

# 피부색과 모멘트를 이용한 눈 영역 검출

서 덕 원, 윤 국 진, 김 대 중, 곽 훈 성

전북대학교 컴퓨터공학과

e-mail : proce20@mail.chonbuk.ac.kr

## Human Eye Detection using Skin Color and Moments

Seo Duck Won, Kug-Jin Yun, Dae-Jung Kim, Kwak-Hoon Sung

Department of Computer Engineering, Chonbuk University

### 요 약

본 논문에서는 칼라 영상으로부터 피부색 정보 및 모멘트를 이용하여 눈 영역 및 얼굴 영역을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 눈 영역을 추출함으로써 보다 정확한 얼굴 영역을 검출할 수 있다. 이를 위해 먼저 입력된 칼라 영상의 피부색 정보를 기반으로 추출한 영역으로부터 레이블 영역의 면적과 크기 정보를 이용해 1차, 2차 얼굴 후보 영역을 선택하고 선택된 얼굴 후보 영역간의 기울기 모멘트를 계산하여 3차 얼굴 후보 영역을 추출한다. 또한 추출한 3차 후보 영역으로부터 레이블 영역의 크기 및 구조적 관계를 고려하여 영역 내에서의 눈의 위치를 검출한다. 따라서 제안한 방법은 눈의 기울기 관계를 이용함으로써 얼굴의 크기와 얼굴이 좌우로 기울어진 영상에 대하여 강한 얼굴 검출 능력을 보인다.

### 1. 서 론

최근 얼굴 영역 및 얼굴 구성요소를 자동으로 인식하는 많은 연구가 진행되고 있다. 그 응용분야 또한 범죄자 인식 시스템, 출입자 감시 시스템, 얼굴 표정 분석 등 다양한 분야에서 활발히 연구되고 있다[1][2]. 더욱이, 얼굴 영상 분석은 감시 시스템 등에서 핵심기술로서 그 중요성이 날이 증가하고 있다.

이러한 얼굴 인식을 위해서는 얼굴을 검출하는 기술이 선행되어야 한다. 얼굴 영역 검출은 배경 화면으로부터 인식 대상인 얼굴을 구분하여 화면 내에 존재하는 얼굴의 위치, 방향, 크기를 알아내는 기술로서 많은 방법들이 제안되고 있는데 크게 다음의 두 가지로 분류될 수 있다.

첫 번째 방법은 명암 영상만을 대상으로 얼굴 영역을 검출하는 것으로, 얼굴내에 존재하는 입, 눈, 눈썹 등에 나타나는 수평성분을 사용한 얼굴 영역 검출기법[3], 얼굴내의 특징점 들을 이용한 얼굴 영역 검출기법[4] 등이 있다. 이러한 방법은 제한된 배경 하에서 얼굴 영역 검출이 가능하나, 밝음과 조명의 변화에 민감하여 특징점 추출이 어렵고 검출률이 낮다는 단점을 가지고 있다.

두 번째 방법은 컬러 영상을 기반으로 얼굴 영역을 검출하는 것으로, 명암 영상이 가지는 특징뿐만 아니라 피부색이 가지는 정보를 이용할 수 있어 초기 얼굴 후보영역 추출에 있어 얼굴의 기울어진 등에 영향을 받지 않는다. 최근에는 컬러 영상을 기반으로 얼굴 영역을 검출하는데

많은 연구가 되어지고 있다[5][6][7].

컬러 영상을 기반으로 하는 얼굴 영역 검출은 피부색 정보를 이용하여 얼굴 후보 영역을 추출한 후, 명암도 변화 및 모멘트 등으로 얼굴 구성요소를 찾아 얼굴 영역을 검출하는 방법이다. 그러나, 기존의 많은 방법들은 정면을 바라보는 얼굴을 대상으로 제한하였으며, 좌우로 기울어진 얼굴에 대해서는 검출하지 못하는 단점을 가지고 있다. 따라서, 본 논문에서는 얼굴의 피부색 정보와 눈 위치를 이용하여 기울기, 크기 변화에 강한 얼굴 영역 검출 방법을 제안한다.

