

새로운 RGB 영역 변환을 이용한 효과적인 얼굴 검출에 관한 연구

정원석*, 이형지**, 정재호**

*인하대학교 멀티미디어공학과

**인하대학교 전자공학과

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

A Study on New RGB Space Transformation for Face Detection

Won-Serk Chung*, Hyung-Ji Lee**, Jae-Ho Chung**

*Dept of Advanced Multimedia Engineering, Inha University

**Dept of Electronic Engineering, Inha University

Abstract

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 프레임그래버를 이용하여 영상을 획득한 후 이미지를 처리하고 중요한 특징점을 추출하기 위해 이미지를 탐색한 뒤 특징값들을 취합하여 얼굴의 위치를 결정해야 한다. 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 방

법, 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.

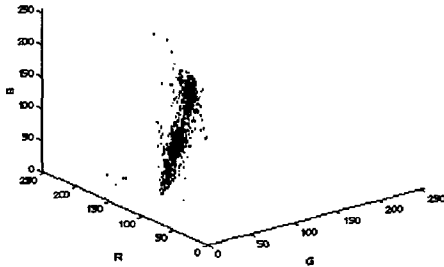
컬러는 인간얼굴의 또 다른 특징이다. 스킨 컬러를 이용해 인간의 얼굴을 추적하는 데에 몇 가지 장점이 있다. 일단 속도면에서 다른 얼굴 특징점 보다 훨씬 빠른 속도를 보인다. 일정한 조명하에서 컬러 정보는 방위에 불변하다. 그러나 컬러를 이용하여 인간의 얼굴을 추적하는 데는 몇가지 문제점이 있다. 첫째로 카메라에 의해 얻어진 얼굴색은 주위환경의 조명이나 움직임 등에 의해서 영향을 받는다. 둘째로 같은 조명, 같은 사람을 찍을지라도 여러대의 카메라는 다른 컬러를 만들어 낸다. 그리고 마지막으로 각 사람들마다 얼굴색은 다르다. 그러므로 우리가 컬러를 가지고 사람 얼굴을 tracking하려면 이러한 문제들을 해결해야 한다. 본 논문에서는 다양한 조건의 정지 영상에서 얼굴을 검출하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 우선 현재 대부분의 영상들이 칼라 영상이므로 얼굴을 검출하기 위한 기본적인 방법은 제안한 방법을 사용하여 살색부분을 추출해 내고 1차 후보영역에서 최종 얼굴의 위치를 찾게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존의 얼굴 검출 알고리즘의 소개와 본 논문에서 제안한 알고

리즘을 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 분리해내기 위해서는 적합한 color space에서 살색을 가장 잘 modeling 할 수 있는 것이 필요하다. 우선 RGB좌표계에서의 살색은 그림(2)에서 분포하는 것을 볼 수 있다. 이는 인간의 얼굴을 표현하는데는 전체 색 중 얼마 안되는 가지수의 색만이 사용된다는 것을 알 수 있다.



[그림 1] RGB 영역에서의 살색의 분포

2.1 제안한 알고리즘

기본 바탕은 RGB삼차원 좌표계에서 직선의 성질을 따라 분포하는 것을 보고 이리저리 좌표를 구성해본 결과 얼굴에서 살색을 이루는 픽셀중 하나를 골라 다음과 같은 좌표(그림2)에 놓았을 때 일정한 기울기를 지니는 직선으로 근사 된다는 점에 착안한 것이다. 이러한 방법으로 입력 영상에서 살색부분만을 먼저 찾아내고 최종 얼굴 영역의 결정은 가로 세로방향의 누적 프로젝션을 이용하여 최종 마스크의 위치를 결정한다. 본 알고리즘은 얼굴의 개수에 상관없이 아주 높은 검출률을 보이는 것으로 실험결과 나타났다. 본론은 크게 살색 모델의 구성, 영상에서의 살색 검출, 검출된 살색영역 이진영상에서의 얼굴 검출 이렇게 세가지 부분으로 나뉜다.

