

명암도에 따른 CrCb 정보를 이용한 얼굴 검출에 관한 연구

남미영, 이필규
인하대학교 전자계산학과

A Study on Face Detection Using CrCb Model by Intensity

Mi Young Nam, Phill Kyu Rhee

Dept. of Computer Science & Engineering, Inha University

요 약

얼굴 영역을 검출하는 데 있어서 가장 기본적이면서도 중요한 정보가 컬러 정보이다. 하지만 컬러정보는 사용하는 컬러모델링 및 얼굴의 Skin Color를 평가하는 범위를 어떻게 정의하느냐에 따라 얼굴의 검출 성능에 많은 영향을 끼친다. 본 논문에서는 얼굴 영역을 검출하기 위한 첫 번째 조건으로 Skin color영역을 색상값과 다양한 데이터로부터 명암도에 따른 Skin color의 분포와 비율을 학습 함으로써 Skin color 영역을 검출 성능을 높이며, 퍼지 아트 알고리즘을 이용하여 얼굴과 비얼굴 데이터에 인증함으로써 얼굴 영역의 검출 성능을 높인다.

1. 서론

최근 들어 생체 인식 분야에 대한 관심이 커지고 있다. 비접촉식인 얼굴 인식은 발전 가능성이 높으며, 다양한 응용에 활용되어질 수 있다[1][2]. 얼굴 인식은 입력되는 영상으로부터 얼굴의 존재 여부를 판단하는 것으로부터 시작한다. 따라서 얼굴 영역을 검출하는 것 또한 얼굴을 인식하는 기술 못지 않게 중요하다 [3]. 기존의 얼굴 검출 기법에서 살색 정보만을 이용하는 경우 살색 영역을 어떻게 지정하느냐에 따라 얼굴 검출의 성능에 많은 영향을 끼친다. 하지만 얼굴이 가지는 살색 정보는 얼굴 검출에 유용하게 쓰이는 가장 기본적이면서도 중요한 정보이다[6][7]. 따라서 이러한 점을 보완하기 위한 살색 정보의 추출 및 얼굴 영역의 검출에 관한 문제를 줄일수 있도록 한다. 얼굴 영역을 검출하는데 있어서 컬러를 모델링을 통하여 얼굴 영역을 검출한다. 정규화 및 각종 컬러 변환을 통해서 살색을 추출하기 위하여 많은 연구들이 이루어지고 있다[4,5]. 본 논문에서는 살색 픽셀로 분류된 영역들에 대해 라벨링을 통하여 얼굴에 대한 영역을 추출한다. 즉 Homogenous color 영역들은 하나의 영역으로 통합하는 것이다. 명암도에 따른 살색정보의 CrCb 컬러값을 추출하기 위하여 1200개의 20 × 20 영역의 얼굴 영역에서 명암도값에 따른 컬러값의 비

율을 적용한다. 입력되는 영상에서 살색영역을 추출하며, 라벨링시 발생하는 문제점과 얼굴 영역의 추출 보정을 위하여 다중 해상도 방식을 적용하여 skinColor 분포 비율로써 얼굴 영역을 추출함으로써 얼굴 크기의 변화에 대해서도 얼굴 영역을 추출할 수 있도록 하며 얼굴과 비얼굴 검증을 위하여 Fuzzy ART를 이용하여 인증한다.

2. 본론

1. 얼굴 영역의 모델링

RGB 컬러 모델에서 나타나는 컬러들은 우리가 사용하는 컬러들에 비해 작은 공간에 존재한다. 그러나 여러 가지 환경의 변화에 의해 변형되어 입력되는 경우가 많다.

입력되는 영상들에서 실제로 사용되는 컬러의 수는 전체 나타낼 수 있는 컬러의 종류에 비해 극히 적은 수이다. 따라서 color bin을 8×8×8개의 영역으로 설정함으로써 영역 통합을 위한 경험적 경계값을 지정하는데 효과적하도록 한다. 20 × 20 크기의 1200개의 얼굴 영상에서의 Skin Color의 분포를 나타내면 그림 1과 같으며, 다양한 크기의 natrual image에서 생성된 컬러값의 분포를 나타낸 것이 그림 2이다.

