

새로운 RGB영역 변환을 이용한 Skin Color Detection에 관한 연구

정원석*, 이형지**, 정재호**
*인하대학교 멀티미디어공학과
**인하대학교 전자공학과

e-mail:g1991681@inhavision.inha.ac.kr

A Study on New RGB Space Transformation for Skin Color Detection

Won-Serk Chung*, Hyung-Ji Lee**, Jae-Ho Chung**
*Dept of Advanced Multimedia Engineering, Inha University
**Dept of Electronic Engineering, Inha University

요약

본 논문에서는 색상정보를 이용한 얼굴 검출 알고리즘에 대해 소개하고자 한다. 여러 개의 얼굴 검출에 적용되는 이 알고리즘은 피부색의 학습 과정과 입력영상에 대한 얼굴 검출 과정으로 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 특히 본 연구에서는 피부색이 본 논문에서 제안한 새로운 RGB 영역에서 직선을 이루는 특징을 이용하여 학습 data를 구성한다. 이렇게 구성된 data를 입력영상에 적용함으로써 1차 얼굴 후보영역을 결정한다. 그런 후 1차 후보영역을 세로방향과 가로방향으로 투영시킴으로써 최종 얼굴 영역을 찾아낸다. 실험을 통해 이 알고리즘은 기존의 색상정보를 이용한 얼굴 검출 방법에 비해 얼굴 개수에 상관없이 높은 검출 성공률을 보여주었다.

1. 서론

인간의 얼굴 인지는 컴퓨터 비전 그룹에서 현재 가장 활발한 연구분야중 하나이다. 얼굴의 locating과 추적은 얼굴인식 혹은 표정분석의 전처리 과정이다. 비록 그 작업이 정규화된 얼굴이 필요하다는 가정이 있어야 하지만 인간얼굴을 찾기 위해서, 시스템은 카메라와 프레임그레버를 이용하여 영상을 획득한 후 이미지를 처리하고 중요한 특징점을 추출하기 위해 이미지를 탐색한 뒤 특징값들을 취합하여 얼굴의 위치를 결정해야한다. 얼굴을 추적하기 위해서 시스템은 얼굴위치를 파악해야 할뿐만 아니라, 연속된 이미지 속에서 같은 얼굴을 찾아야 한다.

지금까지 연구된 얼굴의 위치를 찾는 몇가지 시스템에는 여러 집합의 얼굴 대해 PCA를 수행하여서 얻어진 eigenface방법[1], 전체 이미지에 대해 부분영상(subimage)을 덮어 씌워서 이동시켜 얼굴을 찾는 방법, 그리고 군집화(clustering) 기법에 근거한 얼굴 검출 시스템이 있는데 이 시스템은 영상을 분할해서 작은 사이즈의 윈도우 위치를 이동시킨 다음

그 안에 얼굴이 없는지를 판단한다.

얼굴의 특징점들중, 눈이나 코 입 같은 것들은 얼굴의 위치를 찾는 데 가장 기본적인 단서가 될 수 있다. 그러나 이러한 특징점들은 시간에 따라 변화할 수 있다. 이런 특징점들의 변화를 다루는 방법으로 correlation template[2], deformable template[3], spatial image invariant[4], 신경망[5] 등이 소개되어 있다. 그러나 이러한 방법들은 계산량이 많아서 실시간으로 구현하기가 거의 불가능하다.

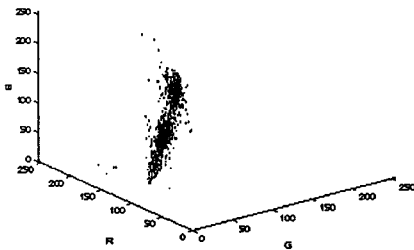
컬러는 인간얼굴의 또 다른 특징이다. 스킨 컬러를 이용해 인간의 얼굴을 추적하는 데에 몇 가지 장점이 있다. 일단 속도면에서 다른 얼굴 특징점 보다 월등히 빠른 속도를 보인다. 일정한 조명하에서 컬러 정보는 방위에 불변하다. 그러나 컬러를 이용하여 인간의 얼굴을 추적하는데는 몇가지 문제점이 있다. 첫째로 카메라에 의해 얻어진 얼굴색은 주위환경의 조명이나 움직임 등에 의해서 영향을 받는다. 둘째로 같은 조명, 같은 사람을 찍을지라도 여러대의 카메라는 다른 컬러를 만들어 낸다. 그리고 마치

막으로 각 사람들마다 피부색은 다르다. 그러므로 우리가 컬러를 가지고 사람얼굴을 tracking하려면 이러한 문제들을 해결해야한다. 본 논문에서는 다양한 조건의 정지 영상에서 피부영역을 검출하기 위한 알고리즘을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존의 얼굴 검출 알고리즘의 소개와 본 논문에서 제안한 알고리즘을 설명할 것이고 3절에서는 실험내용에 대해서 마지막으로 4절에서는 실험결과 정리와 다른 알고리즘과의 성능비교를 통해 제안한 알고리즘의 우수성을 증명할 것이다.

