

경사도 맵과 채도 특징을 이용한 적응적 피부영역 검출에 관한 연구

황대동¹, 이근수^{1*}
¹한경대학교 컴퓨터공학과

A Study on Adaptive Skin Extraction using a Gradient Map and Saturation Features

Dae-Dong Hwang¹, Keun-Soo Lee^{1*}

¹Dept. of Computer Engineering, Hankyong National University

요약 실시간 인체 검출에 대한 관심이 높아짐에 따라 피부색을 통한 인체 검출에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 대다수 기존 피부 탐지 방법은 정적인 피부색 모델을 이용하기 때문에 색왜곡이 발생한 영상에서 낮은 탐지율을 보인다. 이에 본 논문에서는 경사도 맵과 채도의 특징, K-평균 클러스터링 알고리즘을 이용하여 피부영역을 탐지하는 기법을 제시한다. 제안하는 방법의 기본적인 절차는 경사도 맵 생성, 피부영역에서 발견되는 경사도 특징의 추출, 피부의 채도 특징을 이용한 잡음 제거, 추출된 영역의 색상정보 군집화 수행, 클러스터 정보를 이용한 피부영역 탐지, 결과 검증 순이다. 이 방법은 색상 이외의 특징을 이용하여 조명, 인종, 나이, 개인차 등에 상관없이 강건하게 피부를 탐지하는 것에 중점을 두고 있다. 실험을 통하여 기존의 주요 방법들 보다 탐지 결과가 10% 이상 높게 나타남을 확인할 수 있다.

Abstract Real-time body detection has been researched actively. On the other hand, the detection rate of color distorted images is low because most existing detection methods use static skin color model. Therefore, this paper proposes a new method for detecting the skin color region using a gradient map and saturation features. The basic procedure of the proposed method sequentially consists of creating a gradient map, extracting a gradient feature of skin regions, noise removal using the saturation features of skin, creating a cluster for extraction regions, detecting skin regions using cluster information, and verifying the results. This method uses features other than the color to strengthen skin detection not affected by light, race, age, individual features, etc. The results of the detection rate showed that the proposed method is 10% or more higher than the traditional methods.

Key Words : color recognition, computer vision, image processing, skin color

1. 서론

영상에서 인체를 탐지/인식하는 기법은 보안, 통계, 군사, 마케팅 등 각종 분야에서 널리 사용되는 주요 기술이며, 특히 각종 영상장비들의 발달과 초고속 네트워크의 보급으로 인하여 그 수요는 계속 증가하고 있다. 하지만 입고 있는 의복의 색상과 모양이 천차만별이며, 움직임, 개인의 신체 차이 등에 의해 형태가 일정하지 않아 특징을 정규화 하는데 어려움이 있다. 인체 탐지/인식 방

법의 한계를 극복하기 위해 스테레오 카메라를 사용하여 인체 실루엣을 검출하는 방법[1], 차연산을 통한 움직임 분석[2] 등 여러 기술들을 접목시켜 정확도를 높이고 있으며, 영상에서 피부를 검출하고 이를 이용해 인체를 예측, 구성하는 방법도 이 중 하나이다. 피부는 인종, 성별, 연령, 나이 등과 관계 없이 색상 특징이 유사하며[5], 신체 어디나 동일한 색상을 띄고 있고, 변하지 않기 때문에 인체 탐지/인식에 필수적인 기술이다. 피부 검출 기법은 RGB 색상공간에서 피부색을 탐지하는 방법[3], HSV 색

*Corresponding Author : Keun-Soo Lee(Hankyong National Univ.)

