

# 얼굴인식 기술 현황 및 전망

최권택\* · 변혜란\*\*

## 1. 서 론

영상처리 분야에서 가장 성공적인 응용분야중의 하나인 얼굴 인식은 매우 오랫동안 학계와 업계에 관심을 받아왔다. 특히 최근 몇 년간 인터넷을 통한 정보공유가 급속화 되면서, 공유할 수 없는 개인 정보에 대한 가치가 상승하면서 개인정보 보호 문제가 대두되면서, 생체 정보를 이용한 보안 기술이 주목받고 있다. 생체 정보는 개인의 생리적인 특징이나 행동적 특징을 말하며, 이는 타인에 의해 쉽게 복제될 수 없는 개인의 고유한 특징을 나타낼 수 있다. 이러한 생체 정보를 이용해 개인을 인식하는 기술에는 지문, 홍채, 서명, 정맥, 음성등이 있다.

얼굴인식은<sup>[1,2]</sup> 타 생체 인식 기술에 비해, 경제성과 사용자 편리성이 매우 높다. 고가의 장비 대신 일반적인 카메라를 이용할 수 있으며, 사용자는 카메라에 직접 접촉하지 않고, 자신도 모르는 사이에 인식이 이루어질 수 있다. 최근 감시카메라의 보급이 증가되면서 얼굴인식 기술을 활용할 수 있는 분야는 매우 증가되었다. 따라서 보안 분

야 뿐 아니라 그 응용분야도 확대되고 있는데 구체적인 응용분야는 <표 1>에 정리하였다. 여러 가지 생체정보들은 정확성, 비용 그리고 취득의 편리성 측면에서 각각 장단점을 가지고 있다.

표 1. 얼굴인식 응용분야

분야	응용분야
엔터테인먼트	비디오 게임, 가상 현실 HRI, HCI
스마트카드	운전면허 이민, 국가ID, 여권
정보보호	개인 장치 로그인, 데스크탑 로그인 인트라넷보호, 인터넷접근, 의학기록 데이터보호, 파일암호화
법, 감시장치	지능적 공공장소 감시 시스템 CCTV 제어, 범죄자모니터

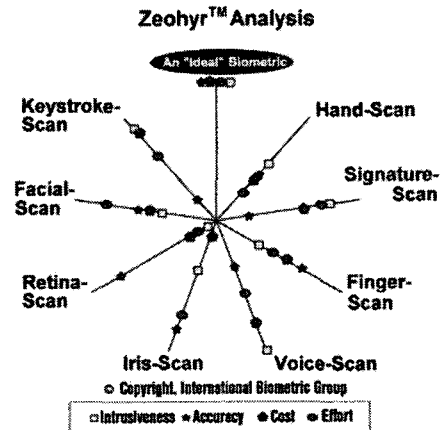


그림 1. 생체인식 기술 비교<sup>(3)</sup>

\* 교신저자(Corresponding Author) : 변혜란, 주소 : 서울시 서대문구 신촌동 연세대학교 컴퓨터공학과(120-749), 전화 : 02-2123-2719, E-mail : hrbyun@cs.yonsei.ac.kr  
 \* 연세대학교 컴퓨터 과학과 박사과정 (E-mail : choikt@cs.yonsei.ac.kr)  
 \*\* 연세대학교 컴퓨터 과학과 교수

<그림 1>은 8가지 생체인식 기술에 대해 취득의 편이성, 정확도, 비용, 효율성에 대한 비교이다. 가장 널리 사용되는 6가지 생체 정보(얼굴, 지문, 손, 음성, 홍채, 서명)중 얼굴은 매우 효과적인 생체 정보이다. 국내에서도 시간이 지날수록 지문정보를 이용한 적용 사례는 줄어들고 있는 반면 얼굴에 관한 원천 기술 확보엔 더 많은 관심을 가지고 있다. 2002년에 64.7%를 차지했던 지문인식에 관한 연구는 2003년에 53%로 떨어진 것에 비해 얼굴 인식은 8.8%에서 21%로 크게 증가되었다.( 출처 : 2003, 2004 한국생체인식포럼 설문조사)

