

# 컬러 영상으로부터 Hue,Tint 색상 정보의 상관관계를 이용한 얼굴 검출

김정기<sup>1</sup>, 민경필<sup>2</sup> 전준철<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>경기대학교 정보과학부

e-mail : conel20@hanmail.net<sup>1</sup> ccabi@kyonggi.ac.kr<sup>2</sup>

jcchun@kyonggi.ac.kr<sup>3</sup>

## Face Detection in Color Images Using the Correlation between Hue and Tint

Jung-Gee Kim<sup>1</sup>, Min Kyongpil<sup>2</sup> Jun-Chul Chun<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Dept of Information Science, Kyonggi University

### 요 약

본 논문에서는 컬러 영상으로부터 얼굴을 검출하는 방법으로서, RGB 색상 공간을 Hue와 Tint 정보로 분리하여 자동으로 검출하는 방법을 제시한다. 다양한 색상 공간으로의 변환은 얼굴 검출에 필요한 보다 정확한 정보를 만들어낼 수 있다. 피부 색상에 대해 Hue와 Tint 색상 정보가 직선 형태의 분포를 이루는 특징을 이용하도록 한다. 색상 및 조명의 변화에 영향을 덜 받는 두 색상 값으로부터 직선 방정식을 생성하여 입력 데이터와의 비교를 통해 얼굴 영역을 검출한다. 실험을 통해 본 논문에서 제시한 방법이 보다 빠르고 정확한 결과를 보여줌을 증명한다.

### 1. 서론

컴퓨터 비전(vision) 분야에서 얼굴 정보 분석은 다양한 응용 분야로의 접근이 용이하므로 많이 연구되고 있다. 최근에는 컴퓨터에 의한 얼굴의 자동 인식 및 인증을 통한 보안 시스템, 신용카드 조회, 범죄자 신원 확인 그리고 원격지간의 회의와 같은 응용 분야에서 주로 다루지고 있다. 그러나 영상에서 표현되는 얼굴 정보인 형태 및 구조, 텍스처(texture)의 복잡성 때문에 정확한 분석이 어렵다. 이러한 얼굴 정보 분석은 얼굴 검출 및 인식과 모델링 및 합성으로 나뉘서 연구되어진다. 첫 번째 연구는 얼굴 검출(detection), 위치 측정(localization), 인식(recognition), 인증(authentication), 추적(tracking) [1], 표정 인식(expression recognition)과 같은 분야로 세분화될 수 있으며, 두 번째 연구는 현실감 있는 얼굴 모델 생성(realistic facial modeling) 및 애니메이션(facial animation) 분야로 나눌 수 있다. 특히, 얼굴 검출은 위의 모든 연구의 가장 기초가 되

며, 성능을 좌우할 수 있는 요소이다.

얼굴 검출은 임의의 입력 영상에 얼굴이 포함되어 있는지의 여부를 판단하며, 만약 있다면 얼굴의 범위와 위치를 결정하는 것을 목적으로 하고 있다. 일반적으로 영상에 나타나는 얼굴은 자세의 변화, 영상의 방향, 조명 조건, 표정의 변화, 맞물림 효과로 인하여 검출이 용이하지 않기 때문에, 이러한 요인들에 영향을 받지 않는 알고리즘 개발에 연구가 집중되고 있다. 얼굴 검출은 크게 지식기반(knowledge-based) 방법, 특징기반(feature-based) 방법[2], 템플릿기반(template-based) 방법, 그리고 형태기반(appearance-based) 방법으로 분류된다. 지식기반 방법은 얼굴에 관한 사전지식으로부터 유추할 수 있는 규칙을 이용하는 방법으로, 사람이 갖는 지식을 잘 정의된 공식으로 표현하기 어렵다. 특징기반 방법은 얼굴의 변하지 않는 특징들을 이용하는 방법으로서, 조명, 잡음, 맞물림에 많은 영향을 받는다. 템플릿기반 방법은 입력 영상과 표준 얼굴 템플릿 사이의 상관관계를 고려한 방법으로서, 형태나 방향, 크기의 변화를 효율적으로 처리하지 못하는

1) 본 연구는 한국 과학재단 특정기초연구(과제번호 R01-2002-000-00010-0) 지원으로 수행되었음

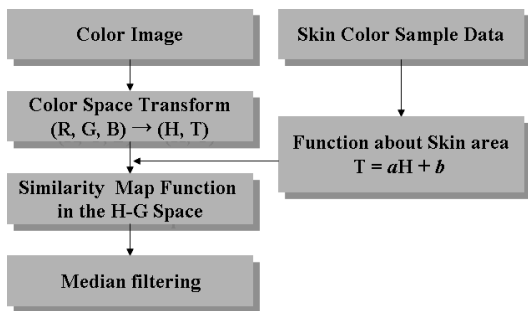
단점을 갖고 있다. 형태기반 방법은 기계학습과 통계적 분석을 통한 방법으로서, 너무 복잡하다는 점과 과도한 표본을 필요로 하는 단점이 있다.

