

# 얼굴 인식을 위한 효과적인 눈 위치 추출

정 조 남<sup>†</sup> · 이 필 규<sup>††</sup>

## 요 약

생체(biometric) 정보를 이용한 사용자 인증 기술에 대한 관심이 고조되고 있으며, 이 중에서 얼굴인식은 비접촉이라는 장점 때문에 최근 생체인식 분야에서 연구가 활발한 분야 중에 하나이다. 본 논문에서는 얼굴인식의 선행작업인 얼굴검출단계에서 효과적으로 눈 위치를 추출하는 방법을 제안한다. 눈 위치 추출을 위하여 영상에 대한 이진화를 반복적 임계치 설정 방법을 통하여 수행하며, 눈의 특성 강화를 위한 가우시안 필터를 사용하여 눈의 위치를 추출하고, 상관관계를 이용하여 추출된 눈의 위치에 대한 검증 단계를 거친다. 논문에서 제안한 눈 위치 추출은 정확도뿐만 아니라, 온라인 시스템에 적용 가능하도록 고려하였고, 온라인 시스템에 적용한 결과 만족할 만한 성능을 보였다.

## An Effective Eye Location for Face Recognition

Jo Nam Jung<sup>†</sup> · Phill Kyu Rhee<sup>††</sup>

### ABSTRACT

Many researchers have been interested in user authentication using biometric information, and face recognition is a lively field of study of ones in the latest biometric recognition field because of advantage that it can recognize who he/she is without touching machinery. This paper proposes method to extract eye location effectively at face detection step that is precedence work of face recognition. The iterative threshold selection was adopted to get a proper binary image and also the Gaussian filter was used to intensify the properties of eyes to extract an eye location. The correlation was adopted to verify if the eye location is correct or not. Extraction of an eye location that propose in paper as well as accuracy, considered so that may can apply to online system, and showed satisfactory performance as result that apply to on line system.

키워드 : 반복적 임계치 설정(Iterative Threshold Selection), 가우시안 필터(Gaussian filter), 상관관계(Correlation)

### 1. 서 론

이미지 해석 및 이해의 가장 성공적인 응용들 중의 하나인 얼굴인식은 최근에, 특히 지난 수년 동안 상당한 관심을 받아왔다. 이것은 AFGR[1]과 AVBPA[2]와 같은 얼굴인식 컨퍼런스들의 등장과, FERET[3] 및 프로토콜들을 포함하는 얼굴인식 기법들의 체계적인 실험적 평가들의 등장으로 명백해졌다. 이러한 경향에는 적어도 두 가지의 이유가 존재한다. 첫 번째 이유는 넓은 범위의 상업적 및 사법적 응용들이고, 두 번째 이유는 30여 년 동안의 연구에 의한 실행할 수 있는 기술들의 이용가능성이다. 비록 생체(biometric) 개인 식별(identification)을 위하여 지문과 망막, 홍채스캔같은 방법들이 존재하더라도 이들은 대상자/사용자/채집자(participants)들의 협조에 의존해야만 수집될 수 있다. 이와 반면에 얼굴의 정면 또는 측면 이미지들의 분석에 기초하는 개인 식별 시스템(personal identification system)은 대상자들의 협조나 지식이 없이도 개인식별이 가능한 비접촉식의 인식 방법이

된다.

얼굴인식방법에서 가장 중요한 것은 얼굴의 어떤 정보를 추출하여 사용하느냐에 따라 구분되며, 주로 얼굴의 대칭성이나 모양에서부터, 머리, 눈의 색상정보, 얼굴의 움직임 정보등을 사용한다. 이러한 특징을 추출하기 위해서는 여러 가지 방법들이 사용되고 있다. 얼굴인식의 성능을 좌우하는 요소들이 <표 1>에서 보여주고 있다. 이러한 요소들을 극복하기 위하여 현재까지 많은 연구가 행해지고 있고, 이러한 요소들 때문에 응용분야에 따라 방법에 많은 차이가 난다. 본 논문에서는 정확한 눈 위치 추출을 하는데 있어 정면 얼굴을 기준으로 하며, 약간의 표정변화, 좌우10°도 이하의 기울어짐 등에 적응적으로 사용될 수 있도록 구성하였다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 얼굴인식을 효과적으로 수행하기 위하여 얼굴의 구성요소 추출을 정확히 수행하는 것을 목표로 하며, 얼굴의 구성요소는 양눈의 위치로 한정한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 얼굴인식에 대한 기존연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 눈의 위치 검출에 사용된 영상처리 기법과 눈의 위치가 검출되는 과정 및 검증 단계를 설명한다. 4장에서는 실험결과를, 마지막으로 5장에서 결론을 내린다.

