

피부색 정보를 이용한 적응적 얼굴 영역 추출

이준우, 송근원
위덕대학교 정보전자공학부

Adaptive Face Region Extraction Using Skin Color Information

Jun-Woo Lee, Kun-Woen Song

School of Information and Electronic Engineering

요 약

본 논문에서는 피부색 정보를 이용한 적응적 얼굴 영역 추출 알고리즘을 제안한다. 얼굴 영역 추출시 피부색 정보는 유용하게 이용되어 왔으나 피부색을 나타내는 문턱값에 매우 민감한 단점이 있다. 논문에서는 이를 개선하고자 먼저 후보 피부색 정보를 이용한 다음 전체 화소수와 추출된 화소수의 비에 따라 적응적으로 얼굴 영역을 추출하였다. 인터넷 및 다양한 환경에서 획득된 영상에 대한 실험 결과 제안한 알고리즘은 얼굴 인식 과정의 얼굴 영역 추출 단계에서 정확한 얼굴 영역을 추출할 수 있음을 알 수 있었다.

1. 서론

정보화 사회가 진행됨에 따라 얼굴 인식 기술은 그 용도가 다양하고 적용범위가 넓어져 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 얼굴 인식 과정중 얼굴 영역 추출 단계에서는 정확한 얼굴 영역 추출을 위해 칼라, 밝기 및 움직임 정보를 이용한 얼굴 영역 추출 알고리즘들이 많이 연구되어 왔다. 그리고 추출 방법으로는 에지를 이용하는 방법[1], 템플릿 매칭을 이용하는 방법[2], 히스토그램을 이용하는 방법[3], 얼굴 구성요소를 이용하는 방법[4] 및 칼라 정보를 이용하는 방법[5] 등이 있다. 칼라 정보를 이용하는 방법에서는 RGB, YCbCr, HSI, YIQ 등 다양한 칼라 모델에 기반하여 입력된 영상에서 피부색 추출을 통한 얼굴 영역 추출 알고리즘들이 많이 연구되어 왔다. 그러나 얼굴 영역 추출에서는 사람의 화장, 조명등의 변화로 인한 색상 변화, 얼굴 색의 다양성, 잡음 및 주위 환경 등으로 인하여 피부색에 대한 최적의 구간을 설정하기 어려우며 또한 피부색 추출을 위한 문턱 값에 매우 민감한 특징을 나타낸다.

본 논문에서는 YCbCr 칼라 모델을 기반으로 하여 위에서 언급한 다양한 환경에서 획득된 영상에서 얼굴 영역을 좀더 정확히 추출 할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

2. 피부색 정보를 이용한 얼굴 영역 추출

본 논문에서는 다양한 환경하에서 획득된 입력 칼라 영상에서 YCbCr 칼라 모델에 기반하여 얼굴 영역을 정확히 추출 할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘의 블록도는 아래 그림 1과 같다.

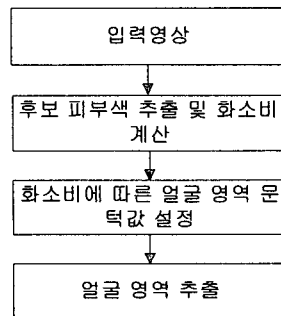


그림 1. 제안한 얼굴 영역 추출 알고리즘

이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2002-003-D00341)

2.1 후보 피부색 추출

얼굴 영역의 후보가 될 수 있는 화소를 추출하기 위하여 본 논문에서는 먼저 후보 피부색을 추출하였다. 이를 위해 입력 RGB영상을 비교적 명암의 영향에 민감하지 않는 YCbCr로 변환하며. 이는 아래 식 (1)을 이용하여 수행한다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299R+0.587G+0.114B \\ -0.169R-0.331G+0.5B \\ 0.5R-0.419G-0.081B \end{bmatrix} \quad (1)$$

기존에 Cb 및 Cr 정보를 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘이 제안되었다[6]. 얼굴 영역을 나타내는 Cb 및 Cr의 각 범위를 F_{C_b} 및 F_{C_r} 이라 할 때 얼굴 영역 판별은 아래 식 (2)를 이용하여 구할 수 있다.