최근 얼굴인식이 이처럼 주목받을 수 있는 데에는 상업적인 요구가 증대되었고, 이를 수용할 수 있는 지난 30년간의 연구기간을 통해 쌓여진 기술력이 바탕이 되었기 때문이다. 얼굴 인식에 관한 필요성의 증대와 제반 시설의 확충으로 얼굴인식 기술을 이용해 상업화에 성공한 기업들이 속속 출현하고 있다. 대표적인 외국 상품에 대한 정보를 <표 2>에 정리하였다. 그러나 얼굴인식이 지문 인식에 비해 아직 사용률이 낮은 이유는 정확도가 떨어지기 때문이다. 이는 얼굴인식에 사용되는 얼굴영상이 주변 환경의 변화와 얼굴 자체의 변화(나이, 화장, 장신구, <그림 2>)에 민감하게



그림 2. 환경에 따른 얼굴 변화

반응하기 때문이다. 따라서 이를 극복하기 위한 많은 방법들이 연구되고 있다.

본 고에서는 최근 얼굴인식 기술의 흐름을 살펴 보고자 한다. 2장에서는 전통적으로 연구되고 있는 2차원 기반의 얼굴인식에 대해서 설명하고, 3장에서는 3차원 얼굴 인식에 대한 전반적인 기술 현황에 대해서 알아보고, 4장에서는 최근 연구방향에 대해서 논하고, 마지막으로 5장에서 결론을 내리고자 한다.

## 2. 2차원 얼굴 인식 기술

얼굴 인식의 일반적인 단계는 크게 3단계로 이루어져 있다. 얼굴영상이 입력으로 주어지면, 복잡한 배경으로부터 얼굴영역만을 분리해내고, 분리된 얼굴 영역에서 얼굴의 특징점을 추출한다. 그리고 추출된 특징에 기반한 얼굴 인식을 수행한

표 2. 대표적 얼굴인식 제품(국외)

제품	웹사이트
FaceIt from Visionics	<a href="http://www.FaceIt.com">http://www.FaceIt.com</a>
Viisage Technology	<a href="http://www.viisage.com">http://www.viisage.com</a>
FaceVACS from Plettac	<a href="http://www.plettac-electronics.com">http://www.plettac-electronics.com</a>
FaceKey Corp	<a href="http://www.facekey.com">http://www.facekey.com</a>
Cobnitech Systemds	<a href="http://www.cognitech-systems.de">http://www.cognitech-systems.de</a>
Keyware Technologies	<a href="http://www.keywareusa.com">http://www.keywareusa.com</a>
Passfaces from ID-arts	<a href="http://www.id-arts.com">http://www.id-arts.com</a>
ImageWare Software	<a href="http://www.iwsinc.com">http://www.iwsinc.com</a>
Eyematic Interfaces Inc.	<a href="http://www.eyematic.com">http://www.eyematic.com</a>
BioID sensor fusion	<a href="http://www.bioid.com">http://www.bioid.com</a>

다. 여기서 얼굴영역 분리는 얼굴의 위치를 자동으로 추출하는 얼굴검출<sup>[4]</sup> 기술로서 자동화된 얼굴인식을 위한 전 단계 기술로서 연구가 시작되었으나 문제의 어려움과 중요성으로 인해 최근에는 하나의 독립적인 분야로 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 고에서는 얼굴 특징을 추출하는 방법에 대해서만 최근 기술 동향을 알아보고자 한다. 본 고에서는 2차원 기반의 얼굴 특징 추출 방법으로 전통적으로 가장 잘 연구되고 있는 기저 벡터를 이용한 특징 추출 방법과 모델기반의 대표적인 특징 추출방법인 AAM<sup>[5]</sup> (Active Appearance Model)에 대해서 살펴보고자 한다.

(face shape)정보 및 텍스춰(texture)정보를 벡터화한다. 모양정보는 얼굴 요소 즉 눈, 코, 입 등과 같은 얼굴 요소간의 지형적 특징으로 거리, 비율 등의 정보가 이에 해당한다. 텍스춰 정보는 얼굴 영역내의 밝기 정보 자체로써 표현한다. 2차원의 얼굴영상은 밝기값을 차례대로 나열하여 1차원 벡터로 표현되어 특징이 추출된다. 얼굴인식에서 대부분의 특징 추출은 선형변환을 위한 기저벡터를 찾는 것이 특징 추출과정이 된다. PCA<sup>[6]</sup> (Principal Component Analysis)기법은 기저벡터로써 공분산 행렬에 대한 고유벡터를 찾는 방법이고, LDA<sup>[7]</sup>(Linear Discriminant Analysis)는 클래스내의 분산은 작아지고 각 클래스의 평균간 거리는 멀어지도록 하는 기저벡터를 찾는 방법이다. ICA<sup>[8]</sup>(Independent Component Analysis)는