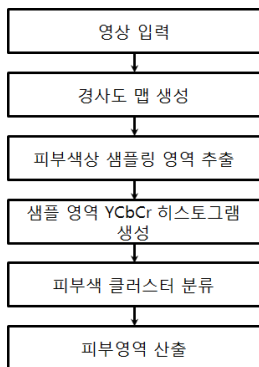
Tel: +82-31-670-5161 email: kslee@hknu.ac.kr

Received June 25, 2014

Revised July 9, 2014

Accepted July 10, 2014

상공간에서 피부색을 탐지하는 방법[4,8], YCbCr 색상 공간에서 피부색을 탐지하는 방법[5,9] 등이 있다. 이 방법들은 각종 학습영상을 이용하여 피부색으로 판단되는 경험적인 값을 산출하고 그 값을 이용하여 영상의 화소 중 값이 범위 안에 들어오는 화소를 피부영역으로 정의한다. 이는 피부색이 분포하는 영역을 정확하게 샘플링 하면 우수한 결과를 보인다. 하지만 피부 이외의 영역도 색상 샘플 범위에 포함되면 모두 피부색으로 판단하며, 조명, 영상의 후보정, 광학장비의 성능, 렌즈 필터 등에 의해 화소값이 샘플 범위에서 벗어나면 탐지하지 못하는 단점이 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 색상 특징 이외의 다른 특징을 이용하는 것이 필요하다. 최근에 연구된 방법 중에는 눈, 입 등 얼굴 구성요소를 추출하고, 그 주변의 화소값을 피부로 판단하는 방법[7,11]과 같이 피부영역이라 판단되는 부분을 샘플링하고 이와 유사한 색상 특징을 가지는 화소들을 추출하여 피부영역으로 판단하는 방법이 있다. 하지만 이러한 방법들은 얼굴, 또는 신체의 다른 구성요소가 영상에 존재할 경우에만 사용할 수 있는 방법이며, 신체 일부분에 대한 피부영역 탐지를 위한 방법으로는 적합하지 않다.



[Fig. 1] System overview

본 논문에서는 경사도 맵에 나타난 데이터를 이용하여 피부영역 후보를 검출한 후, 해당 후보들을 샘플링하여 피부 색상 모델을 만들고, 이 피부 색상 모델을 바탕으로 피부 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법의 기본적인 절차는 그레이스케일 영상에서 소벨 연산자를 이용하여 경사도 맵을 생성한 후, 피부영역에서 주로 나타나는 경사도 값과 채도값을 이용해 피부색상 샘플링 영역을 추출한다. 추출한 영역의 YCbCr 색상 공간의 Cb, Cr값을 2차원 히스토그램으로 재표현하고 K-

평균 클러스터링 알고리즘을 이용하여 각각의 색상을 유사한 특징끼리 분류한 다음, 가장 피부색과 유사한 특징을 가지는 클러스터를 이용하여 피부영역을 검출한다.

2. 피부색상 샘플링 영역 생성

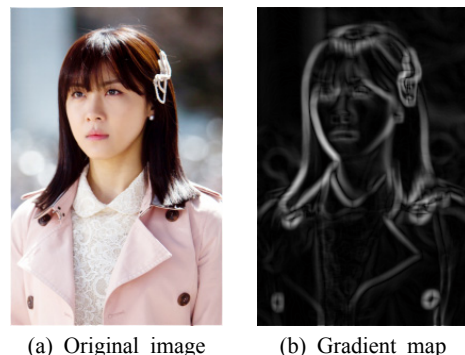
2.1 경사도 맵 생성

소벨 연산자를 이용하여 경사도 맵을 생성한다. 소벨 연산자를 적용하면 인접 화소끼리의 차를 취하여 1차 미분 결과에 근사한 값을 구할 수 있다. 소벨 연산은 식 (1)과 같은 형태의 마스크를 영상에 적용하여 생성한다.

$$G_x = A \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$G_y = A \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

영상에 소벨 연산자를 적용하면 Fig. (2-b)의 명암으로 경사도를 표현한 경사도 맵이 생성된다. 경사도 맵을 처음 생성하면 0을 기준으로 경사의 방향에 따라 음수와 양수로 표현되는데 이것들의 절대값을 취하여 경사의 방향과는 상관없이 크기만을 취한다. G_x 는 x축 방향의 경사도, G_y 는 y축 방향의 경사도 맵을 산출하므로, 두 마스크를 각각 적용하여 각 방향에 대한 경사도를 산출하고, 이 둘을 합산하여 최종적으로 경사도 맵을 생성한다.