<sup>†</sup> 정 회 원 : 인하대학교 컴퓨터·정보공학과 박사과정

<sup>††</sup> 종 신 회 원 : 인하대학교 컴퓨터·정보공학과 교수

논문접수 : 2004년 12월 31일, 심사완료 : 2005년 4월 1일

<표 1> 얼굴인식 성능을 좌우하는 요소들

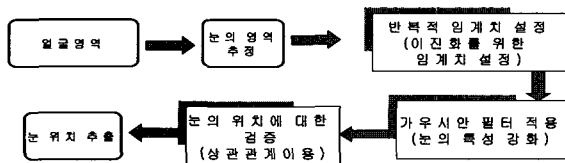
문 제 점	내 용
이미지의 질	○입력 이미지의 질은 인식률에 많은 영향을 줌.
배 경	○복잡한 배경에서의 얼굴영역 탐색은 매우 어려움. ○동영상에서는 움직임 정보를 분석하여 열영역을 탐색할 수 있으나, 이것은 이미지의을 저하시키는 원인이 됨.
조명 상태	○조명의 변화는 이미지의 구조를 변화시키므로, 얼굴특징을 추적하는데 많은 영향을 줌.
얼굴회전 크기 변화	○카메라와 얼굴간의 거리, 머리의 위치는 항상 변할 수 있으므로, 이것을 제어하는 방법이 인식률을 좌우함.
얼굴 표정	○표정의 변화는 이미지 패턴 왜곡과 관련되므로, 인식률에 영향을 줌.
외양 변화 부분적 결침	○외양 변화는 헤어스타일, 안경, 선글라스, 화장, 성형수술등이 있으며, 이것은 얼굴에 대한 사전정보 없이는 해결하기 어려움.

2. 관련 연구

얼굴인식에 관련된 연구는 여러 분야별로 다양하게 진행되어 왔다. 얼굴 인식을 위한 접근 방법은 얼굴의 기하학적 특징에 기초한 방법부터 템플릿 매칭(template matching)[4, 5], 주성분 분석(PCA; principle component analysis)[6], 신경망(neural network)[7, 8], 독립요소분석(ICA;Independent Component Analysis) [9]등 다양한 연구가 진행되어 왔다. Valentin은 주성분 분석을 사용하는 것이 좋을 수 있다고 주장하고 있다[10]. 템플릿 매칭 방법은 Brunelli와 Poggio에 의해 제안되었다[4]. Samaria와 Young는 HMM을 사용하여 ORL (The Olivetti Research laboratory) 데이터베이스 이미지를 분류하였으며, 이중 가장 훌륭한 모델은 13%의 에러율을 보였다[11]. Samaria는 그의 학위논문에서 의사 2차원 HMM을 제안하였다[12].

3. 눈 위치 추출

얼굴인식을 위한 선행 작업으로서 눈이나 코와 같은 얼굴의 특징점의 위치가 추출되어야 하고 추출된 위치에서 영상 정보를 획득하여 이를 얼굴인식에 사용하여야 한다. 실제 얼굴인식에서 효과가 있는 특징점을 찾기 위하여 눈, 코, 입 등을 특징점으로 사용하여 실험을 수행하였으며, 본 논문에서는 얼굴의 특징점 중 눈의 위치에서 얻어진 정보만을 이용하여 인식에 사용하였고, 눈의 위치를 추출하기 위해서는 추출하고자 하는 눈의 위치가 있는 눈의 영역을 먼저 검출되어야 하기 때문에 눈 영역이 검출되었다는 조건 하에 수



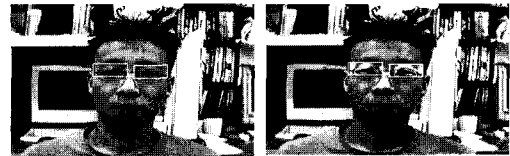
(그림 1) 눈 위치 추출 단계

행되었다. 본 논문에서의 눈의 위치는 눈동자의 중심 위치를 의미하고 눈의 영역은 눈동자를 포함하는 영역이다. 제안하는 눈 위치 추출 알고리즘은 (그림 1)과 같다.

