

색상요소를 고려한 얼굴검출에 대한 연구

이정하* · 강진석* · 최연성** · 김장형*

*제주대학교, **군산대학교

A study of face detection using color component

Jung-ha Lee* · Jin-Suk Kang* · Yeong-Sung Choi** · JangHyeong Kim*

* Cheju National University · **Kunsan National University

E-mail : showmind@hotmail.com

요 약

본 논문에서는 칼라 이미지에서 색상 요소를 기초로 하여 얼굴영역을 추출하고 얼굴의 특징요소를 추출하는 방법을 제안한다. 얼굴 영역을 추출하기 위하여 일반적인 얼굴색상분포를 이용하여 색상변환을 하였다. 얼굴 특성요소를 찾기 위하여 윤곽선검출을 이용하였다. 얼굴영역의 상단부분에서 눈의 요소를 찾고, 눈과 입의 지정학적 위치를 이용하여 입의 후보영역을 지정하고 입을 찾도록 하였다. 검색영역을 좁혀 계산량을 줄임으로서 탐색시간을 줄일 수 있고, 일반적인 얼굴색상분포를 이용하여 얼굴 영역을 검출함으로써 얼굴표정, 얼굴색변화, 기울짐에 대해서도 얼굴영역을 검출할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a face region detection based on skin-color distribution and facial feature extraction algorithm in color still images. To extract face region, we transform color using general skin-color distribution. Facial features are extracted by edge transformation. This detection process reduces calculation time by a scale-down scanning from segmented region. we can detect face region in various facial Expression, skin-color deference and tilted face images.

I. 서 론

얼굴 추적, 표정인식, 얼굴 인식 등에 관한 연구가 활발히 진행됨에 따라 사람과 컴퓨터간의 상호작용에 대한 관심이 증가하게 되었다. 이러한 연구가 자동화 되기 위해서는 얼굴영역의 추출에 대한 연구가 선행되어야 한다. 일반 영상에서 나타나는 얼굴 영역은 다양한 조명의 변화, 얼굴 영역의 위치와 크기, 표정의 변화, 얼굴의 회전등이 다양하여 그대로 사용할 수가 없기 때문이다. 얼굴 영상이 배경과 확실히 구분되는 특징으로는 피부색 및 눈, 코, 입 등의 얼굴 구성요소와 이들의 상대적인 위치관계를 들 수 있다. 이중에서도 특히 피부색은 다른 특징들에 비하여 배경과 확실히 구별되는 특징으로서, 칼라정보를 다루기 쉬어지면서 얼굴 검출 시스템에서 살색영역 검출추출에 많이 사용되고 있다.[1][2][3] wavelet[4]이나 neural network[5]를 이용한 방법으로 얼굴영역을 검출할 수 있으나 이 방법들은 시간이 소요되는 작업이다.

본 논문에서는 시간소요가 적은 색상 정보를 이용해 얼굴영역을 검출하고자 한다. 먼저 여러 얼굴을 통한 살색의 평균을 이용하여 가우시안 변환을 이용해 영상에서 살색부분을 찾는다. 일반적으로 얼굴추출영상에서 얼굴영역이 크다는 가정 하에 찾은 살색부분에서 가장 큰 영역을 차지하는 부분을 얼굴 영역으로 한다. 얼굴영역을 검증하기 위해 얼굴의 구성요소 중 눈과 입을 찾도록 한다. 눈과 입은 얼굴영역에서 경계선 정보를 이용해 눈과 입을 찾는다.

II. 본 론

1. 색상요소 분석 및 변환

입력영상의 색상 정보는 휘도에 의한 영향을 덜 받고, 색상 성분의 개수가 줄어들어서 계산량을 적게 하기 위하여 식(1)을 이용하여 변환된 r, g, b를 이용한다. 정규화된 색상공간에서 얼굴 색상 정보를 분석해

보면 그림 1처럼 피부색에 대한 색상 발생빈도가 특정 영역을 중심으로 밀집이 되어있는 것을 알 수 있다.[6] 그러므로 입력된 컬러 영상에서 얼굴의 피부색상만을 추출하기 위해서 얼굴 피부색상과 비슷한 값을 가지는 픽셀의 색상 값을 높은 확률 값을 가지게 하고, 그 이외의 색상의 영역은 낮은 확률 값을 가지게 하는 방법을 사용했다. 이를 위해서 서로 다른 환경에서 취득한 영상의 얼굴영역에 해당하는 화소들의 색상분포 특성을 정규화된 색상의 평균값 $m=(mr,mg)$ 및 분산값(σ_r, σ_g) 나타내어, 정규화된 색상 공간에서 2차원 가우시안(Gaussian) 모델링을 사용한다.

$$\begin{aligned} r &= \frac{R}{R+G+B} \\ g &= \frac{G}{R+G+B} \\ b &= \frac{B}{R+G+B} \\ r+g+b &= 1 \end{aligned} \quad (1)$$