2. 피부색 분포(Skin Color Distribution)

색상정보를 이용하여 일반 영상에서 얼굴을 분리해 내기 위해서는 적합한 color space에서 살색을 가장 잘 modeling 할 수 있는 것이 필요하다. 우선 RGB 좌표계에서의 살색은 그림(RGB space에서의 분포도)에서 볼수 있듯이 아주 좁은 영역에 분포하는것을 볼 수 있다. 이는 인간의 얼굴을 표현하는데에는 전체 색 중 얼마 안되는 가지수의 색만이 사용된다는 것을 알수 있다.



[그림 1] RGB 영역에서의 살색의 분포

2.1 정규화(Normalization)된 RGB

컬러 정보를 이용한 피부색을 검출해 내는데 이TDj서 가장 문제되는 것은 조명의 변화에 따른 문제이다. 그러므로 색상 영역에서 정확성을 유지하면서 차원(Dimension)을 줄이면서 을 밝기 성분을 제거하여 처리하는 것이 필요한데, 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 정규화된 RGB영역을 사용하였다.

RGB로 표현되는 두 색, (r_1, g_1, b_1) (r_2, g_2, b_2) 가 있을 때 다음의 식을 만족한다면

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{g_1}{g_2} = \frac{b_1}{b_2}$$

이 두 색은 같은 색상을 지니지만 밝기에서는 차이

가 있다는 소리다. 정규화에 의해 밝기 성분은 제거될 수 있다.

정규화된 RGB 영역의 각 component는 다음과 같다.

$$N_c = \frac{C}{(R+G+B)} \quad \text{for } C \in \{R, G, B\} \text{ and } R+G+B \neq 0$$

$$N_r + N_g + N_b = 1$$

$$Y = c_1R + c_2G + c_3B \quad \text{where } c_1 + c_2 + c_3 = 1$$

$$T_1 = \frac{R}{(R+G+B)}$$

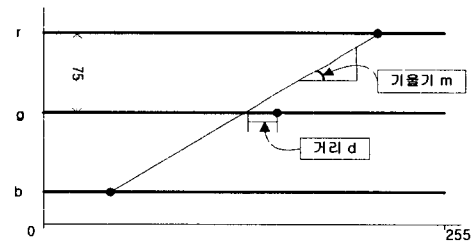
$$T_2 = \frac{G}{(R+G+B)}$$

Y : Luminance

T_1, T_2 : Chromatic

2.2 제안한 알고리즘

정규화된 RGB 영역에서 피부를 이루는 픽셀 중 하나를 골라 다음과 같은 좌표(그림2)에 놓았을 때 일정한 기울기를 지니는 직선으로 근사 된다는 점에 착안한 것이다. 각 픽셀에 대해 기울기 m 과, g 가 r 과 b 로 이루어진 직선에서 떨어진 거리 d 의 두 파라미터를 구하여 살색 여부를 판단한다.



[그림 2] 새로운 RGB 좌표계 (x축을 255로 scaling)

2.3 살색 모델의 구성 (학습과정)

먼저 살색모델의 구성 과정이 필요한데 본 논문에서는 Purdue Univ.의 Face DB [7]를 사용하였다. 이 Face DB는 768×576크기의 정면영상으로서 조명변화, 선글래스, 목도리, 등의 유무, 표정변화에 따라 제작된 것이다. 이 DB중 103개(총 픽셀수는 4871079개)의 파일을 골라 photoshop을 이용하여 수작업으로 얼굴부분을 뜯어낸다 (그림3). 이다.그리고 각 픽셀을 (그림2)의 좌표에 mapping시키면 RGB의 각 component가 직선을 이루면서 위치하게 된다. 이때 세 점이 항상 같은 직선에 위치하는 것이 아니므로 먼저 red와 blue의 두 점을 가지고 직선을 구한 다음 green 값이 그 직선에서 떨어져있는 거리를 feature로 사용한다.

