

# A Study on Detecting Glasses in Facial Image

Sung-Gi Jung\*, Doo-Won Paik\*\*, Hyung-Il Choi\*\*\*

## Abstract

In this paper, we propose a method of glasses detection in facial image. we develop a detection method of glasses with a weighted sum of the results that detected by facial element detection and glasses frame candidate region. Component of the face detection method detects the glasses, by defining the detection probability of the glasses according to the detection of a face component. Method using the candidate region of the glasses frame detects the glasses, by defining feature of the glasses frame in the candidate region. finally, The results of the combined weight of both methods are obtained. The proposed method in this paper is expected to increase security system's recognition on facial accessories by raising detection performance of glasses or sunglasses for using ATM

▶ Keyword : Glasses detection, facial image, ATM(Automated teller machine)

## I. Introduction

최근 들어 컴퓨터와 모바일의 보급이 보편화 되면서 온라인쇼핑, 온라인 뱅킹 등 직접 방문하지 않고 온라인상에서 업무를 처리 가능해졌다. 그와 함께 온라인을 통한 개인정보의 유출 또한 급격히 증가하여 보안 서비스에 대한 관심이 증대하고 있다. 특히, 도난 및 공유가 불가능한 지문, 홍채, 서명, 정맥, 얼굴 등을 이용한 보안 기술에 대한 필요성이 높아지고 있다.

그 중, 얼굴인식 기술은 사용자가 도난의 가능성이 있는 소지물이 필요 없고 특정 동작이나 행위 없이 동작 가능한 장점이 있어 보안 서비스에 적용되기에 우수한 보안 기술로 평가되고 있다. 예를 들면, 분실이나 도난당한 카드를 이용하여 현금인출기를 부정한 사용을 방지하는 기술에서 사용자의 얼굴을 인식하여 출납금 기능을 통제하고, 신원을 확인할 수 있도록 증거 영상을 남기는 기능 등에 얼굴인식 기술이 응용될 수 있다.

현금인출기에서 얼굴인식을 사용한 보안 기술은 사용자가 안경 및 선글라스를 착용하였는지 파악하여 선글라스를 착용

하였을 경우, 일부 또는 전체 기능을 통제하고 사용자에게 선글라스를 제거하도록 유도할 수 있다.

그러나 현금인출기에서 얼굴인식을 하기 위해서는 해결해야 할 문제들이 있다. 실시간 영상에서 얼굴 각도 및 거리, 포즈, 가려진 얼굴 등의 상황 변화에 민감한 문제가 있다. 이로 인해, 현재까지는 제한된 환경 안에서만 사용 가능하다. 따라서 얼굴인식 시스템의 안정적인 동작을 위해서는 상황 변화에 민감한 문제들이 해결 되어야 한다[1,2].

최근 안경과 선글라스 착용 판단을 위한 다양한 연구들이 있다. Jiang et al[3] 은 양 눈 사이의 영역에서의 에지 픽셀을 조사하여 임계점을 초과하는 경우 안경을 판단하는 검출 방법을 제안하였다. Jing and Mariani[4] 는 위의 연구와 동일한 영역의 에지 픽셀을 조사했는데 Sobel 에지 연산자를 적용하여 수직방향만을 찾는 방법을 제안하였다. 하지만, 위 두 방법은 조명과 표정에 따라 주름과 음영이 발생하기 쉬운 얼굴의 미간영역에서 에지검출을 함으로써 환경변화에 민감한 특성을 가지고 있다.

본 논문에서는, 미간 사이에서의 얼굴 음영에 의하여 오검지가 일어나는 문제를 해결하여 강인하게 안경테를 검출하는 두 가지 방법을 제안한다. 하나는 얼굴 및 얼굴요소 검출에 따른 안경 및 선글라스 착용 여부 검출 방법이고, 다른 방법은 음영이 짙 확률이 적은 눈 하단면과 코 옆면의 위치에서 안경테 후보영

---

• First Author : Sung-Gi Jung, Corresponding Author : Hyung-Il Choi  
\*Sung-Gi Jung(qvqbqn@gmail.com) School of Media, Soongsil University  
\*\*Doo-won Paik(dpaik@ssu.ac.kr) School of Media, Soongsil University  
\*\*\*Hyung-Il Choi(hic@ssu.ac.kr) School of Media, Soongsil University  
• Received: 2015. 11. 14, Revised: 2015. 11. 30, Accepted: 2015. 12. 07.  
• This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of EScience, ICT & Future Planning(No.2013R1A1A2012012)

역을 지정하여 안경 및 선글라스 착용 여부를 검출하는 방법이다.