$$f_F(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } [C_b(x, y) \in F_{C_b}] \cap [C_r(x, y) \in F_{C_r}] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

F_{C_b} ; 피부색 C_b 의 범위[-50, 0]
 F_{C_r} ; 피부색 C_r 의 범위[10, 50]

일반적으로 얼굴 인식 시스템은 그 응용 분야가 다양하므로 이러한 환경에 응용 가능하기 위해서는 배경, 얼굴 색의 다양성, 화장 및 조명등으로 인한 약간의 색상 변화가 발생해도 정확히 얼굴 영역을 추출할 수 있어야 한다. 그러나 HSI 및 YCbCr등의 칼라 정보를 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘들[5,6]은 얼굴 영역 추출시 설정한 문턱 값에 매우 민감한 결과를 나타낸다. 본 논문에서는 이를 개선하고자 먼저 얼굴 영역 추출을 위한 후보 피부색 추출을 한 후 이의 정보를 이용한 적응적 얼굴 영역 추출 알고리즘을 제안한다.

후보 피부색 정보를 추출하기 위해서 먼저 추출된 후보 피부색 화소들로부터 전체 영상에 대한 화소비를 구하였다. 입력 영상의 총화소수가 M 이고 추출된 화소수가 P 이면 화소비 K 는 아래 식 (3)과 같다.

$$K = \frac{P}{M} \quad (3)$$

K 값이 작으면 추출된 얼굴 화소의 수가 작으며, K 값이 크면 얼굴 영역에 해당하는 화소뿐 아니라 얼굴 색상과 유사한 옷 및 배경 영역등도 추출됨을 알 수 있다.

2.2 화소비에 따른 3단계 문턱값 설정

얼굴 인식 시스템이 적용될 수 있는 일반적인 환경에서는 카메라는 고정되어 있고, 카메라와 물체 사이의 거리는 거의 일정하다. 그리고 카메라의 줌인 또는 줌아웃이 발생한다 하더라도 얼굴 영역의 크기는 크게 변하지 않는다 할 수 있다.

본 논문에서는 K 값을 이용하여 추출된 후보 피부색 정보를 이용하여 Cb 및 Cr의 피부색 범위를 3단계로 나누어 다양한 환경에서 보다 정확히 얼굴 영역을 추출할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 즉 K 값이 작은 경우, 보통인 경우 및 큰 경우의 3단계로 나누었다. 그리고 얼굴 영역을 나타내는 Cb 및 Cr의 범위를 적응적으로 설정하였다. 획득된 영상에서 얼굴 영역의 면적은 거의 일정한데 구해진 K 의 값이 작은 경우는 얼굴 영역의 일부가 카메라의 해상도, 주위 조명, 화장 및 잡음 등의 이유로 충분히 나타나지 않음을 의미한다. 이에 K 의 값이 작은 경우는 Cb 및 Cr의 범위를 아래 식 (4)와 같이 좀더 넓게 함으로써 얼굴 영역을 비교적 정확히 추출 할 수 있다.

if $0 < k \leq 0.125$

$$f_F(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } [C_b(x, y) \in F_{C_b}] \cap [C_r(x, y) \in F_{C_r}] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

F_{C_b} ; 피부색 C_b 의 범위 $[\alpha_1, \alpha_2]$
 F_{C_r} ; 피부색 C_r 의 범위 $[\alpha_3, \alpha_4]$

이때 α_1, α_2 는 Cb의 피부색 범위를 의미하며, α_3, α_4 는 Cr의 피부색 범위를 의미한다. K 의 값이 0.125와 0.25 사이 값이면 이는 비교적 얼굴 영역이 충분히 잘 나타난 경우이므로 Cb 및 Cr의 피부색 범위를 식 (2)를 이용하여 얼굴 영역을 추출한다. K 의 값이 0.25보다 큰 경우는 주위 배경 및 옷 등의 영향으로 얼굴 영역 및 기타 배경 영역도 얼굴 영역으로 추정된 경우이다. 이 경우에는 아래 식(5)에서와 같이 Cb 및 Cr의 피부색 범위를 줄임으로써 비교적 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 있다.

