

## 동영상에서 실시간 얼굴검출에 관한 연구

김형균\*, 배용근\*\*

## A Study on Real-time Face Detection in Video

Hyeong-Gyun Kim\*, Yong-Guen Bae\*\*

### 요약

본 논문은 동영상에서 실시간 얼굴검출을 위하여 Residual Image 검출과 색상정보를 이용한 얼굴검출 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 동영상에서 빠른 처리 속도와 높은 얼굴 검출율을 나타냈으며 기울어진 얼굴영상에 대한 보정작업을 통하여 검출 에러율을 줄였다. 실시간으로 전송된 동영상에서 검출의 대상이 되는 정지영상을 추출한다. 추출된 영상은 기울어진 얼굴검출을 위한 window회전 알고리즘을 사용하고 이렇게 보정된 영상은 얼굴 검출에 필요한 특징을 추출하기 위해 AdaBoost알고리즘을 사용하여 실시간으로 얼굴이 검출된 영상을 획득하게 된다.

### Abstract

This paper proposed Residual Image detection and Color Info using the face detection technique. The proposed technique was fast processing speed and high rate of face detection on the video. In addition, this technique is to detection error rate reduced through the calibration tasks for tilted face image. The first process is to extract target image from the transmitted video images. Next, extracted image processed by window rotated algorithm for detection of tilted face image. Feature extraction for face detection was used for AdaBoost algorithm.

▶ Keyword : real-time face detection, detection of tilted face image, face detection in video

• 제1저자 : 김형균 교신저자 : 배용근

• 투고일 : 2010. 01. 18, 심사일 : 2010. 02. 02, 게재확정일 : 2010. 02. 22.

\* 조선대학교 컴퓨터공학과 \*\* 조선대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 이 논문은 2009년도 조선대학교 연구비의 지원을 받아 연구되었음

## I. 서론

일반적으로 얼굴 검출은 영상 내에서 배경, 비얼굴과 차별화되는 얼굴만이 가지고 있는 고유한 특징을 이용한다. 얼굴의 고유 특징들은 독특한 영역의 피부색상, 타원형의 형태, 대칭적 얼굴 구조, 얼굴의 요소(눈, 코, 입) 등이다. 현재 연구는 이와 같은 고유 특징들을 중심으로 이루어지고 있다[1]. 그러나 얼굴의 다양한 크기 및 형태, 위치, 기울기와 같은 문제점은 얼굴 영역을 분리하는데 많은 어려움을 발생시킨다. 또한, 얼굴 영상 자체뿐만 아니라 복잡한 배경, 영상의 질, 조명에 따른 영상의 색상 변화 등도 얼굴 검출을 어렵게 하는 원인이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 지금까지 많은 연구가 진행되어 왔고 현재도 정확도와 효율성을 높이기 위한 새로운 얼굴 검출 방법들이 제안되고 있다[2].

본 논문은 Residual Image 검출기법이 가지고 있는 빠른 검출속도의 장점과 색상정보를 이용한 얼굴 검출 기법을 결합하여 속도가 빠르면서도 검출율이 높은 얼굴 검출 기법을 제안한다. 또한 기울어진 얼굴영상도 빠른 속도로 검출이 가능하며 어려움이 상대적으로 적은 Adaboost 알고리즘을 제안한다.

## II. 얼굴검출 시스템의 구성

본 논문에서 제안한 얼굴 검출 시스템의 전체적인 구성은 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 실시간 얼굴 검출을 위하여 전 단계로 감시카메라에서 입력된 동영상을 제안된 장면전환점 검출 알고리즘을 이용하여 얼굴 검출의 대상이 되는 감시정지 영상을 검출하게 된다. 검출된 감시정지영상은 사용자의 선택에 따라 기울어진 얼굴 검출을 위하여 제안된 window회전 알고리즘을 이용하여 얼굴 검출이 가능한 적절한 window상태로 회전하게 된다. 이렇게 변환된 영상을 대상으로 얼굴 검출을 실시한다. 얼굴 검출에 필요한 특징을 추출하기 위해 확장 Adaboost 알고리즘을 사용하였다.