얼굴 구성요소 검출을 통한 안경 및 선글라스 검출 방법은, 각 얼굴요소 인식률은 안경과 선글라스 착용에 따라 변동이 있다는 점을 이용한다. adaboost를 사용하여 얼굴 영역을 검출하며, 얼굴 요소 중 코가 입이나 눈에 비해 상대적으로 두드러지는 특징을 가지고 눈은 안경 및 선글라스에 눈이 가려져 검출 실패 가능성이 높은 점을 고려하여 얼굴, 코, 눈 순서로 검출을 수행한다[7]. 얼굴요소가 검출되는 경우에 따라 맨 얼굴, 안경 선글라스를 착용하였을 확률을 이용하여 안경 및 선글라스를 검출한다.

얼굴에 음영이 짙 확률이 적은 눈 하단면과 코 옆면의 위치에서 안경테 후보영역을 지정한다. 후보영역에서 안경테의 유무를 판단하고 안경테가 존재할 경우, 안경과 선글라스는 안경테 위와 아래의 색상 및 밝기 값의 차를 유발하는 정도가 다르다는 특징을 이용하여 상하 밝기 차로 선글라스와 안경을 검출한다. 얼굴 및 얼굴요소를 이용한 검출 결과와 안경테 후보영역을 이용한 검출결과를 상호 검사하여 최종적인 검출 결과를 도출해 낸다. 이 과정에 대한 좀 더 상세한 설명은 II장에서 기술한다. 그리고 III장에서는 단일 사진 데이터베이스와 동영상들을 이용하여 실험한 내용과 결과들에 대해 설명한다. 마지막 IV장에서는 결론을 내린다.

## II. Decision algorithm for glasses and sunglasses

본 장에서는 얼굴요소 검출을 통하여 안경 및 선글라스를 검출하는 방법과, 안경테 후보영역을 통하여 안경 및 선글라스를 검출하는 방법에 대하여 설명하고, 검출결과들을 가중치 합하여 안경 및 선글라스 검출 결과를 도출해 내는 혼합 방법을 설명한다. 제안하는 방법의 흐름도는 다음 Fig. 1과 같다.

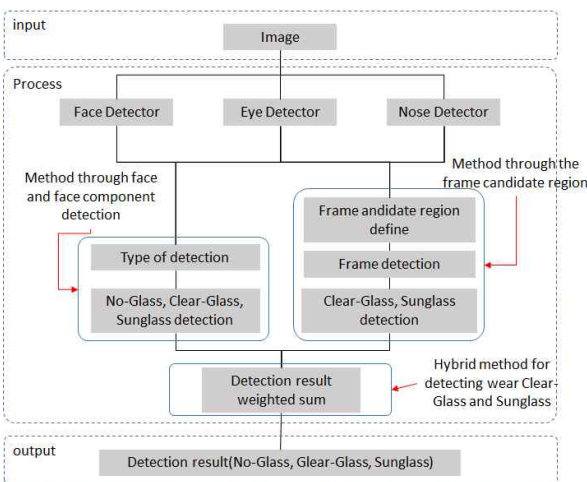


Fig. 1. Overall process of proposed method

얼굴 구성요소 검출을 통한 방법은 얼굴 인식기, 눈 인식기와 코 인식기의 결과의 유형을 정리하여 유형별로 맨 얼굴, 안경 및 선글라스를 검출한다. 안경테 후보영역을 통한 방법은 안경테 후보영역을 정의하여 후보영역 내부에서 안경테를 검출하고 안경과 선글라스를 검출한다. 마지막 혼합 방법에서는 두 검출 결과를 가중치 합하여 최종 결과를 도출해낸다.

### 1. Glasses detection using facial components

본 절에서는 adaboost를 사용하여 학습시킨 인식기로 얼굴, 눈과 코를 검출한다. 얼굴, 눈, 코의 검출 결과에 따른 착용물의 검출 확률을 정의함으로써 안경 및 선글라스를 검출한다.

#### 1.1 Detection of face, eye and nose

얼굴, 눈, 코 인식기는 서로 독립적이며 각 인식기의 결과는 검출하였을 때 True, 검출하지 못하였을 때 False의 결과를 낸다. 이 경우 한 장의 입력영상에 3개의 인식기를 사용하여 인식한 결과는 총 8가지의 경우가 있다. 각 경우를  $F_i$ , ( $i = 0, \dots, 7$ )로 정의 할 때 그 경우는 Table 1과 같다.