3.1 반복적 임계치 설정에 의한 이진화

눈 위치를 추출하기 위해서 전처리와 정규화 과정이 필요하다. 이러한 과정을 거치면 이미지 처리시에 큰 영향을 끼칠 수 있는 이미지의 잡음, 밝기, 사이즈, 위치 등의 영향을 감소시켜 주게 된다. 히스토그램은 영상에서 명암값의 도수를 표현한다. 어떤 영상의 히스토그램이 한 부분으로 편중되면 이미지의 특징이 뚜렷하게 나타나지 않아서 영상의 변별력이 떨어진다. 따라서 영상처리에 적당하도록 히스토그램의 분포를 균일하게 조정할 필요가 있는데, 이것을 히스토그램 균일화라 한다. 이 방법은 이미지의 밝기의 대조(contrast)를 향상시킬 뿐만 아니라 이미지를 정규화하는 효과를 가진다. 히스토그램 균일화는 그 연산이 수행되는 영역의 크기에 따라 결과가 달라진다. (그림 2)는 눈 영역에 대해 히스토그램 균일화를 적용한 결과를 보여 준다[13].

정확한 눈의 위치를 추출하기 위하여 256단계의 그레이 영상 이미지를 사용하는 것보다는 히스토그램 균일화를 거치고 난 후, 에지 에너지나 벨리 에너지 등을 이용한 이진화된 영상 이미지를 사용하는 것이 유리하다.



(그림 2) 히스토그램 균일화 예제

이진화된 이미지를 사용하는 경우의 장점은 첫째, 이진화된 이미지를 사용하므로 속도의 향상에 매우 도움이 된다. 둘째, 얼굴에 대한 조명의 변화가 이진화된 영상에 의하여 어느 정도 제거될 수 있다는 점이다. 따라서 눈의 위치 추출의 정확도를 높일 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이진화 영상은 임계치에 의존하고 그 임계치는 조명의 영향을 받는다. 그러므로 고정된 이진화 임계치를 사용하는 경우는 항상 동일한 환경에서 실행되지 않기 때문에 환경에 따라 좋지 않은 결과가 나타나곤 한다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 반복적 임계치 설정(Iterative Threshold Selection)에 의한 이진화 방법을 사용하여 비교적 눈의 위치를 추출하는데 적당한 이진화 영상을 얻을 수 있었다[14]. 반복적 임계치 설정의 알고리즘은 다음과 같다.

(그림 3)에서 (a)는 원영상을 나타내고, (b)는 반복적 임계치 설정에 의한 이진화 영상, (c)는 최적임계치(Optimal threshold)에 의한 이진화 영상, (d)는 전역임계치(Global threshold)에 의한 이진화 영상이다[15]. (그림 3)에서 보듯이, 눈 영역으로 추정된 곳에 반복적 임계치 설정에 의한 이진화를 수행하게 되면 국소 영역에서 훨씬 더 좋은 효과를 얻을 수 있게 된다.

[Iterative Threshold Selection]

- (1) 모든 픽셀값의 평균을 초기의 임계치로 정하고 그 값보다 작으면 배경 오브젝트로 크면 물체 오브젝트로 정한다.
- (2) 배경 오브젝트와 물체 오브젝트 각각의 평균의 평균을 구하여 그 값을 새 임계치값으로 정함.
- (3) 초기 임계치와 새 임계치 비교.
- (4) 같으면 그 값이 최종적인 임계치가 되어 그 값보다 작으면 0, 크면 255로 바꿈.
- (5) 같지 않으면 2번째 부터 다시 비교 시작.



