 있다.

미국 정부가 민간 기업들의 생체인식 기술 개발을 적극 지원하고 있으며 미국계 보안업체들이 생체인식 기술 표준을 사실상 주도하는 것에 대응하여 일본의 히타치, 소니 등 30여개 업체가 주도하는 '바이오메트릭스 시큐리티 컨소시엄'과 아일랜드 더블린에 위치한 '유럽 바이오메트릭스 포럼' 관계자들은 최근 모임을 갖고 상호 표준 제정에 합의했다. 이탈리아에서 개

최된 국제표준화기구(ISO) 생체인식분과 위원회에서 일반생체인식변환구조포맷(CBEFF) 등 7종의 국제표준을 내년 상반기까지 제정하기로 결정하기로 하여 그 동안 시장 확대에 걸림돌이었던 표준제정 문제가 상당부분 해결될 것으로 보이고 있다. PC 및 네트워크 분야에서 마이크로소프트사는 생체인식 업체와 협력하여 Windows에서 사용할 수 있는 생체인식 기준 드라이버를 공동으로 개발, 다른 하드웨어 업체들에 제공할 예정이어서 향후 윈도우즈 버전에 기본으로 채용하여 스마트카드처럼 생체인식 장치를 자동으로 인식할 수 있을 것으로 보인다.

얼굴인식 기술은 미국을 비롯한 선진국에서 가장 활발하게 연구되어 왔던 연구 테마 중 하나였다. 현재, 고유얼굴(eigen face) 방법을 적용한 얼굴인식 시스템이 미국의 Viisage 등에서 사용 중이고, 신경망 기법을 이용한 기술은 ETruce등에서 사용 중이며, 얼굴의 구성요소들이 그래프에 의하여 얼굴을 표현하는 기술은 Z-N Technologies 등에서 상업화 하였다. 이러한 기술은 기존의 2차원 이미지 분석 기술에 바탕을 둔 기술로서, 사람 얼굴은 3차원 형상이므로 주변 환경의 변화(조명, 자세, 표정 등)에 강인하고 인식률을 향상시키기 위해서 3차원 얼굴형상의 분석에 바탕을 둔 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 미국에서는 정부 차원(NIST: National Institute of Standards and Technology)에서 상업적으로 출시된 얼굴 인식 시스템을 평가(FRVT: Face Recognition Vendor Test)하여 발표하고 있다. FRVT는 얼굴 인식 기술을 어떻게 활용할 수 있는지를 도움 주며 미래 얼굴 인식 기술의 발전 방향을 유도하므로 FRVT 테스트 결과가 현재 얼굴 인식 기술의 상태를 잘 정리해주고 있다. FRVT는 1994, 1995, 1996, 2000, 2002년에 있었다. 그리고 2005년 하반기에 FRVT 2005가 계획되어 있다. 가장 최근 평가 결과인 FRVT 2002의 결과를 요약하면 다음과 같다(자세한 내용은 [www.fvrt.org](http://www.fvrt.org) 참조).

- 주로 테스트된 상용 얼굴 인식 제품의 얼굴 인식 알고리즘은 PCA, LDA, EBGM, Local Feature Analysis 이다.
- 보통의 조명 변화에 대해 실내의 경우, 최고 제품은



FAR(False Accept Rate) 1% 미만에 90% 이상의 인증(verification)율을 보이고 있다.

- 실내의 경우, 최고 제품도 FAR(False Accept Rate) 1% 미만에 50% 정도의 저조한 인증(verification)율을 보이고 있다.
- 데이터베이스 크기가 2배 증가할 때마다 2~3% 인증율이 감소된다.
- 일반적인 배경(uncontrolled background)에서는 제어되는 배경(controlled background)에서보다 낮은 인증율을 보이고 있다.
- 3D morphable 모델을 이용한 얼굴 인식율은 자세 변화가 심한 경우에 테스트된 2D 알고리즘들보다 성능이 훨씬 개선됨을 보여 주고 있다.