본 연구에서는 과도한 계산량과 복잡함을 배제하고, 빠른 속도와 비교적 정확한 결과를 보장하는 특징기반 방법 중에서 피부 색상 정보를 이용하도록 한다. 기존의 RGB 공간을 피부색 검출에 용이한 H(hue)와 T(tint) 정보의 변화를 통해, 두 색상 값의 상관관계를 고려한 검출 방법을 제안한다. H와 T 값의 분포에 대한 직선 방정식과의 거리 비교를 통하여 피부색을 검출하게되며, 기존의 방법에 비해 조명이나 피부색의 차이에 영향을 받지 않는 정확한 결과를 만들어낼 수 있다.

이후 논문의 본문에서는 얼굴 검출에 이용되는 색상 정보와 검출 기법을 설명하며, 다른 모델을 이용한 검출 결과와 비교를 통해 성능을 평가하도록 한다. 마지막으로 결론에서 개선 및 향후 연구 방향에 대해 제시하도록 한다.

**2. 본론**

사람의 얼굴을 감지하고 인식하기 위해서는 얼굴을 특징지을 수 있는 두드러진 특징 영역들을 검출해내야 한다. 일반적으로 눈, 코, 입, 얼굴 윤곽이 이러한 특징 영역에 해당된다. 본 연구에서는 [그림 1]과 같은 과정을 통해 이러한 특징 영역들을 검출하도록 한다.



[그림 1] 시스템 개략도

입력 영상으로는 컬러 영상을 이용하며, RGB 색상 공간은 색상 정보와 휘도가 함께 섞여있기 때문에, HT 공간으로 변환한다. HT공간 내에서는 색의 분포가 직선의 형태를 이루기 때문에, 피부 영역에 대한 직선의 방정식을 설정하여 입력 데이터와 거리를 비교해서 피부 영역을 검출해내도록 한다. 불필요한 잡음을 제거하기 위하여 median filter를 적용하고, 피부영역 안에서 발견되는 특징 영역들의 관계를 분

석하여 눈과 입 영역을 검출하도록 한다.

**2.1 색상 정보를 이용한 검출**

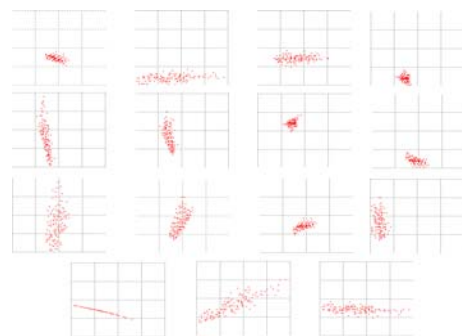
얼굴 검출 기법 중 가장 쉽고 많이 이용되는 방법이 컬러 영상으로부터 피부색을 검출해내는 방법이다. 색상 정보는 영상으로부터 피부를 인지할 수 있는 가장 효율적인 방법이며, 빠른 처리 능력과 얼굴 형태의 기하학적 변화에 많은 영향을 받지 않는 특징을 갖고 있다. 일반적인 문제점으로는 다양한 피부색으로 인하여 얼굴을 검출하지 못한다는 점이 있지만, 대부분의 연구는 색상 자체보다는 명암도에 따른 오검출률에 초점을 맞추고 있다. 많은 연구들이 YCbCr, HSV, YES, 그리고 TSL과 같은 다양한 색상 공간으로의 변환을 통해 이러한 문제를 해결하려 하고 있다[3][4].

색상 정보를 이용할 때는 먼저 [그림 2]와 같은 표본 데이터를 통해 피부색을 가장 잘표현할 수 있는 색상 공간을 설정한 후, 피부색의 분포를 표현할 수 있는 모델을 생성하고, 마지막으로 색상 분할 처리를 위한 가장 적합한 방법을 고려해야 한다.



[그림 2] 피부 색상에 대한 표본 데이터

RGB 공간은 명암도의 변화에 민감하기 때문에 밝기값을 배제한 Cb, Cr, H, S, T, s(TSL의 S)들의 조합을 이용할 수 있다. [그림 3]는 각 값들의 조합에 의한 분포도를 그린 것이다.



[그림 3] 각 색상 조합에 의한 분포도

(왼쪽 위부터: Cb-Cr, S-H, s-T, Cb-H, Cb-S, Cb-s, Cb-T, Cr-H, Cr-S, Cr-s, Cr-T, H-s, H-T, S-s, S-T)

[그림 3]에서 볼 수 있듯이 HT 조합에 의한 모델에서 피부색 분포가 직선 형태로 밀집되어 있음을 확인할 수 있다. 또한, H 값은 임의의 영역에 대한 붉은색, 초록색, 노란색, 자줏빛과 같은 현저한 색상을 정의하는데 이용되며, 백색 조명과 같은 빛의 영향에 영향을 받지 않는 장점을 갖고 있다.