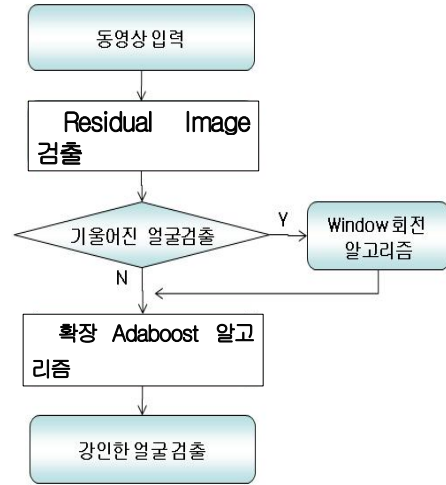


그림 1. 얼굴검출 시스템 흐름도  
Fig. 1. Flow chart of face detection system

### 1. Residual Image 검출 알고리즘

본 논문에서 제안한 residual image 검출 알고리즘의 구성은 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 실시간 얼굴검출을 위하여 전 단계로 감시카메라에서 입력된 RGB영상을 YCbCr 영상으로 변환한 후 연속된 두 영상의 차를 구하고 Glassfire 라벨링을 실시했다. 라벨링 결과 가장 넓은 구역의 면적과 Area 임계치 값을 비교하여 임계값 이상의 면적이면 동작변환으로 인식하고 영상을 추출하였다. 이렇게 추출된 동작변환 영상을 대상으로 얼굴 검출을 실시하였다. 얼굴 검출에 필요한 특징을 추출하기 위해 AdaBoost알고리즘을 사용하였다.

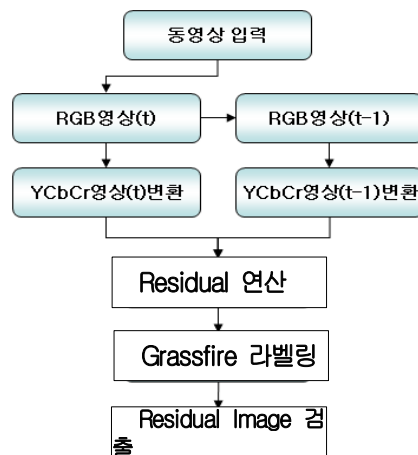


그림 2. Residual Image 검출 알고리즘  
Fig. 2. Residual Image detecti algorithm

### 1.1 YCbCr 영상으로 변환

YCbCr색채모델은 영상 시스템에서 사용되는 색공간의 일종이다. Y는 휘도 성분이며 Cb와 Cr은 색차 성분이다. YCbCr은 가끔 YCC라고 줄여 부르기도 한다. YCbCr은 절대 색공간이 아니며 RGB 정보를 인코딩하는 방식의 하나로, 실제로 보여지는 이미지의 색은 신호를 디스플레이 하기 위해 사용된 원본 RGB 정보에 의존한다[3]. 여기서 RGB에서 YCbCr로 변환은 식(1)과 같다.

$$Y = k_r R + (1 - k_b - k_r) G + k_b B$$

$$C_b = \frac{0.5}{1 - k_b} (B - Y)$$

$$C_r = \frac{0.5}{1 - k_r} (R - Y) \quad \text{————— (1)}$$

인간의 시각시스템은 색상 간의 변화보다는 밝기의 변화에 더욱 민감하므로 YCbCr색상모델을 사용하면 색채정보에서 밝기 값의 영향을 배제한 데이터를 이용할 수 있어 감시영역의 조명의 변화에 의한 얼굴검출의 어려움을 최소화할 수 있다.

본 논문에서는 변환을 위하여  $k_b=0.114$ 와  $k_r=0.299$ 를 변환 가중치로 선택하였다. 또한 얼굴 색차의 정보의 YCbCr 표본형식은 사용자가 선택할 수 있도록 하였고 기본 값은 4:4:4를 기본 표본 형식으로 채택하였고 사용자의 요구에 따라 조정할 수 있도록 구현하였다.