Table 1. Case of detected result with face, eye and nose detector

$F_i$	Face Detector	Eye Detector	Nose Detector
$F_0$	T	T	T
$F_1$	T	T	F
$F_2$	T	F	T
$F_3$	T	F	F
$F_4$	F	T	T
$F_5$	F	T	F
$F_6$	F	F	T
$F_7$	F	F	F

맨 얼굴을 촬영한 영상을  $N$ , 안경을 착용한 영상을  $C$ , 선글라스를 착용한 영상을  $S$ 로 정의했을 때, 학습시킨 3개의 인식기를 사용하여  $N, C, S$ 의 각각의 경우에 대하여 인식하였다. 인식결과와 경우가  $F_i$ 일 때 각 입력 영상의 빈도수는 Table 2와 같이 나타났다.

Table 2. The frequency of images accordance with case of detected result

$F_i$	N	C	S	Sum
$F_0$	103	55	0	158
$F_1$	7	11	0	18
$F_2$	10	17	81	108

$F_3$	0	0	2	2
$F_4$	0	7	0	7
$F_5$	0	0	0	0
$F_6$	0	0	6	6
$F_7$	0	0	11	11
Sum	120	90	100	310

맨 얼굴 영상의 경우 대부분의 영상에서 얼굴, 눈, 코를 모두 검출 하여  $F_0$ 에 속하였다. 눈을 감거나 고개를 돌려 눈이 정상적으로 나타나지 않은 경우에 눈과 코를 검출 실패하는 경우가 발생하여  $F_1, F_2$ 의 경우가 각각 7건과 10건이 나타났다. 안경을 착용한 영상의 경우 안경이 얼굴요소 검출에 노이즈로 작용하여 맨 얼굴 영상보다  $F_1, F_2, F_4$ 에 분포한 빈도가 높게 나타났다. 선글라스를 착용한 영상의 경우 선글라스가 눈 영역을 가리기 때문에  $F_0, F_1, F_4, F_5$ 와 같이 눈 영역이 검출되는 경우가 나타나지 않았고 안경을 착용한 영상과 같이 노이즈로 작용하여 얼굴요소 검출에 실패하는 경우가 발생하였다.

## 1.2 Glasses decision using facial component extraction

안경 및 선글라스의 착용에 따른 얼굴요소의 검출 유형의 빈도가 다르게 나타나는 점을 이용하여 3개의 얼굴, 눈, 코의 인식이 각각 검출에 성공할 사전확률이  $F_i$ 로 나타났을 때, 그 영상이  $x$  일 확률은  $P(x|F_i)$ 로 정의할 수 있다.

$$P(x|F_i), (x = \{N, C, S\}, i = 0, \dots, 7) \quad (1)$$

식 (1)에서  $N$ 은 맨 얼굴 영상,  $C$ 는 안경을 착용한 영상,  $S$ 는 선글라스를 착용한 영상이다. 모든 사전확률  $F_i$ 의 8가지 경우에 따른 사후 확률을 아래 Table 3에서 정리하였다.

Table 3. The probability wearing glasses accordance with case of detected result

$F_i$	$x = N$	$x = C$	$x = S$
$F_0$	0.651	0.349	0.0
$F_1$	0.389	0.611	0.0
$F_2$	0.157	0.093	0.75
$F_3$	0.0	0.0	1.0
$F_4$	0.0	1.0	0.0
$F_5$	0.0	0.0	0.0
$F_6$	0.0	0.0	1.0
$F_7$	0.0	0.0	0.0

사전확률이  $F_i$  일 경우  $x$ 가 맨 얼굴의 영상일 확률은

$P(N|F_i)$ , 안경을 착용한 영상일 확률은  $P(C|F_i)$ 이고 선글라스를 착용한 영상일 경우의 확률은  $P(S|F_i)$ 와 같이 표현 된다.

얼굴요소 검출 방법의 결과는  $W_1 = [n, c, s]$ 로 정의한다.  $W_1$ 의 요소  $n$ 은 입력영상을 3개의 인식기를 사용하여 검출한 결과의 유형이  $F_i$ 일 때, 입력영상이 맨 얼굴 영상인  $N$ 일 확률이다.  $W_1$ 의 나머지 요소  $c$ 은 안경을 착용한 영상일 확률, 요소  $s$ 는 선글라스를 착용한 영상일 확률이다. 수식으로 표현한 결과는 다음 식 (2)과 같다.

$$W_1 = [n, c, s] \quad (2)$$

$$n = P(N|F_i), c = P(C|F_i), s = P(S|F_i)$$

$$, (i = 0, \dots, 7)$$

얼굴 요소 검출을 통한 안경 및 선글라스 검출 방법은 맨 얼굴과 안경 및 선글라스를 착용한 입력 영상에 대하여 수행하고 확률 값이 가장 높은 것을 검출 결과로 하였을 경우 그 인식률은 Table 4와 같다.

