

특집논문-08-13-6-09

## Haar-like 특징과 템플릿을 이용한 귀 검출

한 상 일<sup>a)</sup>, 차 형 태<sup>a)‡</sup>

### Ear Detection using Haar-like Feature and Template

Sang-Il Hahn<sup>a)</sup> and Hyung-Tai Cha<sup>a)‡</sup>

#### 요 약

영상으로부터 사람의 귀를 검출하는 것은 생체 인식 분야에 있어서 매우 중요한 분야이다. 따라서 본 논문에서는 측면 얼굴 영상으로부터 귀를 검출하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 먼저 피부색을 이용하여 얼굴 영역을 검출하고 검출된 얼굴 영역으로부터 Haar-like 특징을 이용하여 귀를 검출한다. 그리고 검출된 귀를 검증하기 위해 표준 템플릿을 이용하여 검출된 귀를 검증한다. 실험 결과 본 논문에서 제안된 방법은 기존의 연구에 비해 60%의 처리 속도 향상과 92%의 검출 성공률을 보였다.

#### Abstract

Ear detection in an image processing is the one of the important area in biometrics. In this paper we propose a human ear detection algorithm with side face images. First, we search a face candidate area in an input image by using skin-color model and try to find an ear area based on Haar-like feature. Then, to verify whether it is the ear area or not, we use the template which is excellent object classification compare to recognize the characters in the plate. In this experiment, the proposed method showed that the processing speed is improved by 60% than previous works and the detection success rate is 92%.

Keywords : Ear Detection, Skin Color, Haar-like feature, Template

### 1. 서 론

일반적으로 신분을 확인하는 방법은 크게 주민등록증, 운전면허증, 여권 등과 같은 개인의 신분증을 이용한 방법과 개인이 지정한 암호(password)를 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 그러나 개인의 신분증 혹은 암호 입력을 이용한 개인의 신분 확인 방법에 있어, 신분증은 분실, 도난, 위조의 위험뿐만 아니라 항시 휴대해야만 하는 불편함이 따른

다. 또한 암호 입력 방식은 신분증 사용보다 휴대성에 있어 강인한 장점이 있지만 암호를 기억해야만 하는 번거로움과 타인에게 유출될 가능성도 있어 불안감이 존재한다. 따라서 이와 같은 단점들을 보완하고자 생체 인식 기술(Biometrics Technology)의 필요성이 크게 중요시 되고 있는 추세이다<sup>[1]</sup>.

생체 인식 기술은 그림 1과 같이 개인의 지문, 얼굴, 손모양, 홍채, 정맥 등과 같은 사람의 신체적 특징을 이용한 방법과 서명, 음성, 키보드 입력 패턴등과 같은 사람의 행동학적 특징을 이용한 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

가장 널리 사용하고 있는 지문 혹은 홍채를 이용한 방식

a) 숭실대학교 전자공학과

School of Electronic Engineering, Soongsil University

‡ 교신저자 : 차형태(hcha@ssu.ac.kr)

