

# 스킨 컬러와 변형모델에 기반한 얼굴검출

김정기<sup>0</sup> 전준철<sup>1</sup> 박구락<sup>2</sup>

경기대학교 정보과학부<sup>1</sup>

공주대학교 영상정보공학부<sup>2</sup>

conel20<sup>0</sup>@hanmail.net, jchun@kyonggi.ac.kr, grpark56@hanmail.net

## Face Detection based on Skin Color and Deformable Model

Jung Gi Kim<sup>0</sup> Junchul Chun<sup>1</sup> Korack Park<sup>2</sup>

Information Science Division, Kyonggi University<sup>1</sup>

College of Visual Image & Health., Kongju National University<sup>2</sup>

### 요약

본 논문에서는 색상 정보와 변형 모델을 이용한 얼굴 영역 및 얼굴의 특징 영역의 자동 검출 방법을 제시한다. 영상으로부터 획득할 수 있는 정보 중 가장 빠르고 쉽게 얻을 수 있는 정보가 색상 정보이며, 색상 정보는 사물을 판단함에 있어서 가장 효율적이면서 컴퓨터의 계산량을 줄일 수 있다는 장점을 갖고 있기 때문에 얼굴 영역 검출 방법으로 많이 이용되고 있다. 본 연구에서는 얼굴영역 및 얼굴 특징 추출함에 있어 컬러모델 사용 시 외부 조명의 영향을 줄여주는 조명 보정 방법을 제시하고, 조명 보정에 의해 평활화된 YCbCr 색상모델에 적용하여 각 성분 특성을 고려한 얼굴영역 및 얼굴의 특징 영역에 해당하는 후보 영역을 검출하는 방법을 제시한다. 검출된 얼굴후보 영역 및 특징 영역은 가변 모델인 동적 윤곽선 모델의 초기값으로 자동 적용되어 윤곽선 모델 적용 시 문제점 가운데 하나인 초기값 설정문제를 해결함과 동시에 얼굴 및 얼굴 특징 정보의 정확한 윤곽선을 추출하는데 사용된다. 실험 결과 제시된 방법을 적용한 결과 빠르고 효과적으로 얼굴 및 특성 영역을 검출할 수 있음을 입증할 수 있었다.

### 1. 서론

최근 디지털 영상으로부터 효과적으로 얼굴 및 얼굴의 특성 정보를 추출하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다[1-10]. 특히 얼굴영역 및 얼굴 특성 정보는 얼굴 인식, 얼굴 표정 인식, 및 얼굴의 3차원 모델링 등의 분야에 적용될 중요한 자료로 인식되고 있다. 얼굴인식의 첫 단계는 영상으로부터 얼굴영역의 검출 및 검출된 얼굴영역으로부터 얼굴의 특성을 추출함에 있다. 얼굴영역 검출에 관한 다양한 접근 방법은 주로 신경망, 기계학습, 템플릿 매칭, 휴변환, 동작추출과 컬러 분석 등의 방법을 이용하고 있다[1]. 최근에 소개된 뷰 기반 방법은 학습을 이용하여 측면 영상을 추출하는 기술로 발전하였다[2]. 한편 모델 기반(model-based) 방법은 얼굴의 추적이 많이 활용되고 있다. 특히 얼굴의 피부색을 이용한 컬러기반 방법은 그 활용성이 우수하나 조명 및 배경의 복잡성 등의 처리문제가 선행되어야 한다[1,3]. 그 후 정규화된 흑백영상의 패턴을 분류하기 위해 2차 폴리노미얼 커널을 이용한 SVM(Support Vector Machine)이 소개되었으며[4], 얼굴의 회전을 측정하여 정면영상으로 변환하여 얼굴을 검출하는 방법들이 소개되었다[5]. 최근에는 컴포넌트에 기반한(component-based) 정면 또는 정면 영상에 가까운 얼굴을 찾아내는 방법 등이 소개되었다[6]. 또한 추출된 얼굴영역으로부터 얼굴의

특성 정보를 추출하기 위하여 동적 윤곽선모델의 적용에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다[7].

