

## 얼굴의 피부색과 정보를 이용한 실시간 얼굴 인식

이민호\*, 황대동\*\*, 최형일\*

\*승실대학교 미디어학과

\*\*승실대학교 컴퓨터학과

\*승실대학교 미디어학과

e-mail:mino057@naver.com

chabert1@nate.com

hic@ssu.ac.kr

## Realtime Face Recognition using the Skin Color and Information of Face

Min-Ho Lee\*, Dae-dong Hwang\*\*, Hyung-il Choi\*

\*Dept of Media, Soongsil University

\*\*Dept of Computing, Soongsil University

\*Dept of Media, Soongsil University

### 요 약

본 논문에서는 피부색 정보와 눈, 입의 위치를 찾아 실시간으로 얼굴을 인식하는 방법을 제안한다. 먼저 입력 영상에서 피부 영역을 추출하고 노이즈를 제거하여 얼굴 후보 영역을 지정한다. 지정된 얼굴 후보 영역에서 눈과 입을 찾고, 찾은 눈과 입 사이의 영역에서 에지를 탐색하여 코의 존재 유무를 검증하고 이를 바탕으로 얼굴인지 판단하는 절차를 따른다. 제안한 기법은 피부색 검출을 위해 YCbCr을 이용하여 피부 영역을 찾고 지정된 피부 영역에서 노이즈를 제거한 후, Eye Map의 EyeMapC 연산을 통해 눈을 Lip Map을 통해 입을 찾는다. 찾아낸 눈과 입의 사이의 영역에서 Canny Edge 연산을 수행하여 코의 존재 유무를 판단하여 최종적인 얼굴 영역을 판별하는 방법을 제안한다.

키워드 : Face recognition, YCbCr, Eye Map, Lip Map, Face Detection

### 1. 서론

컴퓨터와 멀티미디어 기술의 발전에 따라 관련분야의 다양한 연구가 진행되고 있으며 영상정보 분석에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 보안시스템, 무인감시시스템 및 컴퓨터와 사용자간의 인터페이스 구축 등 다양한 분야에서 비전시스템의 적용범위를 넓혀가고 있다. 이중 사회가 복잡해지고 정보 화됨에 따라 개인이 가진 고유한 특징을 이용하여 개인을 식별하는 생체인식 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 생체인식 기술은 인터넷 뱅킹 및 은행거래, 정확한 본인 여부 판별 등의 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대되고 있으며 다수가 이동하는 공간에서 특정인을 찾아내는

시스템으로도 적합하여 최첨단 감시시스템으로서도 주목받고 있다. 이와 같은 생체인식 기술 중, 얼굴 인식 기술은 적용 범위가 넓으며 응용 분야가 다양하여 현재 이에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 YCbCr을 통해 피부 영역을 추출하여 얼굴 후보 영역을 지정하고, 지정된 후보 영역에서 노이즈를 제거한 후, Eye Map과 Lip Map를 이용하여 눈과 입을 찾고, 눈과 입 사이 영역에서 코의 에지를 찾아 검증하여 실시간으로 얼굴을 찾는 방법을 제안한다.

## II. 관련 연구

생체 인식과 관련된 연구로는 얼굴, 홍채, 서명, 음성, 지문 등의 분야가 있으며 널리 연구되어 왔다. 그 중에서 얼굴 인식은 자신의 신체 일부를 인식 장치에 접촉하지 않고 자연스러운 상태에서 인식할 수 있어 활발히 연구되고 있는 분야이다. 얼굴 인식을 위해선 무엇보다 정확한 얼굴의 특징을 추출하는 과정이 중요하다. 특히, 얼굴의 특징은 정확하게 찾기 힘들고 사람의 얼굴 특징은 대부분 비슷하기 때문에 특징 추출 시 발생하는 작은 오차가 인식이 큰 영향을 미치게 된다.

얼굴 영역을 검출하는 방법에는 색 정보를 이용하는 방법(1), 에지를 이용하는 방법(2), 히스토그램을 이용하는 방법(3), 얼굴 구성 요소를 이용하는 방법(4), 신경망을 이용하는 방법(5)이 있다. 이 중 RGB, YCbCr 및 HSI 등의 칼라 좌표계를 기반으로 하여 피부색 후보 화소들을 검출함으로써 얼굴 후보 영역을 추출하는 방법들이 널리 연구되어 왔다(6, 7, 8, 9).

