

적응적 피부색 구간 설정에 기반한 얼굴 영역 추출 알고리즘

임 주 혁, 이 준 우, *김 기 석, **안 석 출, 송 근 원
위덕대학교 컴퓨터 멀티미디어 공학부,
*경주대학교 컴퓨터전자공학부
**부경대학교 화상정보공학부
전화 : 054-760-1614 / 핸드폰 : 016-484-2631

Face Region Extraction Algorithm based on Adaptive Range Decision for Skin Color

Ju-Hyuk Lim, Jun-Woo Lee, *Gi-Seok Kim, **Suk-Chul Ahn and Kun-Woen Song
Division of Computer and Multimedia Engineering, Uiduk University
*School of Computer & Elec. Eng., Kyongju Univ
**Division of Image & Information Eng. Pukyong University
E-mail : kwsong@mail.uiduk.ac.kr

Abstract

Generally, skin color information has been widely used at the face region extraction step of the face region recognition process. But many experimental results show that they are very sensitive to the given threshold range which is used to extract the face regions at the input image.

In this paper, we propose a face region extraction algorithm based on an adaptive range decision for skin color. First we extract the pixels which are regarded as the candidate skin color pixels by using the given range for skin color extraction. Then, the ratio between the total pixels and the extracted pixels is calculated. According to the ratio, we adaptively decide the range of the skin color and extract face region .

From the experiment results for the various images, the proposed algorithm shows more accurate results than the conventional algorithm.

I. 서론

최근 사회가 복잡해지고 정보화 됨에 따라 개인이 가진 고유한 특징을 이용하여 개인을 식별하는 생체

인식 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 얼굴 인식 기술은 비접촉식이고 적용 범위가 넓으며 또한 응용 분야가 다양하여 현재 이에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.

얼굴 인식은 크게 얼굴 영역 추출, 특징 추출 및 정합 과정으로 구성된다. 부정확한 얼굴 영역 추출은 오인식 결과를 초래하므로 얼굴 영역 추출 과정은 매우 중요하여 많은 연구가 진행되고 있다. 영역 추출을 위한 기법으로는 크게 영상에서 밝기 정보를 이용하는 방법[1], 움직임 정보를 이용하는 방법[2] 및 칼라 정보를 이용하는 방법[3,4] 등이 있다. 최근 HSI 및 YCbCr 칼라 모델에 기반하여 얼굴 영역을 추출하는 연구들이 많이 진행되어 왔다. 이러한 기법들은 대부분 칼라 모델에서 피부색 구간 영역을 정의한 다음 입력 영상에서 피부색 구간 범위에 속하는 화소를 추출함으로써 얼굴 영역을 추출하였다[5,6]. 그러나 입력 칼라 영상은 개개인의 화장법의 다양성, 조명으로 인한 얼굴의 색상 변화, 얼굴색의 다양성, 잡음 및 주위 환경 등의 영향으로 피부색의 왜곡이 발생하여 일률적인 피부색 구간 범위를 사용하면 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 없다. 즉 피부색 구간 범위를 일률적으로 넓히면 얼굴 영역은 비교적 잘 추출되나 피부색 색상과 유사한 배경 및 옷 영역 등이 얼굴 영역으로 잘못 추출될 수 있다. 또한 피부색 구간 범위를 좁히면 얼굴 영역의 일부 또는 전체가 추출되지 않을 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고자 HSI 칼라 모델에 기반하여 적응적으로 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

II. 피부색 정보를 이용한 얼굴 영역 추출

본 논문에서는 HSI 칼라 모델에 기반하여 얼굴 영역을 추출할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 일반적으로 HSI 칼라 모델을 이용하여 얼굴 영역을 추출할 경우 일률적인 피부색 구간 범위를 정하고 얼굴 영역을 추출하였다. 본 논문에서는 일률적인 피부색 구간 범위 값이 아닌 입력 영상에서 피부색 후보 화소로 추정된 화소와 전체 화소수의 비에 따라 적응적인 피부색 구간 문턱 값을 설정하여 얼굴 영역을 추출하였다.