## 2. 얼굴 인식 기술

얼굴 인식 시스템의 동작 구조는 그림 1과 같다. 얼굴 인식 시스템(Facial Recognition System: 이하 FRS)은 다양한 형태(다양한 크기 및 포맷의 기존 영상 파일 데이터, 또는 실시간 획득 영상)의 영상으로부터 얼굴을 자동 추출하고 동시에 개인별 얼굴 특징 정보를 추출하여 얼굴 DB화 등록하는 것을 지원하며, 인식 시에 새로운 얼굴 영상 데이터(실시간 영상 또는 영상 파일)에 대해 등록된 얼굴 DB로부터 가장 유사한 얼굴 영상을 검색하는 것을 주 기능으로 지원한다. FRS의 동작구조는 크게 이미지 보정 모듈, 얼굴 및 특징 추출 모듈, 특징 벡터 추출 및 인식 모듈로 나뉜다.

### 2.1 이미지 보정

각종 장비로부터 실시간 획득되는 영상의 화질은 선명도, 노이즈 종류, SNR(signal to noise ratio) 등이 다르다. 다른 특성을

가지는 여러 영상으로부터 각종 정보를 정확하게 검출하기 위해서는 입력 영상의 화질을 일정하게 하는 전처리 과정이 필요하다. 조명의 변화는 이미지의 변화를 수반하며 이에 따라 특징 추출 시에 조명 변화의 영향을 받을 수 있으므로 조명의 변화의 영향을 줄이기 위해 전처리를 수행한다. 이미지의 밝기(intensity)는 반사(reflectance) 및 조명(illumination)의 곱으로 표현되므로(즉,  $I(x,y)=R(x,y)L(x,y)$ : R: reflectance, L: illumination, I: intensity), 주어진 이미지  $I(x,y)$ 에 대해 조명  $L(x,y)$ 을 구할 수 있으면, 반사  $R(x,y)$ 은  $R=I/L$ 로 구할 수 있다. 이 반사는 물체 고유의 특성이므로 조명에 무관한 성질이다. 따라서 이 경우에 조명 변화에 상관없는 본원적 물체의 영상 표현 R을 이용하면 조명의 영향을 줄일 수 있다. 그러나 이미지 I로부터 조명 L을 구하는 문제는 ill-posed problem이다. 다만, 여기서는 Lambertian 조명 모델을 가정하고 최적화 문제로 접근하여 조명 L을 구하고자 한다. 이러한 조명 변화에 대한 전처리는 매우 효과적인 것으로 알려져 있다. 그림 2는 조명 전처리한 결과를 보여주고 있다.