본 논문에서는 피부 영역을 추출하여 얼굴 후보 영역을 지정하고, 지정된 후보 영역에서 노이즈를 제거한 후, 눈과 입을 찾고, 눈과 입 사이 영역에서 코의 에지를 찾아 검증하여 최종적인 얼굴을 찾는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론과 관련 연구에 이어 3장의 3.1에서 YCbCr을 이용하여 피부 영역을 검출하고 노이즈를 제거하여 얼굴 후보 영역을 지정한다. 3.2에서는 Eye Map과 Lip Map을 이용하여 두 눈과 입 영역을 추출하며, 3.3에서는 추출된 눈과 입 사이 영역에 Canny Edge 연산을 수행하여 코의 에지를 찾아 얼굴 영역을 검증하는 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 제안한 방법에 대한 성능평가 및 분석을 하며, 5장에서는 결론을 기술한다.

## III. 본론

본장에서는 제안한 얼굴 인식 시스템에서 YCbCr을 이용하여 피부 영역을 검출하고 Labeling 기법을 이용하여 노이즈를 제거하여 얼굴 후보 영역을 정한다. 얼굴 후보 영역에서 Eye Map의 EyeMapL과 EyeMapC 두 가지 연산과 Lip Map을 통하여 두 눈과 입을 찾고, 눈과 입의 사이에 Canny Edge 연산을 통해 코의 존재 유무를 통해 검증한 후, 최종적인 얼굴 영역을 인식하는 방법에 대하여 기술한다.

### 3.1. 피부 영역 검출

본 논문에서는 얼굴 인식을 위한 첫 번째 단계로 피부값을 이용하여 얼굴 후보 영역을 지정하는 방법을 사용한다. 우선 조명의 영향을 줄이기 위해 RGB 입력 영상을 YCbCr 색 공간으로 변환시키고 조명에 의한 영향이 적은 색성분인 Cb와 Cr성분에서 얼굴색 영역만을 따로 분리시킨다. YCbCr 모델

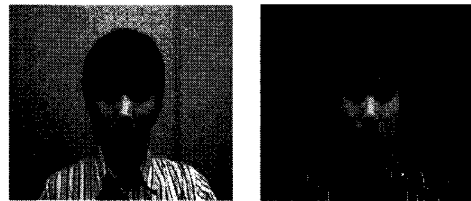
은 색상 정보로부터 광도를 분리하는 색상 모델로 Y는 광도를 나타내며, Cb와 Cr은 색상 정보를 나타낸다. YCbCr 변환은 수식 (1)로 표현된다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257R + 0.504G + 0.098B + 16 \\ -0.148R - 0.291G + 0.437B + 128 \\ 0.439R - 0.368G - 0.071B + 128 \end{bmatrix} \quad (1)$$

수식 (1)을 통하여 얻은 Cb와 Cr값은 수식 (2)의 참조값에 따라 피부 영역을 판단하게 된다.

$$\begin{cases} 1, & \text{if } (77 \leq Cb \leq 127) \cap (133 \leq Cr \leq 173) \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

각각의 Cb와 Cr값이 수식 (2)의 기준값 내에 포함된다면 피부색으로 간주하였으며, 노이즈 제거를 위해 Labeling 기법을 사용하였다. 그림 (1)은 수식 (1), (2)와 노이즈 제거를 통해 검출된 결과 영상이며 (a)는 입력 받은 원본 영상, (b)는 원본 영상에서 피부 영역을 검출한 영상, (c)는 노이즈를 제거하여 얼굴 후보 영역이 추출된 영상이다.



(a) 원본 영상 (b) 피부 영역 검출 영상



(c) 노이즈를 제거한 얼굴 후보 영상  
(그림 1) YCbCr을 이용한 피부 영역 검출

### 3.2. 눈과 입 영역 검출

본 논문에서는 얼굴 인식 두 번째 단계로 눈과 입을 찾는 방법을 제안 하며 피부 영역을 통해 얼굴 후보 영역을 지정하고 지정된 영역 안에서 EyeMap과 Lip Map를 통해 눈과 입을 찾는다.

