

# 전역적인 에지 오리엔테이션 정보를 이용한 기울어진 얼굴 영상에서의 눈 영역 추출<sup>†</sup>

(Eye Region Detection Method in Rotated Face  
using Global Orientation Information)

장창혁\*, 박안진\*, Takeshi Kurata\*\*, Anil K. Jain\*\*\*, 박세현\*\*\*\*,  
김은이\*\*\*\*\*, 양종열\*, 정기철\*

(Changhyuk Jang, Anjin Park, Takeshi Kurata, Anil K. Jain, Se Hyun Park,  
Eun Yi Kim, Jong Yeol Yang, Keechul Jung)

**요약** 최근 영상 인식 분야에서 얼굴 또는 표정 인식에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으며, 얼굴의 특징을 반영하는 눈 영역을 자동으로 추출하는 방법이 얼굴 또는 표정 인식을 위한 전처리 단계로서 특히 중요하게 연구되고 있다. 눈 영역을 추출하기 위한 기존 방법들은 크게 적외선(IR) 카메라를 이용한 방법과 template-matching과 같은 영상처리를 이용한 방법으로 분류되며, 주로 정면을 바로 보는 얼굴에 대해 초점을 맞추고 있다. 본 논문에서는 기울어진 얼굴 영상에서 눈 영역 추출 방법을 제안한다. 빠른 수행 시간을 위해 영상의 에지 정보를 이용한 방법을 기반으로 하며, 기울어진 얼굴 영상에서 눈 영역을 추출하기 위해 전역적 얼굴 영역의 에지 기울기 누적 히스토그램을 이용하며, 영상 잡음과 빛의 영향에 의해 발생하는 문제는 대략적으로 추출된 영역에서 지역정보인 가로, 세로 비와 전역 정보인 각 구성요소(component)간의 관계성을 이용하여 해결한다. 실험 결과에서 에지 정보를 이용한 방법에서 생기는 3가지 오추출을 해결함으로써 정확도를 향상시키며, The Weizmann Institute of Science에서 제공하는 300개의 영상을 통해 실험한 결과 평균 0.5초와 83%의 수행 시간과 정확도를 나타냄을 볼 수 있다.

**핵심주제어** : 눈 영역 추출, 얼굴 인식, 영상처리

**Abstract** In the field of image recognition, research on face recognition has recently attracted a lot of attention. The most important step in face recognition is automatic eye detection researched as a prerequisite stage. Existing eye detection methods for focusing on the frontal face can be mainly classified into two categories: active infrared(IR)-based approaches and image-based approaches. This paper proposes an eye region detection method in non-frontal faces. The proposed method is based on the edge-based method that shows the fastest computation time. To extract eye region in non-frontal faces, the method uses edge orientation histogram of the global region of faces. The problem caused by some noise and unfavorable ambient light is solved by using proportion of width and height for local information and relationship between components for global information in approximately extracted region. In experimental results, the proposed method improved precision rates, as solving 3 problems

† 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2003-042-D00166)  
\* 숭실대학교, IT대학, 미디어학과, HCI Lab  
\*\* Advanced Industrial Science and Technology, Japan  
\*\*\* Computer Science and Engineering Department, Michigan State University, USA  
\*\*\*\* 대구대학교 정보통신공학부  
\*\*\*\*\* 건국대학교 인터넷미디어공학부

caused by edge information, and achieves a detection accuracy of 83.5% and a computational time of 0.5sec per face image using 300 face images provided by The Weizmann Institute of Science.

**Key Words** : Eye region detection, Face recognition, Image processing

## 1. 서론

얼굴 또는 표정 인식 기술은 영상 인식 분야에서 중요하게 연구되고 있다. 특정 인물의 정보를 이용하여 누구인지를 확인할 수 있는 얼굴 인식 기술의 연구 방향과 기술적인 수준은 공상 과학 영화에서 다양한 형태의 얼굴 인식 시스템을 통해 쉽게 알 수 있으며, 최근 공항에서 사람의 영상 정보를 이용한 보안 절차에서 실제로 활용되고 있다. 표정 인식 분야는 HCI(Human Computer Interaction)에 대한 관심 증가에 의해 사람의 감정 분석, 3D 아바타의 표정 변화 등 다양한 형태로 활용되고 있다. 얼굴 또는 표정 인식 분야에서 가장 중요한 기술은 다양한 형태의 얼굴에서 특징적인 정보를 추출하는 것으로서, 얼굴의 특징 영역은 눈, 코, 입이 있으며 가장 중요한 정보를 가지고 있는 것은 눈이다[1]. 영상에서 눈 영역을 추출하는 방법은 크게 적외선(IR) 기반과 영상 기반 방법으로 나눌 수 있다[2]. 적외선 기반 방법은 적외선을 얼굴에 투사할 시 눈 영역이 붉은 색으로 반사되는 특징을 이용하며, 적외선 조명(IR illuminator) 장치와 적외선 카메라(IR-sensitive CCD)를 이용한다. 하지만 이 방법은 특정 빛, 동공의 밝기와 크기, 카메라와의 거리 등 다양한 요소를 정확하게 동기화시켜야 하는 문제점이 있다. 영상 기반 방법에는 template matching[3-7], eigen space[8-10], Hough transform [11-13]을 이용한 방법 등이 있다. Template matching 방법은 눈 영역 template을 미리 만들어 놓고 입력 영상과 비교하여 눈 영역을 추출하는 방법으로 다양한 눈 크기, 회전, 빛에 의해 발생하는 문제를 해결하지 못하는 단점이 있다. Hough transform 방법은 홍채 모양을 기반으로 수행하며 주로 에지 맵과 이진 영상에서 projection profile의 골(valley)을 이용하지만, 정확도가 임계값(threshold)에 의해 결정되는 문제점이 있다. 눈 영역을 자동으로 추출하기 위한 위의 두 방법들은

정면 영상에 대해 초점을 맞추고 있으며, 얼굴의 기울어짐, 빛의 조건 등과 같은 많은 요소에서 문제점이 있다. 이런 문제들을 해결하기 위해 eigen space를 이용한 방법이 있지만, 학습 데이터의 질과 양에 의해 추출률이 결정되는 단점과, 회전과 크기에 정규화된 눈 영역을 학습 데이터로 사용하기 때문에 입력 영상의 테스트 데이터 영역 또한 다양한 회전과 크기에 정규화 되어야 하므로 오랜 수행시간이 소요된다.