### 1.2 차영상 기법

본 논문에서 제안하는 얼굴검출 시스템은 기존의 시스템에서 연산량이 많아 실시간 얼굴검출이 어려운 부분을 개선하기 위해 영상처리 기법인 차영상(Difference Picture) 기법[3]을 이용하여 먼저 얼굴검출의 대상이 되는 동작검출 영상을 추출하였다.

차 영상을 직접 사용하여 이동 물체의 영역을 구하는 방법은 잡음이나 카메라의 움직임, 조명 변화의 영향을 심하게 받는다는 단점을 갖는다. 또한 이동 물체의 밝기가 배경과 비슷하거나 느린 속도의 움직임일 경우에는 차 영상에서 이동 물체가 일으킨 변화가 잡음에 의해 발생한 변화보다 크지 않을 경우에 움직임이 전혀 나타나지 않을 수도 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 다루기 위해서 먼저, 입력된 RGB영상을 YCbCr 영상으로 변환하였다. YCbCr색상모델을 사용하면 색채정보에서 밝기 값의 영향을 배제한 데이터를 이

용할 수 있어 감시영역의 조명의 변화에 의한 얼굴검출의 어려움을 최소화할 수 있다. 이렇게 YCbCr 영상으로 변환한 후 연속된 두 영상의 차를 구하게 된다.

### 1.3 Glassfire 라벨링

감시영상에서 움직임을 감지하기 위하여 현재 프레임의 영상 정보와 이전 프레임의 영상 정보와의 차영상 기법을 이용하였다. 차영상 기법을 사용하기 위해서 그레이화시킨 값을 이용하고 차연산 결과가 실험에서 구한 임계값을 넘는다면 움직임이 발생했다고 판단하는데 이때 임계값 비교시 속도를 줄이기 위해서 픽셀 기반 프로세싱 (Pixel-based processing)이 아닌 블록 기반 프로세싱 (Block-based processing)을 한다. 픽셀 기반 프로세싱은 1 대 1 매칭을 수행하기 때문에 초당 많은 프레임은 처리해야 하는 실시간 환경에서는 다소 무리가 있다. 따라서 블록 기반 프로세싱을 하여 정확도는 약간 떨어지지만 속도를 높이는데 중점을 뒀다. 블록 기반 프로세싱이란 픽셀 기반 프로세싱과는 달리 여러 픽셀들을 한 블록으로 정하고 블록 대표 값을 구하여 프로세싱하는 라벨링(labeling) 방법을 말한다[3].

라벨링 단계는 이진화된 영상을 탐색하다가 밝기가 255인 화소값을 만나면 라벨링을 수행하고 본 논문에서는 이 라벨링을 점을 8-근방 중심으로 이동 후 다시 인접화소의 미방문 255화소값을 라벨링하는 방식으로 반복한다.

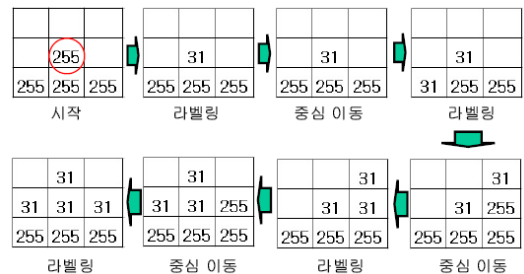


그림 3. 라벨링 단계  
Fig. 3. Step of labeling

이진화된 영상으로부터 라벨링 알고리즘 식 2을 이용하여 해당 영상을 라벨링한다.

$$P(R_i^{(k)} \cup x) = \begin{cases} TRUE & \text{if } x > T \\ FALSE & \text{otherwise} \end{cases}, \text{ for } i = 1, 2, \dots, N, \quad \text{————— (2)}$$

P는 (R,x,T)의 논리적 판단 자, (k)는 각 단계, x는 영상의 픽셀 밝기 값, T는 임계치 값을 나타낸다. 각 영역 R은 region growing 알고리즘에 의하여 라벨링 된다.