Table 4. True positive rate and false positive rate of the method through the face and face component detection

	True Positive Rate	False Positive Rate
NoGlass	0.959	0.47
ClearGlass	0.006	0.0
SunGlass	0.977	0.066

검출결과 안경을 맨 얼굴 영상을 맨얼굴이라고 올바르게 판단할 확률은 0.959로 높게 나왔다. 안경을 착용한 영상의 경우 맨 얼굴과 같이  $F_0$ 에 대부분이 분포하는데  $F_0$ 이 사전확률 일 때  $P(N|F_0)$ 이 가장 높은 확률을 가지므로  $F_0$ 에 속한 안경을 착용한 영상들이 모두 맨 얼굴로 검출되었다. 때문에 안경을 착용한 영상의 참 긍정률이 0.006으로 매우 낮게 나오고 맨 얼굴 영상의 거짓 긍정률이 0.47로 높게 나타났다. 선글라스의 경우 참 긍정률 0.977, 거짓 긍정률 0.066으로 양호하게 나타났다.

## 2. Glasses detection from glasses frame candidates

본 절에서는 눈 영역과 코 영역을 이용하여 안경테 후보영역을 결정하고 후보영역에서 안경테 존재 여부와 안경 및 선글라스를 구분하여 검출하는 방법에 대하여 기술한다.

### 2.1 Candidate region detection using a face structural

model

눈 영역 아래, 코 영역의 옆에 존재하는 안경테 후보영역을 지정하기 위해서는 눈 영역과 코 영역이 1절에서 사용한 인식기에서 반드시 검출되어야 한다. 얼굴, 눈, 코 영역이 항상 검출되지 않기 때문에 얼굴 영역, 눈 영역, 코 영역 중 어느 하나라도 검출 되었을 경우 검출된 영역에서 나머지 영역을 계산하기 위해 평균적인 얼굴 모델을 정의한다.

얼굴은 인식을 통해 한 변의 길이가 L인 직사각형으로 검출되며 눈과 코는 직사각형으로 검출된다. 얼굴 영역 좌측 상단을 기준으로 얼굴영역 한 변의 길이 L에 대한 좌측 눈, 우측 눈, 코의 넓이를 정의하고, 각각의 위치 또한 Fig. 2와 같이 정의한다.

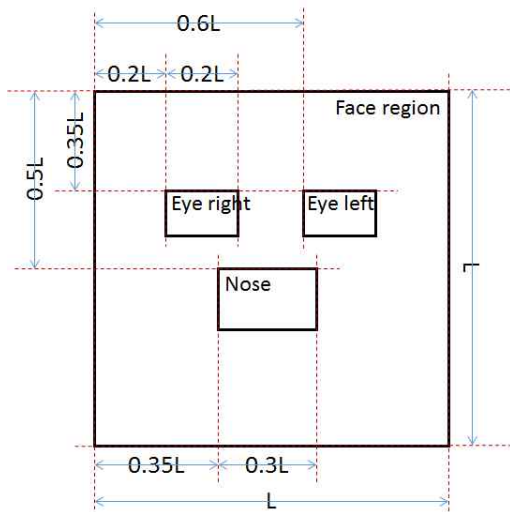


Fig. 2. A face structural model

안경테 후보영역은  $R = \{R_x, R_y, R_w, R_h\}$ 으로 정의하며 후보영역의 좌측 상단 점은 눈 영역의 좌측 하단과 같다. 또한 후보영역의 넓이는 눈 영역의 넓이와 같으며, 높이는 눈 영역의 바닥부분에서 코 영역의 바닥부분 까지 이다. 안경테 후보영역은 Fig. 3에서 붉은색 선으로 테두리 지어진 영역이다.

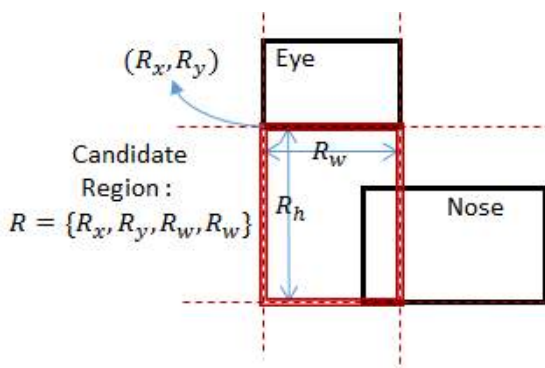


Fig. 3. Glasses frame candidate region

2.2 Glasses frame detection from candidate region

후보영역에서 안경테는 바닥과 평행한 부분이 나타나는 것을 알 수 있다. 이 점은 안경과 선글라스의 경우 동일하게 나타나며 맨얼굴을 구분해 낼 수 있는 두드러진 특징이다. 이러한 특징을 이용하여 후보영역에서 안경테의 존재 여부를 측정하기 위해 후보영역의 Gray Color영상  $G(x,y)$ 에서 Sobel Mask를 Convolution한 영상  $M(x,y)$ 를 수식 (3)과 같이 생성한다.  $M(x,y)$ 는 0~255의 값을 가지므로 수평 Projection하기 위한 이진화 영상  $B(x,y)$ 을 수식 (4) 와같이 생성한다. 바닥과 평행한 성분이 가장 많은 위치를 검출하기 위해  $B(x,y)$ 에서 수평 projection을 수행하여  $H(y)$ 를 수식 (5)과 같이 구한다.