※ 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

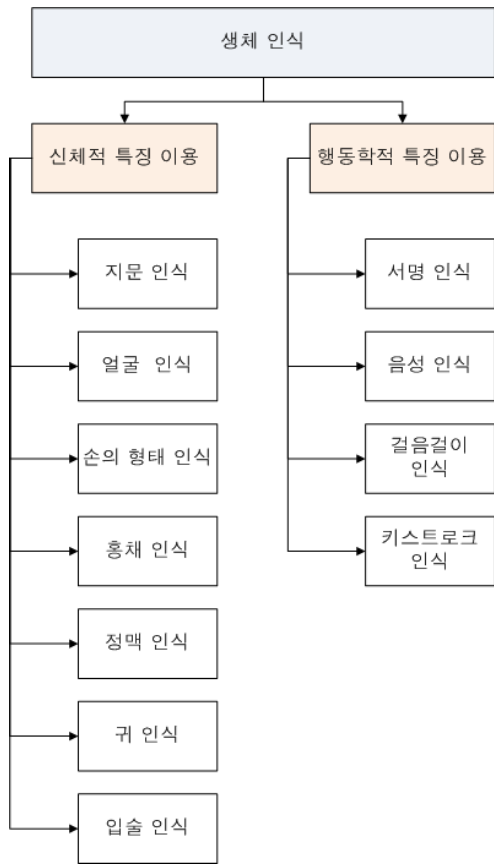


그림 1. 생체인식의 종류  
Fig 1. Biometrics type

은 개개인의 식별에는 큰 어려움이 없으나 사용자 입장에서 접촉에 의한 위생 등의 문제로 거부감이 크며, 얼굴을 이용한 생체 인식 방법은 영구성 등의 문제가 있다. 이와는 달리 귀를 이용한 생체 인식 방법은 최근에 연구되고 있는 분야로서 머리(Hair)의 모양, 귀걸이, 헤드폰(Headphone) 등에 의해 귀의 모양이 가려져 검출에 어려움이 있으나 보편성, 영구성, 수집성이 우수할 뿐만 아니라 사용자로부터 거부감이 적다는 장점이 있다.

인간의 시각 정보 처리는 모양, 색, 깊이와 움직임에 선별적으로 반응하는 채널을 가지고 있는 것으로 알려져 있다<sup>[2]</sup>. 모양 정보 처리 채널은 밝기 정보에 의존해 모양을 파악한다. 또한 모양 정보 채널은 빛의 파장과는 관계없이 색의 밝기가 어느 정도인가에 매우 민감하다. 그리고 미세한 밝

기 변화도 처리할 수 있을 정도로 해상력이 높고 처리 속도도 빠르다. 색 정보 처리 채널은 밝기 정보는 처리하지 않으며 해상도도 낮은 편이다. 이처럼 각기 독립적으로 처리된 모양 정보 처리 채널에서의 밝기 정보와 색 정보 처리 채널에서의 색상에 관한 정보가 통합돼 하나의 완성된 모습으로 지각된다. 깊이와 움직임 정보 처리 채널은 대상의 움직임과 양안의 시차를 이용하여 3차원적인 정보를 처리한다.

사람의 시각은 두개의 눈이 아닌 하나의 눈에 들어오는 정보만으로도 객체에 대한 인식이 가능하다. 즉, 색 정보 처리 채널과 모양 정보 처리 채널만으로 인식이 가능하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 사람의 시각 정보 처리 과정을 응용 즉, 카메라에 입력된 색 정보와 모양 정보를 이용하여 귀의 인식 이전에 반드시 선행되어야 할 사람의 귀에 관한 검출을 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 기존에 제안되었던 방법들을 살펴본다. 그리고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 방법과 4장에서는 제안한 방법을 실험한 실험결과 및 분석을, 마지막으로 5장에서 결론을 내린다.

## II. 기존에 제안된 귀 검출 알고리즘

얼굴, 지문, 홍채, 귀 검출 등은 감시 등의 보안 관련 분야에서 임의의 제약이 없는 자동화 시스템으로 발전하기 위한 필수적인 조건이다. 이러한 이유로 생체인식에 관한 많은 관련 연구들이 진행되어 왔으나 귀에 관한 연구는 다른 연구와는 다르게 연구가 미비하였다. 지금까지 귀에 관련된 연구를 표 1에 도시하였다<sup>[3-10]</sup>.

지금까지 연구된 귀에 관한 연구는 크게 귀의 검출과 귀의 인식으로 구분되어 진다. 귀의 인식은 개인이 가진 고유한 귀를 여러 방법들을 통해 분류하는 연구이며 얼굴 인식 등에 많이 사용되는 PCA, Neural Network 방법 외에 귀의 독특한 구조를 응용한 Force Field Transform, Adjacency Graph Matching, Genetic Local Search 방법들이 연구되어 왔다. 또한 귀의 검출은 귀 인식 이전에 귀 검출이 반

드시 선행되어야 하며 귀의 인식과는 다르게 연구가 미비하였으며 연구되어진 방법들은 고가의 3D 카메라를 필요로 하거나 수동적인 임계값 조절을 해야 하는 단점이 존재한다.

따라서 본 논문에서 제안하는 방법은 귀 인식 이전에 귀의 검출에 목표를 두었으며 기존의 검출 알고리즘의 단점을 보완하는 알고리즘에 목표를 두었다.