Glassfire 알고리즘은 자기호출(recursive call)을 이용하여 모든 인접요소가 라벨링될 때까지 현재 관심화소의 주변 인접 화소를 차례로 검사하면서 라벨링을 한다. 또한 자기호출에 있어서 스택 자료구조를 사용하기 때문에 고속으로 아주 큰 영역을 라벨링하는 것도 가능하다.

### 2. AdaBoost알고리즘을 이용한 얼굴검출

본 논문에서는 얼굴 검출에 필요한 특징을 추출하기 위해 AdaBoost알고리즘을 사용하였다. AdaBoost알고리즘의 기본 개념은 약한 분류기(Weak classifier)를 선형적으로 결합하여 최종적으로 높은 검출 성능을 가진 강한 분류기(Strong classifier)를 생성하는 것이다. AdaBoost알고리즘에 의해 생성된 강한 분류기는 계층적인 체계를 이룬다(4). 이것은 기존의 다른 방법들이 하나의 복잡한 마스크 형태의 분류기를 이용한 것과 달리 간단한 마스크를 여러 개의 층으로 형성한 것이다. 기존의 하나의 복잡한 분류기들은 실제 영상에서 얼굴을 검출하는데 복잡한 마스크와의 계산이 이루어지기 때문에 계산량이 많고 시간이 많이 소요되었다. 그러나 AdaBoost알고리즘을 이용하여 생성된 계층적 분류기는 앞쪽 부분에 간단 하면서도 얼굴을 가장 잘 검출하는 것을 배치하고 뒤쪽 부분에 잘못 검출된 제거하는 형식으로 구성되어 있다. 이는 실시간 검출에 있어서 기존의 방법에 비하여 뛰어난 성능을 보인다. 이런 점을 고려하여 실시간으로 얼굴을 검출하고자 본 논문에서는 AdaBoost알고리즘을 사용하였다.

본 논문에서 사용한 AdaBoost알고리즘은 그림 4와 같다. 그림 4에서 입력 값 중 x는 훈련영상을 y는 얼굴과 비얼굴을 나타낸다. 훈련 영상의 앞부분은 얼굴 영상이며 뒷부분은 비얼굴 영상이다. 그림 4의 식 2에서는 가중치(w)를 초기화한다. 가중치(w)는 각각의 훈련 영상의 중요도를 나타내고 후에 학습과정에서 어느 영상을 더 중요하게 학습할 것인지를 결정하는 역할을 한다. 그림 4의 식 3은 약한 분류기를 생성하는 단계이다.

```

1. Given N examples  $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ 
   with  $x \in \mathbb{R}^k, y_i \in \{1, -1\}$ 
2. Initialize weights  $w_1(i) = \frac{1}{m}, \frac{1}{n}, i = 1, \dots, N$ 
   m: number of positive, n: number of negative
3. Repeat for  $t=1, \dots, T$ 
   (a) Train weak learner using weight  $w_t$ 
   (b) Repeat for  $j=1, \dots$ , number of initial feature
       Get weak classifier  $h_t = X \rightarrow \{1, -1\}$ 
       with error  $\epsilon_{j1} = \sum_i^m w_t(i) |h_j(x_i) - y_i|$  (positive)
        $\epsilon_{j2} = \sum_i^n w_t(i) |h_j(x_i) - y_i|$  (negative)
       choose the classifier using error  $(\epsilon_t, h_t)$ 
   (c) weight update
        $\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1 - \epsilon_t}{\epsilon_t} \right)$ 
        $w_{t+1}(i) = w_t(i) \cdot \begin{cases} e^{-\alpha_t} & \text{if } h_t(x_i) = y_i \\ e^{\alpha_t} & \text{if } h_t(x_i) \neq y_i \end{cases}$ 
4. Output the final hypothesis(strong classifier)
 $H(x) = \text{sign} \left( \sum_{i=1}^T \alpha_i h_i(x) \right)$ 
    
```