눈과 입을 검출하는 방법은 Hue가 제안한 Eye Map과 Lip Map를 사용한다(10). Eye Map은 명암값의 대비를 이용하여 EyeMapL과 색상값을 이용한 EyeMapC로 이루어져 있으며 모두 YCbCr 색상 공간에서 산출하게된다. EyeMapL은 수식(3)을 통해 구해진다.

$$EyeMapL = \frac{Y(x, y) \oplus g_{\sigma}(x, y)}{Y(x, y) \ominus g_{\sigma}(x, y) + 1} \quad (3)$$

수식 (3)에서  $\oplus$ 는 팽창 연산,  $\ominus$ 는 침식 연산이다. 눈 영역에 속하는 화소들은 어두운 화소와 밝은 화소를 모두 포함하므로 영상의 명암값  $g$ 에 팽창과 침식을 적용하여 명암 대비를 추출한다.

$$EyeMapC = \frac{1}{3} \{ (C_b^e) + (\bar{C}_r)^2 + (C_b/C_r) \} \quad (4)$$

수식 (4) EyeMapC를 구하는 식이며,  $C_b^e$ 과  $(\bar{C}_r)^2$ ,  $(C_b/C_r)$ 의 값은 모두 [0, 255] 사이로 정규화 한다.  $C_b$ 와  $C_r$ 은 YCbCr에서 추출된  $C_b$ 와  $C_r$ 의 값이며,  $\bar{C}_r$ 은 역변환된  $C_r$ 의 값이다. 일반적으로 눈 주변의 화소들은 Cb의 값이 높고, Cr의 값은 낮다는 관찰에 근거한 방식이다. 수식 (3)과 (4)에서 추출된 두 값을 수식 (5)에 대입하여 눈 영역인 EyeMap을 산출한다.

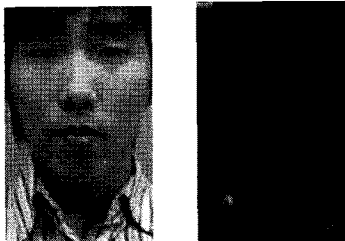
$$EyeMap = (EyeMapL) AND (EyeMapC) \quad (5)$$

입을 검출하는데 사용되는 Lip Map 역시 YCbCr 색상 공간에서 추출한다. 수식 (6)에서 입 영역에 속하는 화소들이 다른 영역에 비해 Cr값이 높고, Cb값이 낮으며,  $(C_r/C_b)$  특징에 대해서는 낮은 반응을 나타내지만  $C_r^2$  특징에 대해서는 높은 반응을 나타내는 관찰로 만들어 진다.

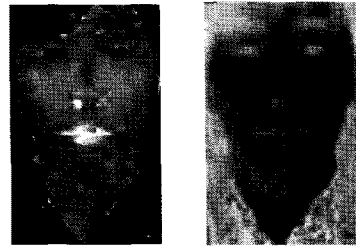
$$LipMap = C_r^2 \cdot (C_r^2 - \eta \cdot C_r/C_b)^2 \quad (6)$$

$C_r^2$ 과  $(C_r/C_b)$ 는 모두 [0, 255] 사이로 정규화 하며,  $\eta$ 는 얼굴 영역에 속하는 화소들의  $C_r^2$ 과  $(C_r/C_b)$  평균의 비율이다.

<그림 2>는 Eye Map과 Lip Map 적용 영상이다.



(a) 얼굴 후보 영상 (b) Eye Map 적용 영상



(c) Lip Map 적용 영상 (d) EyeMapC 적용 영상  
<그림 2> Eye Map를 통한 눈 추출

<그림 2>의 결과를 보면 (c) Lip Map 적용 영상은 좋은 결과를 보여준 반면, (b) Eye Map 적용 영상의 결과는 좋지 못하였지만 Eye Map 연산 중, 색상값을 이용한 EyeMapC 연산은 <그림 2> (d) EyeMapC 적용 영상에서 보이듯 좋은 결과가 나왔다. 그래서 본 논문에서는 Eye Map의 두 가지 EyeMapL 연산과 EyeMapC 연산 중 EyeMapC 연산만을 이용하여 눈을 찾는다.