본 논문에서는 기울어진 얼굴 영상에서 눈 영역 추출 방법을 제안한다. 효과적인 수행 시간을 위해 Gizatdinova와 Surakka [14]이 제안한 에지 정보를 이용한 눈 영역 추출 방법을 기반으로 하며, 이 방법은 다음 세 가지의 문제점을 갖고 있다.

- 1) 기울어진 얼굴 영상,
- 2) 눈 주변의 잡음,
- 3) 빛에 의해 검출되지 않는 눈 영역의 에지.

Gizatdinova와 Surakka가 제안한 방법은 인접한 에지를 연결한 각 구성요소(component)의 에지 오리엔테이션 히스토그램이 특정 범위에서 최대값을 가질 때 눈 영역으로 추출한다. 이 방법은 높은 정확성과 빠른 수행시간을 보이지만, 고정된 최대값 범위를 적용하기 때문에 기울어진 얼굴 영상에서 눈 영역을 추출하지 못하는 단점이 있다. 기울어진 영상에서 눈 영역을 추출하기 위해 얼굴 영역의 에지 누적 오리엔테이션 히스토그램을 기반으로 얼굴의 기울기 정보를 산출하며, 이 정보를 기반으로 고정된 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위를 동적으로 조절한다. 이 방법은 정확한 기울기를 기반으로 하지만, 같은 기울기를 가진 다양한 얼굴 영상에서 최대값 범위가 다르게 나타나기 때문에 정확한 기울기를 산출하지 못한다. 정확한 기울기 정보를 산출하기 위해 누적 히스토그램의 최대값을 기반으로 대략적인 기울기 정보를 구하고, 대략적인 기울기 정보들을 기반으로 기울어진 얼굴을 정면으로 회전한다. 대략적인 기울기 정

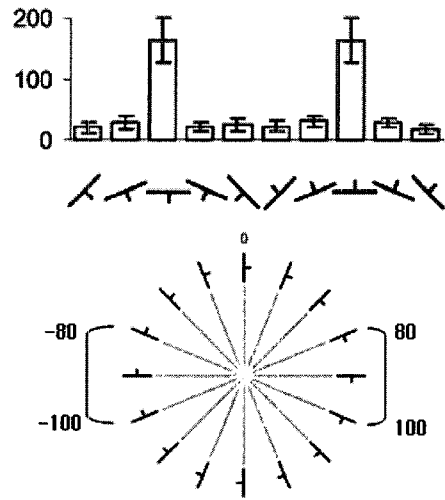
보에서 최적의 기울기 정보를 획득하기 위해, 정면으로 회전된 영상의 구성요소 히스토그램과 미리 산출된 정면 영상의 구성요소 히스토그램을 비교하며, 최적으로 산출된 기울기를 기반으로 회전된 영상에서 눈 영역을 추출한다.

정면 영상에서 구성요소의 히스토그램을 이용하여 대략적으로 추출된 영역은 이상적으로 눈 영역이 추출되어야 하지만, 잡음에 의해 이마, 눈, 코, 입, 턱 등이 추출된다. 실험에서 추출된 영역에서 눈 영역은 가로, 세로 비율이 '1'에 가까우며, 잡음에 의해 발생하는 눈 영역의 오추출은 대략적으로 추출된 영역의 가로, 세로 비율에 의해 해결된다. 빛에 의해 발생하는 오류는 눈 영역의 공간적 정보를 이용하여 해결한다. 본 논문에서는 최소한 하나의 눈은 추출된다는 가정 하에 추출된 하나의 눈 영역과 동일 선상의 검출되지 않은 에지 영역의 공간 정보를 이용하여 빛에 의해 추출되지 않는 눈 영역을 추출한다. 본 논문에서 제안한 방법은 평균 0.5초의 빠른 수행 시간과 평균 83%의 정확도를 보이며, 고정된 에지 정보만을 이용한 영역 추출 방법의 문제점인 정확도를 향상시킨 결과를 보인다.