표 1. 다양한 귀 검출 알고리즘  
Table 1. Various ear detect algorithm

알고리즘	입력 영상	검출률
PCA (인식 알고리즘)	2D	71.6%
	입력 데이터는 귀를 전제로 함	
Force Field Transform (인식 알고리즘)	2D	n/a
	입력 데이터는 귀를 전제로 함	
Adjacency Graph Matching (인식 알고리즘)	2D	n/a
	입력 데이터는 귀를 전제로 함	
Neural Network (인식 알고리즘)	2D	93%
	입력 데이터는 귀를 전제로 함	
Genetic Local Search (인식 알고리즘)	2D	100%
	입력 데이터는 귀를 전제로 함	
Local Surface Patch (검출 알고리즘)	3D	100% (6.5s)
	입력 데이터는 측면 얼굴을 전제로 함 고가의 3D Range Finder 필요	
피부색과 에지 (검출 알고리즘)	2D	92%
	검출, 입력 데이터는 측면 얼굴과 배경을 전제로 함 수동적인 임계값 조절이 필요	

### III. 제안하는 귀 검출 알고리즘

본 논문에서 제안하는 귀 검출 알고리즘의 전체적인 구조는 그림 2와 같다. 전체 3단계로서 입력된 영상으로부터 측면 얼굴 영역 검출, 검출된 측면 얼굴 영역으로부터의 귀 영역 검출 그리고 검출된 귀 영역을 다시 판별 하는 귀 영역 검증 단계로 구성되어 있다.

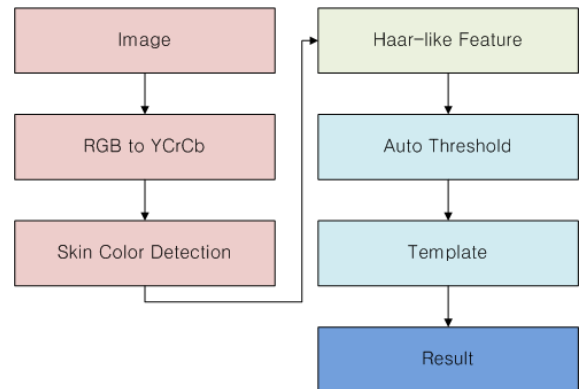


그림 2. 귀 검출 알고리즘  
Fig 2. Ear detection algorithm

#### 1. 피부색을 이용한 측면 얼굴 영역 검출

귀 검출을 위해 먼저 인간의 시각 정보 처리 중에서 색 정보 처리 채널을 응용한다. 입력되는 영상은 RGB 컬러 모델이며, 이 RGB 3가지 컬러 공간을 모두 사용하게 되면 많은 처리량뿐만 아니라 각 채널마다 피부색의 분포 또한 넓어 피부색 검출로는 적합하지 않다. 따라서 피부색 검출에 적합한 컬러 모델인 YCbCr, HSL, YIQ 등의 컬러 모델로의 변환이 제안되어 왔으며 본 논문에서는 외부 조명의 변화에 강한 YCbCr 컬러 모델을 사용하였다<sup>[11-13]</sup>.

RGB 컬러 모델에서 YCbCr 컬러 모델로의 변환은 다음 식 (1)에 의하여 이루어진다.

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\
 Cb &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \\
 Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.8131B
 \end{aligned}$$

(1)

$$\begin{aligned}
 R &= 1.00000Y + 1.40200Cr \\
 G &= 1.00000Y - 0.34414Cb - 0.71414Cr \\
 B &= 1.00000Y + 1.77200Cb
 \end{aligned}$$

식 (1)은 여러 가지 RGB to YCbCr 변환방법 중에서 ITU-R(International Telecommunication Union-Radio communication Sector)의 권고안 601-1이며 JPEG, MPEG 등의 영상압축 등에 사용되는 전형적인 방법이다. 본 논문에서

는 귀를 포함한 얼굴 후보를 제외한 나머지 잡음들을 제거하기 위해 RGB 컬러 모델을 YCbCr 컬러 모델로 변환 후 식 (3)에 제안된 피부색 범위만을 검출하여 얼굴 후보를 추출한다.