$$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * G, M_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} * G$$

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

$$B(x,y) = \begin{cases} 1, & G(x,y) \geq th \\ 0, & G(x,y) < th \end{cases}$$

$$, (0 \leq x < R_w, 0 \leq y < R_h)$$

$$H(y) = \sum_{i=0}^{R_w} B(i,y), (y = 0, 1, \dots, R_h - 1)$$

맨얼굴, 안경, 선글라스를 착용한 영상의 각 경우에 수식 (3~5)을 적용하여 그 결과를 Fig. 4로 표시했다. x축은  $H(y)$ 의 최빈값과 후보영역의 넓이의 비율이며 y축은  $H(y)$ 가 최대 값이 되는 y의 값을 a라 할 때, a와 후보영역 높이의 비율이다. Fig. 4에서 안경 및 선글라스를 착용한 영상들은 x축 방향으로 평균 0.7의 값에서 부분이 분포하였으며 맨얼굴일 경우 0.2의 값 주변에 분포하였다. y축 방향에서는 맨 얼굴일 경우 0.7에 대다수가 분포하였고 안경과 선글라스의 경우 0.3에서 대다수가 분포한다.

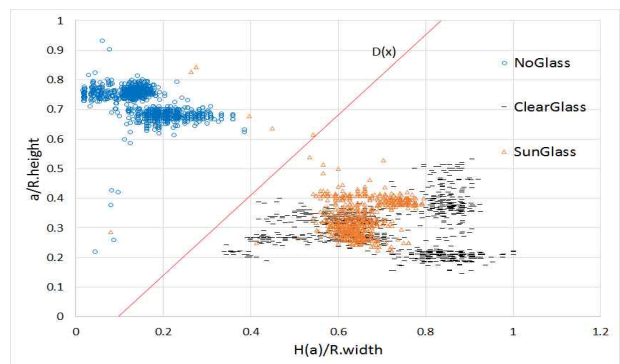


Fig. 4. Distribution of images and it's decision boundary

Fig. 4의 맨얼굴과 안경, 선글라스를 가르는 결정경계  $D(x)$ 는 맨얼굴 영상 표본들의 중심점과 안경 및 선글라스를 쓴 영

상 표본의 중심점까지의 거리가 같으며 다음 수식 (6)과 같다.

$$D(a) = \frac{1}{R_w} H(a) - \frac{5}{4R_h} a - \frac{1}{16} \quad (6)$$

### 2.3 Decision method between glasses and sunglasses

안경의 경우 안경테의 위와 아래가 모두 피부의 밝기 값을 가지며 사람 얼굴의 위치 중 주름이나 음영이 최소화 되는 볼의 중앙이기 때문에 안경테 상하 밝기 값 평균 차이가 적고 선글라스의 경우 상하 밝기 값 평균 차이가 크다. Fig. 5 에서는 안경 또는 선글라스를 쓴 영상의 번호를 x축으로, 각 영상에서 안경테 상하 밝기 값 차이를 y값으로 한 추세선 그래프이다. 이 경우 밝기의 평균 차이 값 40을 기준으로 안경과 선글라스가 뚜렷한 차이를 가짐을 보인다.

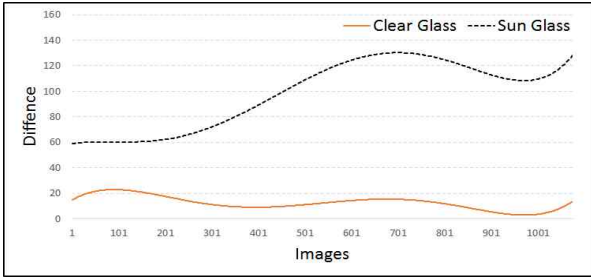


Fig. 5. Brightness difference between upper and under region

수식 (5)의  $H(y)$ 가 최대가 되는  $y$ 의 값을  $a$ 라 할 때, 수식 (6)의 결정경계에 의해 안경 및 선글라스 일 경우  $a$ 는 안경테의 위치가 된다. 후보영역을  $a$ 를 기준으로 분할하여 각 영역의 평균 밝기 값의 차이를 구한다.  $a$ 위쪽 영역의 밝기 값 평균은  $K_1$ , 아래 영역을  $K_2$ 라 하고  $K_1$ 과  $K_2$ 의 차이 값을  $V$ 라 할 때 각 관계는 다음 수식 (7~9)과 같다.