기존의 HSI 칼라 모델을 이용한 알고리즘에서는 피부색 구간 범위를 나타내는 색상 값으로 20~27°를 이용한다. 이는 모든 인종을 고려하여 사람의 얼굴에 대하여 색상 값을 측정하면 색상 값이 20~27°속한다고 알려져 있다[6]. 그러나 다양한 환경에서 획득된 영상에 대해 위 피부색 구간 범위로 얼굴 영역을 추출해보면 얼굴 영역이 충분히 추출되지 않는다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고 정확한 얼굴 영역을 추출하기 위해서 화소비를 이용한 피부색 구간을 적응적으로 조절하여 얼굴 영역을 추출하였다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 HSI 칼라 모델에 기반한 적응적 얼굴 영역 추출 알고리즘을 나타낸다.

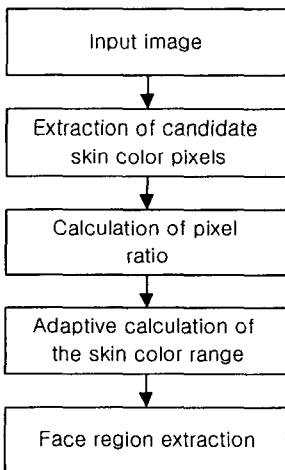


그림 1. HSI 모델에 기반한 적응적 얼굴 영역 추출

화소비를 구하기에 앞서 색상값(Hue)이 피부색 구간 범위 20~27°에 속하는 화소들을 피부색 후보 화소로 추출한다. 입력 영상의 전체 화소수를 M 이라 하고 피부색 후보 화소로 추출된 화소수를 K 라 할 때 화소비 α 는 아래 식 (1)을 이용하여 구한다.

$$\alpha = \frac{K}{M} \quad (1)$$

본 논문에서 화소비 α 에 따라 피부색 구간 범위를 적응적으로 조절하는 방법은 아래 식 (2)~식 (4)로 표현된다. α 값이 크면 얼굴 영역은 충분히 추출되었으므로, 피부색 구간 범위를 넓히지 않는다. α 값이 작으면 얼굴 영역이 충분히 추출되지 않았으므로 화소비에 의존하여 피부색 구간 범위가 화소비에 따라 적응적으로 넓혀진다.

피부색 구간 범위의 낮은 경계값은 아래 식 (2)에 의해 결정되어지며, 이때 δ_1 은 하위 피부색 구간 비례요소(lower range scale factor of the skin color) 값이며, 음의 값이다.

$$k = 20 + \frac{\delta_1}{\alpha} \quad (2)$$

피부색 구간 범위의 높은 경계값은 아래 식 (3)으로 표현되어지며, 이때 δ_2 은 상위 피부색 구간 비례요소(upper range scale factor of skin color) 값이며, 양의 값이다.

$$l = 27 + \frac{\delta_2}{\alpha} \quad (3)$$

적응적 피부색 구간 범위의 낮은 경계값과 높은 경계값이 결정되면 아래 식 (4)에 의해 최종 얼굴 영역이 추출된다. 여기서 $I(x, y)$ 는 입력 영상이다.

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } [k \leq I(x, y) \leq l] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

III. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위하여 본 논문에서는 인터넷에서 획득된 다양한 영상들 및 디지털 카메라를 이용하여 다양한 환경에서 촬영된 많은 영상들에

대하여 실험하였다. 또한 실험에서는 실제 환경에서 발생할 수 있는 카메라의 줌인 및 줌아웃으로 인한 얼굴 크기 변화를 고려하였다.

그림 3은 HSI 칼라모델에 기반한 기존의 알고리즘으로 실험한 결과를 나타낸다.

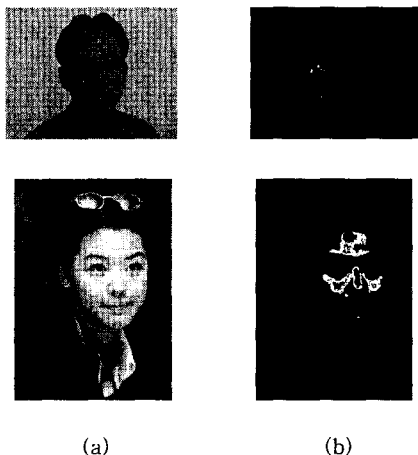


그림 3. (a) 입력 영상 (b) 기존의 알고리즘을 이용하여 추출한 결과 영상

첫 번째 열 (a)는 실험에 사용한 입력 영상들이며, 두 번째 열 (b)는 피부색 구간 범위 20~27°를 이용하여 추출한 기존의 알고리즘[6]에 의한 결과 영상들을 나타낸다. 기존의 알고리즘을 이용하여 추출한 결과 영상들을 살펴보면 얼굴 영역이 제대로 추출되지 않는 결과를 보인다. 이에 좀 더 정확한 얼굴 영역 추출을 위해 피부색 구간 범위를 일률적으로 넓혀서 실험하였다.