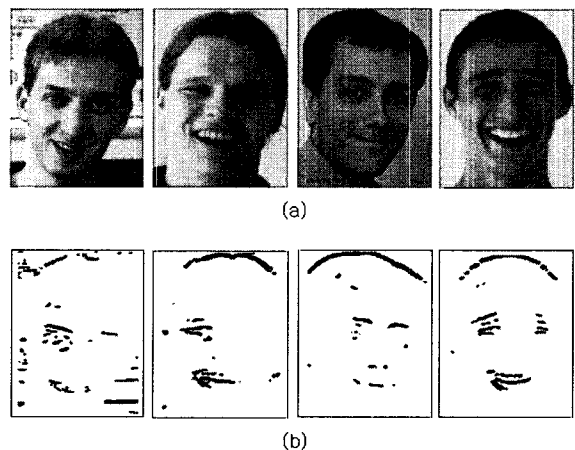
## 2. 에지 정보를 이용한 영역 추출

Gizatdinova와 Surakka는 입력 영상에서 에지의 기울기 벡터 정보를 이용한 눈 영역 추출 방법을 제안하였으며[14], 실험 결과에서 -40~40, -140~-180, 140~180 사이의 범위에 있는 에지 정보는 눈 영역 추출에 중요하지 않는 정보이므로, 에지 오리엔테이션이 40~140, -40~-140 사이의 범위에 있을 때만 에지를 검출한다. 검출된 에지 정보에서 먼저 가까운 에지 점을 연결하여 하나의 구성요소를 만들고, 각 구성요소의 에지 오리엔테이션 히스토그램을 분석하며, 구성요소의 에지 오리엔테이션 히스토그램이 80~100, -80~-100 사이의 범위에서 최대값을 나타낼 때 눈, 코, 입 영역으로 추출된다. 이 방법은 에지의 기울기 정보만을 이용하기 때문에 빠른 수행 시간을 보이지만, 영상에서 얼굴이 정면을 향하지 않고 기울어진 형태를 보일 경우와 추출하고자 하는 눈, 코, 입 등의 특

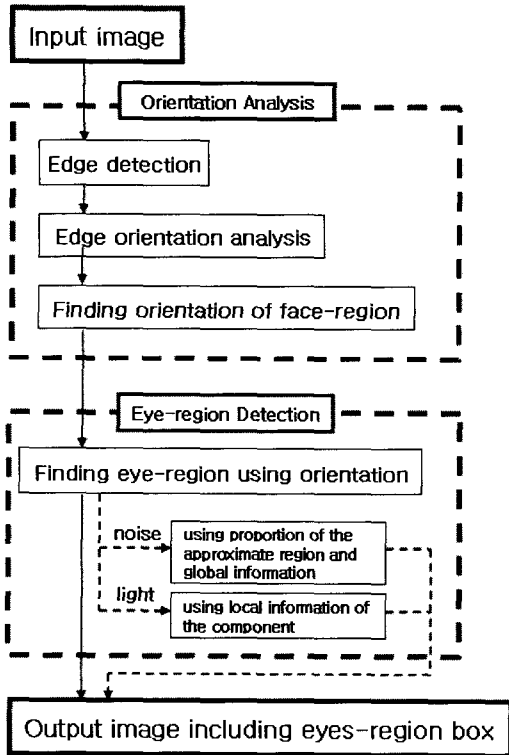
징 영역 주변에 잡음이 포함된 경우와 빛에 의해 정확한 에지 검출을 하지 못하였을 경우 눈 영역 추출이 불가능하다는 단점이 있다. 이는 정면 영상과 기울어진 영상은 각각 에지 오리엔테이션 히스토그램의 다른 범위에서 최대값을 가지며, 추출하고자 하는 영역에 잡음이 포함된 경우와 빛에 의해 충분한 에지 정보를 검출하지 못한 경우의 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 정보는 눈 영역 추출을 위한 데이터로 활용이 불가능하기 때문이다. 그림 1은 정면 영상에서 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위를 나타내며, 그림 2는 잡음, 빛에 의한 에지 검출의 오류를 나타낸다.



<그림 1> 정면 영상에서 에지 오리엔테이션의 최대값 범위.



<그림 2> 실험에서 사용된 영상에서 잡음과 빛에 의한 에지 결과 영상: (a) 입력 영상, (b) 에지 영상.



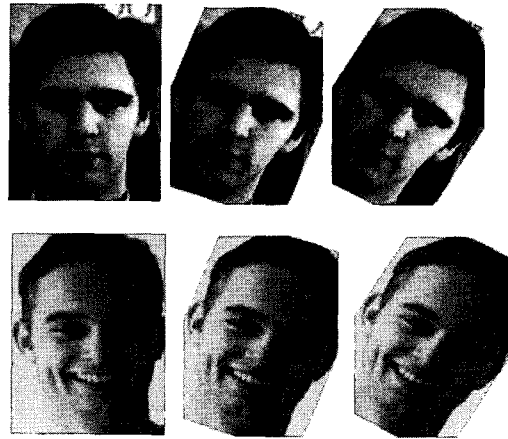
<그림 3> 제안된 방법의 구성도.

그림 3은 제안된 방법의 전체 구성도를 보여주며, 크게 두 단계로 구성되어 있다. 기울어진 영상에서 눈 영역을 추출하기 위해 전역적인에지 오리엔테이션 히스토그램의 누적 정보를 분석하여 정면 얼굴로 만드는 단계(Orientation Analysis)와 정면 얼굴에서 잡음과 빛에 의해 발생하는 오류를 줄이고 정확한 눈 영역을 추출하는 단계(Eye-region Detection)이다.

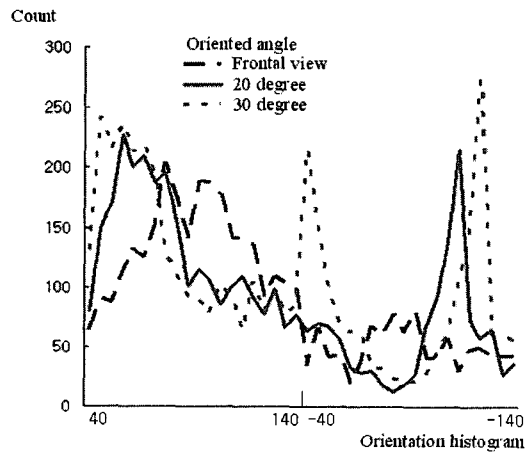
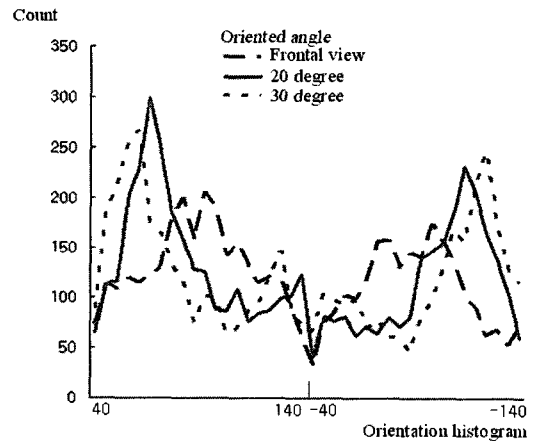
### 3. 기울기 정보 추출