2.2 살색 모델의 구성 (학습과정)

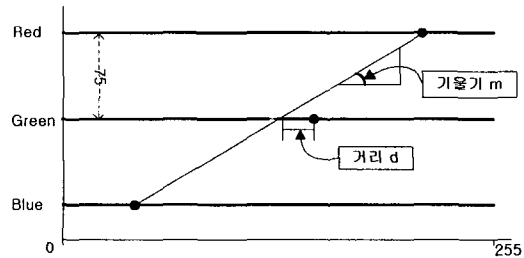
먼저 살색모델의 구성 과정이 필요한데 본 논문에서는 Purdue Univ.의 Face DB [7]를 사용하였다. 이 Face DB는 768×576크기의 정면영상으로서 조명변화, 선글래스, 목도리, 등의 유무, 표정변화에 따라 제작된 것이다. 이 DB중 103개(총 픽셀수는 4871079개)의 파일을 골라 photoshop을 이용하여 수작업으로 얼굴부분을 뜯

어낸다(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.

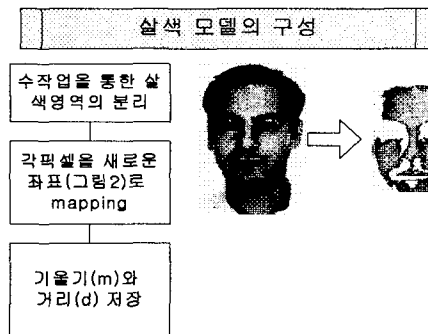
$$\text{기울기 } m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{150 - 0}{\text{value}_R - \text{value}_B} \quad (1)$$

(value_R : Red의 값, value_B : Blue의 값)

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



[그림 2] 새로운 RGB 좌표계



[그림 3] 살색 모델의 구성

[표 1] 학습된 살색 영역의 feature값

Feature종류	범위	해당범위의픽셀수 / 총픽셀수 × 100
기울기 m	0.98~4.07	96%
거리 d_x	0~34.65	90%

2.3 살색영역의 결정

이렇게 학습된 데이터를 이용하여 입력영상에 대한 모든 픽셀에 대해 본 논문에서 제안한 feature값들을 비

교후 살색 여부를 판정한다

다음은 이렇게 구해진 임계값을 이용하여 입력영상에서 살색 부분을 선택해내는 내용이다.

```

if( 0.98 ≤ m ≤ 4.07 and 0 ≤ d ≤ 34.65)
then image[x][y]=255
else image[x][y]=0
    
```

2.4 얼굴의 결정

2.3절에서의 결과를 이용하여 최종 얼굴 마스크의 위치를 결정하게되는데 이때 사용하는 알고리즘은 Backprojection [3] 이다.

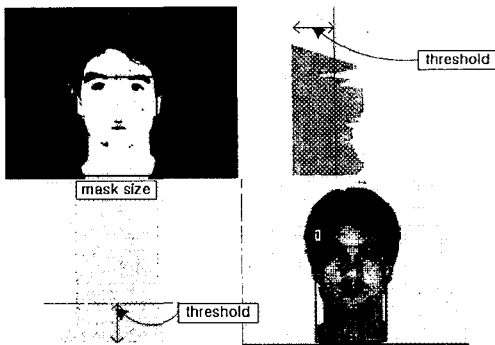
[방법1] 얼굴이 한 개일 때 (히스토그램과 만나는 점의 개수가 두 개일때) ;

먼저 세로방향, 가로방향의 누적 히스토그램을 구한다. threshold값은 각 방향의 히스토그램의 넓이의 평균으로 정하여 다양한 영상에 대해 유동적인 임계값이 될 수 있다. 마스크의 가로 세로 길이와 위치는 임계값과 각 히스토그램이 만나는 점을 통해 구할 수 있다.

[방법2] 얼굴이 여럿인 경우 (히스토그램과 만나는 점의 개수가 네 개 이상일 경우) ;

역시 [방법1]과 마찬가지로 먼저 세로방향으로의 누적 히스토그램을 구한다. 임계값과 히스토그램이 만나는 점의 개수가 네 개 이상인 경우인데 이때 만나는 점을 각각 x_1, x_2, \dots, x_{2n} 이라 하면 n 은 얼굴의 개수가 된다. 홀수 번째 근은 각 얼굴 마스크의 좌측 점의 위치가 되며 짝수 번째 근은 오른쪽 점이 된다(그림참조)

얼굴 마스크의 세로길이는 먼저 구해진 마스크의 가로길이를 폭으로 하고 입력영상의 높이를 세로로 가지는 각각의 직사각형에 대해 [방법1]의 가로방향 누적 프로젝션을 적용시켜서 구한다. 이때 각각의 직사각형은 얼굴의 개수(n) 만큼 나오게 된다.



[그림 4] 방법1 : 얼굴이 한개일때



각 Rect에 대해 [방법1]에서의 가로방향 Projection수행

[그림 5] 방법2 : 얼굴이 두 개 이상일때 전체적인 알고리즘은 [그림6]에 명시되어있다.