2.1 기저 벡터를 이용한 특징 추출 방법

2차원의 얼굴영상을 표현하기 위해서 얼굴 모양

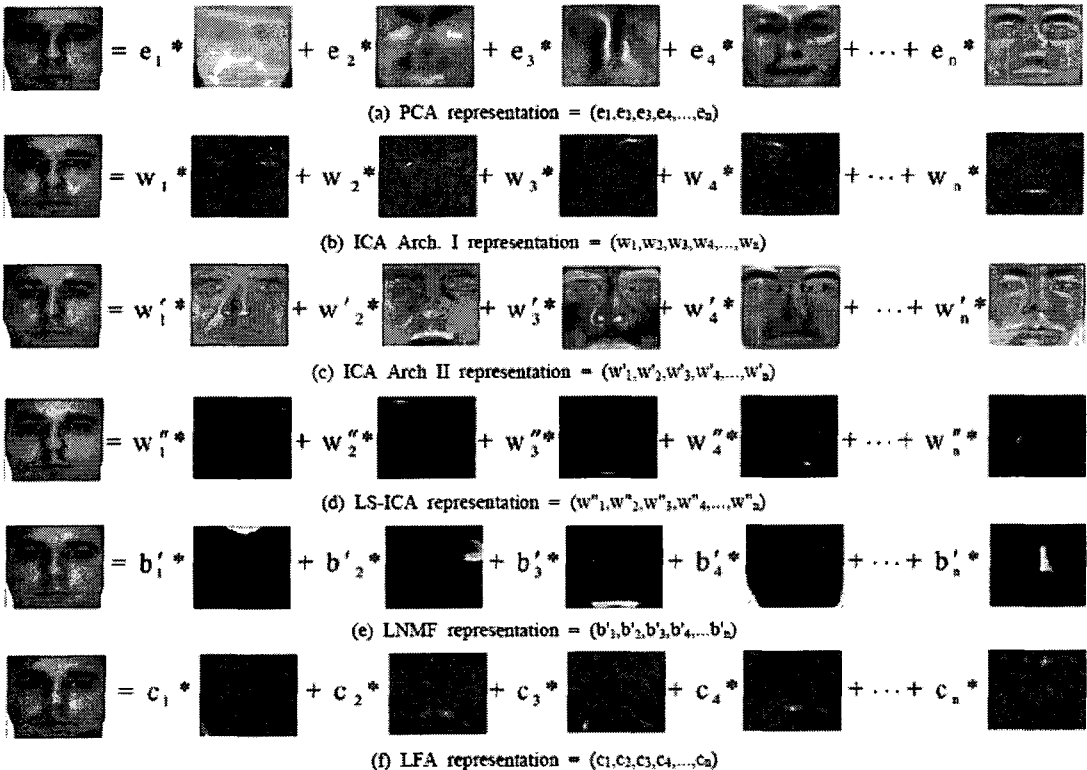


그림 3. 기저 벡터를 이용한 특징 추출

데이터들 사이의 통계적인 독립성을 최대화하는 기저벡터를 찾는 방법이다. LFA<sup>[9]</sup>(Local Feature Analysis)는 공분산에 기반하여 국소적 특징을 갖는 국소 커널들의 집합을 생성한다. 이들 방법들은 주어진 얼굴영상을 기저벡터에 투영하여 얻게 되는 계수들을 인식을 위한 특징벡터로 사용하게 된다. 이들 방법에서 임의의 얼굴영상은 기저영상들에 가중치가 결합된 선형조합으로 표현된다. <그림 3><sup>[10]</sup>은 대표적인 방법에 의해 추출된 기저벡터를 영상으로 표현한 것이다. PCA와 ICA-II의 기저영상을 보면 얼굴의 전체적인 형태가 반영되어 있음을 알 수 있고, 나머지 방법은 얼굴의 국소적인 특징을 표현하고 있음을 알 수 있다. 일반적으로 얼굴의 국소적인 특징을 표현할 수 있는 기저영상들이 부분적인 가려짐이나 부분 왜곡에 강인하기 때문에 인식성능이 좋은 것으로 보고 되고 있다. 이러한 전통적인 기저벡터 기반의 특징 추출방법은 조명, 표정, 가려짐에 민감하기 때문에 이를 해결하기 위한 방법들이 여전히 계속 연구되고 있다.