제안된 얼굴영역 및 얼굴 특성 추출 방법은 컬러 영상으로부터 얼굴영역 및 인과 눈에 해당하는 부분을 영상의 컬러정보를 이용하여 검출한 후 가변 모델인 동적 윤곽선 모델(active contour model)을 이용하여 얼굴 및 얼굴 특징 부분의 정확한 윤곽선을 추출하였다. 얼굴영역 및 특징의 검출은 광도를 분리할 수 있는 YCbCr 색상 모델을 이용했다. 사용된 YCbCr 모델은 RGB 색상 영상의 밝기 값 보정(light compensation)을 통하여 외부 조명의 영향을 줄여주는 전처리 과정을 거친 보정된 RGB 영상을 변환시킨 YCbCr 색상모델을 생성하여 얼굴 및 얼굴의 특징 영역을 찾아내는데 사용하였다. 정확한 얼굴 및 특징 영역의 최적화된 윤곽선을 추출하기 위하여 동적 윤곽선 모델 알고리즘을 이용하였으며, 이때 윤곽선 모델의 초기 경계값을 지정해야 하는 문제는 색상모델에 의해서 추출된 얼굴 및 특징 후보 영역을 초기 위치로 자동 지정하여 해결하였다. 제안된 시스템의 실험 결과를 통해 기존의 방법보다 외부 조명의 변화에 민감하지 않으면서 효과적으로 얼굴과 얼굴의 특징 영역을 찾아낸다는 것을 확인할 수 있었다.

### 2. 연구배경

#### 2.1 스킨 컬러 모델

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

얼굴 영역 및 특징 추출은 입력된 영상으로부터 얼굴 부위를 정확히 추출하고, 눈, 입, 코와 같은 얼굴의 특징을 획득하는 연구이다. 컬러모델 사용에 있어 Yang과 Huang은 원 영상의 해상도를 줄이면서 나타나는 눈, 코, 입 부분의 모양 특징을 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 방법을 제안하였다[8]. 그러나 평활화된 RGB 영상은 사람들과의 다양한 피부색의 임계값을 찾는 데 어려움이 있고, 조명에 따라 실험의 결과값이 영향을 받는다는 단점을 내포하고 있다. 한편 Sobottka와 Pitas는 HSI 색상 모델을 이용하여 임계값 범위의 색상들의 분포를 조사하였으며, 타원형이 생성되는 부분을 얼굴 영역으로 판단하고, 색상 값들의 히스토그램을 통해 얼굴의 특징 영역을 획득하였다[9]. HSI 색상 모델은 RGB 색상 모델보다 사람의 인지 능력과 비슷하다는 장점이 있으나, 얼굴 검출 시 외부 조명에 의한 영향을 많이 받는다는 단점이 있다.

### 2.2 동적 윤곽선 모델

스네이크 모델 이라고도 불리는 활성 윤곽선 모델은 찾고자 하는 영상의 주위에 닫힌 곡선으로 윤곽선을 찾기 위해 사용되는 방법이다. M. Kass가 제안한 이 알고리즘은 물체의 윤곽선을 능동적으로 찾아주기 때문에 영상 분할이나 객체 추적과 같은 분야에 널리 적용되고 있다. 물체의 에너지 특성을 이용한 스네이크 알고리즘은 크게 외부 에너지와 내부 에너지로 구성하여, 이들 사이의 관계로서 모델의 동적인 모습을 표현한다. 내부 에너지는 모델의 곡률에 따른 에너지로서 원형에 근사할수록 값이 감소하며, 외부에너지는 스프링 함수로서 모델의 변화가 외부의 점과 갖는 위치관계로 한 점에 근사할수록 값이 감소한다. 그러므로 스네이크는 두 에너지의 값이 최소화 되는 과정에서 물체의 윤곽선을 추출하는 알고리즘이다. 스네이크는 찾고자 하는 영상의 주변에 가깝게 초기 값을 정해줄수록 더 정확하게 물체의 윤곽선을 찾게 된다[8]. 스네이크는 에너지 함수를 이용하여 원하는 곡선을 나타내주게 된다. 즉, 곡선  $s$ 가 최소값이 되는 에너지 함수  $E(s)$ 를 이용하여 모델을 정의하는 방법이다. 스네이크는 찾고자 하는 물체의 초기 위치를 정해주면, 반복적인 수행을 통하여 3개의 에너지의 값이 최소가 되는 지점으로 초기의 점들을 이동시키게 된다.

이처럼 스네이크는 초기 값에 의해 다른 물체의 윤곽선을 찾게 되므로, 초기 값의 의존도가 높다. 스네이크의 에너지 함수는 다음 (식.1)과 같이 정의된다.

$$E_{snake} = \int_0^1 (E_{internal}(v(s)) + E_{image}(v(s)) + E_{external}(v(s))) ds, \quad v(s) = (x(s), y(s)) \quad (1)$$

$v(s)$ 는 스네이크의 위치를 나타내며,  $E_{internal}$ 은 윤곽선을 구부리는 내부 에너지이고,  $E_{image}$ 는 이미지 힘을 나타내며,  $E_{external}$ 는 외부 에너지를 나타낸다.