본 논문의 전체적인 구성은 서론에 이어 2장에서는 제안한 눈 영역 추출 시스템을 설명한다. 3장에서는 기울어진 영상에 대한 실험결과를 보이고 마지막 4장에서 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. 눈 영역 검출 알고리즘

본 논문에서 제안한 눈 영역 검출의 단계는 크게 2단계로 전처리 과정, 눈 영역 추출 과정으로 나눈다. 전처리 과정으로서 먼저 Normalized r-g 컬러공간을 사용하여 얼굴 영역을 추출하고 명암값을 이용한 수평 방향으로의 스벨, 이진화, 미디안 필터 및 확장이 적용되었다.

전처리 과정을 거친 영상에 대해 레이블링을 수행하여 각 레이블 영역의 면적과 크기를 이용하여 1차,2차 얼굴 후보 영역을 추출하고 추출된 영역에 대해 영역간의 기울기와 길이정보를 이용하여 최종 눈 영역을 추출한다. 그림

1은 제안하고 있는 피부색 영역과 모멘트를 이용한 전체적인 눈 영역 추출 시스템 구성도 이다.

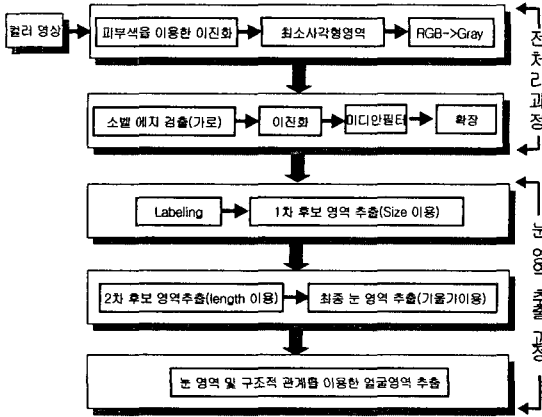


그림 1. 제안한 눈 영역 추출 시스템

### 2.1 얼굴 피부색 결정

컬러 영상내의 얼굴 피부색은 강한 정보를 가지고 있으며, 컬러 공간에서 좁은 범위에 밀집해 있어 이를 이용하여 얼굴 영역을 검출하는데 효과적이다[7][8].

컬러 영상에서 피부색 영역을 분리하기 위해서 여러 가지 컬러 공간이 사용되고 있다. 본 논문에서는 Terrillon[9]이 실험한 자료를 바탕으로 정규화된 RGB 공간에서 r과 g 성분으로 만든 컬러 히스토그램을 이용하여 임계값을 결정한 후 피부색 영역을 추출하는 Normalized r-g 컬러 공간을 사용한다. RGB 좌표계를 Normalized r-g 좌표계로 변환하는 관계식은 식(1)과 같다.

$$q(r, g) = f(R, G, B)$$

$$r = \frac{R}{(R+G+B)}$$

$$g = \frac{G}{(R+G+B)}$$

$$r + g + b = 1 \tag{1}$$

피부색 영역을 결정하기 위해 실험 영상에서 얼굴영역 일부를 떼내어 RGB값을 정규화된 r,g,b값으로 변환한 후, 변환된 r과 g값에 대하여 히스토그램을 구한다. 구한 히스토그램에 대해 식 (2)와 같이 평균 히스토그램을 구한 후, 피부색 영역으로 사용하게 될 r과 g의 평균값을 구한다.

$$H_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i(r, g) \tag{2}$$

표 1. 피부색 추출 알고리즘

```

if(r<0.50 && r>0.40 && r>g)
    if(g > 0.24 && g < 0.36 )
    
```

다음 그림 2는 피부색 추출 알고리즘을 사용한 얼굴 영역을 보여준다.



(a)원본이미지 (b)피부색영역 (c)최소사각형 영역(RGB->Gray)

그림 2. 피부색 영역 추출결과

### 2.2 눈 영역 추출 전처리과정

얼굴의 구조적 특징에서 눈과 입은 가로 방향의 성분이 강하고 코는 세로 성분이 강하다. 이에 본 논문에서는 위에서 얻어진 최소사각형 영역에 대해 눈 영역을 추출하기 위해 비교적 균일하고 특징점이 잘 구해지는 소벨의 가로 방향 연산자를 사용한다. 이 과정으로 불필요한 부분의 에지는 제거되고 다음 단계인 이진화 과정으로 넘어간다. 이진화 과정을 거치고 영상에 존재하는 극단적인 화소값을 제거하기 위하여 미디안 필터를 사용한다.

미디안 필터를 거친 영상에 대해 특징점들이 끊어져 있는 부분을 연결하기 위해 확장 모폴로지 기법을 사용한다. 확장은 8-방향 화소를 조사하여 주변에 하나라도 1이 있으면 연결시키고 그 외에는 연결시키지 않는다. 그림 3은 이 과정의 결과를 나타낸다.