2. 2 모델 기반의 특징 추출 방법

모양 정보를 이용한 얼굴인식은 먼저 눈, 코, 입과 같은 얼굴 요소를 정확히 추출하는 것이 선행되어야 하는데, 이는 실제로 매우 어려운 문제이다. 이를 위해 형판(template)기반의 방법과 에너지 함수 기반 등 다양한 연구가 수행되었다. ASM<sup>[11]</sup>(Active Shape Model)은 얼굴 모양의 통계적인 특성을 반영한 모델을 구성하고 모델 정렬(model alignment, fitting)을 통해 최적의 얼굴 파라미터를 추출하는 방법이다. AAM은 얼굴의 모양 정보와 얼굴의 텍스처를 모두 고려한 방법이다. 이들 방법은 <그림 4>에서처럼 매우 정교한 얼굴 특징

점 추출을 기반으로 하기 때문에 인식성능을 매우 높일 수 있다.

인식단계에서 매칭성능을 높이기 위해서는 얼굴 정규화 과정이 반드시 필요한데 얼굴 영역의 일반적인 정규화 과정은 어파인(affine) 변환을 수행하고 영상의 밝기 정보를 조정한다. 가장 일반적인 방법은 두 눈을 기준으로 얼굴영상이 수평이 되도록 회전하고, 다시 일정한 크기로 변환한 후, 두 눈이 항상 일정한 위치에 오도록 이동한다. 영상의 밝기 정보는 가장 대표적인 히스토그램 평활화를 적용해 보정한다. <그림 5>는 일반적인 얼굴 정규화 방법과 AAM을 이용한 얼굴 정규화 과정의 차이를 보여준다. 일반적인 정규화 방법이 영역기반의 정렬(alignment)이라면 AAM은 화소기반의 정렬을 수행하기 때문에 정확한 얼굴

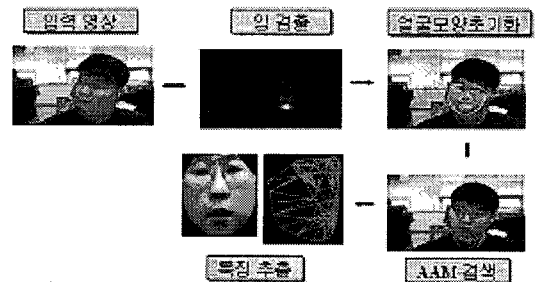
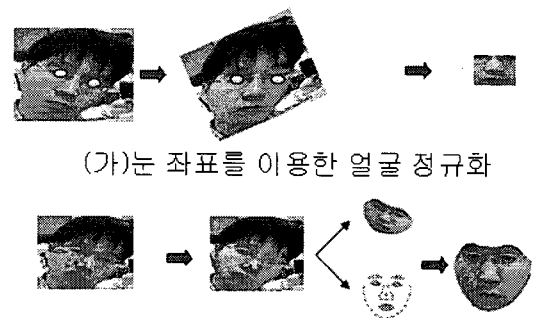


그림 4. AAM을 이용한 얼굴 인식



(나)AAM을 이용한 얼굴 정규화

그림 5. 얼굴 영상 정규화

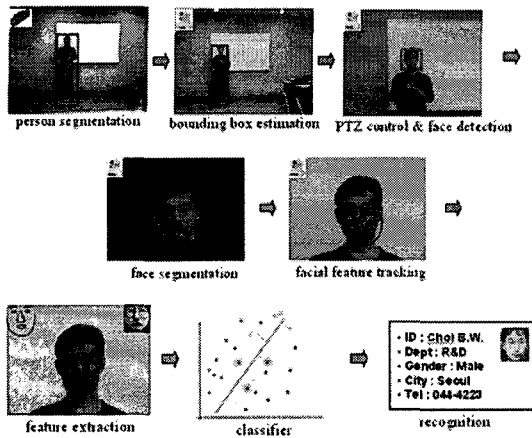


그림 6. 원거리 얼굴 인식

정규화가 가능하다. 이러한 장점에도 불구하고 AAM은 모델기반의 학습방법이기 때문에 학습 데이터에 의존적인 알고리즘이다. 따라서 얼굴의 텍스처 변화에 강인한 모델 파라미터를 추출하기 위한 다양한 방법이 최근까지 계속 연구되고 있다.