스네이크는 에너지 최소화 구조이므로 지역적 최소가 가능한 해의 집합을 이루도록 에너지 함수를 만들어야 한다. 에너지 함수의 구현에 있어서 알고리즘의 복잡성을 개선하고 속도를 향상 시키기 위해 그리디 알고리즘을 이용

하며, 그리디 알고리즘을 이용한 에너지 함수는 다음과 같다.

$$E_{snake} = \int_0^1 (\alpha(s)E_{continuity}(v(s)) + \beta(s)E_{curvature}(v(s)) + \gamma(s)E_{image}(v(s))) ds \quad (2)$$

이때  $\alpha(s), \beta(s), \gamma(s)$ 는 상수 값을 나타낸다. 에너지 함수를 구성하는 요소 가운데 연속성(continuity)은 곡선을 수축 시키는 역할을 수행한다.

곡률 에너지  $E_{curvature}$ 는 스네이크가 완만성을 유지하도록 하는 값으로 다음 (식.3)에 의해 구해진다.

$$\forall_j \in N_i, E_{curvature,j} = |v_{i+1} - 2v_j + v_{j-1}|^2 \quad (3)$$

한편 영상 에너지  $E_{image}$ 는 스네이크 모델을 사용하여 표현하고자 하는 곡선의 모양을 나타낸다. 물체의 윤곽선에 존재하는 화소들은 급격한 밝기 값의 변화를 가지는 특성을 이용한 것으로, 영상에서  $v(s)$ 의 위치가 물체의 윤곽선이 되도록 정의한다. 영상 에너지는 밝기 값의 변화도에 의해서 계산이 되며 (식. 4)와 같다. 이때  $G_{max}$ 는 주변 화소들 중 가장 큰 밝기 값의 변화를 나타내며,  $G_{min}$ 은 가장 작은 밝기 값의 변화를 나타낸다.

$$\forall_j \in N_i, E_{image,j} = \frac{G_{min} - G_j}{G_{max} - G_{min}} \quad (4)$$

### 3. 얼굴영역 및 특성 검출

본 논문에서 제안된 얼굴 및 얼굴특성 검출방법은 3 단계에 의해서 진행된다. 첫째, 조명 보정에 의한 스킨 컬러 모델의 평활화 둘째, 스킨 컬러 모델을 이용한 얼굴 및 얼굴 특성 후보영역의 검출, 셋째, 검출된 후보영역을 초기 값으로 동적 윤곽선 모델을 적용한 최적의 얼굴 및 얼굴 특성 윤곽선 검출의 과정으로 구성된다.

컬러 모델을 이용한 얼굴 인식에 있어 문제점 중 하나는 조명의 밝기에 따라 피부색이 다른 색으로 인식 될 수 있기 때문에 분류 오류를 유발한다는 것이다. 따라서 색상 모델을 이용하기 전에 조명에 의한 데이터의 영향을 최소화 해주기 위해 조명 보정 과정이 바람직하다. 따라서, 본 논문에서는 컬러 모델에 의한 얼굴인식의 전처리 방법으로 조명의 참조 화이트를 고려한 색상의 평활화 방법을 적용한다. 참조 화이트는 일반적으로 흰색 방향(white direction)에서 광도 신호의 최대치에 대응되는 밝기의 정도를 의미한다[10]. 흰색 종이에 빛이 반사되면 노란빛을 띠게 되는데, 이는 과도한 조명의 영향으로, 이때 참조 화이트를 측정 하여 지나친 조명의 노출을 줄여 줌으로써 원래의 흰색에 가깝게 표현할 수 있다. 조명 보정은 다음과 같이 진행된다. 입력 영상으로부터 각 화소의 RGB 값을 YCbCr 모델로 변환하며, 획득된 Y 값 중에 가장 큰 값을 최대의  $Y_{max}$ 로 정의한다. 이때 참조 화이트 값의 범위는 획득된 Y 값 중 상위 5% 범위에 속한 화소들을 의미한다.

$$Y_{max} - (Y_{max} \times 0.05) \leq Y_{reference-white} \leq Y_{max} \quad (5)$$

만일 위 범위에 속한 화소의 수가 임계치 이상일 경우 이는 외부조명의 영향을 받고 있다고 판단할 수 있으며, 이 경우 대상 원 영상의 RGB 값들은 위 범위에 들어있는 화소들의 R, G, B 각 성분들의 평균 값을 계산 후, 각 성분의 최대값에 대한 상대 비율을 계산한다.