그림 4 AdaBoost 알고리즘  
Fig. 4. Algorithm of AdaBoost

약한 분류기는 최소의 에러를 갖는 하나의 특징만을 선택 하나 본 논문에서는 효율성을 고려하여 에러의 임계치를 주어진 단계에서 여러 개의 특징을 선택하도록 하였다. 이는 후에 강한 분류기가 계층적으로 분류되는 역할을 한다. 그리고 T는 단계를 나타내는 역할을 한다. (b)에서 j는 특징의 수를 나타내며 j만큼 반복하면서 임계치보다 높은 에러값을 찾는다. 에러값은 positive일 경우와 negative일 경우를 나누어서 계산하였다. 이는 학습 초기에는 positive의 에러율을 줄이는데 집중하고 후반부에는 negative의 에러율을 줄이기 위함이다. (c)에서는 가중치를 업데이트하는 부분이다. 이때 잘못 분류된 훈련 영상은 가중치 w(i)를 증가시키고, 옳게 분류된 훈련 영상은 가중치 w(i)를 감소시킨다. 이것은 초기에 선택된 특징들은 쉽게 얼굴 영상과 비얼굴 영상을 구별할 수 있는 역할을 담당하지만 후반부에 선택된 특징들은 얼굴 영상과 비얼굴 영상의 구별이 어려운 것을 구별하는 역할을 담당하기 위함이다.

### 3. 개선된 서브윈도우 회전

개선된 서브윈도우 회전 알고리즘은 일반적으로 사람이 거꾸로 서 있는 경우는 거의 없다는 점에 착안한 것이다. 일반적인 감시 시스템의 경우 거꾸로 사람을 촬영하지 않고 입력된 영상 자체도 거꾸로 서 있는 사람, 즉 거꾸로 서 있는 얼굴영

상이 존재할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 거꾸로 서 있는 얼굴영상이 없다는 가정 하에 서브윈도우 회전 알고리즘을 개선하고자 한다.

다음은 개선된 서브윈도우 회전 알고리즘의 적용기법을 기술한 것이다. 제안된 알고리즘은 기존의 Adaboost 알고리즘으로 얼굴 기울기가 -30~+30도까지 검출 가능하다는 것이 선행되어야 한다. 적용하는 기법은 그림 5에서 보는 바와 같이 주어진 서브윈도우를 -30도 회전 변환 하고, 이를 수평 뒤집기를 하고, 뒤집힌 서브윈도우를 다시 -90도 회전 변환 하며, 마지막으로 회전 변환된 서브윈도우를 다시 수평 뒤집기를 한다. 이렇게 4단계의 변환을 통해 구해진 총 5개의 서브윈도우가 연속적인 연결구조에 입력된다.

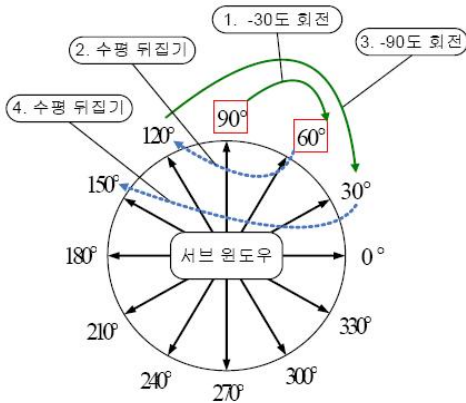


그림 5 서브윈도우 회전  
Fig. 5. rotation of sub window

간단히 기술하면 다음과 같이 ①~④로 표현되며, x는 서브윈도우에서 얼굴이 기울어진 각도이며, y1, y2, y3, y4는 변환된 얼굴의 기울기를 나타낸다.

① 서브윈도우를 -30도 회전하며, 식 (3)으로 표현될 수 있다.

$$y1 = x - 30 \quad \text{-----} \quad (3)$$

② 회전된 서브윈도우를 수평방향으로 뒤집으며, 식 (4)로 표현될 수 있다.

$$y2 = 90 - (x - 30) + 90 = 210 - x \quad \text{-----} \quad (4)$$

③ 뒤집힌 서브윈도우를 -90도 회전시킨 것이며, 식 (5)로 표현될 수 있다.

$$y3 = (210 - x) - 90 = 120 - x \quad \text{-----} \quad (5)$$

④ 수평방향으로 뒤집으며, 식 (6)으로 표현될 수 있다.

