

# Simplified Horn 기법을 이용한 자연 영상에서의 얼굴 영역 검출

이우람\*, 황동국\*, 전병민\*  
\*충북대학교 컴퓨터공학과  
e-mail : ninayosi@nate.com

## Face Detection using Simplified Horn Algorithm in Natural Image

Woo-Ram Lee\*, Dong-Guk Hwang\*, Byoung-Min Jun\*  
\*Dept of Computer Engineering, Chungbuk National University

### 요 약

본 논문에서는 조명의 변화에 강건한 얼굴 검출 알고리즘을 제안한다. 영상내의 조명 성분을 줄이기 위하여 컬러 일관성(color constancy) 알고리즘 중 Simplified Horn 기법을 적용한 후 색 정보를 이용하여 얼굴 후보영역을 결정한다. 이렇게 결정된 얼굴 후보영역 중 얼굴영역과 헤어영역의 여러 기하학적인 정보를 이용하여 실제 얼굴 영역을 판단한다. 제안한 알고리즘은 다양한 조명 성분을 갖는 여러 영상에서 테스트 되었으며 높은 검출률을 보였다.

### 1. 서론

영상에서의 얼굴은 많은 정보를 가지고 있기 때문에 자연 영상에서의 얼굴 검출은 많은 시스템의 중요한 부분으로 사용되고 있다. 얼굴 검출을 위하여 다양한 알고리즘들이 연구되어 왔다. Alboil A. et al.는 색차(chrominance) 분할을 이용하는 얼굴 검출 알고리즘[1]을 제안하였다. jeounghee park et al.은 피부색과 눈의 정보를 이용하여 얼굴을 검출하였다[2]. 그리고 Yepeng Guan et al.은 얼굴에 존재하는 다양한 특징점(feature)들을 기반으로 하여 특징점들의 기하학적인 정보를 통해 얼굴을 검출하는 방법[3]을 제안하였다. 이 밖에 다른 여러 알고리즘들이 얼굴 검출을 위하여 컬러 정보를 중요하게 사용한다. 하지만 컬러를 이용한 얼굴 검출 알고리즘들은 다양한 조명을 갖는 자연 영상에서는 문제점을 가질 수 있다. 영상에서 나타나는 컬러는 조명(illuminant)성분과 조명을 받는 표면의 반사계수(reflectance)와 관련이 있기 때문에 조명성분이 바뀌게 되면 같은 표면이라도 다른 컬러로 표현 될 수 있기 때문이다. 이는 특정 조명 하에서 얼굴 검출을

위하여 이용한 컬러 범위는 조명의 변화에 따라 바뀌어야 함을 의미한다. 본 논문에서는 영상에서 이러한 조명의 효과를 제거하기 위하여 컬러 일관성 알고리즘을 적용한다. 이후 컬러 정보를 이용하여 얼굴과 헤어 후보영역을 검출한다. 마지막으로 얼굴과 헤어 후보영역의 기하학적인 관계를 이용하여 여러 얼굴 후보 영역 중 실제 얼굴영역을 판단한다. 제안한 알고리즘은 영상에서 조명성분을 억제할 수 있기 때문에 다양한 조명 성분을 가지는 영상에서도 높은 검출률을 보였다.

### 2. 제안한 알고리즘

#### 2.1. 컬러 일관성

일반적으로 카메라와 같은 영상 획득 장치들은 장면(scene)을 비추는 조명의 바뀌게 되면 같은 물체라도 다른 컬러로 인식하게 된다. 조명을 받는 피사체 표면의 반사계수에 의해 반사되는 조명의 파장을 센서가 측정하기 때문에 다른 조명 하에서의 동일한 물체는 다른 파장으로 기록되게 되기 때문이다. 하지만 사람의 눈은 조명의 밝기나 세기가 달라

저도 낮익은 물체의 컬러를 동일하게 느끼는 경우가 있는데 이를 컬러 일관성이라 한다. 이는 컬러의 대비(contrast)와 반대 개념으로 로봇 비전이나 영상처리 분야에서 장면의 조명정보를 얻기 위하여 사용된다. 컬러 일관성에 관한 연구는 Edwin H. Land의 연구[4]로부터 시작되었고 많은 연구자들로부터 다양한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 컬러 일관성 달성을 위하여 여러 알고리즘 중 Simplified Horn 방법을 적용하였다. Simplified Horn 알고리즘은 Horn이 제안한 컬러 일관성 알고리즘의 단순화된 버전으로써 조명은 장면 전체에 걸쳐 일정(uniform)하다는 가정을 전제로 한다. 컬러 영상에서의 픽셀  $C(x,y)$ 는 채널  $i \in \{R, G, B\}$ 에 대하여 식 1과 같이 나타난다.