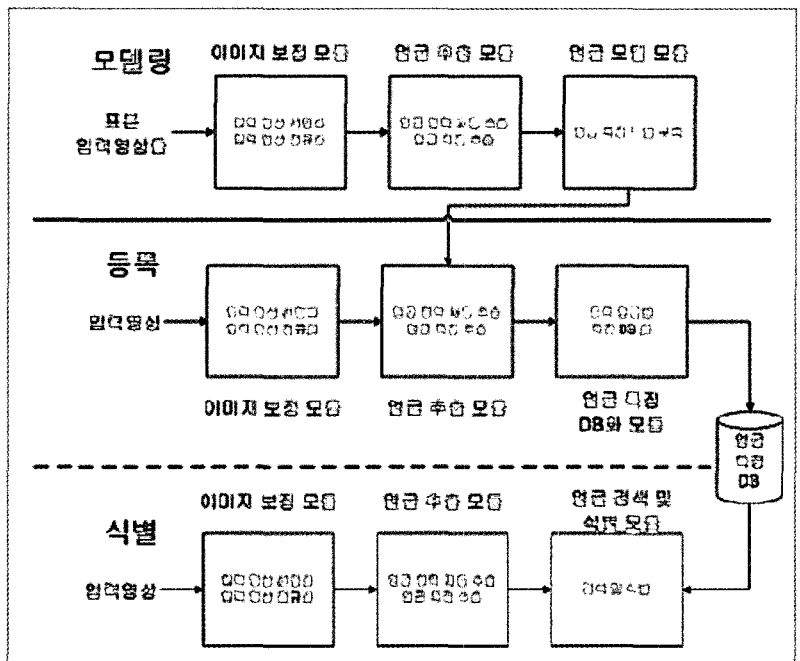


그림 1 얼굴 인식 시스템의 동작 구조

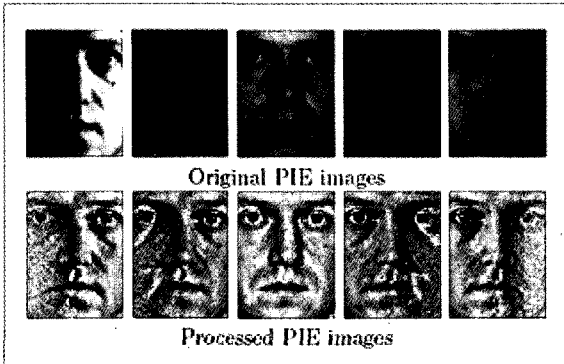


그림 2 조명 전처리

### 2.2 얼굴 검출 및 윤곽 추출

임의 조명 환경에서 다양한 영상획득시스템으로부터 실시간으로 측정된 얼굴 영상은 거리, 위치, 인종, 조명 등의 변화에 따라 크기, 자세, 머리모양, 색 분포(chrominance distribution)가 변화하기 때문에, 단순한 얼굴의 밝기 혹은 색 패턴(intensity 혹은 chrominance pattern) 매칭을 이용한 얼굴 검출은 그 한계가 있다. 현재 많은 문헌에서 발표하고 있는 얼굴 색조(face color hue)를 이용한 얼굴 검출은 적은 연산량으로 얼굴을 검출할 수 있지만 환경의 변화에 민감하다.

복잡한 배경에서 다양한 크기와 자세의 얼굴 영역을 실시간으로 정확하게 추출하기 위하여 단계적인 방법을 이용하여 얼굴 영역을 검출하는 방법이 널리 사용되고 있다. 단계적 검출의 각 단계에서 사용하는 얼굴 패턴은  $M \times M$ (예,  $21 \times 21$ ) 저해상도에서 표현되는 얼굴 패턴을 이용하였다. 이 방법은 “사람의 인지시스템은 저해상도의 영상에서도 얼굴을 찾는다.”는 사실에 그 바탕을 두고 있다.

저해상도의 영상에서도 나타날 수 있는 얼굴 패턴의 수는 여전히 많아( $21 \times 21$  이진 영상에서 표현 가능한 패턴 수는  $2^{441} = 5.0 \times 10^{132}$ ) 기존의 방법으로는 학습이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 얼굴의 패턴을 단순한 기저패턴(basis pattern)조합으로 단순화시키고( $21 \times 21$  이진 영상에서 Haar 기저 패턴의 조합의 경우 수는 약 10만개), 이 중에서 표현되는 모든 얼굴 패턴을 부스팅 알고리즘(boosting algorithm)으로 오프라인에서 학습하고, 학습된 패턴을 이용하여 온라인상

에서 실시간으로 얼굴 검출하는 방법이 성공적으로 적용되고 있다. 구체적인 검출 방법은 그림 3과 같이 여러 개의 트리구조의 분별기(tree-classifier)를 직렬로 연결하여 배경에서 얼굴을 검출한다. 직렬로 연결된 트리구조의 분별기에서 앞단의 분별기는 단순화된 얼굴 패턴을 이용하여 얼굴 부위를 검출하며, 뒷단으로 갈수록 좀 더 복잡한 얼굴 패턴을 이용하여 얼굴 부위를 검출한다. 얼굴 검출의 예는 그림 4의 (b)에 예시되어 있다.

얼굴 검출에 많이 사용되는 기타 방법으로는 신경회로망을 이용한 방법, SVM(support vector machine)을 이용하는 방법 혹은 단계별 얼굴 검출의 최종 단계에 SVM을 사용하는 방법 등이 있다. 이러한 방법들의 성능은 학습에 사용되는 얼굴 및 비-얼굴 데이터에 따라 그 성능에 차이가 있으나, 현재 상용화된 얼굴 인식시스템의 작동 환경 하에서는 예러가 없이 정확하게 얼