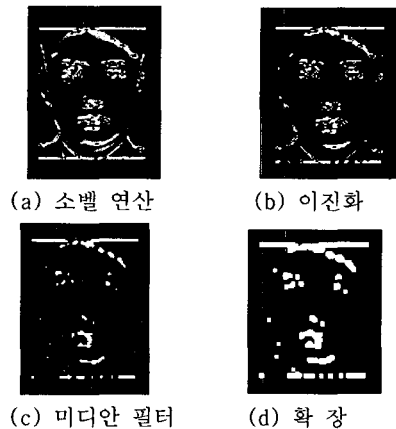


그림 3. 전처리 과정

### 2.3 눈 영역 추출과정

위 전처리 과정을 거친 영상에 대해 각각의 개체를 추출하는 레이블링을 수행한다. 연결되어 있는 모든 화소에 같은 label(번호)붙이고, 다른 성분에는 다른 번호를 붙이는 과정으로 이 과정을 통하여 물체들을 개개의 연결 성분으로 나눌 수 있고, 각 연결 성분의 특성을 조사 할 수 있다.

레이블링을 수행한 영상 내에는 눈 외에 많은 개체가 있으므로 원하지 않은 개체를 제거하기 위해 후보 개체의 면적과 크기를 이용하여 1차,2차 후보 영역을 추출하고 기울기와 길이 정보를 사용하여 눈 영역을 추출한다.

#### 2.3.1 1차 눈 후보 영역 추출

레이블링 과정을 거쳐 추출된 28 ~ 36개의 레이블 영역 중에서 레이블 영역에 포함되어 있는 화소수(면적)를 이용하여 1차적으로 눈 후보 영역을 추출한다.

1차 눈 후보 영역 추출의 기준이 되는 면적은 레이블 영역 중 가장 큰 면적보다는 작고 가장 작은 면적 보다는 커야 한다. 그림 4는 1차 눈 후보 영역 추출 알고리즘을 사용한 결과를 나타낸다.



(a) 레이블링 (b) 1차 눈 영역 후보

그림 4. 1차 눈 영역 추출

#### 2.3.2 2차 눈 후보 영역 추출

1차 눈 후보 추출이 끝난 후 픽셀들을 포함하고 있는 각각의 블록 I에 대해 최소 사각형 영역을 구하고 아래의 식(3)을 이용하여 length<sub>i</sub> 구한다.

$$length_i = \sqrt{(x_{max_i} - x_{min_i})^2 + (y_{max_i} - y_{min_i})^2}$$

- 식 (3)

2차 눈 후보 영역 추출의 기준이 되는 length는 1차 눈 후보 추출과 마찬가지로 가장 큰 length를 가진 블록보다 작아야 하며, 가장 작은 length를 가진 블록보다 커야 한다. 그림 5는 2차 눈 후보 영역 추출 알고리즘을 사용한 결과를 나타낸다.



(a) 1차 눈 영역 후보 (b) 2차 눈 영역 후보  
그림 5. 2차 눈 영역 추출

#### 2.3.3 최종 눈 영역 추출

2차 눈 후보 영역에 대해 각각 무게 중심 (X,Y)를 아래의 식(4)을 이용하여 구한다.

$$X = \frac{1}{N} \sum \sum x$$

$$Y = \frac{1}{N} \sum \sum y \quad (N=\text{블록내 전체 픽셀의수})$$

또한 최소 사각형 영역과 각 사각형의 x축 길이와 y축 길이를 식(5)을 이용하여 구한다.

$$\begin{aligned} xlength_i &= x_{max_i} - x_{min_i} \\ ylength_i &= y_{max_i} - y_{min_i} \\ \bar{x} &= xlength_i - xlength_i \\ \bar{y} &= ylength_i - ylength_i \quad (i, j: \text{블럭}) \end{aligned}$$

임의의 두 개의 블록을 눈 후보로 간주하고 구해진 무게 중심을 이용하여 블록간의 기울기와  $\bar{x}, \bar{y}$ 를 계산한다. 본 논문에서는 1차적으로 블록간의 기울기가 -25° 에서 25° 범위안에 있는 블록만을 추출한 후, 추출된 블록에 대해 다음 알고리즘을 적용하였다.