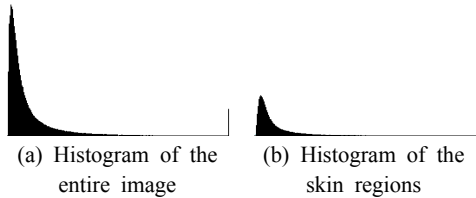


[Fig. 2] Gradient map of sobel operator

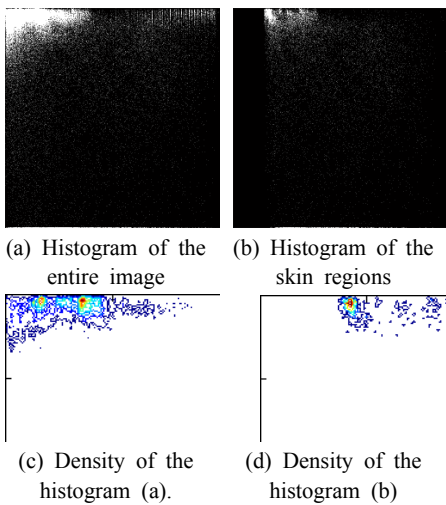
2.2 피부색상 샘플링 영역 추출

피부 영역은 일반적으로 표면에 에지가 없이 밋밋하

고, 자연스러운 곡면으로 이루어져 있어 매우 약한 경사도만을 보인다. 따라서 생성한 경사도 맵에서 피부영역에서 주로 나타나는 경사도 값을 갖는 부분만을 추출한다. 본 논문에서는 피부영역이 포함된 100장의 영상에서 영상편집 프로그램을 이용하여 피부영역만을 추출하고, 해당 영역에 대해서 경사도 값을 산출하여, 평균적으로 피부영역이 많이 분포되어 있는 경사도 값을 산출하였다.



[Fig. 3] Gradient histograms of the entire image and the skin regions

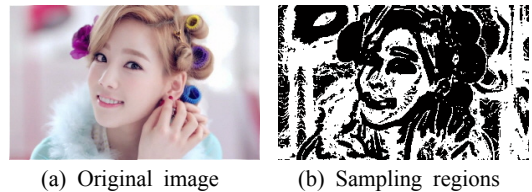


[Fig. 4] Gradient-saturation 2D histogram of the entire image and the skin image

Fig. (3)과 같이 영상 전체의 경사도와 피부 영역의 경사도는 유사하다. 비록 큰 차이는 보이지 않지만 예지가 적은 피부영역의 특징 상 영상 전체의 경사도에 비해 값이 3에서 16 사이의 약한 경사도가 더욱 밀집되어 있음을 확인할 수 있다. 이와 함께 경사도 값과 함께 HSV 색상 공간의 채도 S를 이용하여 피부영역의 2차원 히스토그램을 생성하였다. 채도는 식 (2)로 추출한다.

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)] \quad (2)$$

Fig. (4)는 영상 전체와 피부 영역 각각에 x축에 채도, y축에 경사도를 넣어 생성한 히스토그램이다. 채도와 경사도를 이용하여 2차원 히스토그램을 생성하면 Fig. (4-d)와 유사하게 원형으로 밀집된 히스토그램을 볼 수 있다. 이 부분에 포함되는 영상의 화소들을 추출하여 피부색상 샘플링 영역으로 사용한다. 본 논문은 해당 영역을 중심점 $x=42, y=10$ 을 만족하고 반지름 $r=8$ 인 원 안에 포함되는 히스토그램 값을 갖는 화소들을 샘플링 영역으로 사용하였다.