본 연구에서는 HT 값에 의한 분포도를 [식 2]과 같이 각각의 최대값과 최소값을 지나는 직선의 방정식에 의해 표현하며, [그림 4]와 같이 입력 좌표값과 직선 사이의 직각 거리를 측정하여 피부 영역을 검출한다. [식 1]은 RGB 공간으로부터 H, T로의 변환 공식이다.

$$H = \arccos \frac{1/2((R-G)+(R-B))}{\sqrt{((R-G)^2+(R-B)(G-B))}}$$

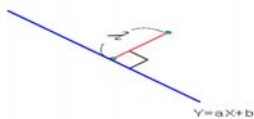
$$T = \begin{cases} \arctan(r/g)/2\pi + 1/4 & , g > 0 \\ \arctan(r/g)/2\pi + 3/4 & , g < 0 \\ 0 & , g = 0 \end{cases}$$

[식 1]

$$r' = R/(R+G+B) - 1/3$$

$$g' = G/(R+G+B) - 1/3$$

$$Y - y_1 = \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) X + C \quad (0 < x < 0.5) \quad [식 2]$$



[그림 4] 피부색상과의 유사성 측정 방법

$$Distance_{(i,j)} = \frac{|aH_i + bT_j + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} < \lambda \quad [식 3]$$

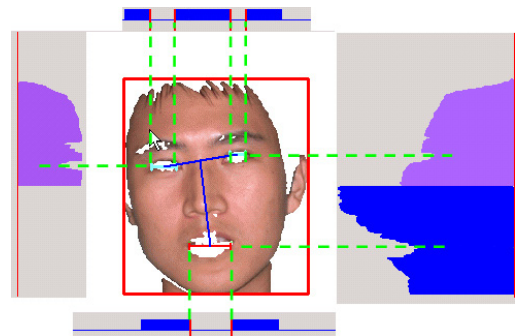
피부 영역 검출을 위한 거리 비교 [식 3]에서 임계값( $\lambda$ )은 0.003을 이용하도록 한다. [그림 5]는 제안 방법에 의해 검출된 결과이다.



[그림 5] 피부 영역 검출 결과

피부 영역을 검출한 결과 외부 조명이나 잡음으로 인해 피부 영역이 아닌 미세한 부분이 검출될 수 있다. 잡음을 제거를 위한 후처리로 미디언(Median) 필터를 적용한다.

검출된 피부 영역에서 얼굴 영역만을 선택하기 위해서 검출된 특징들의 구조를 분석한다. 일반적으로 얼굴에서 눈, 눈썹, 입 영역은 얼굴의 다른 부분에 비해서 낮은 밝기 값을 갖는다. 그리고 눈과 입은 수평 방향으로 위치하기 때문에, 영상의 수평 성분을 검색하면 쉽게 눈과 입 영역을 찾을 수 있다. 얼굴 후보 영역이라 할 수 있는 피부 영역에 대한 각 열들의 합을 y 축의 값으로 설정한 그래프에서 발생하는 지역적 최소값에 대한 x 축의 값의 지역적 최소값을 조사한다. x 축에서 최소값이 두 개가 발견되었을 경우 눈으로 간주하고, 하나만 나타날 경우 입으로 간주하여, 두 개의 최소값 후에 바로 하나의 최소값이 발견될 경우 눈과 입으로 결정한다. [그림 6]은 검출된 얼굴과 눈, 입 영역에 대한 위치를 보여주고 있다.