정면 영상의 경우 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위가 80~100, -80~-100 사이에서 눈 영역을 추출할 수 있지만, 기울어진 얼굴 영상의 경우 눈 영역 구성 요소에 대한 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위가 80~100, -80~-100 사이를 벗어나게 된다. 실험을 통해 얼굴 영상의 기울기에 따라 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위가 다른 것을 알 수 있었다. 그림

4는 정면과 기울어진 영상의 에지 오리엔테이션 히스토그램 정보를 나타낸다.



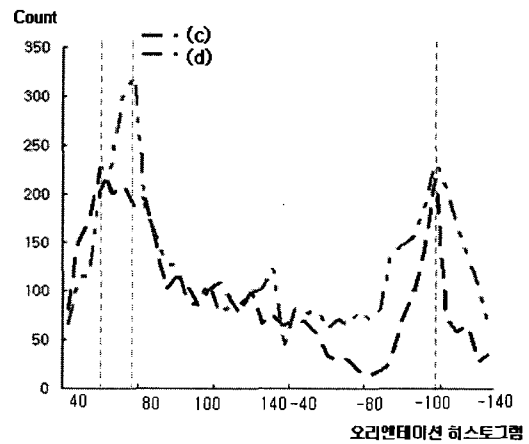
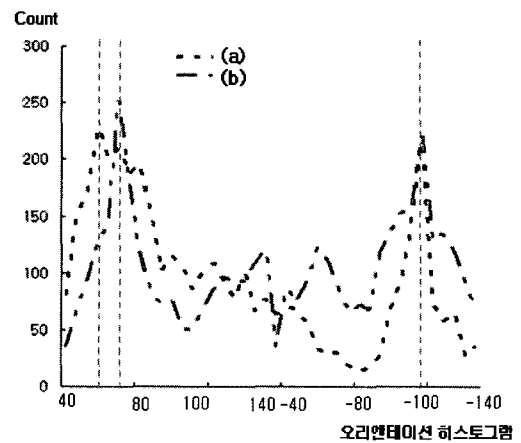
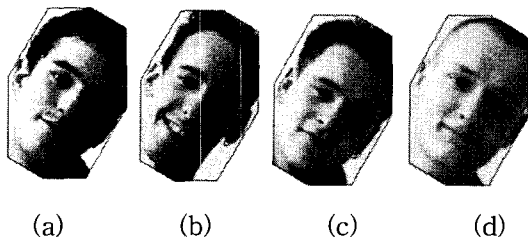
(a)



(b)

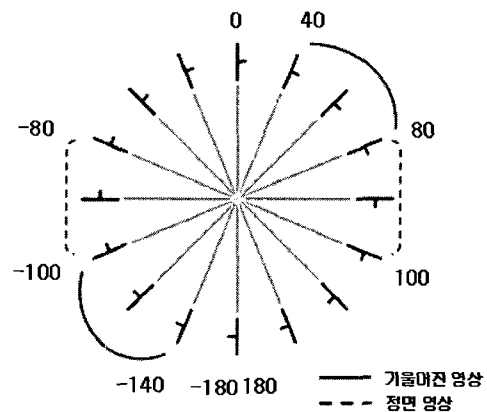
<그림 4> 전역적인에지 오리엔테이션 히스토그램: (a) 입력 영상, (b) 에지 오리엔테이션 히스토그램

정면 영상을 시계 방향으로 기운 얼굴 영상의 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값은 40도와 -140도에 가까워진다. 영상의 기울어짐에 따라 눈 영역을 정확하게 추출하기 위해서 얼굴의 기울기 정보에 기반하여 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위를 동적으로 적용해야 한다. 먼저, 얼굴의 기울기 정보를 알기 위해 얼굴 영역의 에지 오리엔테이션 히스토그램을 분석하며, 히스토그램은 입력 영상에서 검출된 에지의 기울기를 40~140, -40~-140의 범위 내에서 5도 단위로 누적시킨다[14]. 실험을 통해 정면 얼굴 영상의 눈, 코, 입은 에지의 오리엔테이션이 수평 방향을 나타내며, 에지 오리엔테이션 히스토그램의 80~100, -80~-100 사이 범위에서 최대값을 가지며, 0~40도 기울어진 얼굴 영상은 40~80, -100~-140 사이에서 최대값을 갖는 것을 알 수 있었다. 정면과 기울어진 영상의 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값은 각각 다른 범위에서 나타나며, 고정된 최대값 범위를 적용하여 눈 영역을 추출할 경우 정확성이 떨어지게 된다. 이러한 문제점은 동적인 최대값 범위의 적용을 통해 해결한다. 동적인 최대값 범위는 에지 오리엔테이션 히스토그램에서 최대값이 나타나는 범위를 영상의 기울기에 적합하게 동적으로 조절되는 것을 의미한다. 하지만 같은 기울기를 가진 얼굴 영상에서 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 위치가 다르게 나타나기 때문에 정확한 기울기를 산출하지 못한다. 실험에서 누적 히스토그램의 최대값이 70~80도에서 최대일 때 얼굴의 기울기는 10~30도 범위 기울기를 가짐을 확인하였다. 그림 5는 같은 기울기를 가진 얼굴 영상의 에지 오리엔테이션 히스토그램의 다양한 최대값 위치를 나타내며, 그림 6은 기울어진 영상과 정면 영상에서 에지 오리엔테이션 최대값 범위를 나타낸다.