$$C_i(x,y) = R_i(x,y)L_i(x,y) \quad (1)$$

$R(x,y)$ 는 물체의 반사 계수이며  $L(x,y)$ 는 입사광을 나타낸다. 조명  $L_i(x,y)$ 는 일정하기 때문에  $L_i$ 로 간주하여 식은 (2)와 같이 표현된다.

$$C_i(x,y) = R_i(x,y)L_i \quad (2)$$

양변에 로그연산을 수행하면 반사계수와 조명은 곱이 아닌 합으로 표현된다.

$$\log(C_i(x,y)) = \log(R_i(x,y)) + \log L_i \quad (3)$$

정보를 알지 못하는  $L_i$ 는 우변을 0과 1 사이의 값으로 정규화를 수행함으로써 제거 될 수 있다.  $L_i$ 는 모든 픽셀에 공통으로 더해지기 때문에 정규화 과정에서 무시될 수 있기 때문이다. 이후 지수함수를 이용하여 조명성분이 제거된 영상을 얻게 된다. 그림 1은 영상전체가 균일한 조명의 영향을 받은 영상에 Simplified Horn 알고리즘을 적용한 결과를 보여준다.



그림 1. Simplified Horn 알고리즘의 결과

## 2.1. 얼굴 검출

컬러 일관성이 적용된 영상에서 얼굴과 헤어 후보영역을 찾기 위하여 본 논문에서는 컬러 정보를 이용한다. RGB 채널로 이루어진 입력 영상은 얼굴과 헤어 후보영역 검출을 위하여 YCbCr 컬러 공간으로 변환된다. YCbCr 컬러 공간상에서 얼굴과 헤어 후보영역을 찾기 위한 각 컴포넌트의 컬러 범위는 표 1과 같다.

표 1. 얼굴과 헤어 후보영역의 컬러 범위

후보영역	Cb		Cr		Y	
	최소	최대	최소	최대	최소	최대
얼굴	100	125	138	160	x	
헤어	123	134	123	134	x	70

이렇게 검출된 얼굴 후보영역들에는 실제 얼굴 영역이 아닌 다른 신체 부위나 피부색을 가지는 배경영역이 포함될 수 있다. 이러한 영역들을 제거하기 위하여 얼굴 후보영역의 다양한 정보를 이용한다. 일반적으로 얼굴 영역은 팔이나 다리와 같은 다른 신체 영역이나 피부색을 가지는 배경영역 보다 둥근 형태로 나타날 수 있기 때문에 가로와 세로의 비가 크게 차이 나지 않는다. 이러한 점을 이용하여 후보영역의 가로와 세로의 비가 일정 이상이 되는 얼굴 후보영역은 삭제된다. 또한 후보영역을 포함하는 최소 사각영역을 그릴 경우 실제 얼굴은 둥근 형태이기 때문에 사각영역의 크기와 얼굴 후보영역 크기의 비를 고려한다. 얼굴 후보영역이 둥근 형태가 아니면 사각영역의 넓이와 후보영역의 넓이는 많은 차이가 있기 때문에 이러한 후보영역들은 제거되었다. 마지막으로 선별된 얼굴 후보영역과 헤어 후보영역의 교차영역을 이용하여 최종 얼굴영역을 검출한다. 사람의 얼굴과 헤어는 인접하여 존재하기 때문에 각각의 영역을 포함하는 사각영역 사이에는 교차영역이 존재한다. 따라서 이러한 교차영역을 일정 이상 포함하는 얼굴 후보영역을 최종 얼굴영역이라 판단한다.

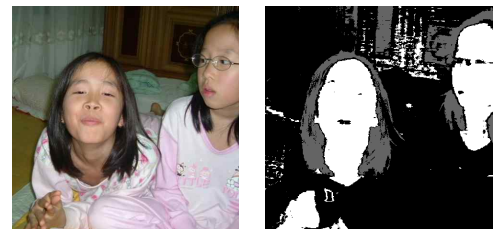


그림 2. 검출된 얼굴과 헤어 후보영역

그림 2는 표 1에 나타난 컬러 정보를 이용하여 얻은 얼굴

과 헤어 후보영역을 보여준다. 그림 3에는 컬러 항상성이 적용되지 않은 영상에서의 피부색과 헤어색 픽셀을 보여준다. 장면이 밝게 조명되었기 때문에 헤어색 픽셀은 거의 존재하지 않는다.