### 3.2. 얼굴 후보 추출

본 논문에서는 얼굴 영역 검출 세 번째 단계로 검증을 위해 코를 찾는 방법을 제안한다. 이전 단계에서 두 눈과 입의 영역을 추출 하여 눈과 입의 사이의 영역에 에지를 추출하여 코의 존재 유무를 파악하고 코가 존재 하는 경우 얼굴임을 최종적으로 결정한다. 본 논문에서는 Canny Edge 연산을 이용하여 에지를 추출하였으며, 수식 (7)을 적용하여 에지 수를 산출한 다음 임계값 보다 큰 경우 코 영역이 존재하는 것으로 결정한다.

$$N_{nose} = \sum_{x, y \in R_{e,2}} E(x, y) \quad (7)$$

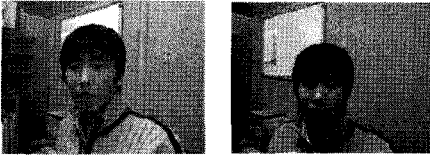
## IV. 성능평가 및 분석

본 연구를 실험하는데 사용된 컴퓨터 환경은 Intel Pentium4 3GHz의 CPU, 1G의 RAM, NVIDIA GeForce 6600의 VGA, Windows XP SP2의 OS를 사용하였으며, Microsoft Visual Studio C++ 6.0을 이용하여 개발하였다.



<그림 3> 결과 화면 1

<그림 3>은 최종 얼굴 인식의 결과를 보여주는 영상이다.



〈그림 4〉 결과 화면 2

〈그림 4〉에서는 〈그림 3〉보다 복잡한 배경에서 실험을 하였다. 결과에서 보여주듯 좋은 인식률을 보여 주었다. 하지만 실시간 인식에서 가장 중요한 정확한 실시간 탐지에서 문제를 보였다. 이는 차후 연구에서 추출된 얼굴 영역에서 명암값을 이용해 눈을 찾는 등 좀 더 적은 계산량을 요하는 방법을 사용 한다면 충분히 해결될 것이라 보여 진다. 피부 영역과 비슷한 색상의 배경이나 옷이 존재 했을 경우에도 잘못된 초기 얼굴 영역을 추출 하는 경우도 있었으며, 이 역시 이러한 상황에 강건한 피부 영역 추출 방법을 사용한다면 해결될 것이라 보여 진다.

## V. 결론

본 논문에서는 YCbCr에서 추출한 피부 영역과 Eye Map, Lip Map를 이용하여 눈과 입을 추출하여 실시간으로 얼굴을 검출하였다. 입력 받은 영상의 RGB값에서 YCbCr 색 공간으로 변환하여 조명에 의한 영향이 적은 Cb와 Cr 성분만을 사용하여 피부 영역을 추출 하였다. 추출된 영상에서 Labeling 기법을 사용하여 노이즈를 제거함으로써 최종적인 얼굴 후보 영역을 찾게 된다. 얼굴 후보 영역 내에서 Eye Map의 EyeMapC 연산과 Lip Map를 이용하여 두 눈과 입의 영역을 찾고, 눈과 입 영역 사이에 코의 존재 유무를 Canny Edge 연산을 통해 판단하여 검증 후, 얼굴을 인식하는 방법을 제안 하였다. 좋은 인식률에 불구하고, 많은 계산량으로 인해 얼굴 인식 중 실시간에 약간의 문제가 발생했다는 것과, 피부 색상을 기초로 하는 알고리즘의 특성상 피부색과 비슷한 계열의 옷이나 배경이 존재할 경우 정확한 얼굴 영역 검출이 불가능했다.

차후 연구에서는 조명이나 주변 환경에 강건한 피부 추출 방법을 제안하여 초기 얼굴 후보 영역의 문제점을 보완하고, 좀 더 실시간에 용이하며, 얼굴의 다른 특징을 찾는 방법을 결합 한다면 보다 좋은 인식률을 보일 것으로 보여진다.

## 참고문헌

- [1] 이용주, 이철희, "칼라 정보와 구조적 특징자를 이용한 얼굴 인식 알고리즘", 제 13회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, pp.575-580, 1 2001
- [2] 이상영, 함영국, 박래홍, "지식에 기초한 특징 추출과 역전파 알고리즘에 의한 얼굴 인식", 전자공학회 논문집 (B), 제31권, 제7호, pp.119-128, 7 1994
- [3] V.Starovoitov and D.Samal, "Matching Of Faces In Camera Images And Document Photographs", Proc.