(e)

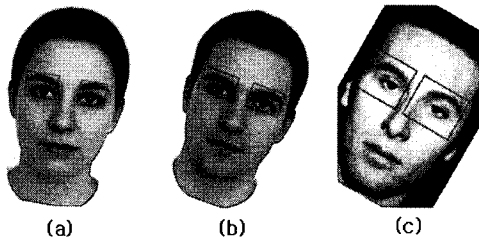
<그림 5> 에지 오리엔테이션 히스토그램의 다양한 최대값 위치: (a-d) 입력 영상, (e) 에지 오리엔테이션 히스토그램.



<그림 6> 기울어진 영상과 정면 영상의 에지 오리엔테이션 최대값 범위.

기울어진 얼굴은 전 단계에서 산출된 대략적인 기울기 정보를 이용하여 정면으로 회전된다. 실험

을 통해 산출된 10~30도의 대략적인 기울기 정보를 바탕으로 기울어진 얼굴은 시계 반대 방향으로 10도 단위로 회전된다. 회전된 영상의 에지 구성요소 오리엔테이션 히스토그램과 미리 산출된 정면의 에지 구성요소 히스토그램을 비교하여 최대값 범위가 일치 될 때 최적의 기울기를 산출한다. 산출된 정확한 기울기 정보는 기울어진 영상에서 눈 영역을 추출하기 위해 영역 추출의 회전 정보로 활용된다. 정면으로 회전된 얼굴 영상은 80~100과 -80~-100사이에서 최대값을 갖는 에지 구성요소를 대략적인 영역으로 산출한다. 그림 7은 기울어진 영상에서의 눈 영역 추출 결과를 보여준다.



<그림 7> 다양하게 기울어진 얼굴 영상에서의 눈 영역 추출 결과: (a)10도, (b)20도, (c)30도.

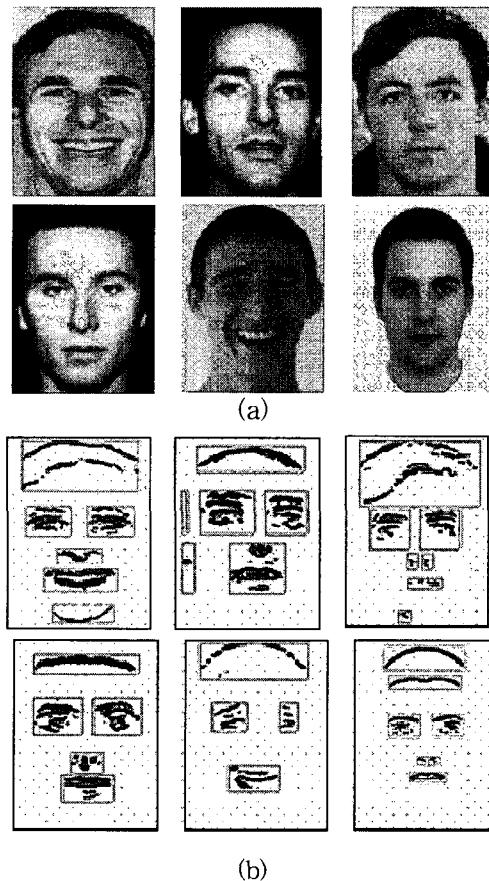
#### 4. 잠음과 빛에 의한 눈 영역 오추출 해결 방법

영상에서 에지 정보를 이용하여 눈 영역을 추출할 때 잠음은 불필요한 에지 정보를 추가하고, 빛은 필요한 에지를 제거하기 때문에 정확도가 떨어진다. 에지 오리엔테이션에 의해 대략적으로 검출된 각 영역의 에지 구성요소에 포함된 불필요한 데이터 정보는 에지 오리엔테이션 히스토그램을 이용한 눈 영역 추출 과정에서 최대값 범위를 왜곡시켜 눈 영역 추출을 정확하게 수행하지 못하게 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 대략적으로 추출된 영역의 크기 정보, 공간 정보, 위치 정보를 활용한다. 실험을 통해 대략적으로 추출된 영역은 주로 이마, 턱선, 눈 영역으로 구성되어있고, 눈 영역에 대한 가로, 세로 비율( $f(x)$ )이 '1'에 가까우며, 이마와 턱 선의 에지 영역은 가로의 길이가 세로보다 긴 직사각형의 형태를 보임을 알 수 있었다. 이 정보를 기반으로 각 영역의 가로, 세로 비율을

이용하여 한 개의 눈 영역을 추출하고, 잠음이 포함된 눈 영역 에지의 공간 정보를 통해 추출되지 않은 나머지 눈 영역을 추출하게 된다. 또한 빛에 의해서 발생된 오류는 구성요소의 중심 좌표를 기반으로 한 위치 정보를 이용하여 해결한다.

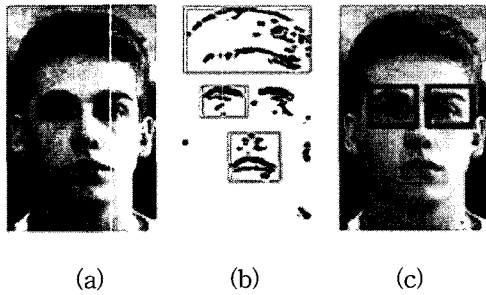
$$f(x) = \frac{\text{height}}{\text{width}} \Rightarrow 0.6 < f(x) < 1.5 \quad (1)$$

이 같은 과정은 다음과 같은 두 가지의 사실에 바탕을 둔다. 첫째, 정형화된 얼굴 영상에서의 눈 영역은 동일 선상에 존재 하며, 잠음이 포함된 에지 영역이라도 검출된 눈 영역 주위에 에지 정보가 존재 한다. 둘째, 검출된 눈 영역의 크기 정보를 통해 검출 되지 않은 에지 영역의 크기 정보를 이용할 수 있다. 그림 8은 대략적으로 추출된 영역에 대한 결과 영상이다.