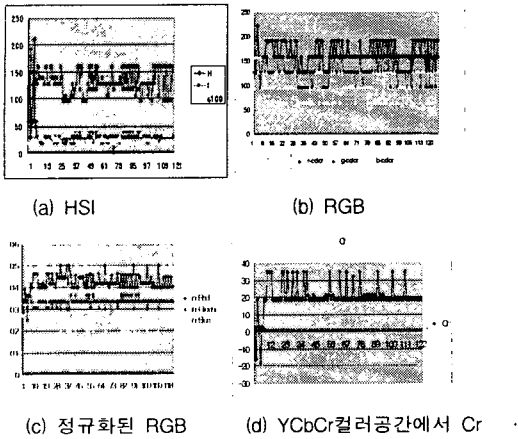


그림 1. Skin color 에 대한 정의

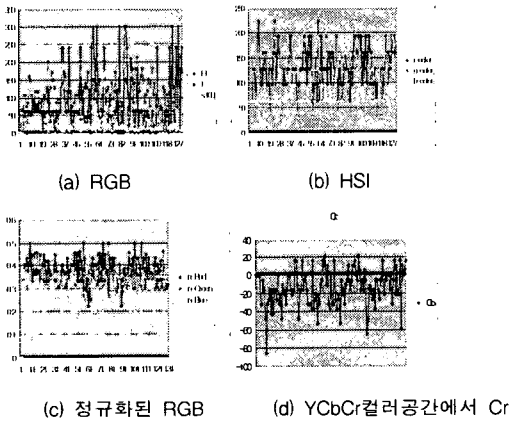


그림 2. non-Skin에 대한 정의

비얼굴 데이터는 신경망을 통하여 학습을 하는 경우에는 아주 많은 영향력을 미치게 된다. 또한 얼굴 데이터와 비얼굴 데이터를 어떻게 배열하느냐에 따라 성능면에서도 결과를 좌우하게 된다. 영상이 입력되어 지면 현재 영상에서의 컬러의 분포를 분석한다. 그리고 현 영상에서의 이미지를 나타내는 빈도수를 통해 영역들에 대하여 필터링한다.

2. 얼굴 영역 검출

얼굴 영역을 검출하는 과정은 그림 5와 같다. 그림 3은 컬러를 얼굴 정보로 사용하여 얼굴 영역을 추출한다.

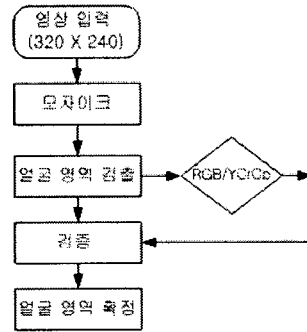


그림 3. 얼굴 검출 과정

2.1 명암도 평활화

오프라인 상에서 얼굴 영역을 검출하기 위하여 CrCb 값에서 비중을 많이 두진 않지만 명암도에 있어서는 가장 큰 역할을 하는 녹색값으로서 명암도를 균일화한다. 즉 히스토그램 평활화기법을 좀 더 간단한 방법으로 수행함으로써 보정을 하게 된다.

2.2 모자이크

얼굴 영역에 대하여 검색 영역을 줄이기 위하여 Nearest neighbor 보간법을 이용하여 입력 영상의 영역을 감소시킨다. 영상을 크게 하거나 작게 축소하는 역할을 한다. 출력 화소로 생성된 주소에 가장 가까운 원시 화소를 출력 화소로 할당하는 원리를 말한다.

$$\begin{aligned} xDes / xSrc &: x \text{ 방향으로의 Resize} \\ yDes / ySrc &: y \text{ 방향으로의 Resize} \end{aligned} \quad (1)$$

가장 간단한 방법으로써 수행 속도가 다른 방법에 비해 빠르다는 장점이 있다. 이 방법으로 영상을 축소함으로써 시간을 단축시킨다.

2.3 얼굴 검출

그림 4와 그림 5에 기반하여 영상내에서 얼굴의 컬러를 가지는 부분을 검출하는 과정이다. 얼굴 검출은 그림 6과 같은 단계로 이루어진다.

먼저 RGB 컬러 공간에서 컬러의 범위를 아래와 같이 변환한다.

$$\begin{aligned} Y &= 0.3 \times R + 0.6 \times G + 0.1 \times B, \quad 0 \leq Y \leq 255 \\ Cb &= 0.5(B - Y + 1), \quad 0 \leq Cb \leq 255 \\ Cr &= (R - Y) / 1.6 + 0.5, \quad 0 \leq Cr \leq 255 \end{aligned} \quad (2)$$

먼저 색상으로써 얼굴 영역을 추출한다. Hue 값만으로 얼굴 영역의 컬러를 검출하는 것은 조명이 있고

없음에 있어서 영향을 받게 된다.

따라서 Cr, Cb 컬러 값의 범위와 CrCb 값의 비율을 통해서 픽셀에 대하여 Skin Color인지 아닌지를 평가한다. 밀집된 영역에 나타나면 얼굴의 후보영역으로 결정한다. 얼굴의 컬러값의 분포를 살펴보면 다른 컬러에 비해 빨강색의 분포가 많이 나타남을 볼 수 있다. 그림 4와 그림 5는 Skin Color에 대해서 YCrCb 컬러 모델로 변환하여 나타낸 것으로 명암도에 따른 Skin Color영역을 나타내고 있다.