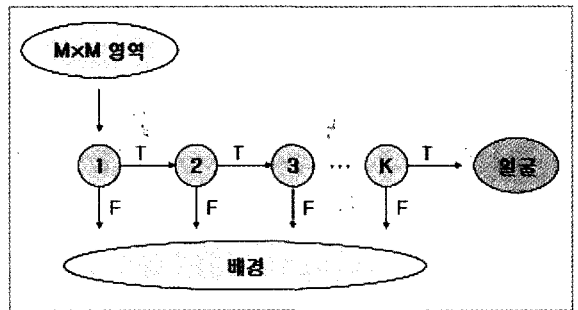


그림 3 단계별 얼굴 검출

굴을 검출하고 있다.

### 2.3 얼굴 윤곽 및 주요 부위 윤곽 추출

얼굴 인식은 얼굴의 형태, 얼굴 주요 부위(눈썹, 눈, 코, 입, 귀)의 기하학적인 배치, 주요 부위의 생김 특징을 이용한다. 얼굴 인식을 위한 특징 추출의 전단계로서 얼굴의 외부 윤곽과 눈썹, 눈, 코, 입, 귀의 위치와 형태를 파악하기 위하여 얼굴의 주요 부위의 위치를 파악한다.

2차원 영상에 나타나는 주요 얼굴 영상은 카메라를 향한 얼굴의 자세에 따라 혹은 표정의 변화에 따라 변화하기 때문에 얼굴 모델을 이용하여 얼굴 윤곽 및 주



요 부위의 윤곽을 추출하고 있다. 널리 사용되고 있는 얼굴 모델로는, 여러 개의 그래프 모델을 사용하는 탄성 다발 그래프 모델(Elastic Bunch Graph Model: EBGM), 얼굴 영상의 변화를 성분분석법으로 해석하여 모델링하는 능동 형태 모델(Active Shape Model: ASM), 능동 외형 모델(Active Appearance Model: AAM) 등이 있다. EBGM은 눈, 코, 입 등의 좌, 우, 상, 하 등과 같이 뚜렷한 특징점들로 구성된 반면, ASM은 눈, 코, 입 등의 전체 윤곽을 나타낼 수 있는 다수의 점들로 구성되는 차이점이 있다. 윤곽 추출을 위한 각 점들의 유사도 매칭은 가버 필터(Gabor filter), 모폴로지 필터(Morphology filter), 주성분 분석법(Principal Component Analysis) 등을 사용하여 특징을 추출하여 사용하거나, 가변 평균값(variable local mean)을 제외한 템플릿(illumination normalized template)을 사용하는 방법이 있다. AAM을 이용한 얼굴 윤곽 추출의 예는 그림 4의 (c)에 예시되어 있다.

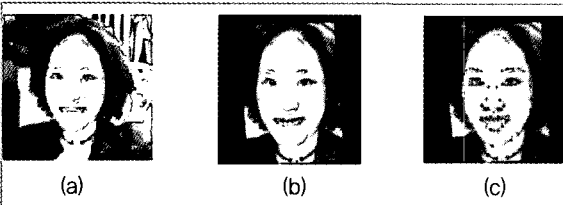


그림 4 단계별 얼굴 검출

### 2.4 특징 벡터 추출 및 인식

얼굴 인식을 위한 특징 벡터를 추출하는 방법으로는 신경회로망(Neural networks), 지역특성해석(local feature analysis), 그래프매칭(graph matching), 고유얼굴(eigenface), 확률해석(probabilistic analysis) 등이 있다.

Graph matching 방법으로는 Elastic Bunch Graph Matching(EBGM) 방법이 널리 사용되고 있다. 이 방법은 그림 5와 같이 다수의 점들로 다양한 자세의 얼굴의 기하학적인 특성을 표시하고 각 점에서 얼굴 특징을 가버 필터(Gabor filter) 혹은 모폴로지 필터(morphology filter)를 이용하여 추출한다. 가버 필터를 이용한 특징점 추출은 총 8개의 방향으로 5개의 다른 주파수로 구성된 가버 함수를 이용하여 가버 젯

(Gabor Jet)을 추출하는 방법이다. 인식과정은 앞 단계에서 결정된 특징점에서 추출된 얼굴 그래프 간의 유사도를 이용하여 수행된다. 유사도를 측정함에 있어 자세에 따라 가버 젯이 달라지는 특성을 보완하기 위하여 선형보간법이 사용되기도 한다.