생체인식 연구센터에서는 이러한 기술을 바탕으로 원거리에서 얼굴을 인식할 수 있는 시스템을 개발하고 있다. 폭넓은 카메라 시야를 확보하기 위해 고정카메라와 고해상도의 얼굴 영상을 획득하기 위해 PTZ(Pan-Tilt-Zoom) 카메라를 사용해 원거리에 있는 사람을 추적하고 얼굴을 확대하고 AAM을 이용해 얼굴을 인식할 수 있는 시스템을 개발하고 있다. 인식 시스템은 크게 3개의 부분으로 나누어져 연구되고 있다. 고정 카메라와 PTZ 카메라를 이용한 사람추적, 원거리 환경에 적합한 AAM 성능 향상, 마지막으로 텍스처 정보와 얼굴 모양정보 모두를 이용한 얼굴 인식기 설계로 구성되어있다. 이를 통해 감시 시스템 환경에서 정교한 얼굴 특징점 추출에 기반한 얼굴 인식 시스템 개발을 통해 얼굴 인식이 활용될 수

있는 응용 분야를 넓혀 보고자 연구를 진행하고 있다.

### 3. 3차원 얼굴 인식 기술



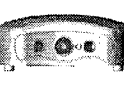



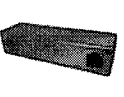



통제된 환경에서 2차원 기반의 얼굴인식 기술은 30년 동안의 연구 성과로 인해 상용화 제품까지 이미 개발되었다. 그러나 통제되지 않은 환경과 얼굴에 변화를 일으키는 다양한 내적외적 환경 변화에 강인한 얼굴인식은 아직 많은 연구가 필요한 실정이다. 얼굴 포즈, 조명 및 표정 변화에 강인한 얼굴 인식을 수행하기 위해서 최근 3차원 기반의 얼굴인식에 관한 많은 연구가 발표되고 있다. <표 3>에 여러 가지 요소에 의한 2차원과 3차원 얼굴 데이터 특성을 정리해 놓았다. 결과적으로 3차원 얼굴인식은 포즈와 조명, 그리고 화장과 같은 요소에 매우 강인함을 알 수 있다. 3차원 얼굴 영상을 획득하기 위해 다양한 센서들이 사용되는데 <표 4>에 하드웨어에 의한 방법과 소프트웨어에 의한 3차원 얼굴영상 획득방법을 정리했다. 각각의 장비들은 깊이 정보의 정확도, 취득의 편리함 및 소요시간에 의해 장단점을 가진다. 예로 레인지 스캐너는 가려짐 없이 완벽한 3차원 얼굴 모델링이 가능하지만 가격이 비싸고 취득시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 동영상으로부터 3차원 얼굴 모델링은 특별한 장비 없이 일반 카메라를 이용 할 수 있다는 장점이 있지만 하드웨어방식에 비해 정확도가 많이 떨어진다는 단점이 있다.

3차원 얼굴인식은 3차원 테스트 데이터를 가지고 데이터베이스에 있는 3차원 얼굴영상과 비교하는 방법뿐 아니라 입력이 2차원으로 주어지는 경우도 포함한다. 본 고에서는 이러한 두 가지 방법 중 가장 대표적인 방법을 살펴보고자 한다.

표 3. 얼굴 변화 요소

요소	3D(shape)	2D(Appearance)
포즈	X	O
조명	X	O
표정	O	O
나이	O	O
화장	X	O
장신구	O	O

표 4. 3차원 데이터 획득 장비

방법	장비	결과영상
레이저 스캐너		
구조화된 광선 패턴		
깊이 카메라		
스테레오 카메라		
동영상		

3.1 입력이 2차원인 얼굴 인식

입력 영상이 2차원인 경우 3차원으로 재구성(reconstruction)을 통해 얼굴인식을 수행하는 방법으로 가장 널리 알려진 것은 3차원 변형 모델(3D Morphable Model, 3DMM)<sup>[12]</sup>이다. 이는 앞에서 설명한 AAM을 3차원으로 확장한 것으로 생각하면 된다. <그림 7> 은 3DMM을 이용한 전

체 인식시스템을 보여주고 있다. 모델은 3차원으로 스캔된 얼굴 모양정보와 텍스춰정보를 이용해 학습된다. 이 방법은 조명과 포즈의 큰 변화에 대해 강인한 알고리즘이다. 입력 영상이 주어졌을 때 모델 피팅(model fitting)의 목적은 학습되어 있는 3차원 얼굴 정보, 조명정보, 텍스춰정보를 이용해 가장 잘 랜더링 되는 3차원 얼굴 모델을 나타내는 모양정보와 텍스춰정보를 찾는 것이다. 피팅 과정에서 얼굴 포즈에 관한 파라미터, 카메라 초점길이, 화소의 밝기, 색정보, 방향과같은 모든 파라미터들이 자동으로 추정된다(<그림 8>)