(그림 3) 이진화 영상 예제

3.2 가우시안 필터를 사용한 눈의 특성 강화

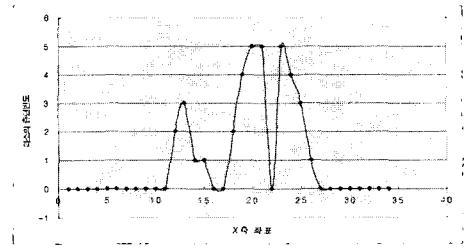
반복적 임계치 설정 방법에 의한 이진화 수행은 다른 임계치 설정 방법 보다 더 좋은 결과의 이진화 이미지를 획득할 수 있었다. 그러나 이렇게 획득된 이미지에서도 조명등의 영향으로 눈의 위치를 정확히 추출하는 데 있어서는 여전히 문제점이 발생 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 반복적 임계치 설정 방법에 의하여 이진화가 수행된 이미지에 가우시안 필터를 적용하여 눈의 특성을 강화하여 눈의 위치를 추출하는 방법을 제안한다. (그림 4)는 이진화 수행 예를 보여주고 있다. (a)는 원 영상에서 눈 영역을 보여주고 있고, (b)는 눈 영역에 대하여 반복적 임계치 설정 방법에 의하여 이진화를 수행한 이미지를 나타내고 있다.



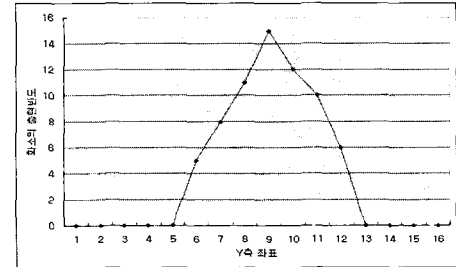
(그림 4) 이진화 수행 예제

이렇게 이진화가 수행된 이미지를 각각 X, Y축 방향으로 투영(projection) 시킨다. (그림 5)는 (그림 4)(b)의 이미지를 X, Y축 방향으로 투영할 때 픽셀의 출현빈도를 그래프로 나타낸 것이다

(그림 5)와 같이 반복적 임계치 설정 방법에 의하여 이진화를 수행하면 눈의 위치라고 추정되는 위치에서 픽셀의 출현빈도가 높다. 그러나 눈의 위치라고 추정되는 위치가 주위의 다른 부분보다 현저하게 구별이 되는 것은 아니다.



(a) 이진화 영상에 대한 X축 투영



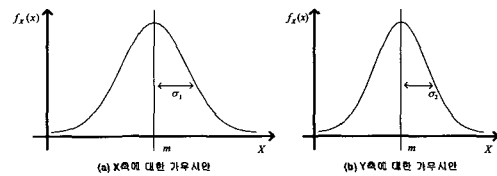
(b) 이진화 영상에 대한 Y축 투영

(그림 5) 이진화 영상에 대한 X, Y축 투영

그러므로 이러한 눈의 위치의 특성을 강화하기 위하여 (그림 6)과 같은 가우시안 필터를 적용한다. 적용되어지는 가우시안 필터는 식 (1)과 같으며, X축이 Y축보다 더 길기 때문에 X축에 적용하는 가우시안 필터의  $\sigma_1$ 는 4.5, Y축에서는  $\sigma_2$ 는 3이다.

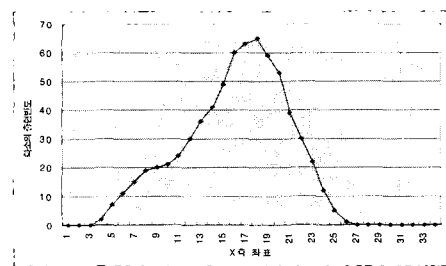
$$f_X(x) = \frac{\exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\pi}\sigma} \quad (1)$$

여기서,  $m$ 은 평균,  $\sigma$ 는 표준편차를 나타낸다.