[Fig. 5] Result of the skin color sampling

3. 피부 색 추출

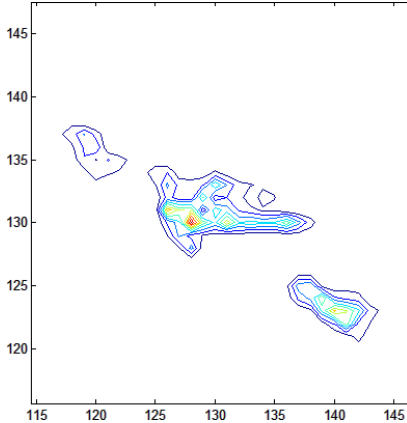
3.1 YCbCr 색상공간 히스토그램 생성

샘플링 영역에서 추출한 화소들은 피부를 구성하는 화소 뿐만 아니라 기타 의복이나 배경을 구성하는 화소도 존재한다. 이와 같은 잡음을 제거하기 위해 YCbCr 색상공간으로 변환한 후, 히스토그램을 생성하고, 군집화하여 이들을 3개 클러스터로 분류하고, 피부영역과 잡음을 구분한다. 입력된 영상을 YCbCr 색상 공간으로 변환하기 위해서는 각 화소의 RGB 값에 식 (3)을 대입하여 산출한다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65.481 & 128.533 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112 \\ 122 & -93.786 & -84.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (3)$$

YCbCr 색상공간은 명도를 구성하는 Y와 각각 푸른색과 붉은색의 세기를 구성하는 Cb, Cr로 구성되어 있다. 이 중 명도를 구성하는 Y를 제외한 Cb와 Cr값을 이용하여 2차원 히스토그램을 구성하면 Fig. (6)처럼 색상에 따라 각 히스토그램을 구성하는 데이터들이 군집을 이루는 모습을 볼 수 있다. 피부색상 샘플링 영역에는 색상 특징

을 제외한 피부의 특징이 포함되어 있기 때문에 영상에 피부영역이 존재한다면 Cb/Cr 2차원 히스토그램에도 색상특징에 따른 피부영역의 군집이 존재하게 된다.



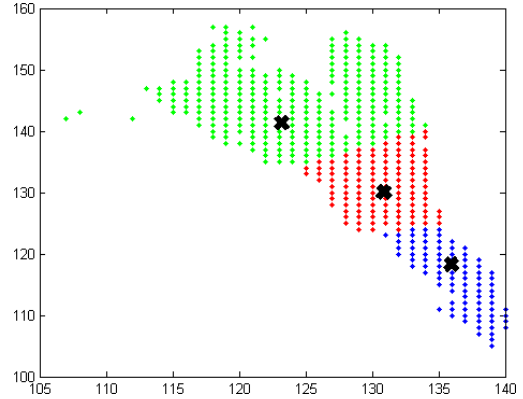
[Fig. 6] Density of the Cb/Cr 2D histogram

3.2 클러스터링 모형 설계

클러스터링 모형을 설계하기 위해 J. MacQueen이 제안한 K-평균 클러스터링 알고리즘[6]을 사용하였다. K-평균 클러스터링 알고리즘은 유사한 특징을 갖는 데이터들을 K개의 군집으로 분류하는 알고리즘으로, 임의로 설정된 각 클러스터의 중심과 각 객체들의 거리 차이와 분산을 계산하고 이를 최소화 하여 군집을 결정한다. 이는 식 (4)와 같다.

$$V = \arg \min \left(\sum_{i=1}^k \sum_{j \in S_i} |x_j - \mu_i|^2 \right) \quad (4)$$

k는 총 클러스터의 수, x는 데이터, μ 는 클러스터의 중심, S는 클러스터에 속하는 데이터의 집합이다. K-평균 클러스터링 알고리즘은 최초 클러스터의 중심을 임의로 설정하기 때문에, 임의 생성된 값이 클러스터링에 적합하지 않은 값으로 구성되어 있는 경우가 발생할 수 있으므로, 더 이상 클러스터가 변하지 않을 때까지 μ 값을 각 클러스터에 포함된 데이터들의 평균값으로 재설정해주는 과정을 반복한다. 산출된 Cb/Cr 2차원 히스토그램에 적용하면 Fig. (7)과 유사하게 Cb/Cr의 분포에 따라 클러스터가 분류된다.(k=3)