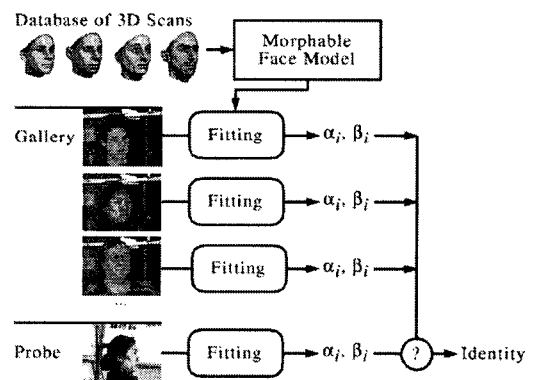


그림 7. 3차원 변형 얼굴 모델(3D Morphable Face Model)

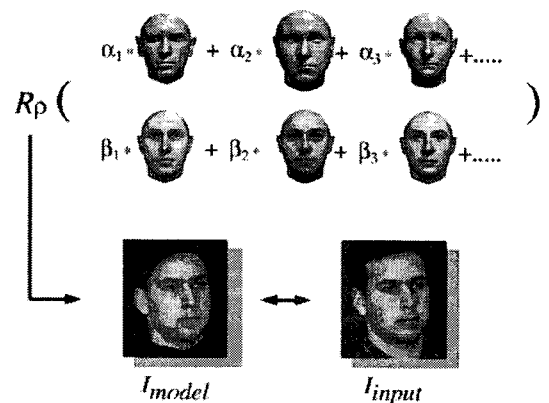


그림 8. 모델 피팅(Model Fitting)

모델 피팅 후 추출된 파라미터를 이용해 얼굴인식을 수행할 수 있다. 3DMM은 입력 영상으로 2차원 영상이 사용되면서도 포즈와 조명에 매우 강한 알고리즘이지만 최적의 얼굴 모델 파라미터를 찾고 렌더링하는 과정 때문에 시간이 매우 오래 걸린다는 단점이 있다.

### 3.2 입력이 3차원인 얼굴 인식

3차원의 얼굴 모양에서 추출할 수 있는 얼굴의 표면정보를 이용해 얼굴을 인식하는 방법으로 가장 최근의 연구는<sup>[13]</sup> 표면곡률지수(Shape Index)와 반복적 근사점(Iterative Closest Point, ICP)을 이용한 방법이다. 표면곡률지수는 3차원 대상 표면의 굴곡정도를 정량적으로 보여준다. 0에서 1까지의 범위를 갖으며 <그림 9>에서 볼 수 있듯 오목한 모양일수록 0에 가깝고 볼록할수록 1에 가까워져 얼굴 인식을 위한 특징이 된다. 표면곡률지수는 얼굴의 포즈에 상관없이 3차원 공간상의 주변점을 기반으로 계산되기 때문에 국부적 특징점이 되어 포즈에 독립적인 얼굴구성요소의 3차원적 위치를 계산할 수 있다. 따라서 얼굴 포즈변화에 매우 강한 특징추출 방법이다.

입력데이터로는 3차원으로 이루어진 한쪽 측면의 데이터인 2.5차원이 사용된다. 데이터베이스에 있는 완벽한 3차원 데이터와의 정렬을 위해 좌표와 코 좌표를 이용한 대략의 정렬(coarse alignment)을 수행하고 정교한 정렬을 위해 ICP를 사용한다. 입력데이터와 데이터베이스 데이터가 정렬되면 표면의 특정부분에서 유니폼하게 선택된 3차원상의 유클리디안 거리가 측정되어 얼굴인식이 수행된다. 또한 3차원 데이터를 가지고 있기 때문에 얼굴에 위치 변화를 주고 조명을 가상적으로 주어 2D 학습 데이터를 만들어 낼 수 있기 때문에 이를 LDA를 사용해 분류하고 ICP