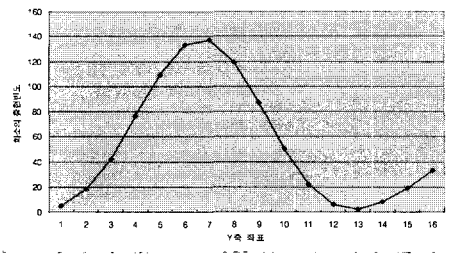


(그림 6) 가우시안 정규 분포

앞에서 언급하였듯이 가우시안 필터를 적용하면 눈의 특성이 강화되는데, 이는 (그림 5)에서 볼수 있듯이 픽셀의 출



(a) X축에 대한 가우시안 필터 적용

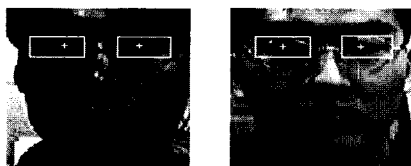


(b) Y축에 대한 가우시안 필터 적용  
(그림 7) 가우시안 필터의 적용

현빈도 그래프가 조명등의 영향으로 불연속을 이루는 구간이 발생한다. 이러한 단점을 막아 픽셀의 출현빈도 그래프를 가우시안 정규 분포를 따르도록 한다. 이러한 과정을 거친 후, 각 X, Y축에서 최대값을 눈의 위치의 좌표라고 결정한다. (그림 7)은 (그림 5)의 그래프에 가우시안 필터를 적용한 후의 그래프이고, (그림 8)은 이러한 방법을 통해 눈의 위치를 추출한 예제 이미지이다.

3.3 상관 관계를 이용한 눈 위치의 검증

두 확률변수 사이의 관련성을 자료를 이용하여 연구하는 통계적 분석 방법을 상관분석(correlation analysis)이라고 한다. 즉 상관분석은 두 변수의 밀접한 정도인 상관 관계를 분석하는 통계적 기법이라고 볼 수 있다. 일반적으로 두 변수 또는 그 이상의 변수 관계를 분석하는데 필요한 통계적인 분석 방법 중에는 상관분석 이 외에도 회귀분석이 있으나, 회귀분석은 한 변수를 기초로 하여 다른 변수를 예측하는 데 그 목적을 둔다는 점에서 상관분석과는 차이가 있다. 또한, 회귀분석에서 독립변수는 조절되는 변수로서 확률변수가 아니다.



(그림 8) 눈의 위치 추출 예제

그러나 상관분석에서는 두 변수가 모두 확률변수이며, 이러한 두 확률변수의 직선적인 관련성에 대해 상관계수를 통하여 연구된다[16]. 상관계수가 음수이면 음의 상관관계, 양수이면 양의 상관관계를 갖고 있다고 한다. 또한 상관계수가 0 이면 상관관계가 없다고 한다. 상관계수의 범위는 -1~+1사이에 있다. 상관계수의 부호는 상관관계의 방향을, 상관계수의 절대치는 관계의 정도(크기)를 나타낸다. 상관계수 해석의 일반적인 지침은 다음과 같다.

[Correlation 관계]	
< 0.2	관계가 거의 없는 경우
0.2~0.4	낮은 상관관계
0.4~0.7	비교적 높은 상관관계
0.7~0.9	높은 상관관계
> 0.9	매우 높은 상관관계

Correlation을 식으로 표현하면 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 Var(X) &= \Sigma (X_i - \bar{X})^2, Var(Y) = \Sigma (Y_i - \bar{Y})^2 \\
 Cov(X, Y) &= \Sigma (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \\
 r &= \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}} = \frac{\Sigma (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\Sigma (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2)
 \end{aligned}$$

Var(X) : 변수 X에 대한 표준편차

Var(Y) : 변수 Y에 대한 표준편차

Cov(X, Y) : X, Y의 공분산

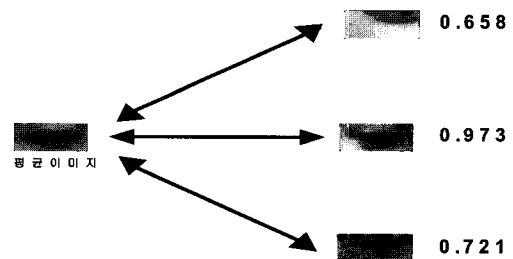
r : 상관계수

두 데이터간의 유사도 정도는 correlation 값(cross correlation)으로써 판별할 수 있는데 이때 비교할 참조 이미지(reference image)가 필요하다. 참조 이미지는 총 400개의 영상으로부터 획득한 눈 이미지의 평균 이미지로서 정하고, 평균 이미지와 눈의 위치가 추정되고 난 후에 그 눈 위치를 중심으로 눈의 영역을 재설정된 영역과 비교하여, 그 유사도가 가장 높은(1에 가까운) 영상을 눈 영역에 가까운 것으로 예측할 수 있다.

왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 영역에 대한 유사도 측정시 정확성을 위하여 양쪽 눈에 해당하는 평균이미지를 각각 만들어서 사용하였다. 이를 도식화하면 (그림 9)와 같다. 일반적으로 눈 영역의 데이터보다 눈이 아닌 영역의 모집단이 더 큰 범위를 가지고 있으므로 눈이 아닌 영역의 유사도 분포를 기준으로 임계치를 결정하는 방법을 이용하였다. 눈 영역 데이터 X의 평균을  $M_X$ 이라 하고, 눈이 아닌 영역의 데이터  $\bar{X}$ 의 평균을  $M_{\bar{X}}$ 라 하면, 임계치  $\theta$ 는 식 (3)에 의해 결정된다.

$$\begin{aligned}
 \theta &= M_{\bar{X}} + \alpha(M_X - M_{\bar{X}}) \\
 &= (1 - \alpha)M_{\bar{X}} + \alpha M_X \quad (3)
 \end{aligned}$$

$0 \leq \alpha \leq 1$ 는 수집된 눈 영역과 눈이 아닌 영역의 데이터의 유사도 분포로부터 실험을 통하여 결정한다.



(그림 9) 평균이미지와 눈 후보 영역의 상관관계

4. 실험 결과

4.1 눈 위치 추출

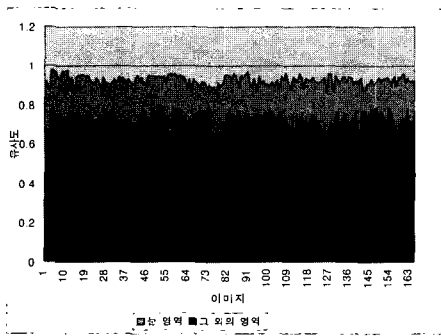
(그림 10)은 눈 영역과 눈이 아닌 영역 데이터 각각 165개

에 대해 상관관계를 측정한 결과이다. 대략 0.8의 임계값을 기준으로 하여 눈 영역과 눈이 아닌 영역으로 구분됨을 알 수 있다. <표 2>는 실험 데이터의 유사도 분포와 실험을 통하여 결정된 임계값을 나타내며, 식 (3)의 방법을 사용하였다.

제안된 눈의 위치 추출을 위한 알고리즘의 성능 평가를 위하여 사용한 실험 데이터는 39명으로부터 녹화된 754개의 이미지이다. 전체 이미지 중 안경을 착용한 이미지 523개도 포함되어 있다.

<표 2> 실험데이터의 유사도 분포

구분	눈 영역 데이터	눈이 아닌 영역 데이터
평균	0.9267	0.7205
표준편차	0.0259	0.0481
임계값( $\theta$ )	0.8689 ( $\alpha = 0.72$ )	



(그림 10) 유사도 분포

<표 3>은 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 대해서 각각 성공률, 실패률을 나타내고 이는 식 (14), (15), (16), (17)에 의해 계산된다. 그리고 눈 위치 추출시 실패는 정확한 눈의 위치보다 3 픽셀 이상 차이를 보일 경우 실패라고 하였다. 즉, 3 픽셀 이내의 정확도를 기준으로 하였다.

눈 위치 추출은 얼굴인식 수행시 얼굴인식 결과에 많은 영향을 미친다. 양쪽 눈의 위치 모두 정확히 추출되어야지 정확한 얼굴인식의 결과를 기대할 수 있다.