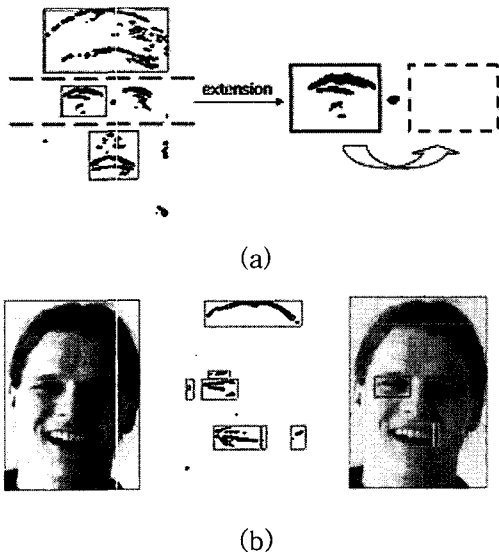


<그림 8> 대략적으로 추출된 영역: (a) 입력영상, (b)대략적으로 추출된 결과 영상

그림 9의 (a)는 입력 영상이며, (b)에서 각 에지 영역에서 오른쪽 눈의 에지 정보가 검출 되지 않은 것을 볼 수 있다. 그림 9의 (c)는 추출된 두 개의 눈 영역 결과를 보여 준다. 그림 10의 (a)는 빛에 의해 추출 되지 않은 눈 영역의 추출 과정을 보여 주며, 점선에 의해 표시된 박스 영역은 검출 되지 않은 눈 영역에 대한 위치 정보를 의미 한다. 그림 10의 (b)는 빛에 의해 검출되지 않은 에지를 바탕으로 두 개의 눈 영역을 추출한 결과를 보여 준다.



(a) (b) (c)  
 <그림 9> 두 개의 눈영역 추출을 위한 후처리 결과: (a) 입력 영상, (b) 한 개의 눈 영역 추출, (c) 후처리 과정에 의한 두 개의 눈영역 추출



(a) (b)  
 <그림 10> 위치정보를 이용한 눈 영역 추출: (a) 눈 영역 추출 과정, (b) 빛에 의한 오추출 해결 결과 영상.

## 5. 실험 결과

얼굴 영역 추출을 위해 Pentium 4 CPU 3.00 GHz 768 MByte PC에서 실험을 수행 하였다. The Weizmann Institute of Science에서 제공하는 300개 [15]의 영상에서 눈 영역 추출 실험을 하였으며, 표 1은 Gizatdinova와 Surakk가 제안한 고정된 에지 오리엔테이션을 적용하여 눈 영역을 추출하는 방법과 본 논문에서 제안한 동적 에지 오리엔테이션을 적용하여 눈 영역을 추출하는 방법의 정확성과 수행 시간을 비교하며, 그림 11은 정면과 기울어진 영상에서의 눈 영역 추출 결과를 나타낸다. 고정 에지 오리엔테이션을 이용한 방법은 정면 영상에 대한 정확성은 높지만, 기울어진 영상에 대한 정확성은 매우 떨어진다. 본 논문에서 제안한 눈 영역 추출 방법은 에지 정보를 이용하여 빠른 수행 시간을 보였으며, 얼굴 영상의 기울어짐, 잡음, 빛에 의한 눈 영역 오추출 문제는 에지의 공간 정보와 위치 정보를 이용하여 해결함으로써 정확성 측면에서도 매우 효과적이라는 실험 결과를 얻을 수 있었다. 이 방법을 이용하면, 실시간 영상 데이터에 대한 영역 검출뿐 아니라 PDA나 모바일 기기 같은 간단한 디지털 기기에서도 실시간 영역 추출이 가능하다. 수행 결과 평균 수행 시간 0.5(sec)와 정확성 83%의 높은 신뢰도(83%의 정확도는 40도 이하 기울어진 얼굴 영역에 대한 결과이다.)와 효과적인 속도를 보였다.

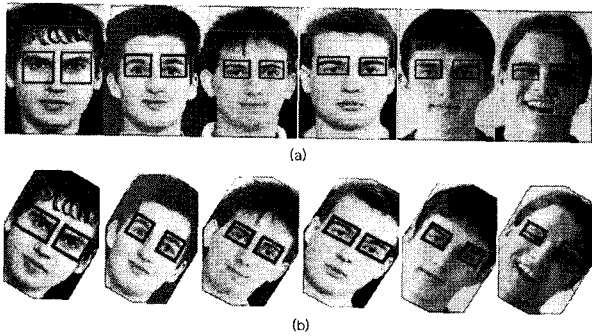
제안된 방법은 크게 두 가지 경우에 추출하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 잡음에 의해 두 개의 눈 영역 에지가 하나의 구성요소로 연결된 경우 정확한 영역 추출을 하지 못하였으며(그림 12), 40도 이상 기울어진 얼굴 영상에서 눈 영역을 정확하게 추출하지 못하였다. 40도 이상 기울어진 얼굴 영상에서 정확하게 눈 영역을 추출하지 못하는 이유는 에지 추출 범위를 40~140, -40~-140로 제한하였기 때문이다(그림 13). 그림 14는 에지 추출 범위에 대한 제한을 두지 않은 에지 오리엔테이션 히스토그램을 보여준다. 그림 14에서 보는 바와 같이 다양한 범위에서 최대값을 가지기 때문에 대략적인 기울기 정보를 획득하기 어렵다. 이로 인

1) 83%의 정확도는 40도 이하 기울어진 얼굴 영역에 대한 결과이다.