$$SkinColor(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (77 \leq C_b \leq 127) \cap (133 \leq C_r \leq 173) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$SkinColor(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (78 \leq C_b \leq 126) \cap (153 \leq C_r \leq 172) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)의 SkinColor(x,y)는 피부색으로 분할된 출력 영상을 나타내며, 피부색 범위는 Chai가 제안한 피부색 범위인 식 (2)의 범위를 기반으로 실험을 통해 피부색 범위를 재조정 한 식 (3)을 적용하였다<sup>[14]</sup>. YCbCr 컬러 모델로 변환된 영상으로부터 식 (3)에 제안된 피부색 범위를 적용하여 범위 내에 존재하면 화소의 값을 0(검은색)으로, 범위 밖이면 255(흰색)로 설정하여 피부색을 검출하였다. 그림 3의 (a)

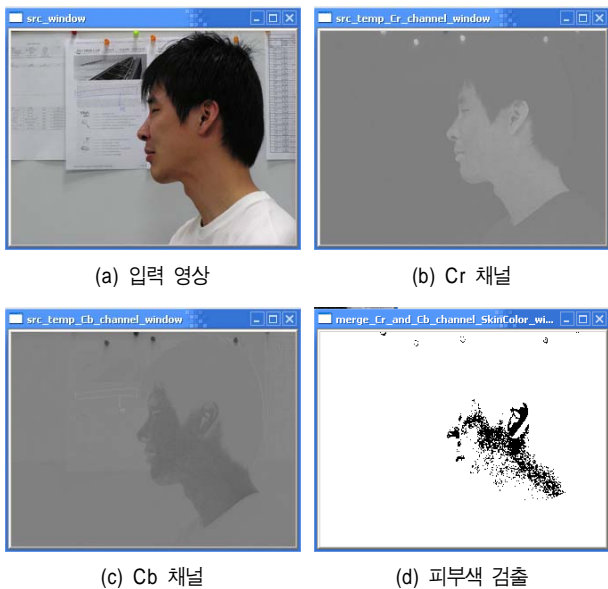


그림 3. 측면 얼굴 영역 검출 알고리즘 1  
Fig 3. Side face region detection algorithm 1: a) Original image, b) Cr channel, c) Cb channel, d) Skin Color

는 RGB 컬러 모델로 구성된 입력 영상이며, 그림 3의 (b)와 (c)는 RGB 컬러 모델로부터 YCbCr 컬러 모델로 변환된 Cr 채널과 Cb채널이다. 그리고 그림 3의 (d)는 본 논문에서 제안하는 피부색 범위인 식 (3)을 적용한 결과를 보여준다. 이렇게 피부색 범위를 적용함으로써 귀가 존재하지 않은 영역은 대부분 제거된 것을 그림 3의 (d)에서 알 수 있다. 추출된 이미지는 그림 3의 (d)와 같이 얼굴이라 생각되어 지는 하나의 영역에 작은 잡음(noise)들이 발생하는 것을 볼 수 있다. 이는 촬영하는 환경의 조명이라던가, 사람마다 다른 피부색이 존재하기 때문에 나타나게 된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 작은 잡음들을 하나의 영역으로 통합하기 위해 침식(erosion) 연산을 수행한다. 침식 연산을 사용하게 되면 랜덤(random)하게 분포된 스파크(spark) 잡음을 제거하거나 배경 확장에 따라 객체를 축소할 수 있다. 그림 4의 (a)는 그림 3의 (d)로부터 침식 연산을 수행하여 잡음을 제거한 결과를 나타내며 잡음이 제거되고 하나의 큰 덩어리로 보이는 것을 확인할 수 있다. 끝으로 그림 4의 (a)의 잡음이 제거된 영상을 입력된 영상인 그림 3의 (a)에 적용하여 귀 검출에 필요한 최종 얼굴 영역을 생성한 후 피부색을 이용한 측면 얼굴 영역 검출을 마친다.