$$K_1 = \frac{a}{R_h} \sum_{y=0}^a \sum_{x=0}^{R_w} G(x,y) \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{R_h - a}{R_h} \sum_{y=a+1}^{R_h-1} \sum_{x=0}^{R_w} G(x,y) \quad (8)$$

$$V = |K_1 - K_2| \quad (9)$$

검출결과는  $W_2 = [n, c, s]$ 로 표현하며  $n$ 은 맨 얼굴,  $c$ 는 안경을 착용한 경우,  $s$ 는 선글라스를 착용한 경우이며 검출결과는 다음 식 (10)과 같이 정의한다.

$$W_2 = \begin{cases} [1, 0, 0] & D(a) \geq 0 \\ [0, 1, 0] & D(a) \leq 0, V \leq 40 \\ [0, 0, 1] & D(a) \leq 0, V \geq 40 \end{cases} \quad (10)$$

안경테 후보영역을 통한 안경 및 선글라스 검출 방법을 맨 얼굴과 안경 및 선글라스를 착용한 입력 영상에 대하여 수행하고 확률 값이 가장 높은 것을 검출 결과로 하였을 경우 그 인식률은 Table 5와 같다.

Table 5. True positive rate and false positive rate of the method through the glasses frame candidate region

	True Positive Rate	False Positive Rate
NoGlass	0.641	0.11
ClearGlass	0.833	0.114
SunGlass	0.852	0.111

Table 5는 얼굴 요소 검출을 통한 방법에서 사용하였던 영상과 동일한 실험 영상을 사용하여 맨 얼굴, 안경, 선글라스의 경우에 대하여 각각 참인 영상을 참으로 분류할 확률인 참 긍정률과 거짓인 영상을 참으로 분류할 거짓 긍정률을 나타내었다. 맨 얼굴인 영상에서 안경테 아래에 그림자가 강하게 생길 경우 이 부분을 안경테로 인식하여 안경을 착용한 영상으로 오분류를 하고 눈 영역 전체에 그림자가 심하게 생기는 경우 선글라스로 오분류하는 경우가 발생하였다. 때문에 안경과 선글라스로 오분류가 다른 경우에 비해 비교적 높아서 맨 얼굴의 참 긍정률이 저조하게 나타났고 다른 경우들의 거짓 긍정률이 0.111과 0.11로 나타났다.

### 3. Combination method for glasses detection

본 절에서는 1,2절의 얼굴 구성요소 검출과 안경테 후보영역을 이용한 안경 및 선글라스 검출 결과를 이용하여 입력 영상에서 안경과 선글라스 착용 여부를 검출한다. 검출 결과  $A = [n, c, s]$ 는 수식 (11)에서 1절의 결과  $W_1$ 와 2절의 결과  $W_2$ 의 가중치 합으로 정의하며,  $A$ 의 요소 중 가장 큰 값을 가지는 요소를 검출 결과로 가진다.

$$A = wP + (1 - w)W \quad (11)$$

수식 (11)에서의 가중치  $w$ 를 0.5로 두었을 때 분류 성능이 가장 높은 것을 실험 결과로 알 수 있었다. Fig. 6 에서는 x축으로  $w$ 를 0부터 1까지를 표현 하였으며, y축은 해당  $w$ 일 때 참 긍정률이다.

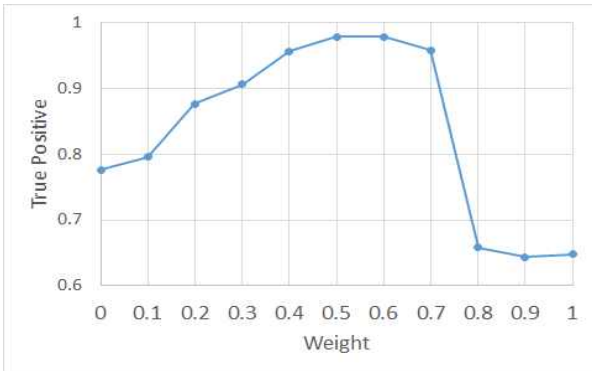


Fig. 6. True positive rate according to weight

### III. Experiment

본 논문의 실험에 사용된 PC의 사양은 Intel Core i5-3470(6MB L2 Cache 3.20GHz up to 3.60GHz), 메인 메모리는 8GB이다.