해 우리는 에지 추출 범위를 두고 추출 가능한 기울기 범위를 40도로 제한을 두었다.

<표 1> 정확도와 수행시간

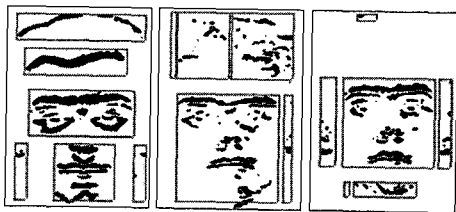
	고정된 에지 오리엔테이션 적용	동적 에지 오리엔테이션 적용
정면 영상(%)	85	89
기울어진 영상(%)	7	83
수행시간(sec)	0.2~0.3	0.5



<그림 11> 정면과 기울어진 영상에서의 눈 영역 추출 결과



(a)



(b)

<그림 12> 구성요소 검출 오류로 인한 눈 영역의 오추출 결과: (a) 입력 영상, (b) 에지 검출 결과.

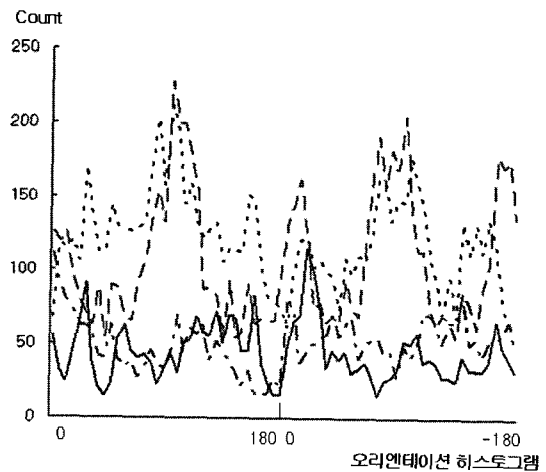


(a)



(b)

<그림 13> 40도 이상 기울어진 영상의 에지 검출 결과: (a) 입력 영상, (b) 에지 검출 결과.



<그림 14> 전체 기울기 범위에서 추출한 에지 히스토그램.

## 6. 결 론

얼굴 인식의 전처리 단계로서 특징 영역 추출을 위한 많은 연구들이 있다. 본 논문에서는 효과적인 수행시간을 위해 에지 정보를 이용하여 눈 영역을 추출하였으며, 에지 정보를 이용한 방법에서 얼굴의 기울어짐, 잡음, 빛에 의한 오추출 등으로 인한 정확성 문제점을 해결하기 위해 에지 오리엔테이션의 동적인 최대값 범위 적용과 각 구성요소의 전역 정보를 이용하였다. 기울어진 얼굴 영상에 대해 에지 오리엔테이션 히스토그램의 최대값 범위가 고정되게 적용될 경우 특징 영역인 눈 영역의



정확한 추출이 불가능하고, 눈 영역 주위에 검출된 잡음은 에지 오리엔테이션 누적 정보를 왜곡시키며, 빛에 의해 에지 검출이 정확하게 수행되지 않을 경우 영역 추출을 위한 데이터의 부족으로 정확성을 떨어뜨린다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 얼굴 영상의 에지 오리엔테이션 히스토그램 누적 정보를 분석하여 다양한 기울기에 적합한 오리엔테이션 최대값을 동적으로 적용하며, 산출된 대략적인 기울기 정보를 통해 정면으로 회전된 영상의 에지 히스토그램 누적정보와 기존 정면 영상의 에지 히스토그램 누적정보를 비교하여 정확한 기울기 정보를 산출하여 기울어진 영상에서 눈 영역 추출의 정확성을 향상시켰다. 또한 잡음과 빛에 의한 눈 영역의 오추출은 추출된 한 개의 눈 영역 정보를 기반으로 에지 구성요소의 크기 정보, 공간 정보, 위치 정보를 통해 해결하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 수행 속도와 정확도를 고려할 때 효과적인 결과를 얻을 수 있으며, 영상 이미지의 얼굴 영역에서 실시간으로 특정 영역 추출이 가능하다. 그러나 아직 제안된 방법에서의 문제점이 남아 있다. 얼굴 영상에서 X축과 Y축으로의 기울어짐에 따른 유동적인 눈 영역 추출과 얼굴에 존재하는 머리카락과 안경 같은 요소에 의한 눈 영역 추출은 해결해야 할 과제이다.