표 2. 눈 영역 추출 알고리즘

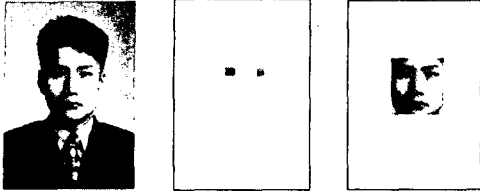
```
if(( $\bar{x} > 0$  &&  $\bar{x} < 2$ ) ||
    ( $\bar{y} > 0$  &&  $\bar{y} < 2$ ))
```

이 과정에서 대부분의 후보 블록들이 영역에서 제외되고 눈 영역을 추출하게 된다. 그림 6은 눈 영역을 추출한 결과를 나타낸다.



(a) 2차 눈 영역 후보 (b) 최종 눈 영역  
그림 6. 눈 영역 추출

최종 눈 영역이 구해진 후에는 각 영역의 최소사각형을 이용해 원본 이미지에서 눈 요소를 찾아내고 얼굴의 구조적인 관계를 이용 얼굴 영역을 추출한다.

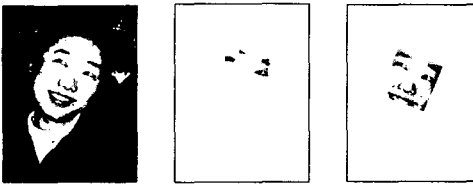


(a) 원본 이미지 (b) 눈 추출 (c) 얼굴영역 추출

그림 7. 눈과 얼굴 영역이 검출된 결과

### 3. 실험 결과

본 논문에서 사용한 영상은 24bit의 150\*208 사이즈의 컬러 영상이다. 총 52개의 영상에 대하여 실험한 결과 73%의 추출율을 보였으며 기울어진 얼굴에 대해서도 눈 영역 추출이 가능하였다.



(a) 원본 이미지 (b) 눈 추출 (c) 얼굴영역추출

그림 8. 기울어진 얼굴에 대한 추출 결과

### 4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 얼굴의 피부색 정보와 모멘트를 이용한 눈 및 얼굴 영역 검출에 관한 알고리즘으로서 눈의 대칭 및 기울기 성분을 이용하여 얼굴 영상에 대해서 검출율을 높였다. 그러나 머리카락이 눈까지 내려온 경우나 안경이 눈 영역을 가렸을 때에 대해서는 눈 영역 추출이 실패했다. 이점은 추후 지속적인 연구로 개선시킬 수 있을 것이며, 앞으로 얼굴의 다른 구성 요소인 코, 입, 턱의 추출과 다양한 배경 하에서 얼굴 영역을 검출할 수 있는 연구가 필요하겠다.

### 참고문헌

[1] Terzopoulos, and K. Waters, "Analysis and Synthesis of Facial Image Using Physical and Anatomical Models," IEEE trans. Patt.Anal.Machin Intl., vol.15(6), PP 569-579, 1993.

[2] Henry A. Rowly, "Neural Network-Based Face Detection", Tech. Rep. CMU-CS-99-117, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA, 1999.

[3] K.C. Yow and R.Cipolla, "Feature-Based Human Face Detection", Tech. Rep. CUED/F-INFENG/TR 249, University of Cambridge, Dept. of Engineering, Cambridge, England, 1996.

[4] I.Craw, D.Tock, and A. Bennett, "Finding Face Features", 2nd European Conf. on Computer Vision, pp.92-96, 1992.

[5] 황신규, 이재호, 김형준, 김희윤, "색상 정보를 이용한 실시간 얼굴 영역 트래킹 방법", 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집 vol.26 No 2, pp.368-370. 1999

[6] 유태웅, 오일석, "색채 분포 정보를 기반한 얼굴영역", 정보과학회 논문지(B) vol. 24 No 2, 1997.2

[7] 박준모, 허태훈, 정재윤, 정은정, 이용주, "피부색 정보와 얼굴의 구조적 특징을 이용한 얼굴 인식", 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집 vol.26 No2, 1999.

[8] 서정원, 박정희, "피부색과 눈요소 정보를 이용한 얼굴영역 검출", 대한전자공학회 가을 학술발표 논문집 vol.22 No2, pp.531-535, 1999.

[9] J.C. Terrillon and H. Fukamachi, "Automatic Detection of Human face in Natural Scene Images by Use of a Skin Color Model and of Invariant Moments", IEEE 3rd Intl. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, Nara, Japan, 1998.