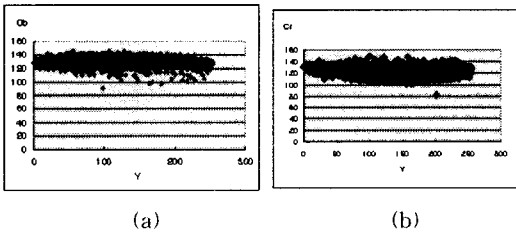
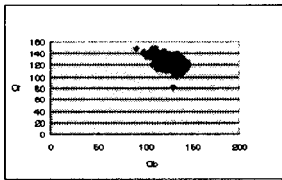


그림 4. 명암도에 따른 컬러값의 분포
(a)YCb Space (b)YCrSpace에서의 컬러 분포



(a) CbCr 공간에서의 컬러 분포
그림 5. CbCr 공간에서의 컬러 분포

그림 4과 그림 5에서 보듯이 얼굴 영역에 대한 컬러값의 분포는 일정한 영역들을 가지고 있다. CrCb 값을 0과 255 사이의 값으로 정규화하여 나타내었다. 해당 픽셀을 구성하는 컬러값들의 비율로써 얼굴 영역을 검색한다. 색상값과 영상에서의 푸른 정도와 붉은 정도의 값 정보의 비례를 이용하여 얼굴 영역을 추출한다. 이때 명암도 값에 따른 컬러의 값을 반영하기 위하여 그림 3의 정보를 이용하여 Y 성분에 대한 Cr, Cb 값의 비율로써 Skin Color를 추출한다. 컬러의 녹색 성분에 대한 값은 명암도에 가장 큰 영향을 주긴 하지만 Skin Color를 인증하는 직접적인 모델로 작용하지 않는다. 따라서 Skin Color 영역에 대한 추출은 아래의 그림 6처럼 인증하도록 한다.

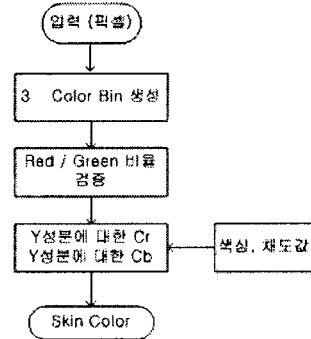


그림 6. Skin Color 검증

2.5 얼굴과 비얼굴 인증

얼굴 영역 검증을 위하여 Fuzzy ART를 이용하여 얼굴 영역을 검증한다. 2.3절에서의 얼굴 영역 검출은 Cr과 Cb의 계산된 값에 의해 평가를 하기 때문에 각 픽셀의 컬러값을 통해 얼굴 영역을 파악하고 얼굴의 전체적인 컬러값의 분포를 통해 얼굴 영역을 확정하도록 한다. 입력으로 20 × 20 영역의 얼굴 영상에 대해 각 픽셀의 RGB 컬러값을 입력벡터로 사용한다. 이때 학습 데이터는 눈, 코, 입을 기준으로 alignment하여 입력 벡터로 사용하며 최대 최소값을 구하여 0 과 1사이의 값으로 정규화한다.

2.6 도메인 설정

블록킹을 통하여 얼굴 영역을 통합하도록 한다. 라벨리를 통하여 나타나는 Skin Color에 대하여 Homogenous 영역을 하나로 통합한다. 이때 발생하게 되는 얼굴 영역의 그늘진 부분이나 가려진 부분의 영역 분할의 문제를 해결하기 위하여 다중 해상도 분해 방식을 이용하여 얼굴 20×20 영역에서 Skin Color와 nonSkin Color를 추출하며 이 값들의 비율로써 얼굴 영역을 검출하도록 한다.

$$P\left(\frac{P(\text{skin})}{P(\text{nonskin})}\right) > \text{Threshold} \quad (3)$$

3. 실험 및 결과

입력된 영상에서 Skin Color 에 대해 영역을 예제 이미지이다.

표1. 얼굴 영역 추출

데이터종류	Accept	Skin Area	FAR	일부분 추출
측면왼쪽	150/150	150	3	2
정면(남, 여)	179/180	180	2	
측면오른쪽	147/150	147	5	6

Skin Color 영역을 블록킹을 통하여 추출한 결과가 표 1에서 나타내고 있다. 입력된 영상에서 얼굴 영역인데 Skin Color로 지정하지 못하는 경우는 오른쪽 측면 데이터 2개에 대해서만 실패를 하였다. 얼굴 영역이 아닌 부분을 얼굴 영역으로 인정한 경우는 총 10개 영역이다. 오류가 발생한 영상은 라벨링된 얼굴 영역에서 얼굴의 크기에 민감하지 않도록 다중 해상도 분석을 통하여 20×20 영역에서의 얼굴 검출 과정을 수행함으로써 개선하였다. 20×20 영역에서 skin color 영역의 밀도가 경계값 이상일 경우 얼굴 영역의 후보영역으로 지정하여 얼굴 영역을 검출함으로써 라벨링시 통합되지 못하여 얼굴 영역이 잘못 추출되는 경우 등에 대한 실패를 개선하였다.