$$y4 = 90 - (120 - x) + 90 = 60 + x \quad \text{-----} \quad (6)$$

표 1. 윈도우 회전 알고리즘 수행 결과  
Table 1. result of window rotate algorithm

얼굴 중심 각도	①수행후	②수행후	③수행후	④수행후
0	330	210	120	60
10	340	200	110	70
20	350	190	100	80
30	0	180	90	90
40	10	170	80	100
50	20	160	70	110
60	30	150	60	120
70	40	140	50	130
80	50	130	40	140
90	60	120	30	150
100	70	110	20	160
110	80	100	10	170
120	90	90	0	180
130	100	80	350	190
140	110	70	340	200
150	120	60	330	210
160	130	50	320	220
170	140	40	310	230
180	150	30	300	240

기존의 Adaboost 알고리즘으로 얼굴의 기울기가 -30도~+30도 까지 검출 가능하다면, 제안된 방식은 표 3.1과 같이 얼굴영상 검출 범위가 0도~150도까지 가능하다. 그러므로 얼굴의 기울기는 -90~+60도까지 검출 가능하다. 일반적으로 사람이 고개를 60도 이상 돌리지 않으므로 얼굴 검출에 문제가 없다. 따라서 본 논문에서 제안된 알고리즘으로는 서브윈도우 회전 알고리즘의 검출율을 그대로 유지하면서 오검출율을 줄일 수 있는데, 그 수는 배경영상을 거꾸로 선 얼굴영상으로 오검출하는 만큼이다. 그리고 서브윈도우 회전 알고리즘은 Adaboost을 위한 1개의 서브윈도우를 12개로 적용하지만 본 논문에서 제안한 개선된 서브윈도우 회전 알고리즘은 5개만 적용된다. 때문에 매번 서브윈도우를 변환하여 선형적인 연결구조에 적용하려는 수가 적을수록 연산량이 줄어드는 것을 감안하면, 제안된 알고리즘은 연산량을 절반이상 줄일 수 있다. 다만 1개의 서브윈도우마다 단 1번 필요한 변환과정인 -30도 회전은 좌표변환과 보간법적용으로 연산이 많이 필요한 부분이므로 연산량이 줄어드는 비율은 훨씬 적어진다.

### III. 실험 및 분석

그림 6은 본 시스템이 구현되고 있는 화면을 보여주고 있다. 시스템 창의 구성은 다음과 같다.

- Cam 부분 : 웹으로부터 입력되는 동영상을 보여주는 창
- Sub Image 부분 : 장면전환 검출 기법에 사용되는 차영

상을 보여주는 창

· Capture Image 부분 : 얼굴영역이 검출된 최종 감시영상을 보여주는 창

· 명령메뉴 부분 : 시스템 실행에 필요한 각종 명령을 선택할 수 있는 창

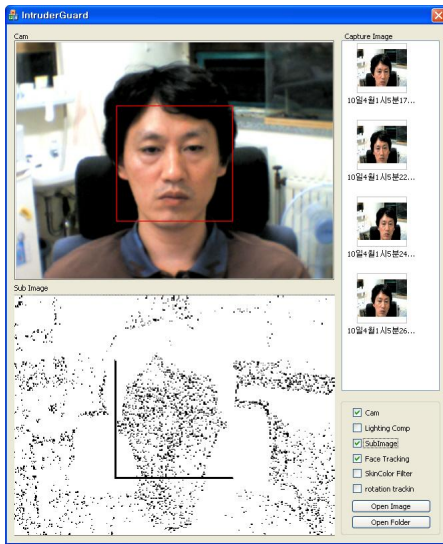


그림 6. 시스템 화면  
Fig. 6. screen of system

동영상에서의 실시간 얼굴 검출을 위한 다양한 얼굴 검출 방법 중에 Yao-Li[5]와 Sung[6]의 방법과 본 논문의 실험을 비교하였다. Yao-Li의 실험은 다양한 얼굴을 대상으로 하였으며, 실시간으로 움직이면서 좌, 우로 기울어짐, 얼굴(고개)의 회전과 얼굴 상, 하 움직임 등의 다양한 동작과 밝고 어두운 조명의 변화가 빈번한 영상에서 얼굴 검출을 테스트하였다. Yao-Li의 방법은 다양한 동작과 조명에서의 얼굴 검출률을 높이기 위해 HRowley의 Haar-like 특징과 DP(Dynamic programing)을 이용한 얼굴매칭을 이용하였다.