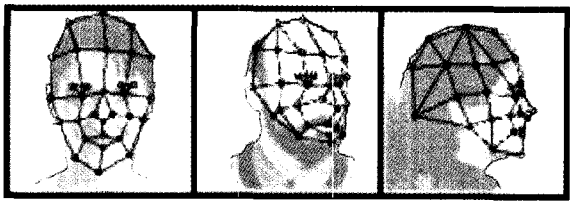


그림 5 얼굴 그래프

고유얼굴 방법은 PCA(Principal Component Analysis)방법을 이용하여 고유얼굴들을 생성하고, 이를 다양한 선형조합으로 표시한 특징벡터를 이용하여 인식하고자 하는 얼굴을 나타내는 방법이다. 그림 6은 특정 얼굴 데이터와 이들을 이용하여 생성한 고유얼굴을 보여주고 있다. 고유얼굴 방법을 사용하기 위해서는 얼굴의 윤곽을 정확하게 추출하는 것이 필요하다. 하지만 얼굴을 표현하는 선형조합계수는 자세, 조명, 표정의 조금한 변화에 민감한 단점이 있다.

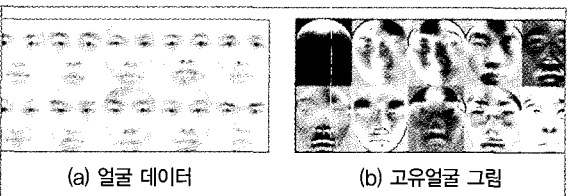


그림 6 고유얼굴(Eigenface)

전체 얼굴을 나타내는 고유얼굴을 사용하는 대신 얼굴의 지역적인 특성을 PCA방법을 이용하여 고유벡터를 생성하고 이들의 조합으로 얼굴의 특징을 표현하는 방법이 지역특성해석방법이 사용되고 있다.

고유얼굴을 단순한 PCA를 이용하여 구성하는 대신 다양한 얼굴을 표현하는 고유벡터와 동일한 내부에서 변화를 나타내는 고유벡터들로 구성된 기저벡터를 생성하고 동일한 내부에서의 변화를 제외한 타인과 구별하는 기저벡터를 이용하여 추출한 얼굴의 특징 벡터를 사용하는 확률해석 방법이 사용되고 있다.

2.5 3차원 얼굴 정보를 이용한 얼굴 인식

2차원 얼굴 영상을 이용한 얼굴 인식은 자세와 조명 등의 변화함에 따라 인식률이 저하되는 단점이 있다. 사람의 얼굴은 3차원 형상임으로 투영된 2차원 영상의 화소값들의 분포를 이용하여 얼굴을 인식하는 대신 3차원 형상 정보와 텍스처를 이용하여 얼굴을 인식하는 것이 효과적이다. 3차원 얼굴의 특성을 이용한 얼굴 인식은 정확성을 증가시키고 자세와 조명변화에 강인한 장점이 있다. 3차원 얼굴 형상을 얻는 방법으로는 3차원 스캐너를 이용하여 얼굴 표면의 다수의 점(x,y,z)의 좌표를 측정하고 이들로부터 얼굴 인식에 필요한 특징을 추출하는 방법이 있다. 3차원 점들의 값으로부터 3차원 안정인 방법은 3차원 얼굴 형상을 구성하는 기저 벡터를 PCA로 형성하고, 기저벡터들의 선형조합으로 3차원 형상을 표현하는 방법이다. 3차원 스캐너 혹은 다시점 카메라를 이용하여 3차원 얼굴 형상을 획득하는 하드웨어 장비가 고가이며 연산량이 많은 단점이 있다.