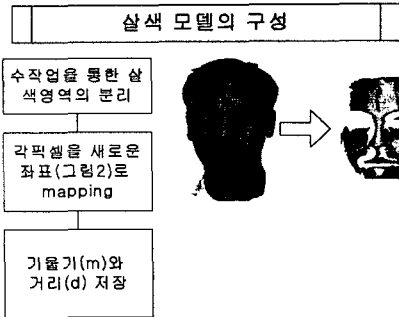
사용한 feature로는 red와 blue로 이루어지는 직선의

기울기 (m) 과 이 직선에서 green 이 떨어져있는 거리 (d_x)를 사용하였다.

$$\text{기울기 } m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{150 - 0}{\text{value}_R - \text{value}_B} \quad (1)$$

(value_R : Red의 값, value_B : Blue값)

$$\text{거리 } d_x = \left| \frac{\text{value}_R + \text{value}_B}{2} - \text{value}_G \right| \quad (2)$$



[그림 3] 살색 모델의 구성

떼어낸 피부 영역의 예는 다음과 같다.



[그림 4] 수동으로 떼어낸 얼굴영역

2.3 살색영역의 결정

위의 학습 과정을 거치게 되면 피부색모델이 결정되는데 이 데이터를 이용하여 입력영상에 대한 모든 픽셀에 대해 본 논문에서 제안한 feature값들을 비교 후 살색 여부를 판정한다.

학습에 쓰인 총 픽셀 개수의 90%에 해당하는 만큼의 m 과 d 의 값을 구하여 최종 피부영역을 다음은 이렇게 구해진 임계값을 이용하여 입력영상에서 위의 조건을 만족하는 픽셀을 결정하면 된다

3. 실험 및 결과

실험은 320 × 240의 raw format을 입력으로 총 50개의 샘플을 가지고 실험을 하였다. 실험영상은 일반 카메라로 정지영상을 사용하였으며, 사용된 시스템은 펜티엄 II 350Mhz, 128MB, Visual C++6.0에서 구현된 프로그램에서 수행하였다. 각각의 입력영상에 대해 먼저 Photoshop을 이용해 통해 살색영역을 분리해 내어 그것의 총 픽셀수를 세어둔다. 그리고 앞에서 제안한 알고리즘을 이용해 모든 입력영상의 각 픽셀에 대해 m 과 d 의 값을 계산하고 학

습된 결과와 비교해 피부색 여부를 판단한다.

학습과정에서 사용된 총 픽셀개수의 90%에 해당하는 m 과 d 를 사용하였으며 그 결과값은 다음의 표와 같다.

[표 1] 학습된 살색 영역의 feature값

Feature종류	범위	해당범위의픽셀수 / 총픽셀수 × 100
기울기 m	0.98~4.07	90%
거리 d_x	0~28.65	90%

아래 코드는 피부색 부분을 결정하는 알고리즘이다.

```

if( 0.98 ≤ m ≤ 4.07 and 0 ≤ d ≤ 28.65 )
then image[x][y]=255
else image[x][y]=0
    
```

실험의 결과는 피부영역을 피부라고 판단 경우 (C), 피부를 피부가 아니라고 판단한 경우 (SE), 피부가 아닌 곳을 피부라고 판단한경우(NSE)의 세가지로 표현할 수 있다.

[표 2] 실험결과

	C (Correct)	SE (Skin Error)	NSE (Non-skin Error)
제안한방법	83.32	5.66	11.02
HSI	76.59	4.85	18.56
YCbCr	81.03	3.44	15.53

4. 결론 및 고찰

본 논문은 정규화된 RGB 색상영역을 새롭게 변환하여 피부색을 모델링 방법을 제안하였다. 특히 피부색을 추출하는 부분은 기존의 다른 색상영역(HSI, YCbCr)보다 높은 검출률을 보여주었다. 그러나 대부분의 영상에서 높은 검출률을 보였으나 피부색과 동일한 배경이 많이 존재하는 곳에서 에러가 발생하였다. 하지만 움직임 정보를 추가하여 움직임이 발생한 곳에서만 탐색을 하도록 한다면 이처럼 배경에 의한 에러는 없앨 수 있어, 앞으로 많은 응용분야에 쓰일 것으로 예상된다.