Sung의 방법은 정적정보와 동적정보를 결합한 얼굴 추적 실험에서 연속적으로 입력되는 비디오 영상에서 효과적인 얼굴 검출기와 칼만 필터를 이용하여 강인한 얼굴 추적 시스템을 제안하였다.

실험에 사용한 영상은 Yao-Li와 Sung의 실험에서 이용한 영상으로 Boston University IVC Head Tracking Video Set[9]에서 제공하는 10개의 샘플 영상 이용하였다. 각 영상은 320×240 크기에 200 프레임으로 구성되어있다. 10개의 동영상으로 총 2000 프레임에 대해서 비교 및 실험을 하였다. 얼굴 검출 성능 비교 실험 결과는 표 2와 같다.

표 2 얼굴 검출 성능 비교

Table 2. compare of face detection performance

입력 영상	Yao-Li제안		Sung제안		제안 방법	
	검출율 (%)	검출 실패	검출율 (%)	검출 실패	검출율 (%)	검출 실패
1. (jam5.avi)	83.5	33	94.0	12	96.0	8
2. (jary.avi)	81.0	38	83.5	33	89.0	22
3. (jim2l.avi)	76.5	47	90.0	20	79.0	42
4. (llrx.avi)	48.0	104	76.0	48	53.0	94
5. (llm1.avi)	85.0	30	93.0	14	99.0	2
6. (vam7.avi)	62.0	76	82.5	35	97.0	6
7. (jam9.avi)	58.0	84	81.5	37	99.0	2
8. (llm1r.avi)	22.0	156	75.0	50	26.0	6
9. (llm4.avi)	55.0	90	88.0	24	74.5	51
10. (ml16.avi)	84.5	31	96.0	8	86.0	28
총계	65.6	689	86.0	281	78.6	261

Yao-Li의 실험결과와 비교해보면 10개의 동영상 모두에서 제안하는 방법이 더 우수한 결과를 나타냈다.

제안하는 방법이 Yao-Li의 방법보다 7. (jam9.avi)은 상, 하, 좌, 우 기울어짐이 심한 영상으로 41%, 6. (vam7.avi)은 좌, 우로 심하게 기울어진 영상으로 35%, 9. (llm4.avi)은 동작변화가 심한 영상으로 19.5%의 높은 검출율을 나타냈다. 이 결과는 제안하는 방법이 동영상에서 동작변화와 상, 하, 좌, 우 기울어짐이 심한 영상에서 검출율이 높다는 것을 보여준다.

Sung[6]의 실험결과와 비교해보면 10개의 동영상 중에서 5개 동영상에서 제안하는 방법이 더 우수한 결과를 나타냈다.

제안하는 방법이 Sung의 방법보다 7. (jam9.avi)은 상, 하, 좌, 우 기울어짐이 심한 영상으로 17.5%, 6. (vam7.avi)은 좌, 우로 심하게 기울어진 영상으로 14.5%, 5. (llm1.avi)은 좌우 이동과 점진적 조명 변화 영상으로 6%, 1. (jam5.avi)은 좌, 우 기울어짐과 빠른 속도의 영상으로 2%의 높은 검출율을 나타냈다. 이 결과는 제안하는 방법이 동영상에서 동작변화와 상, 하, 좌, 우 기울어짐이 심한 영상에서 검출율이 높다는 것을 보여준다.