3. 실험 및 결과

실험은 320 × 240의 raw format을 입력으로 총 150개의 샘플을 가지고 실험을 하였다. 실험영상은 일반 카메라로 정지영상을 사용하였으며, 사용된 시스템은 펜티엄 II 350Mhz, 128MB, Visual C++6.0에서 구현된 프로그램에서 수행하였다. 입력영상의 크기가 작기 때문에 얼굴의 폭이 입력영상 가로길이의 10%미만인 것은 찾지 않도록 하였고 또 얼굴의 가로와 세로비에 대한 조건을 두어 검출률을 높이고자 하였다.

실험 결과는 다음과 같다

[표 2] 얼굴 개수에 따른 실험 결과

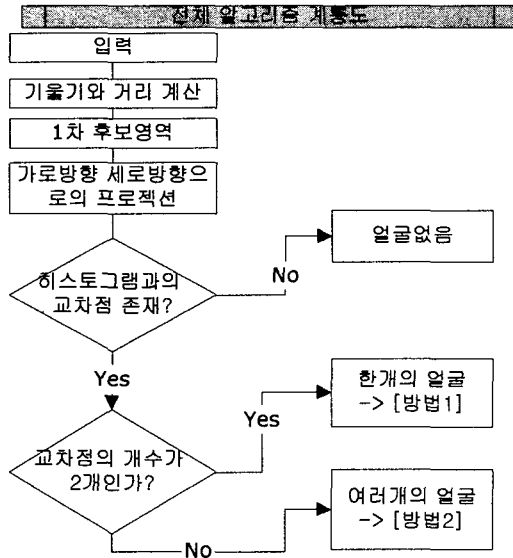
	수량			
영상수	150			
총 얼굴수	484	342		
한 영상내의 얼굴의개수	존재수	검출수	성공률(%)	
샘 2개 (56)	112개	97	86.6	
폴 3개 (50)	150개	125	83.3	
중 4개 (30)	120개	79	65.8	
류 5이상(14)	102개	41	40.2	

얼굴수가 적은영상(2개,3개)의 경우 83.6, 87.3%의 높은 검출률을 보였으나 네 개 이상을 지닌 영상인 경우에는 65.8%, 다섯 개 이상의 영상에 대해서는 40.2%의 낮은 검출률을 보였다. 이는 영상의 크기에 비해 얼굴 또한 작아진 것에 기인한다.

4. 결론 및 고찰

본 논문은 변환된 RGB 색상영역에서의 피부색의 모델링 방법과 얼굴을 검출하는 방법을 제안하였다. 특히 피부색을 추출하는 부분은 기존의 다른 색상영역(HSI, YCbCr, Normalized RGB)에서 여러 가지 방법과 비교해볼 때 월등히 적은 연산량을 보여주고 균질화 또한 잘 되었다. 그러나 아직 보완할 점도 없지 않

다. 대부분의 영상에서 높은 검출률을 보였으나 피부 색과 동일한 배경이 많이 존재하는 곳에서 에러가 발생하였다. 또 입력영상의 크기가 작기 때문에 작은 얼굴이 여러개 존재할 경우 배경에 민감한 반응을 보이기도 하였다(h). 또 얼굴이 아닌 다른 피부색을 갖는 부분 즉, 팔이나 손등이 얼굴로 잘못 검출되기도 하였다(g),(f). 앞으로 조명변화와 배경색에 영향을 받지않기 하기위해서 정규화된 RGB와 움직임 정보를 사용하는 연구를 할 계획이다.



[그림 6] 전체적인 알고리즘 계통도

5. 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. Zarit, 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

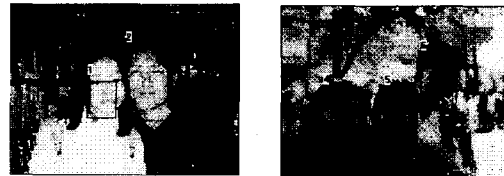
(http://rvl1.ecn.purdue.edu/~aleix/aleix_face_DB.html)

[8] 김남호, 김형근, 고성재, "색상 움직임을 이용한 얼굴 특징점 자동 추출," 전자공학회논문지 제 35권 8호, pp55-67, 1998



(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)



(g)

(h)

(a)~(e) 모든얼굴을 다 찾은 경우
 (f)~(g) 다찾았지만 얼굴이아닌부분도 찾은 경우
 (h) 못찾은 경우

[그림6] 실험결과