3. 결 론

전자상거래와 시큐리티를 위한 개인 인증 수단으로 생체인식 기술이 부각되면서 생체인식 기술이 활발하게 연구되고 있으며 다양한 분야에 점차적으로 그 적용이 확산되고 있다. 얼굴인식은 생체인증 방법 중에서 사용자의 편의성이 높고 사용자의 거부감이 가장 작기 때문에 가장 유력한 생체인식 방법이다. 하지만 얼굴인식은 얼굴의 자세와 조명의 변화함에 따라 인식률이 낮아지는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 다양한 방법이 연구되고 있으며, 그 중에서도 3차원 얼굴 형상의 특징을 이용한 얼굴인식은 정확도와 환경변화에 대한 강인성이 가장 유력한 방법이다.

참고 문헌

- [1] Gross, R., Matthews, I., Baker, S., "Appearance-based face recognition and light-fields", IEEE Trans. on PAMI Vol. 26, No. 4, April 2004.
- [2] Viola, P., Jones, M., "Robust real time object detection", IEEE ICCV Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision, Vancouver, Canada, July 13, 2001.
- [3] Xiao R., Li M. J., Zhang H. J., "Robust Multi-Pose Face Detection in Images", IEEE Trans. on CVST Special Issue on Biometrics 2003.
- [4] Gross, R., Matthews, I., Baker, S., "Appearance-based face recognition and light-fields", IEEE Trans. on PAMI Vol. 26, No. 4, April 2004.
- [5] Blanz, V., Vetter, T., "Face recognition based on fitting a 3D morphable model", IEEE Trans. on PAMI Vol. 25, No. 9, Sept. 2003.
- [6] Wiskott, L., Fellous, J. M., Krüger, N. and von der Malsburg, C., "Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching," In Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition, eds. L. C. Jain et al., CRC Press 1999.
- [7] Cootes, T. M., Edward G. J., Taylor C. J., "Active Appearance Models", IEEE Trans. on PAMI Vol. 23, No. 6, June 2001.
- [8] Moghaddam, B. Wahid, W. Pentland, A., "Beyond eigenfaces: probabilistic matching for face recognition", Proceedings. Third IEEE International Conference on Digital Object Identifier, April, 1998.
- [9] Ersi, E. F., Zelek, J. S., "Local Feature Matching For Face Recognition", The 3rd Canadian Conference on Computer and Robot Vision, June, 2006.
- [10] Blanz, V., Vetter, T., "Face recognition based on fitting a 3D morphable model", IEEE Trans. on PAMI Vol. 25, No. 9, Sept. 2003.
- [11] Ishiyama, R., Hamanaka, M., Sakamoto, S., "An appearance model constructed on 3-D surface for robust face recognition against pose and illumination variations". IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Part C, Vol. 35, No. 3, Aug. 2005.
- [12] Romdhani, S., Vetter, T., "Estimating 3D shape and texture using pixel intensity, edges, specular highlights, texture constraints and a prior", IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2005.

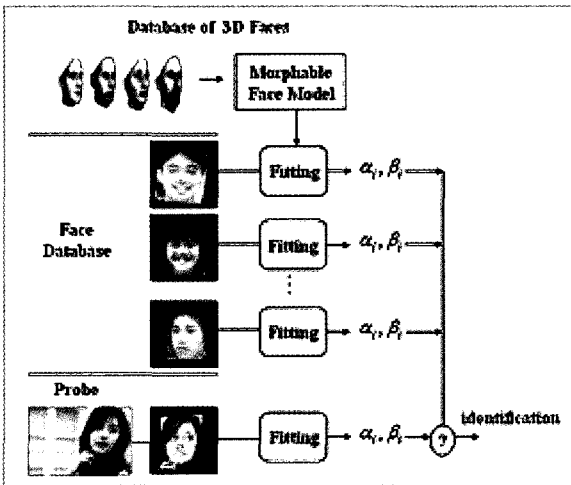


그림 7 3차원 얼굴 인식 방법

3차원 얼굴 정보를 이용하는 다른 방법은 3차원 얼굴을 PCA상에서 모델링하고 3차원 얼굴모델을 바탕으로 임의의 각도에서 획득한 얼굴 영상으로부터 3차원 얼굴 형상을 구하고 이를 바탕으로 정면 얼굴 영상을 재구성하여 이를 바탕으로 얼굴 인식하는 방법이다. 이는 그림 7에 표시되어 있다.