#### 1. Facial Image Database

얼굴 및 얼굴요소를 검출하기 위한 인식기는 영상에서 Haar-Like 특징을 adaboost으로 학습하였으며, 얼굴 및 얼굴요소의 검출을 위해 500장의 Positive Image와 2000장의 Negative Image를 학습데이터로 사용하였다. 모든 학습 Image는 Samsung digital Camera(SNP-6321, SNP3371)로부터 얻었으며 얼굴의 경우 300x300의 해상도의 흑백영상으로 정규화 하였고, 눈과 코의 경우 160x100의 해상도의 흑백영상으로 정규화 하여 학습 시켰다.

실험 데이터는 Vision Group of Essex University의 Face Database에서 199건의 데이터, 직접 촬영한 101건의 데이터로 총 300건의 이미지 데이터를 사용 했다. 이미지 데이터에 촬영된 사람은 총 20명이며 각 사람당 5~10장의 이미지를 다른 각도와 안경, 선글라스를 착용하여 촬영 했다. 이미지 데이터는 270x300의 해상도부터 540x810의 해상도까지 다양하게 분포 되어 있다.

#### 2. Results for Proposed Method

아래 Table 6은 구성된 얼굴 데이터베이스의 20명에 대하여 맨얼굴, 안경, 선글라스를 착용한 경우와 여러 각도의 경우의 사진을 포함하여 전체 300장의 사진에 대하여 안경 및 선글라스 착용여부를 검출한 결과이다. 3개의 행은 입력 실제 입력 데이터의 분류로 NoGlass 는 맨 얼굴의 경우, ClearGlass는 안경을 착용한 경우, Sunglasses는 선글라스를 착용한 경우이다. 5개의 열은 실제 입력데이터를 본 논문에서 제안하는 방법을 통해 검출한 결과이다. 이 중 No Face는 어떠한 것도 검출하지 못한 경우이다.

Table 6. Result of glasses and sunglasses classification using facial image database

	NoGlass	Clear Glasses	Sun Glasses	No Face	Sum
NoGlass	97	1	2	0	100
ClearGlass	1	94	3	2	100
Sunglass	0	5	91	4	100

검출 결과에서 6장의 영상에서 얼굴의 존재를 검출하지 못하는 경우가 발생하였다. 요인은 얼굴이 시계방향과 반대 방향으로 40도 이상 회전하였거나 영상에 얼굴의 일부분만 촬영된 경우이다. 맨 얼굴인 NoGlass의 경우 안경을 쓴 영상을 NoGlass로 판단한 경우가 있는데 이는 고개를 돌린 정도가 심하여 안경테 후보영역에서 안경테가 일부분만 나온 경우이다. 안경을 착용한 경우인 ClearGalss의 경우 맨 얼굴과 선글라스를 착용한 영상 6건에 대하여 안경을 착용하였다고 검출하였다. 맨 얼굴을 오인식한 경우는 눈 밑 안륜근에 의한 음영이 강하게 드리워져 있었고, 선글라스의 경우 선글라스 알의 색상이 피부색과 비슷한 경우이다. 선글라스를 쓰지 않음 영상을 선글라스를 착용한 경우로 오분류한 경우는 5건이 있으며 이는 광원에 의해 생긴 그림자의 경계가 안경테부분에 위치한 경우이다.

Table 7에서는 맨얼굴, 안경, 선글라스 인식률에 대한 표이다.

Table 7. Comparison of recognition rates

	True Positive Rate	False Positive Rate
<b>Proposed Method</b>		
NoGlass	0.97	0.01
ClearGlass	0.94	0.06
SunGlass	0.91	0.05
<b>PCA Reconstruction Method [6]</b>		
NoGlass	0.71	0.20
ClearGlass	0.80	0.28
<b>Template Matching Method [7]</b>		
NoGlass	0.83	0.21
SunGlass	0.79	0.16

제안하는 방법의 맨 얼굴, 안경, 선글라스 착용 판별의 성능과 PCA 재구성을 통한 안경검출 방법, 템플릿 매칭을 통한 선글라스 검출 방법에 대한 비교 인식률은 Table 7과 같으며 각 경우의 참 긍정률과 거짓 긍정률을 나타내었다. 제안하는 방법은 평균적으로 참 긍정률은 0.94였으며 거짓 긍정률은 0.04로 나타났다. 이는 Table 4,5의 얼굴 요소 검출을 통한 방법과 안경테 후보영역을 통한 방법의 단일 사용보다 개선되었음을 알 수 있었다. PCA 재구성을 통한 방법 [6]을 통한 결과는 안경에 대한 검출 결과만을 나타내었고, 템플릿 매칭을 통한 방법[7]을 통한 결과는 선글라스에 대

한 결과만을 나타내었다.