#### 4. 실험 결과

제안된 방법의 실험을 위하여 본 논문에서는 빛 보정의 전처리 과정과 YCbCr 변환 과정을 통하여 얻어진 본 실험의 얼굴 및 입술 영역의 획득 값의 정확도를 측정하기 위하여, 100개의 얼굴을 가진 입력 영상을 대상으로 위의 방법을 적용시켜 보았다. 피부색의 임계치 범위를 찾는데 오류를 측정하기 위하여 얼굴 이외의 피부가 나타나는 경우와 정면 및 측면 얼굴이 있는 입력 영상을 대상으로 실험하였다.

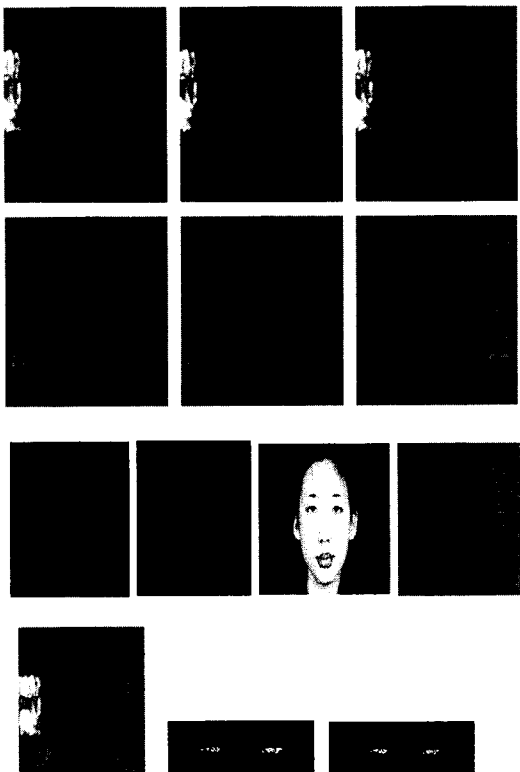


그림 1 검출된 얼굴 및 특성 영역

#### 5. 결론

본 논문에서는 얼굴 영역 및 특징 영역 검출 방법으로 색상 정보와 변형 모델을 이용한 방법을 제시하였다. 얼굴영역 및 특징의 검출은 광도를 분리할 수 있는 YCbCr 색

상 모델을 이용 하였으며, 특히 컬러모델 사용자 외부조명 의 영향을 감소시켜주는 방법을 제시하였다. 검출된 얼굴 대상영역으로부터 정확한 얼굴 및 특징 영역의 최적화된 윤곽선을 추출하기 위하여 동적 윤곽선 모델 알고리즘을 이용하여 검출하였다. 얼굴 및 특성영역 검출 단계에서 획득된 영역의 결과를 동적 활성화 모델의 초기값으로 자동 설정해 줌으로서 사용자의 간섭을 배제하고 얼굴과 눈 및 입의 윤곽선을 정확히 획득하는 방법을 제안 하였다. 실험을 통하여 테스트한 결과 제안된 방법을 사용 시 빠른 시간에 얼굴 및 얼굴의 특성영역을 효과적으로 검출할 수 있음을 입증할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] D. Maio and Maltoni, "Real-time face location on gray-scale static images," Pattern Recognition, vol. 33, no. 9, pp. 1525-1539, Sept. 2000.
- [2] H. Schneiderman and T. Kanade, "Statistical Method for 3D object Detection Applied to Faces and Car," IEEE CVPR, June 2000.
- [3] M. Abdel-Mottaleb and A. Elgammal, "Face Detection in complex environments from color images," IEEE ICIP, pp. 622-626, Oct. 1999.
- [4] E. Osuna, "Support Vector Machines: Training and Applications," PhD thesis, MIT, Deptment of Electrical Engineering and Computer Science, Cambridge, 1998.
- [5] H. A. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade: Rotation Invariant Neural Network-Based Face Detection," Computer Science technical report, CMU-CS-97-201, 1997.
- [6] B. Scheiderman, and T. Poggio, and M. Pontil, "Face detection in still gray images," MIT AI Memo No. 1687, 2000.
- [7] Donna J. Williams, Mubarak Shah, "A Fast Algorithm for Active Contours and Curvature Estimation", CVGIP: Image Understanding, vol. 55, no. 1, pp. 14-26, 1992.
- [8] Guangzheng Yang, Thomas S. Huang, "Human Face Detection in a Complex Background", Pattern Recognition, vol. 27, no.1, pp53-63, 1994
- [9] Karin Sobottka, Ioannis Pitas, "Segmentation and Tracking of Faces in Color Images", Proceedings of the Second International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 1996, pp. 236-241.
- [10] [http://glossary.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-030/\\_4492.htm](http://glossary.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-030/_4492.htm)