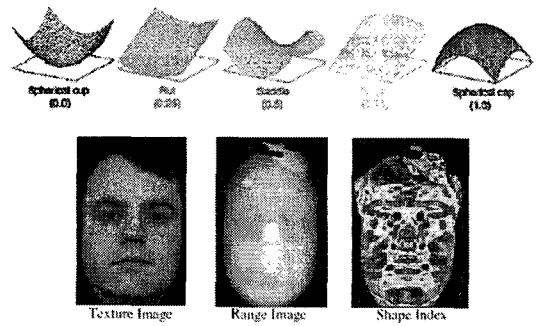


그림 9. 표면곡률지수(shape index)

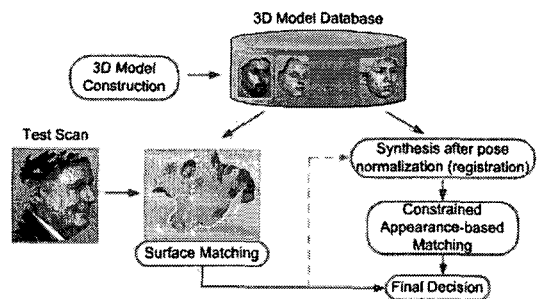


그림 10. 2.5D와 3D를 결합한 3차원 얼굴인식

에 의한 점간 거리차와 결합해 얼굴인식을 수행해 포즈에 강한 3차원 얼굴인식 시스템을 개발하였다. <그림 10>에 전체 알고리즘에 대한 개요가 나와 있다.

이 연구에서는 MSU 3차원 얼굴데이터 100개와 USF 얼굴 데이터 100개를 학습데이터로 사용하고 598개의 포즈와 표정에 변화를 주어 테스트 데이터로 사용하였다. 3차원 얼굴 데이터를 전처리하는 시간을 제외하고 매칭하는데 20초가 걸렸지만 ICP를 계산하는 과정에서 단순히 점간 거리를 계산함으로써 4초로 단축시켰다. 이때 성능저하는 2%였다. 그러나 이 논문에서 가장 큰 문제는 휴리스틱한 방법으로 3차원 데이터에서 얼굴의 특징점을 추출한 점이다. 이 분야는 아직 많은 연구가 진행되어 있지 않기 때문에 향후 많은 연구가 필요하리라 본다.

#### 4. 최근 연구 방향

얼굴인식에 대한 관심 증가와 30년 동안 이루어진 컴퓨터비전 및 패턴인식에 관한 기술축적으로 정확도에 있어 많은 향상이 있음에도 불구하고 아직까지 제한된 환경에서 많은 연구들이 이루어지고 있고, 제한되지 않은 환경에서 얼굴인식 정확도는 현저하게 떨어진다. 이는 앞에서 언급한 얼굴인식에 영향을 주는 여러 가지 요소 때문이다. 특히 조명에 대한 문제는 통제하기 매우 힘들기 때문에 이에 대한 여러 가지 알고리즘이 개발되고 있다.

최근 들어 어느 한 센서만을 이용해 취득한 데이터만을 가지고는 그 한계가 있기 때문에 이를 결합하려는 다중생체 인식을 수행하려는 연구가 상당히 주목을 받고 있다. 각각의 센서가 상호 보완해주기 때문이다. 이에 대한 연구로써 2D+3D 얼굴인식에 관한 연구가 수행되고 있고, 얼굴에서 발생하는 열 패턴을 이용한 열적외선(Infra Red, IR) 카메라를 이용한 얼굴인식 방법도 연구되고 있다. 이들은 모두 기존방법에 비해 조명에 강인하게 얼굴의 특징을 추출할 수 있는 센서들이다. 또한 이들을 결합해 비주요한 2차원 영상과 열패턴을 결합한 방법도 연구되고 있다. IR이 조명에 강인한 장점을 가지지만 열 패턴을 분석하기 때문에 주변의 온도변화에는 민감하고, 사람의 건강상태나 운동상태에 따라 패턴변화를 보이기 때문에 IR영상이 항상 2차원 영상보다 좋은 성능을 보여준다고 생각할 수는 없다. 또 다른 문제는 IR의 경우 장비가 매우 고가이기 때문에 범용적으로 사용하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 그러나 IR은 조명이 전혀 제어되지 않은 상황에서도 상당한 정확도로 얼굴 인식을 수행할 수 있는 가장 대표적인 방법이다. IR대신 유사 IR(near IR)을

이용해 얼굴인식을 수행하는 연구들도 발표되고 있다.