#### IV. Conclusion

본 논문에서는 얼굴이 촬영된 영상에서 안경과 선글라스 착용 여부를 검출하는 방법은 제안 하였다. 제안된 방법은 얼굴 구성요소 검출 여부를 이용한 검출과 안경테 후보영역을 이용한 검출의 두 결과를 이용하여 안경 및 선글라스 착용 여부를 판별하는 방법이다. 먼저 인식기를 사용하여 얼굴 구성요소를 검출한다. 안경 및 선글라스의 착용 여부에 따라 얼굴요소 검출률이 다르게 나타나는 점을 이용하여 검출한다. 그 다음 눈 하단면과 코 옆면에 위치한 안경테 후보영역을 지정하여 후보영역에서 안경테를 검출한다. 후보영역에서 수평 Edge요소들의 누적 값을 이용하여 안경테의 위치를 찾는다. 제안된 방법은 안경 및 선글라스를 착용한 영상과 맨얼굴의 영상을 비교 했을 때 뚜렷한 특징을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 또한 안경과 선글라스는 안경테 상하의 밝기 값 차이로 구분 가능함을 알 수 있었다.

본 논문에서 제안한 방법은 영상에서 얼굴영역의 크기가 100x100이상이 되어야 하는 제약 조건과 무테안경, 피부색과 비슷한 색상 값을 가지는 선글라스는 고려하지 않았다. 앞으로 이러한 문제들을 개선하고 보완할 수 있다면 자동인출기 사용자의 안경 및 선글라스 착용 검출을 통한 보안 시스템의 얼굴 도구 인식 효율은 높이는데 기여할 수 있으리라 사료된다.

#### REFERENCES

- [1] Myung-Hyun Yoo, Jeong-Seon Park, Sang-Woong Lee, Hyong-Chol Choi, Seong-Whan Lee "The State of the Art and the Prospects for the Face - based Biometrics" Korea Information Science Society, Vol.19 No.7 (WN.146), pp. 22-31, July 2001
- [2] Kwontaeg Choi, Hyeran Byun "Face Recognition Technology Status and Outlook" Korea Multimedia Society, Vol.10 No.3, pp. 44-52, Sept 2006
- [3] X. Jiang, M. Binkert, B. Achermann, and H. Bunke "Towards detection of glasses in facial images" Proc. of 14<sup>th</sup> Int. Conf. on Pattern Recognition, Vol.2, pp.1071-1073, Aug 1998
- [4] Z. Jing and R. Mariani "Glasses detection and extraction by deformable contour" Proc. of 15<sup>th</sup> Int Conf. on Pattern Recognition, Vol.2, pp.933-936, Sept 2000
- [5] Y. Saito, Y. Kenmochi and K. Kotani "Estimation of eyeglassless facial images using principal component analysis" In Proc. of ICIP, Vol.4, pp.197-201, Oct 1999
- [6] You Hwa Oh, Sang Chul Ahn, Hyoung-Gon Kim, Ig-Jae Kim, Seong-Whan Lee "Glasses Removal from Facial Images with Recursive PCA Reconstruction" The Institute of Electronics Engineers of Korea - Signal Processing, Vol.41 No.3 (WN.297), pp. 35-49, May 2004
- [7] Jae-Jun Yang, Seong-Won Cho, Kee-Seong Lee "Face Disguise Detection System Based on Template Matching and Nose Detection" Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 22, No. 1, pp. 100-107, Feb 2012

#### Authors



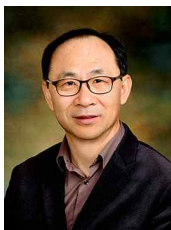
Sung Gi Jung received the B.S degree in Computer Engineering from Korea Polytechnic University, Korea, in 2015. Mr.Jung joined the the faculty of the Department of media at Soongsil University, Seoul, Korea, in 2015.

He is currently a M.S Courses in the Department of media, Soongsil University. He is interested in computer vision and machin learning.



Doowon Paik received the B.S. degree in Mathematics from Seoul National University in 1983, and the MS. and Ph.D. degree from the University of Minnesota in 1990 and 1991, respectively. From 1992-1994, he was

the Member of the Technical Staff in AT&T Bell LAB., Murray Hill, N.J., U.S. He is currently a professor of the School Media, Soongsil University, Seoul, Rep. of Korea. His current research interests include computer algorithm and image processing.



Hyung Il Choi received the B.S. degree in Electronic Engineering from Yonsei university, Korea, in 1979. He received the M.S. and Ph.D degrees in Electronic Engineering from University of Michigan, America, in 1982 and 1987, respectively.

Dr. Choi Joined the faculty of the Department of Media at Soongsil University, Seoul, Korea in 1987. He is currently a professor in the Department of Computer Science, Soongsil University. He is interested in computer vision, fuzzy and neural network, video surveillance, pattern recognition and interface agent.