if $k \geq 0.25$

$$f_F(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } [C_b(x, y) \in F_{C_b}] \cap [C_r(x, y) \in F_{C_r}] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

F_{C_b} ; 피부색 C_b 의 범위 $[\alpha_5, \alpha_6]$
 F_{C_r} ; 피부색 C_r 의 범위 $[\alpha_7, \alpha_8]$

이와 같이 본 논문에서는 먼저 얼굴 후보 영역을 추출된 피부색 정보를 이용하여 이의 정보로부터 적응

적으로 3단계로 나누어 얼굴 영역을 추출함으로써 인터넷 및 다양한 환경에서 획득된 영상에서 비교적 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 있다.

3. 실험 결과

본 논문에서는 제안한 알고리즘의 성능평가를 위하여 인터넷에서 획득된 다양한 영상 및 디지털 카메라를 이용하여 다양한 환경에서 촬영된 많은 영상에 대하여 실험하였다. 또한 실험에서는 실제 환경에서 발생할 수 있는 카메라의 줌 인 및 줌 아웃으로 인한 얼굴 크기 변화를 고려하였다.

그림 2는 기존의 알고리즘과 제안한 알고리즘에 의한 얼굴 영역 추출 결과들을 나타낸다. (b)는 식 (2)를 이용한 기존의 알고리즘[6]에 의한 실험 결과 영상이다. 그림에서와 같이 조명의 영향, 피부색과 유사한 색상의 옷 부분이 얼굴 영역으로 잘못 추출된 경우를 알 수 있다. 또한 얼굴 영역의 일부가 화장 및 조명의 영향으로 인하여 추출되지 않음을 알 수 있다. 제안한 방법에서는 (c)에서와 같이 비교적 얼굴 영역 부분이 정확히 추출되었음을 알 수 있다. 이는 제안한 방법에서는 주위의 다양한 환경을 적응적으로 고려하여 보다 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 있음을 나타낸다.



그림 2. (a) 입력 영상 (b) 기존의 알고리즘을 이용하여 추출한 결과 영상 (c) 제안한 적응적 알고리즘을 이용하여 추출한 결과 영상

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 피부색 정보를 이용한 적응적 얼굴

영역 추출 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 추출된 피부색 정보를 이용하여 3단계로 나누어 얼굴 영역을 추출함으로써 보다 정확한 얼굴 영역 추출이 가능하였다. 향후 추출된 얼굴 영역 정보로부터 눈, 코 및 입의 위치 추정 및 이의 구조적 특징을 이용한 얼굴 인식에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] 이상영, 함영국, 박래홍, “지식에 기초한 특징추출과 역전과 알고리즘에 의한 얼굴인식,” 전자공학회논문지, 제31권, B편, 제7호, 7월, 1994년.
- [2] Froba,B. and Kublbeck,C., “Orientation template matching for face localization in complex visual scenes,” *Proc. Int’I conf. Image Processing*, vol.2, pp.251-254, Jan. 2001.
- [3] V.Starovoitov and D.Samal, “Matching of faces in Camera Images and Document Photographs,” *Proc. IEEE Int’I Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol. 4, pp.2349-2352, June, 2000.
- [4] X. Song, C.Lee, X.Gang, and T.Saburo, “Extracting Facial Features with Partial Feature template,” *Proc. ACCV’93*, pp.751-754, 1993.
- [5] 이웅주, 이철희, “칼라 정보와 구조적 특징자를 이용한 얼굴 인식 알고리즘,” 제 13회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, pp.575-580, 1월, 2001년.
- [6] 황선철, 김준영, 김우생, “다변수 히스토그램 기법을 이용한 얼굴 영역 추출,” 한국정보과학회 춘계 학술 발표논문집, 4월, 2000년.