그림 4. 측면 얼굴 영역 검출 알고리즘 2  
Fig 4. Side face region detection algorithm 2: a) Erode operation, b) Skin color detection result

## 2. Haar-like 특징(feature)을 이용한 귀 영역 검출

### 2.1 Haar-like 특징

Viola<sup>[15]</sup>가 처음 얼굴 검출에서 사용한 Haar-like 특징은 가장 간단하면서도 효율적인 인식자로 쓰인다. 이를 귀 검

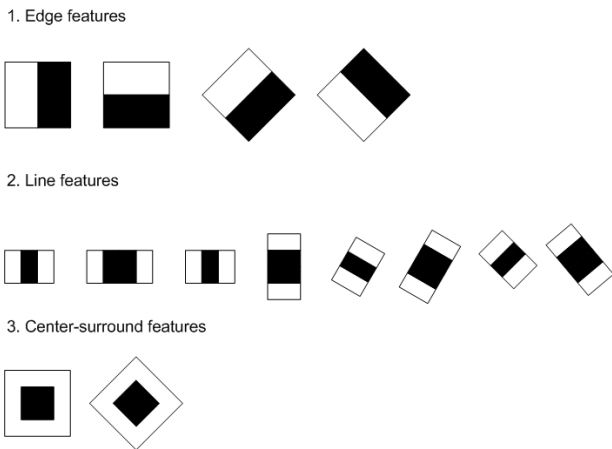


그림 5. Haar-like 특징  
Fig 5. Haar-like feature

출에 사용하면 귀를 배경으로 판단할 확률이 1%보다 작아진다. 뿐만 아니라 특징값을 구하는데 요구되는 계산량은 단순히 합연산밖에 없기 때문에 빠른 귀 검출을 요구하는 응용분야에서 사용될 수 있다.

Haar-like 특징을 통해 귀 후보 영역에 대하여 추출되는 값은 Haar-like 특징의 사각형에 포함되는 픽셀의 합과 사각형내의 검은색의 영역에 포함되는 픽셀의 값의 합의 차이 값이다.



그림 6. 귀 영역에서 Haar-like 특징의 예  
Fig 6. Example of Haar-like feature in ear region

### 2.2 Adaboost 학습 알고리즘

Boost란 데이터들로부터 결과를 도출할 경우 약한 선택 기준들을 합쳐서 정확도가 높은 선택 기준을 만들어주는 알고리즘이다. Boost의 장점은 가정에 의해서 결과가 잘못 도출될 확률을 줄여주고 판단하기 어려운 문제를 정확하게 옳고 그름으로 판단할 수 있는 확률을 높여준다는 것이다.

Adaboost 학습 알고리즘은 가장 잘 알려져 있는 Boost 알고리즘이고 단순하면서도 효율적인 장점을 가지고 있다.

Adaboost 학습 알고리즘을 사용하면 학습을 거듭할수록 귀를 잘 표현하는 특징값들을 많이 뽑아낼 수 있어 강력한 인식 알고리즘을 만들 수 있다. Adaboost 학습 알고리즘을 통해 뽑은 특징값들을 그림 7과 같이 단계별로 그룹화 한다.

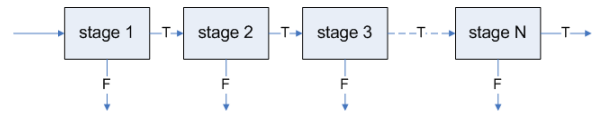


그림 7. N개의 단계를 갖는 분류기  
Fig 7. Cascade of classifier with N stages

그룹화를 통하여 더 강력한 인식 알고리즘을 구현 할 수 있다. 첫 단계에서는 적은 수의 특징값들을 가지고 일정한 수준의 판별 능력을 가진 특징값들을 그룹화하고 다음 단계에서는 첫 단계에서보다 더 많은 수의 특징값들을 가지고 전 단계와 비슷한 판별력을 가지는 그룹을 만든다.

본 논문에서는 Haar-like 특징(feature)과 그림 7의 Adaboost 학습 알고리즘을 이용하여 오른쪽 측면에서 촬영된 380개의 귀에 대한 학습을 수행하였으며 학습된 데이터를 이용하여 얼굴 측면 영상으로부터 귀를 검출한다. 학습의 단계는 24단계를 사용하였으며, 귀 검출 결과를 그림 8에 도시한다. 검출된 영역은 빨간 사각형으로 구분하였으며, 사각형 내에 귀가 존재함을 그림 8을 통해 알 수 있다.