### 참 고 문 헌

- [1] J. Song, Z. Chi, and J. Liu, "A Robust Eye Detection Method using combined Binary Edge and Intensity Information," *Pattern Recognition*, Vol. 39, Issue 6, pp. 1110-1125, 2006.
- [2] H. H. Yang, K. J. David, and A. Narendra, "Detecting Faces in Images: A Survey," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, Issue 1, pp. 34-58, 2002.
- [3] Z. Zhu, K. Fujimura, and Q. Ji, "Real-time Eye Detection and Tracking under Various Light Conditions," *Proceedings of ACM SIGCHI Symposium on Eye Tracking Research and Application*, Vol. 2, pp. 344-351, 2002.
- [4] D. COMANICIU, V. RAMESH, and P. MEER, "Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects using Mean Shift," *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 2, pp. 142-149, 2002
- [5] A. HARO, M. FLICKNER, and I. ESSA, "Detecting and Tracking Eyes by using their Physiological Properties, Dynamics," *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 163-168, 2000.
- [6] B. Froba and C. Kublbeck, "Robust Face Detection at Video Frame Rate Based on Edge Orientation Feature," *Proceedings of IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 327-332, 2002.
- [7] B. Froba and C. Kublbeck, "Real-Time Face Detection Using Edge-Oriented Matching," *Proceedings of International Conference on Audio- and Video-Based Biometric Person Authentication*, pp. 78-83, 2001.
- [8] L. Yehong and L. Xueyin, "Blind Image Restoration With Eigen-Face Subspac," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 14, Issue 11, pp. 1766-1772, 2005.
- [9] W. Chen, M. Chen, and J. Zhou, "Adaptively Regularized Constrained Total Least Squares Image Restoration," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 9, Issue 4, pp. 588 - 596, 2000.
- [10] N. Nguyen and P. Milanfar, "Efficient Generalized Cross-Validation with Applications to Parametric Image Restoration and Resolution Enhancement," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 10, Issue 9, pp. 1299 - 1308, 2001.
- [11] M. Tominaga, K. Kato, K. Murakami, and H. Koshimizu, "An Extension of Hough

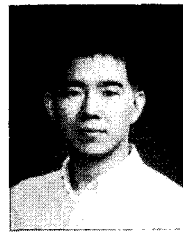
Transform Function and its Application to the Askant Glance Camera Vision," Proceedings of Meeting on Image Recognition and Understanding, vol. 2, pp.313-318, 1996.

- [12] A. Yilmaz, M. A. Shah, "Automatic Feature Detection and Pose Recovery for Faces," Proceedings of Asian Conference on Computer Vision, Vol. 19, Issue 7, pp. 743-756, 2002.
- [13] M. Tominaga, K. Kato, K. Murakami, and H. Koshimizu, "Realization of Askant Glance Camera Vision System by Using Extended Hough Transform," Proceedings of Workshop on Machine Vision Applications, pp. 220-224, 1996.
- [14] Y. Gizatdinova and V. Surakka, "Feature-Based Detection of Facial Landmarks from Neutral and Expressive Facial Images," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 28, No.1, pp. 135-139, 2006
- [15] <http://www.wisdom.weizmann.ac.il/~borise/hierarchies/images/faces/faces.htm>



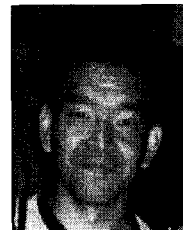
**장 창 혁 (Changhyuk Jang)**

- 2005년 2월 : 숭실대학교 IT 대학 미디어학부 (공학사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 IT 대학 미디어학과 미디어공학 (석사과정)
- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전



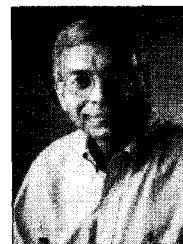
**박 안 진 (Anjin Park)**

- 2004년 2월 : 인제대학교 컴퓨터 공학과 (공학사)
- 2006년 2월 : 숭실대학교 IT 대학 미디어학과 미디어공학 (공학석사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 IT 대학 미디어학과 미디어공학 (박사과정)
- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전, 실감형 게임, 모바일 비전



**Takeshi Kurata**

- 2004-현재: Research Scientist, Information Technology Research Institute, AIST
- 2003-2005 Visiting Scholar, HIT Lab, University of Washington
- 2005.4- Enrolled in Doctoral Program, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba
- 관심분야 : Computer Vision, Wearable/Pervasive Computing, Human Interface, Pattern Recognition, Augmented Reality



**ANIL K. JAIN**

- 1973: Ph.D. degrees from Ohio State University
- 현재: University Distinguished Professor in the Department of Computer Science and Engineering at Michigan State University.
- 관심분야 : statistical pattern recognition, exploratory pattern analysis, Markov random fields, texture analysis, 3D object recognition, medical image analysis, document image analysis and biometric authentication.



박 세 현 (Se Hyun Park)

- 1997년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과 (공학박사)
- 2000년 3월 ~ 2001년 2월 : 대구산업정보대학 전임강사
- 2001년 3월 ~ 2004년 2월 : 조선대학교 컴퓨터공학과 조교수
- 2004년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 정보통신공학부 조교수
- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전

김 은 이 (Eun Yi Kim)

- 1999년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2001년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2002년 ~ 현재 : 건국대학교 인터넷미디어공학부 조교수
- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전, 영상처리



양 종 열 (Jongyeol Yang)

- 1995년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)
- 1995년 3월 ~ 1997년 2월 : 포항공과대학교 정보통신연구소 위촉연구원
- 1998년 1월 ~ 2000년 5월 : (주)다우기술, 개발팀 대리
- 2000년 6월 ~ 2004년 12월 : (주)일렉트리아일랜드, 개발이사
- 2005년 3월 ~ 현재 : (주)에이티솔루션, 개발팀 (차)장
- 2005년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 IT 대학 미디어학과 미디어공학 (박사과정)
- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전, 게임 AI



정 기 철 (Keechul Jung)

- 1996년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 1999년 : 방문 연구원, Intelligent User Interface Group, DFKI (The German Research Center For Artificial Intelligence GmbH), Germany.
- 1999년 : 방문 연구원, Machine Understanding Division, Electro Technical Laboratory, Japan.
- 2000년 : 경북대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2000년 ~ 2002년 : PRIP Lab. Michigan State University, U.S. 박사후연구원
- 2003년 ~ 현재 : 숭실대학교 IT대학 미디어학부 교수
- 관심분야 : HCI, Interactive Contents, 영상처리/컴퓨터비전, 패턴인식, 증강현실, 인공지능