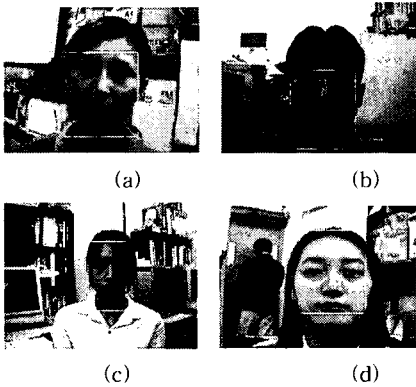


그림 7. skin color 영역 추출 결과

어두운 영상, 밝은 영상, 얼굴의 크기별로 테스트한 결과를 그림 8에 나타내었다.

online 상에서의 얼굴 영역의 추출 결과는 각 프레임마다 얼굴 영역을 추출한 결과이다.

또한 실시간적으로 얼굴 영역 검출에도 사용하였으며 퍼지아트로 얼굴에 대한 얼굴, 비얼굴 인식률을 나타내면 다음과 같다.

표2. 퍼지 아트를 이용한 얼굴 검출

데이터종류	Face	nonFace
측면왼쪽	98	97%
정면(남, 여)	179/180	98%
측면오른쪽	147/150	97%

실험에 사용한 데이터는 얼굴영상 600 개의 얼굴 영상을 입력받아 얼굴에 대한 인식 성능을 평가하였으며, 표2 패턴의 입력 노드가 RGB 성분을 모두 가지는 1200개의 입력 노드로 사용하여 인식한 결과이다.

4. 결론

정확한 얼굴 영역의 추출은 인식하고자 하는 성능에도 영향을 미친다. 따라서 얼굴 영역을 추출하고자 하는 영역에 정확하게 추출하기 위한 방법들이 연구되고 있으며 얼굴 이러한 방법은 다른 여러 가지 방법으로 증명되고 있다. 본 논문에서는 먼저 컬러의 종류를 다룬 샘플링하여 도메인을 축소시켰으며 다양한 얼굴 영역에 대해 명암도에 따른 얼굴의 Skin Color 값을 비교함으로써 얼굴의 Skin Color 영역의 추출 성능을 개선하였다. 다중 해상도 분석을 통하여 Skin Color의 밀도를 추정함으로써 얼굴 영역의 검출 성능을 높일 수 있었다. 눈, 코, 입을 기준으로 alignment된 데이터를 기준으로 하여 FuzzyART로 학습하여 얼굴과 비얼굴 데이터를 추출하였다. 하지만 편향 조정 등에 대해서는 컬러 정보만으로 추출이 쉽지 않았다. 따라서 얼굴의 포즈에 강인한 얼굴 영역의 추출과 실시간적으로 얼굴 영역을 검출하기 위한 연구가 개선되어야 할 것으로 평가된다.

[참고문헌]

- [1] A. Samal and P.A. Iyenger, "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expression: A survey," Pattern Recognition, vol. 25, pp. 65-77, 1992
- [2] R. Chellappa, C.L. Wilson, and S. Sirohiery, "Human and machine recognition of faces: A survey," Proc. of The IEEE, vol. 83, no. 5, 1995
- [3] N. Tsapatsoulis, Y. Avrthis and S. Kollias, "Efficient Face Detection for Multimedia Applications," Proc. of International Conference on Image Processing, pp. 247-250, Sep, 2000
- [4] Amit Jain and Glenn Healey, "A Multiscale Representation Including Opponent Color Feature for Texture Recognition", IEEE Transaction on Image Processing, Vol.7, No.1, pp.1057-7149, 1998
- [5] Burel, G and Hungs, T.S, Human Face Detection in a Complex Background, Pattern Recognition, Vol.15, pp.963-867
- [6] D. Chai and K.N. Ngan, "Face Segmentation Using Skin-Color Map in Videophone Applications," IEEE Trans. on Circuits and Systems ofr Video Technology, vol.9 no.4 Jun. 1999
- [7] M. H. Yan and N. Ahuja, "Detecting Human Faces in Color Images," Proc. on International Conference of Image Processing, vol.1, pp.127-130, 1998