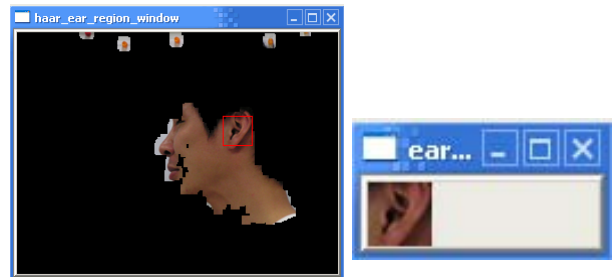


그림 8. 귀 영역 검출 결과  
Fig 8. Ear detection result

### 3. 평균 귀를 이용한 귀 검증

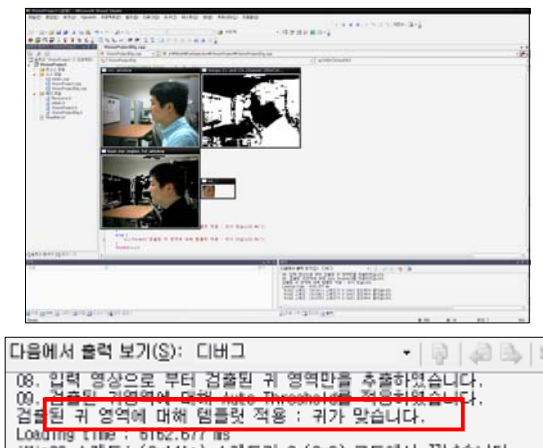
그림 8로부터 귀 후보 영역이 결정되면 귀 판별을 위해

우선 귀 후보 영역을 이진(binary) 영상으로 변환한다. 이진 영상으로 변환하기 위해선 적절한 임계값이 필요하게 되는데, 고정된 임계값의 사용은 조명등의 환경 등에 의하여 이진 영상이 매우 달라진다. 따라서 본 논문에서는 주어진 영상의 밝기 정보를 분석하여 픽셀의 최대값과 최소값의 평균을 이용한 임계값을 가변적으로 적용하는 알고리즘을 적용하였으며 그 결과는 그림 9와 같다.

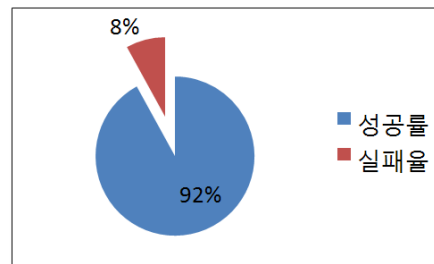


그림 9. 귀 영역 및 이진화  
Fig 9. Ear region and Binary image: a) Ear region image , b) Binary image

이진화 된 귀 영역에 대해 귀라는 검증을 위해 미리 만들어진 귀에 대한 템플릿과 비교를 해보아야 한다. 템플릿은 다수의 측면 얼굴로부터 귀 영역을 잘라낸 후 평균을 구하여 평균 귀를 구성한다. 그리고 검출된 귀와 평균 귀를 매칭하여 유사도를 계산하고, 계산된 유사도에 따라 귀를 검증한다.



(a) 실험 결과 영상



(b) 실험 결과

그림 10. 실험 결과  
Fig 10. Simulation Result: a) Image of simulation result, b) Chart of simulation result

#### IV. 실험 및 결과분석

본 논문에서는 근거리에서 촬영된 얼굴 측면 영상에 대해 제안한 귀 검출 알고리즘을 적용하여, 알고리즘의 성능을 평가하였다. 입력 영상은 20대 연령층의 남성과 여성으로 구성되어 있으며 안경과 귀걸이 등의 부가요소는 실험에서 제외하였다. 근거리 촬영을 전제로 하여 실험을 하였으므로, 입력된 영상은 영상 내에 측면 얼굴이 존재한다. 또한 실험에 사용된 데이터의 수는 155명으로부터 촬영된 영상을 대상으로 실험하였다. 촬영은 일반 CCD 방식의 카메라(320x240)를 이용하였으며, 실험은 MS Windows XP 환경, Intel 3.0GHz CPU의 PC에서 Visual Studio 2005, OpenCV Library 1.0을 이용하여 구현하였다.