그 외에도 표정에 강인한 얼굴인식 방법도 많은 연구가 이루어지고 있다. 또한 제반 시스템이 발전하면서 단순히 2차원 영상 한 장에서 얼굴인식을 수행하는 수준을 넘어서 동영상 기반의 얼굴인식기술도 연구되고 있다.

#### 5. 결론

본 고에서는 얼굴인식 기술의 최근 동향에 대해서 전반적인 내용을 다루었다. 2차원 기반의 얼굴인식에서는 전통적으로 연구되고 있고 기적백터를 찾아 부 공간에 투영시켜 얻어진 파라미터를 가지고 얼굴을 분류하는 대표적인 방법과 얼굴의 텍스처, 포즈, 조명을 모두 모델링할 수 있는 AAM을 이용한 얼굴인식 방법에 대해서 설명하고 현재 생체인식 연구센터에서 개발중인 시스템을 간단하게 설명하였다. 두 번째 기술 동향으로 3차원 얼굴데이터를 이용한 방법으로 입력이 2차원 영상으로 주어졌을 때와 3차원으로 주어졌을 때의 가장 대표적인 방법에 대해서 살펴보았다. 마지막으로 기존 인식성능을 향상시킬 수 있는 다양한 센서와 이를 결합한 방법을 소개하면서 최근 연구 방향을 제시하였다.

향후 얼굴인식 기술에 대한 연구는 포즈, 표정 및 조명에 강인한 시스템 개발에 집중될 것이며, 이를 위해 3차원기반의 인식을 포함해 다양한 센서 결합에 대한 방법이 지속적으로 연구되어질 것으로 전망된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] PJ Phillips, PJ Flynn, T. Scruggs, KW Bowyer, J. Chang, K. Hoffman, J. Marques, J.



Min, and W. Worek, "Overview of the face recognition grand challenge," IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005

[2] W. Zhao, R. Chellappa, A. Rosenfeld, P.J. Phillips, "Face Recognition: A Literature Survey," ACM Computing Surveys, pp. 399-458, 2003.

[3] X. Lu, "Image Analysis for Face Recognition," personal notes, May 2003.

[4] MH Yang, DJ Kriegman and N. Ahuja, "Detecting faces in images: a survey," IEEE Trans on PAMI, 24, 34-58, 2002.

[5] T. F. Cootes, G.J. Edwards, and C.J. Taylor, "Active appearance model," Fifth European Conf. Computer Vision, 1998.

[6] M. A. Turk and A. P. Pentland, "Eigenfaces for recognition," Cognitive Neuroscience, vol. 3, no. 1, pp. 71-86, 1991.

[7] P. Belhumeur, J. Hespanha, and D. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection," IEEE PAMI, vol. 19, no. 7, pp. 711-720, 1999.

[8] M. S. Bartlett, J. R. Movellan, and T. J. Sejnowski, "Face Recognition by Independent Component Analysis," IEEE Trans. Neural Networks, vol. 13, no. 6, pp. 1450-1464, 2002.

[9] P. Penev and J. Atick, "Local Feature Analysis: A general statistical theory for object representation," Network: Computation in Neural Systems, vol. 7, no. 3, pp. 477-500, 1996.

[10] 김종선, 이준호, "개선된 ICA 기저영상을 이용한 국부적 왜곡에 강인한 얼굴인식," 한국정보과학회 논문지, 33권 제5호, pp. 481~488, 2006.

[11] T. Cootes, C. Taylor, D. Cooper, and J. Graham. Active shape models -- their training and application. Comput. Vis. Image Understand, (61):18--23, 1995.

[12] V. Blanz and T. Vetter, Face Recognition Based on Fitting a 3D Morphable Model, IEEE Trans. PAMI, vol. 25, no. 9, pp. 1063-1074, 2003.

[13] X. Lu, AK Jain, and D. Colbry, "Matching 2.5D Face Scans to 3D Models,". IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 28, pp. 31-43, 2006.



최 권 택

- 2001년 한림대학교 컴퓨터공학(학사)
- 2006년 연세대학교 컴퓨터과학(석사)
- 2006년~현재 연세대학교 박사과정
- 관심분야 : 얼굴인식, 컴퓨터 비전, 오브젝트 트래킹



변 혜 란

- 1980년 연세대학교 수학(학사)
- 1983년 연세대학교 수학(석사)
- 1993년 Purdue Univ. 전산학(박사)
- 1994년~1995년 한림대학교 조교수
- 1995년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과, 교수
- 관심분야 : 얼굴인식, 영상검색, 패턴인식, 영상처리