그러나 8. (llm1r.avi)은 좌측이 어두운 영상으로 49%, 4. (llrx.avi)은 상, 하 각도 변화가 심한 영상으로 23%, 9. (llm4.avi)은 동작변화가 심하고 안경에 빛이 반사하는 영상으로 13.5%, 3. (jim2l.avi)은 좌, 우 기울어짐이 빠른 영상으로 11%, 10. (ml16.avi)은 밝고 어둠이 빈번한 변화 영상으로 10%의 검출율이 낮은 것으로 나타났다. 이 결과는 제안하는 방법



이 Sung의 방법보다 어두운 조명과 상, 하 각도 변화가 심한 영상, 안경에 의한 빛의 반사에서의 검출율이 낮은 것을 보여 준다. 향후에는 조명과 상, 하 각도 변화에 강인한 얼굴 검출 알고리즘의 추가 연구가 필요하다.

#### IV. 결 론

얼굴 검출은 대부분 얼굴의 움직임 정보를 이용한다. 기존에 얼굴 검출 방법은 프레임 간의 차를 이용하여 움직임을 검출하는 방법이 사용되어 왔으나 대부분이 실시간을 고려하지 않은 수학적 접근법을 사용하거나 알고리즘이 지나치게 복잡하여 실시간 구현에 용이하지 않았다.

본 논문은 Residual Image 검출기법이 가지고 있는 빠른 검출속도의 장점과 색상정보를 이용한 얼굴 검출 기법을 결합하여 속도가 빠르면서도 검출율이 높은 얼굴 검출 기법을 제안했다. 또한 기술어진 얼굴영상에 대해서도 적은 에러율로 실시간 검출이 가능한 윈도우 회전 알고리즘을 적용하였다.

제안된 시스템의 성능을 검증하기 위해서 Yao-Li와 Sung의 실험에서 이용한 실험 영상을 사용했으며, 실험결과 Yao-Li의 방법에 비해서 평균 11%향상된 검출율을 보였으며, Sung의 방법에 비해서는 어두운 조명과 상, 하 각도 변화가 심한 영상, 안경에 의한 빛의 반사에서의 검출율이 낮은 결과를 보였다. 향후에는 이러한 부분에 대한 검출율을 개선할 수 있는 강인한 얼굴 검출 알고리즘의 추가 연구가 필요하다.

**이 논문은 2009년도 조선대학교 연구비의 지원을 받아 연구되었음**

#### 참고문헌

[1] H. Graf, E. Cosatto, and T. Ezzat, "Face analysis for the synthesis of photo-realistic talking heads," In Proceedings Fourth IEEE International Conf on Automatic Face and Gesture Recognition, 2000.  
 [2] E. Osuna, R. Freund, and F. Girosi, "Traning support vector machines: An application to face detections," In IEEE Proc. of Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, 6, 1997.  
 [3] A. L. Yuille, P. W. Hallinan, and D. S. Cohen, "Feature extraction from faces using deformable templates," Int. J. Comput. Vision, 8, pp 99-111, 1992.

[4] H. Rowley, S. Baluja, T. Kanade, "Neural network-based face detection," In IEEE Patt. Anal. Mach. Intell., 20, pp 22-38, 1998.  
 [5] Yao-Li, J. and F. Berard, "multi-model tracking of faces for video communications," In IEEE Proc. of Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, Puerto Rico, June 1997.  
 [6] Sung Viola, M. Jones, "Robust real-time object detection," International Conference on Computer Vision, 2001.

### 저 자 소개



**김 형 균**  
 1998년 2월 : 조선대학교 대학원 공학석사  
 2004년 2월 : 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사  
 2002년~2007년 8월 : 동강대학 컴퓨터인터넷과 초빙전임강사  
 2007년 ~ 2009년 : 호남대학교 선임연구원  
 2009년 ~ 현재 : 조선대학교 외래교수  
 관심분야 : 모바일 응용, 영상처리



**배 용 균**  
 1984년 2월 : 조선대학교 컴퓨터공학과 공학사  
 1987년 2월 : 조선대학교 대학원 공학석사  
 1993년 2월 : 원광대학교 대학원 공학박사  
 1997년 ~ 현재 : 조선대학교 컴퓨터공학부 교수  
 관심분야 : 마이크로프로세서, 프로그래밍언어