본 논문에서 제안한 귀 검출 알고리즘의 실험 결과를 그림 10에 도시하였다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 실험 결과 92%의 귀에 대한 검출률을 보이며 평균 0.38초의 검출속도를 보여 실시간이 가능함을 알 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제시한 알고리즘의 우수함을 실험을 통해 알 수 있었다.

8%의 실패는 실내 영상이 아닌 실외 영상일 경우, 그리고 입력 영상의 포커싱 문제이거나 피부색과 유사한 객체들로 인한 오인식과 기울어진 귀, 피부색과 유사한 염색과



머리의 모양이 귀와 비슷한 경우에 발생하였다.

### V. 결 론

본 논문에서는 쉽게 구현할 수 있고 실시간이 가능한 귀 검출을 위한 알고리즘 개발을 목표로 하며, 기존에 제안된 방법들에 비해 성능이 우수함을 실험을 통해 입증하였다. 제안된 방법은 얼굴 영역을 검출하기 위해 입력된 영상으

로부터 피부색 정보 및 침식 연산을 이용하여 얼굴 후보군을 추출하고 학습 객체와 배경을 Haar-like 특징을 이용하여 귀 영역을 얼굴 후보로부터 분리하였다. 마지막으로 추출된 귀 영역이 귀인지 아닌지를 판단하기 위하여 검출된 귀 영역 영상을 이진화 후 귀에 대한 표준 템플릿을 이용하여 검출된 귀 영역을 검증하였다.

본 논문에서 제시한 방법은 92%의 우수한 검출률을 보였다. 실패한 8%는 피부색과 유사한 객체들로 인한 오인식과 귀가 기울어지거나 염색과 머리모양이 귀와 비슷한 경