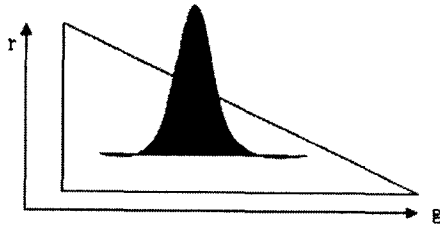


그림 1 피부색에 대한 색상 발생빈도

식(2)의 가우시안 색상변환은 정규화된 색상분포(r, g)를 그 색상 정보가 발생할 확률에 따라 밝기 값으로 변환해 주는 기능을 한다. 즉 색상분포를 정의할 경우 그 평균값 근처에서는 높은 명암 값을 가지고 평균값에서 조금만 멀어지면 급격하게 낮은 명암 값을 가지게 된다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

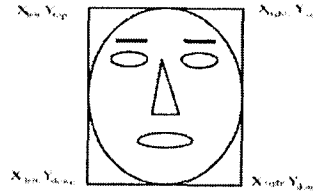
$$\begin{aligned} G(x, y) &= T(r(x, y), g(x, y)) \\ G(x, y) &= \frac{1}{2\pi\sigma_r\sigma_g} e^{-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{r(x,y)-m_r}{\sigma_r}\right)^2 + \left(\frac{g(x,y)-m_g}{\sigma_g}\right)^2\right]} \end{aligned} \quad (2)$$

여기서 (x, y) 는 입력 컬러 영상의 좌표이며, $r(x, y)$ 및 $g(x, y)$ 는 해당 좌표에 해당하는 화소의 정규화 색상성분을 나타낸다. m_r, m_g 는 r 과 g 의 평균, σ_r, σ_g 의 분산에 해당한다.

컬러 영상을 살색을 기준으로 가우시안 변환을 하면 살색에 대한 가능성 정도가 0에서 255로 표현되는 명암 영상으로 표현된다. 이 변환된 살색영역에서 얼굴에 해당하는 부분은 일반적으로 입력영상에서 얼굴 이미지가 가장 크다는 것에 착안하여 가장 큰 덩어리를 찾아 얼굴영역으로 한다.

2. 얼굴 특징(눈과 입) 추출

얼굴영역에서 얼굴의 구성요소 중 눈과 입을 추출한다. 영상을 윤곽선 처리를 통해 눈과 입을 찾는 데 이 때 식(3)의 소벨(sobel) 마스크를 이용하도록 한다. 그림 2처럼 찾은 얼굴 영역의 중간위치를 계산하여 윗부분에서 눈의 영역을 찾도록 한다.[7] 윤곽선 처리한 얼굴 영상 데이터에서 8×8 pixel의 Detection Window로 얼굴영역의 윗부분을 scanning 하여 흰색 화소의 개수가 가장 많은 위치를 눈의 후보로 선정한다. 선택된 눈의 후보의 위치에서 Detection Window를 수직으로 다시 scanning하여 두 번째 눈의 후보를 검출한다. 이들 눈의 후보들 중 y좌표가 작은 것을 눈점으로, 큰 것을 입으로 검출한다.[8]



$$\text{중심} = (X_{\text{Left}}+X_{\text{Right}})/2, (Y_{\text{Top}}+Y_{\text{Bottom}})/2$$

그림 2. 얼굴영역의 중심

$$\text{Sobel edge operator} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

머리가 기울어져 있다면 식 (4)에 의해 기울어진 각도를 계산할 수 있다. 여기서 왼쪽 눈, 오른쪽 눈의 위치를 각각 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 하고 얼굴 영상의 틀어진 각도는 θ 라고 한다. 식(4)에서 얻어진 각도로부터 틀어진 얼굴영상을 식 (5)를 이용해 회전시킨다.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (5)$$

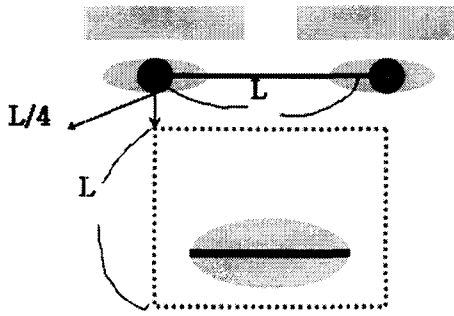


그림 3. 얼굴 성분의 지정학적 상관관계 모델

입술 영역은 위에서 구한 눈을 기반으로 얼굴 성분 요소들의 지정학적 위치 관계를 이용하여 입술 후보 영역을 추출한다. 한국인의 얼굴은 그림 3 같이 양 눈 사이의 거리 L 과 눈의 중심에서 입까지의 거리가 거의 1대1의 비를 가진다.[9] 이와 같은 특성을 이용하여 $L/4$ 에 해당하는 거리만큼 눈에서 평행 이동하여 L 을 한 변으로 하는 사각형 영역을 입 후보 영역으로 정의한다. 이 입술 후보 영역에 15×8 pixel의 Detection Window로 눈 후보를 검색하는 방식으로 입 후보 영역을 검색하여 좌표 값이 작은 것을 코, 큰 것을 입의 위치로 규정한다.