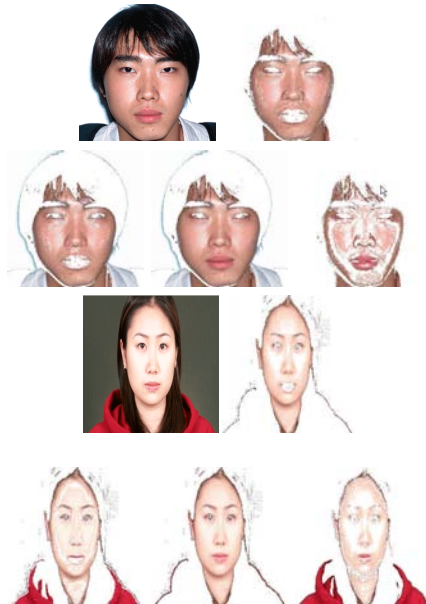


[그림 6] 얼굴 검출 결과

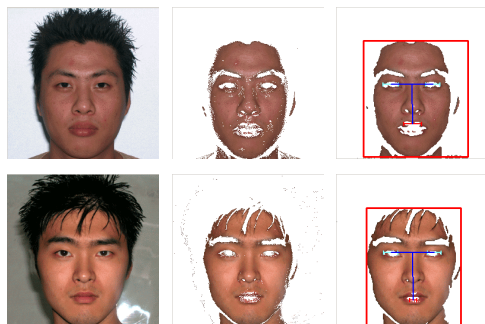
## 2.2 실험 및 결과

색상 정보를 이용할 경우 적절한 색상 모델과 피부 영역과 입력값 사이의 거리를 측정할 수 있는 분류 방법을 설정해야 한다. 기존의 다른 연구에서는 얼굴 검출을 위한 색상 모델로는 HSV, TSL, YCrCb, CIE-xy가 좋은 성능을 보이는 것으로 알려져 있다. 각 색상 공간에 대한 분류 방법으로는 RGB 공간에서는 베이지언 분류기(bayes classifier)를 이용할 경우, TS 공간에서는 자가 조직망(self organizing map), CbCr 공간에서는 단일 가우지언 분포(single gaussian distribution), CIE-xy에서는 타원형 경계 모델(elliptical boundary model)을 각각 이용할 경우 좋은 성능을 보이는 것으로 조사되었다.

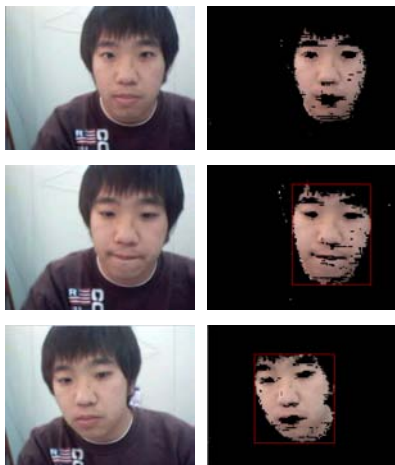
본 연구에서는 제안 방법의 성능 평가를 위하여 피부 영역 검출에 가장 많이 이용되는 방법인 마할라노비스 거리 측정법을 분류 방법으로 설정하고 CbCr, TS, CbT 색상 공간에서의 측정 결과를 비교 하도록 한다[5].



[그림 7] 성능 평가 결과  
(왼쪽 위부터 원영상, HT, CbCr, TS, CbT)



[그림 8] 얼굴의 특징점 추출 결과



[그림 9] 동영상에서 피부영역 검출

### 3. 결론

색상 정보를 이용한 검출 방법은 다양한 피부색 분포와 조명의 영향으로 인한 명암도에 많은 영향을 받는다. 이러한 잘못된 검출 결과를 생성하는 요소들을 배제하기 위해서는 피부색을 잘 표현할 수 있는 색상 공간과 적절한 경험적 분류 기법으로 무엇을 이용하느냐가 중요하다.

본 연구에서는 얼굴 영역을 검출하기 위해서 피부 영역에 대한 직선 성분의 분포를 보이는 HT 값의 조합에 의한 색상 공간을 생성하였으며, 피부색을 포함하는 직선의 방정식과 입력 데이터와의 직교 거리를 측정하는 분류 방법을 이용하였다. 실험 결과를 통해서 기존에 연구된 색상 정보를 이용하는 방법보다 명암도에 영향을 받지 않았으며, 다양한 피부 색상까지 검출해냄을 확인할 수 있었다.

얼굴 모델링 및 애니메이션, 인식 등의 응용 분야에서는 제안된 방법에 의해 검출된 특징 영역만으로는 적용이 불가능하다. 향후 연구과제로는 눈, 입, 얼굴 윤곽선 외에 MPEG-4에서 정의하고 있는 얼굴 구조 분석에 필요한 턱선, 코, 광대뼈와 같은 다양한 특징 영역을 검출할 수 있는 방법을 연구하도록 한다.

### 참고문헌

- [1] Chien, Shao-Yi, Shyh-yih Ma and Liang-Gee Chen, Efficient Moving Object Segmentation Algorithm Using Background Registration Technique, IEEE Trans. on circuits and systems for video technology, Vol.12 No.7 July 2002.
- [2] K.Sobottaka,I.Pitas, "Looking for Faces and Facial Features in Color Images", PRIA: Ad
- [3] J.C. Terrillon, M. N. Shirazi, H. Fukamachi, and S. Akamatsu, "Comparative performance of different skin chrominance models and chrominance spaces for the automatic detection of human faces in color images," Proc. IEEE Int'l Conf. on Face and Gesture Recognition, pp. 54-61, 2000
- [4] R. L. Hsu, M. A. Mottaleb, and A. K. Jain. Face detection in color images. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intell., 24:696-706, 2002.
- [5] Marcel J. Castro, "Color Image Classification" Computing Research Conference December 4, 1999