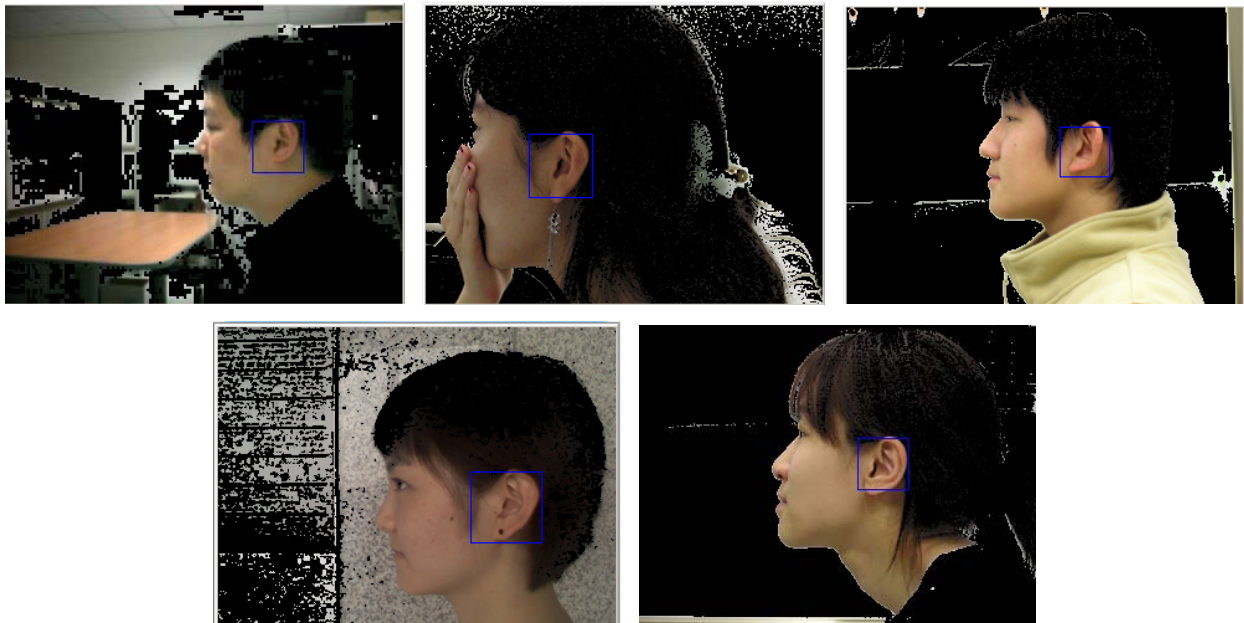


그림 12. 귀 검출 성공의 예  
Fig 12. Example of ear detection success



그림 12. 귀 검출 실패의 예  
Fig 12. Example of ear detection fail

우 귀를 검출하지 못한 이유에 있다. 따라서 다양한 귀 모델의 확장 및 알고리즘 개선을 한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 향후에는 90° 측면에서의 귀 검출이 아닌 다른 각도에서도 촬영된 영상에서의 귀 검출에 관한 연구를 수행 및 귀 위치에 따른 소리의 이동에 관한 연구를 할 계획이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 반성범, 정용화, 정교일, 김재희, "생체인식 기술동향", 전자공학회논문지, Vol. 29, No. 5, pp. 529-537, 2002.
- [2] "위대한 예술가는 타고난 신경생리학자" [http://www.lgscience.co.kr/inform/sciencenews/view.asp?id=123&page\\_num=9](http://www.lgscience.co.kr/inform/sciencenews/view.asp?id=123&page_num=9)
- [3] K. H. Pun, Y. S. Moon, "Recent Advances in Ear Biometrics", IEEE Conference Proceeding on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 164-169, 2004.
- [4] K. Chang, K. Bowyer, S. Sarkar and B. Victor, "Comparison and combination of ear and face images in appearance-based biometrics," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 25, No. 9, pp. 1160-1165, 2003.
- [5] A. Iannarelli, "Ear Identification, Forensic Identification Series," Paramont Publishing Company, 1989.
- [6] Hurley, D. J. "Force Field Feature Extraction for Ear Biometrics," PhD thesis, Electronics and Computer Science, University of Southampton, 2001.
- [7] M. Burge and W. Burger, "Ear Biometrics for Computer Vision," 15th International Conference on Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 2822-2825, 2000.
- [8] H. Chen and B. Bhanu, "Human Ear Detection from Side Face Range Images," Proc. Int'l Conf. Pattern Recognition, Vol. 3, pp. 136-139, 2004.
- [9] A. Jain, "BIOMETRICS: Personal Identification in Network Society," Kluwer Academic, 1999.
- [10] 김영백, 이상용, "생체인식을 위한 귀 영역 검출", 한국퍼지및지능시스템학회논문지, Vol. 15, No. 7, pp. 813-816, 2005.
- [11] 한상일, 차형태, "크로스토크 제거를 위한 얼굴 방위각 검출 기법", 한국퍼지및지능시스템학회논문지, Vol. 17, No. 1, pp. 58-65, 2007.
- [12] M. Yang, D. J. Kriegman, N. Ahuja, "Detecting faces in Images: A Survey", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, pp. 34-58, VOL. 24, No. 1, January 2002.
- [13] 김수현, 한영준, 차형태, 한현수, "다양한 조명 환경에 강인한 실시간 얼굴확인 기법", 한국퍼지및지능시스템학회논문지, Vol. 14, No. 7, pp. 821-829, 2004.
- [14] Phung, S.L., Bouzerdoum A., Chai, D., "Skin Segmentation Using Color Pixel Classification: Analysis and Comparison", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 27, No. 1, pp. 148-154, 2005.
- [15] P. Viola and M.J. Jones, "Robust real-time object detection", Rechnical Report Series, Compaq Cambridge research Laboratory, CTL 2001.

### 저 자 소 개



#### 한 상 일

- 2003년 : 한림대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
- 2007년 : 송실대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2007년 ~ 현재 : 송실대학교 전자공학과 박사과정
- 주관심분야 : 오디오/비디오 신호처리, HCI



#### 차 형 태

- 1993년 : The University of Pittsburgh (공학박사)
- 1993년~1996년 : 삼성전자 신호처리 연구소 선임연구원
- 1996년~현재 : 송실대학교 정보통신전자공학부 부교수
- 2001년~현재 : 신호 및 시스템학회 이사
- 2001년~현재 : 한국 방송공학회지 편집위원장, 편집위원
- 주관심분야 : Multimedia Systems and Applications Audio and Video Signal Processing, Communication System, ASIC Implementation of Digital System