$$(\text{성공수}) = (\text{전체 이미지수}) - (\text{실패수}) \quad (14)$$

$$(\text{실패수}) = (\text{전체 이미지수}) - (\text{성공수}) \quad (15)$$

$$(\text{성공률}) = \frac{(\text{성공수})}{(\text{전체 이미지수})} \quad (16)$$

$$(\text{실패률}) = \frac{(\text{실패수})}{(\text{전체 이미지수})} \quad (17)$$

<표 3> 눈 위치 추출 실험 결과

대상	이미지수		성공		실패		성공률		실패률	
	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우
전체	754	754	727	734	27	20	96.42%	97.35%	3.58%	2.65%
안경(No)	231	231	224	228	7	3	97.01%	98.75%	2.99%	1.25%
안경	523	523	503	506	20	17	96.18%	96.75%	3.82%	3.25%

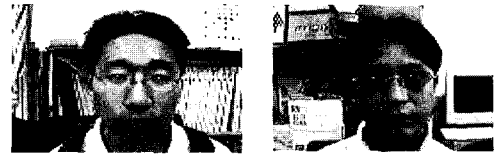
<표 4>는 한 이미지에서 양쪽 눈의 위치를 모두 추출하였을 때의 결과를 나타낸 것이고, 한 이미지에서 양쪽 눈의 위치 추출에 대한 성공률은 왼쪽 눈과 오른쪽 눈 각각에 대한 경우보다는 낮은 결과를 보이고 있다.

<표 4> 양눈의 위치 추출 실험 결과

대상	이미지수	성공	실패	성공률	실패률
전체	754	707	47	93.77%	6.23%
안경(No)	231	221	10	95.67%	4.33%
안경	523	486	37	92.93%	7.07%



(a) 눈 위치 추출에 성공한 예제



(b) 눈 위치 추출에 실패한 예제  
(그림 11) 눈 위치 추출 예제

기존 연구중에서 R. Pinto-Elias의 실험 결과는 대상 이미지 240개중 왼쪽 눈에 대한 눈 위치 추출 성공률은 93%, 오른쪽 눈에 대한 성공률은 96%의 성공률을 나타내고 있다 [17]. 그리고 시스템 공학 연구소의 실험 결과는 대상 이미지 80개중 71개가 눈 위치 추출에 성공하여 89%의 성공률을 나타냈다. 이중 안경을 착용한 사람의 이미지는 약 25% 정도이다. (그림 11)은 제안된 눈 위치 추출 알고리즘에 의해 눈의 위치가 추출된 예제이다. 단, 안경테나 안경알이 빛에 의하여 심한 반사가 일어났을때, 안경테가 눈의 위치와 중복이 되었을때, 머리카락이 눈의 영역에 심하게 들어왔을 때는 눈 위치 추출이 정확히 추출되지 않아 실험에서 제외하였다.

### 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 얼굴 인식을 수행하기 위하여 얼굴의 구성 요소 중에서 얼굴을 표현하는 가장 중요한 요소에 해당되는 눈 위치를 정확히 추출/검증하는 것을 목표로 수행되었다. 시스템은 온라인 환경에 적합하도록 정확도뿐만 아니라 속도에도 중점을 두어 구성되었다. 본 논문에서 제안한 눈 위치 추출 방법은 반복적 임계치 설정에 의한 이진화와 눈의 특성을 강화하기 위해 가우시안필터를 사용하여 754개의 얼굴이 담긴 320x240 해상도의 흑백 이미지에서 93.77%의 검출 성공률과 6.23%의 실패률을 보였으며, Pentium IV 2.4GHz CPU가 장착된 시스템에서 수행시간 0.07초의 빠른 속도를 보였다.

논문에서는 추출된 눈의 위치를 검증하기 위해서는 상관관계를 이용하였다. 본 시스템의 성능향상을 위해 향후 연구되

어야 할 사항은, 인식 시스템은 특성상 100%에 가까운 높은 신뢰도가 요구되기 때문에 최근 컴퓨터 비전 분야에서 각광 받고 있는 PCA이나 FLD와 같은 인식을 위한 분류기에 대한 보다 깊은 연구와 얼굴을 기준으로 시점(viewpoint), 기울어짐(rotation), 회전(tilt), 조명(illumination), 표정(expression) 등과 같은 다양한 형태의 얼굴에 무관한 인식에 대한 연구가 필요하다.

**참 고 문 헌**

[1] Proceeding of the International Conferences on Automatic Face and Gesture Recognition. 1995-1998

[2] Proceedings of the International Conferences on Audio and Video-Based Person Authentication. 1997. 1999.