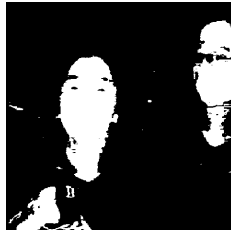


그림 3. 컬러 항상성이 적용되지 않은 영상의 컬러 분포

실제 얼굴과 헤어영역뿐만 아니라 다른 영역들이 많이 포함되어 있다. 그림 4에서는 여러 기하학적 정보를 이용하여 얻은 최종 얼굴 후보영역과 교차영역을 이용하여 얻은 얼굴 영역이 나타나 있다.



그림 4. 최종 얼굴 후보영역과 검출된 얼굴 영역

### 3. 실험 및 성능평가

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위하여 다양한 이미지들이 사용되었다. 실험 영상은 특정 컬러를 가지는 조명으로 일정하게 조명되었다. 또한 정면 얼굴 영상뿐만 아니라 측면 및 옆얼굴 영상도 사용되었다. 그림 5는 다양한 영상에 대한 결과를 보여준다.

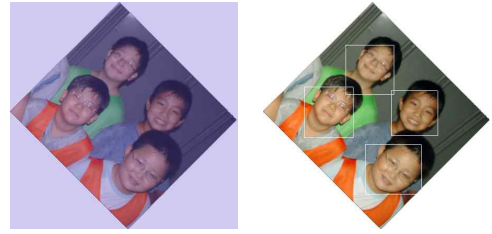
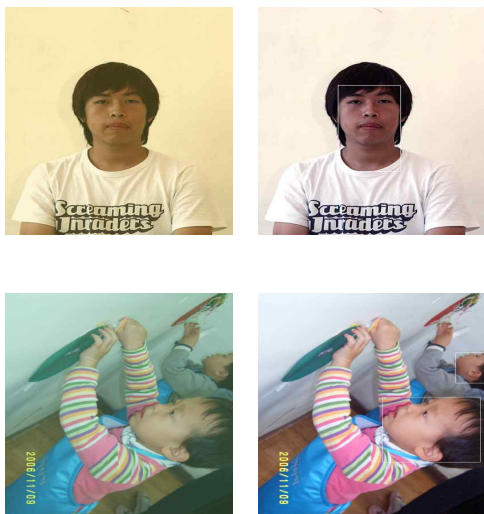


그림 5. 다양한 실험영상들에 대한 얼굴 검출 결과

### 4. 결론

실험 영상의 대부분은 컬러를 가지는 조명의 효과 때문에 표 1의 컬러 정보를 이용하여 후보영역이 나타나지 않았다. 하지만 Simplified Horn 알고리즘을 적용한 후에는 표 1의 정보를 이용할 수 있었다. Simplified Horn 알고리즘의 가정대로 영상 전체에 일정한 조명이 영향을 끼치고 있는 경우에는 효율적으로 조명 효과가 제거 될 수 있었다. 하지만 영상에 영향을 미치는 광원이 한개 이상이거나 영상 전체에 균일하지 않게 조명이 될 경우에는 Simplified Horn 알고리즘을 대체 할 수 있는 다른 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] Albiol A., Torres L. and Delp E. J., "An unsupervised color image segmentation algorithm for face detection applications," *Image Processing, 2001. Proceedings. 2001 International Conference*, Vol. 2, pp. 681-684, Oct. 2001.
- [2] Jeonghee Park, Jungwon Seo, Dongun An, Seongjong Chung, "Detection of human faces using skin color and eyes," *Multimedia and Expo, ICME 2000*, Vol. 1, pp. 133-136, Aug. 2000.
- [3] Yepeng Guan and Lin Yang, "An unsupervised face detection based on skin color and geometric information," *Intelligent Systems Design and Applications, 2006. Sixth International Conference*, Vol. 2, pp. 272-276. Oct. 2006.
- [4] Edwin H. Land and John J. McCann, "Lightness and Retinex Theory," *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 61, Num. 1, pp. 1-11, Jan. 1971
- [5] Marc Ebner, *Color Constancy*, Wiley, 2007