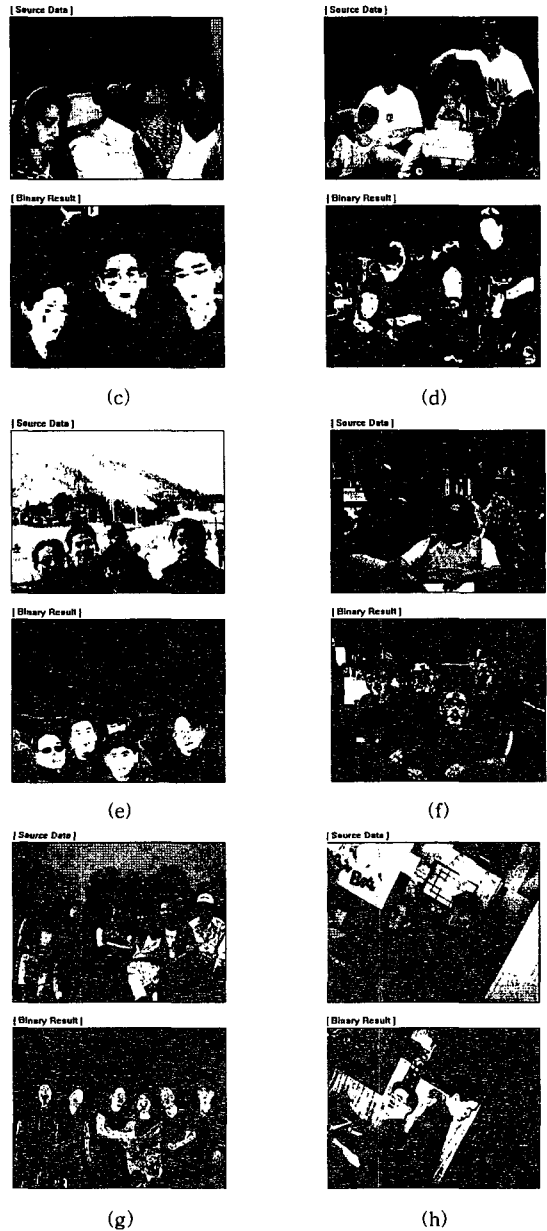
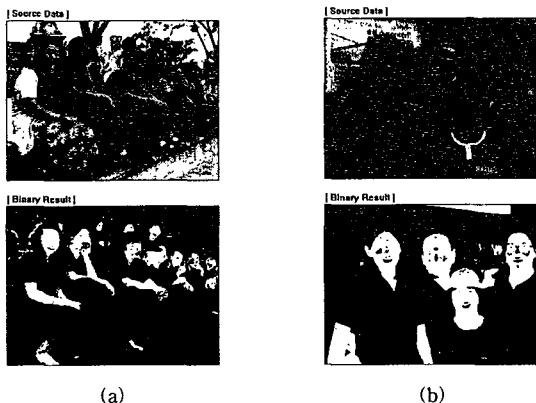
참고문헌

[1] M.A. Turk and A. Pentland, "Face recognition using eigenfaces," Proc.IEEE Conf. on CVPR,

pp 586-591, 1991

- [2] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition : feature vs templates," IEEE Trans. on PAMI, Vol.15 No.2, pp 1042-1052, 1993
- [3] A. Yuille, P. Hallinan, and D. Cohen, "Feature extraction from faces using deformable templates," Int. J. Computer Vision, Vol.8, No.2, pp. 99-111, 1992
- [4] P. Sinha "Object recognition via image invariants: a case study. Investigation ophthalmology and visual science," Vol.35, pp.1735-1740, 1994
- [5] K. Sung and T. Poggio, "Example-based learning for view-based human face detection," TR 1521, MIT AI Lab, 1994
- [6] Benjamin D. Zait, Boaz J. Super, Francis K. H. Quek, "Comparison of Five Color Models in Skin Pixel Classification," ICCV'99 International Workshop on Recognition, analysis, and Tracking of Faces and Gestures in Real-Time Systems (RATFG-RTS'99), Corfu, Greece, September 26-27, pp. 58-63, 1999
- [7] Purdue Face Database
http://rv11.ecn.purdue.edu/~aleix/aleix_face_DB.html
- [8] 김남호, 김형곤, 고성재, "색상 움직임을 이용한 얼굴 특징점 자동 추출," 전자공학회논문지 제 35권 8호, pp55-67, 1998

본 연구는 정보통신 연구진흥원의 2000대학 기초연구 지원사업에 의하여 수행되고 있습니다



[그림 5] 다양한 실험결과들
 (a)~(e) : 높은 검출률을 보인 경우
 (f)~(h) : 배경이나 옷등이 피부색과 비슷한 분포를 가진 경우