[3] P.J. Phillips. II. Moon . S. Rizvi. and P. Ranss. " The FERET Testing Protocol." in Face Recognition : From Theory to Applications(II. Weehsler. P. J. Phillips. V. Bruce. F.F. Soulie and T.S. Iluang. eds.). Berlin: Springer-Verlag. pp. 244-261. 1998.

[4] M. Gharavi-Alkhansari, "A fast globally optimal algorithm for template matching using low-resolution pruning," Image Processing, IEEE Transactions on, Vol. 10, pp. 526-533, 2001.

[5] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, pp. 1042-1052, 1993.

[6] Tsuhan Chen, Yufeng Jessie Hsu, Xiaoming Liu, Wende Zhang, "Principle component analysis and its variants for biometrics," Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on, Vol. 1, pp. 22-25, 2002.

[7] M. Atsumi, "Saliency-based Scene Recognition based on Growing Competitive Neural Network," SMC 2003 Conference Proceedings, 2003 IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, pp. 2863-2870, 2003.

[8] J. Haddadnia, K. Faez, P. Moallem, "Neural network based face recognition with moment invariants," Image Processing, International Conference on , Vol. 1 , pp. 1018 -1021, 2001.

[9] M. S. Bartlett and T. J. Sejnowski, "Viewpoint Invariant Face Recognition Using Independent Component Analysis and Attractor Networks," Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 9, pp. 817-823, 1997.

[10] D. Valentin, H. Abdi, A. J. Otoole, and G. W. Cottrell, "Connectionist Models of Face Processing: A Survey", Pattern Recognition, Vol. 27, pp. 1209-1230, 1994.

[12] Ferdinando Samaria, "Face Recognition Using Hidden Markov Models," PhD thesis, Trinity College, University of Cambridge, 1994.

[13] Milan Sonka, Vaclav Halavac, and Roger Boyle, "Image Processing, Analysis and Machine Vision," C&H, 1993.

[14] T. W. Ridler and S. Calvard, "Picture thresholding using

iterative selection method," IEEE Transactions SMC, 8(8):630-632, 1978.

[15] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing," Addison Wesley, 1993.

[16] Borko Furht, Joshua Greenberg, and Raymond Westwater, "Motion Estimation Algorithms for Video Compression," Kluwer Academic Publishers, 1997.

[17] R. Pinto-Elias and J. H. Sossa-Azuella, "Automatic facial feature detection and location," Pattern Recognition, Proceedings. Fourteenth International Conference on , pp. 1360 -1364 vol. 2, 1998



**정 조 남**

e-mail : jjn10@korea.com  
 1990년~1992년 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)  
 2004년~현재 인하대학교 대학원 컴퓨터·정보공학과 박사과정수료  
 1992년~1994년 미국UTEL연구소 연구원  
 1994년~1997년 서울기능대학 전임교수  
 2000년~현재 (주)유니사이버캠퍼스 대표이사  
 관심분야: 컴퓨터비전, 패턴인식, 생체인식, 정보보안, 인터넷, 컴퓨터그래픽스, 전산교육등



**이 필 규**

e-mail : pkrhee@inha.ac.kr  
 1975년~1982년 서울대학교 전기공학(학사)  
 1982년~1985년 KIST 시스템구조 데이터통신실 연구원  
 1985년~1986년 East Texas State University 전산학 석사

1987년~1990년 University & Louisiana 전산학 박사  
 1991년~1992년 한국전자통신연구소 컴퓨터 연구단 선임연구원  
 1992년~2000년 인하대학교 전자계산공학과 부교수  
 1993년~1994년 IBM T. J. Watson Research Center 객원연구원  
 2000년~현재 바이오메트릭 연구회 운영위원  
 2000년~현재 한국컴퓨터산업교육학회 편집이사  
 2000년~현재 전자상거래 편집 기술 위원  
 2000년~현재 멀티미디어 학회 부위원장  
 2001년~현재 인하대학교 컴퓨터·정보공학과 교수  
 2001년~현재 정보처리학회 편집위원  
 2001년~현재 정보보호진흥원 표준화분과 자문위원  
 관심분야: 컴퓨터비전, 패턴인식, 지능시스템