III. 실험 결과 및 고찰

여러 형태의 입력영상 50개에서 얼굴영역과 얼굴 특징을 찾을 수 있는 것은 48개로 95.5%의 성공률을 나타내었다. 입력한 영상은 개인 얼굴색 변화나 얼굴 표정에 상관없이 올바른 결과를 얻었다. 얼굴 영역이 작은 영상이나 표정 변화가 있는 영상으로 웃는 얼굴의 영상을 이용하였다. 웃는 얼굴로 인해 눈이 작아지는 특성이 있으나 실험에서는 올바른 결과를 얻을 수 있었다. 얼굴이 약간 돌린 경우나 얼굴이 약간 기울어진 경우라도 양쪽 눈이 다 보이는 경우는 올바른 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 영상 내 얼굴영역이 외 살색이 넓은 부분이 있는 경우와 정면조명 이외의 조명에서는 얼굴안에서의 반사나 그늘로 인해 얼굴색 분포가 정면조명에 비해 부정확함을 알 수 있다.

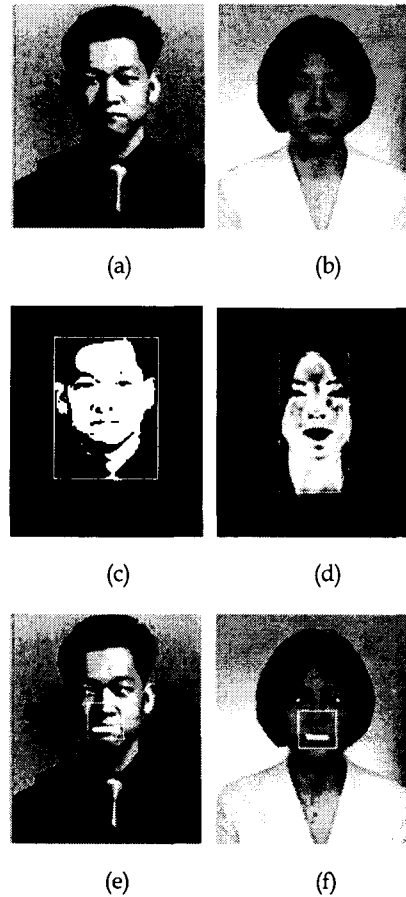


그림 4. 실험결과

(a)(b) 원영상, (c)(d) 얼굴영역 검출,
(e)(f) 눈검출, 입후보영역 및 입 검출

IV. 결 론

본 논문에서는 칼라이미지에서 색상정보(살색)를 이용하여 얼굴영역을 추출한 후 윤곽선 검출과 지정학적 위치정보를 이용해 얼굴의 특징인 눈과 입을 추출하였다. 이 시스템은 색상정보를 이용해 얼굴영역을 검출하고 가장 큰 영역을 얼굴 후보영역으로 지정함으로써 단순하고 빠르게 실행될 수 있었다. 또한 얼굴색의 평균과 분산을 이용해 얼굴영역을 추출함으로써 얼굴표정이나 개인의 얼굴색의 변화에 관계없이 좋은 결과를 나타낼 수 있었다. 그러나 몇 가지 제약을 가지고 있다. 영상에서 살색을 지닌 가장 큰 영역이 얼굴이어야 한다는 점과 정면얼굴에 대한 검출이라는 점으로 향후 얼굴영역을 검증하는 방법과 정면의 얼굴에 대한 검출 연구가 과제라 할 수 있겠다.

참고문헌

- [1] Nada Bojic and Khee K. pang, "Adaptive skin segmentation for had and sholder video sequence," in Proc. SPIE Visual Comm. And Image Proc., vol. 4067, pp.704-711, 2000.
- [2] Alberto Albiol, Luis Torres, Charles A. Bouman and Edward J.Delp, " A Simple and Efficient Face Detection Algorithm For Video Database Applications," in Proc. SPIE Visual Comm. and Image Proc., vol 3024, pp.992-1003. 1997.
- [3] Douglas Chai, "Face Segmentation Using Skin-Color Map. in Videophone Applications." IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, col.9, no.4, pp.551-564, June 1999.
- [4] Rogerio S. Feris, Roberto M. Cesar Junior "Tracking Facial Features Using Gabor Wavelet Networks," Computer Graphics and Image Processing, 2000.
- [5] Henry A.Rowley, Shumeet Baluja and T마대 Kandade, "Neural Network-Based Face Detection," Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transaction on, vol.20, pp.23-38, 1998.
- [6] H. Martin Hunke, "Locate and Tracking of Human Faces with Neural Networks", CMU-CS-94-155, August 1994.
- [7] C. W. Jurng, J. S. Kim, S. G. Jahng, J. S. Choi, "Face Detection Algorithm Using Skin-Color Distribution and Facial Features in Color Images", International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2001), Tokushima Japan, July, 2001.
- [8] 홍승준, 구자윤, 권영현, 이건설, "화자 식별과 얼굴 인식을 이용한 대규모 보안 시스템 ", 이학기술연구지 제 2권, pp. 91~96, 2000.
- [9] 유태인, 오일석, "색채 분포 정보에 기반한 얼굴 영역 추출", 정보과학회 논문지(b) 제 24권 제 2호, pp. 180-192, 1997년 2월.