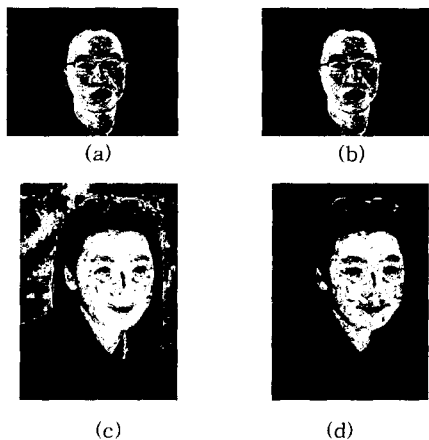


그림 4. (a),(c) 피부색 구간 범위를 5~35°로 실험한 결과 영상 (b),(d) 제안한 적응적 피부색 구간 설정에 의한 결과 영상들

그림 4의 (a) 및 (c) 그림 3의 입력 영상에 대해 피부색 구간 범위를 5~35°로 넓혀 실험한 결과이다. 그림 4의 (a)에서와 같이 피부색 구간 범위를 일률적으로 넓히면 좀 더 정확한 얼굴 영역이 추출될 수 있다. 그러나 (c)의 결과처럼 얼굴 영역 뿐 아니라 피부색과 유사한 붉은색 계열의 배경 영역이 얼굴 영역으로 잘못 추출될 수 있다. 이는 일률적인 피부색 구간 범위를 사용해서는 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 없음을 나타낸다.

본 논문에서 제안한 알고리즘으로 실험한 (b)와 (d)는 적응적으로 피부색 구간 범위를 조절하여 피부색 화소를 추출하므로 비교적 정확한 얼굴 영역을 추출할 수 있음을 보여준다.

IV. 결론

본 논문에서는 HSI 칼라 모델에 기반하여 피부색 구간 범위를 적응적으로 조절하여 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 이는 먼저 입력 영상으로부터 피부색 후보 화소들을 추출한 다음 전체 화소와의 비를 구한다. 그리고 이에 기반하여 피부색 구간 범위를 적응적으로 조절하여 얼굴 영역을 추출한다.

카메라의 줌인, 줌아웃 및 다양한 주위 환경을 고려한 영상들에 대해 실험한 결과 제안한 알고리즘은 비교적 정확한 얼굴 영역 추출 결과를 나타내었다. 향후 추출된 얼굴 영역 정보로부터 인간이 얼굴을 인식하는 기법을 모사하는 방식의 특징 추출 및 인식기 설계를 통한 얼굴 인식 시스템 개발에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

Reference

- [1] 이선화, 차의영, "신원확인을 위한 얼굴 영역 탐지 및 얼굴 구성 요소 추출," 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집, pp.517-519, 2001
- [2] 이칠우, 최정주, "후보영역의 밝기 분산과 얼굴특징의 삼각형 배치구조를 결합한 얼굴의 자동 검출," 멀티미디어학회 논문지, 제3권 제1호, 2002
- [3] J.H. Park, J.W. Seo, D.G. An, S.J. Chung, "Detection of human faces using skin color and eye," *IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, vol.1, pp.133-136, 2000.
- [4] Sun, Q.B., Huang, W.M, Wu, J.K., "Face detection based on color and local symmetry information," *Third IEEE International Conference*

on Automatic Face and Gesture Recognition,
pp.130-135, 1998

- [5] 황선철, 김준영, 김우생, “다변수 히스토그램 기법을 이용한 얼굴 영역 추출,” 한국정보과학회 춘계 학술 발표논문집, pp.574-576, 2000
- [6] 김영일, 김정훈, 이용주, “HSI 정보와 얼굴 특징자들의 기하학적 특징각을 이용한 얼굴인식 알고리즘,” 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, 제8권 제1호, 2001

이 논문은 2002년도 한국과학재단의 산학협력연구지원과제의 지원에 의하여 연구되었음
(2002-000-00039-0)