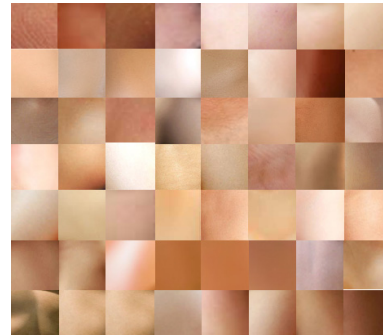


[Fig. 7] Cluster of Cb/Cr 2D histogram

3.3 피부 색 클러스터 검출

Cb/Cr 2차원 히스토그램의 각 클러스터는 피부영역 클러스터 뿐만 아니라 피부영역이 아닌 영역의 클러스터도 포함되어 있다. 따라서 피부 색 클러스터만을 검출하는 과정이 필요하다. 조명, 영상 후보정 등에 의해 피부영역의 색상이 원래의 피부색상과 다르게 변경된 경우에도 과도하게 영상을 왜곡하거나 반전하지 않는 이상 Cb/Cr의 비율 등 피부색의 기본 특징 패턴은 큰 변화가 없이 유지되며, Cb/Cr 히스토그램에서의 클러스터 중심점만 변경된다. 따라서 기존의 방법을 이용해 추출한 피부색 영역의 중심점과 각 클러스터간의 유클리디안 거리를 식 (5)를 이용하여 측정한 후, 가장 가까운 거리의 클러스터를 입력영상의 피부색 클러스터로 판단한다.

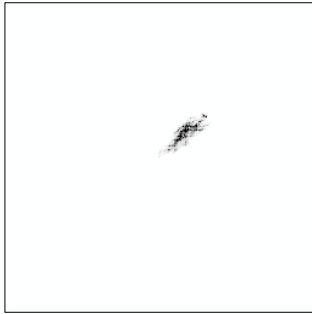
$$D_i = \sqrt{(sx - cx_i)^2 + (sy - cy_i)^2} \quad (5)$$



[Fig. 8] Example image for learning skin color

sx 와 sy 는 기존의 방법을 이용해 추출한 피부영역의 중심점 Cb, Cr 값을 의미하며, cx 와 cy 는 각 클러스터의

Cb, Cr 값을 의미한다. s_x 와 s_y 를 산출하기 위해 Fig. (8) 처럼 300여장의 사진에서 여러 인종, 나이, 성별에 따른 피부색을 추출 편집하고 Cb/Cr 색상공간에서 2차원 히스토그램을 생성하였다. 생성된 히스토그램은 Fig. (9)와 같이 약 35도 정도 회전된 타원 형태의 군집을 이루는 것을 확인할 수 있다.



[Fig. 9] Cb/Cr 2D Histogram of skin colors

피부색의 Cb/Cr 공간 히스토그램에서 나타난 클러스터의 무게중심을 산출하고 일반적인 피부색 영역(s_x, s_y)의 중심점으로 사용한다. Fig. (8)의 실험 영상으로 산출된 값은 $s_x = 107.83, s_y = 151.17$ 로 나타났다. s_x 와 s_y 를 식 (4)에 대입한 후, 가장 짧은 유클리디언 거리를 갖는 클러스터를 산출한다. 본 논문은 피부영역이 없는 영상에 대한 오탐지는 별도로 연구를 진행하지 않았으며, 실험 시 가장 짧은 유클리디언 거리 D_i 가 일반적인 피부색 영역을 단순화한 타원의 장축 a 의 2.3배 보다 짧은 경우 해당 영상에는 피부 영역이 없는 것으로 처리하였다.

3.4 피부 검출

Fig. (9)에서 나타난 피부색의 클러스터는 일반적인 영상에서의 피부색 클러스터로 조명, 후보정으로 인한 색 왜곡, 개인차, 나이, 성별, 인종 등에 따라 해당 클러스터와 위치가 조금씩 다를 수 있다. 기존의 피부색 탐지 방법들은 피부색 샘플영상을 바탕으로 단순화시킨 피부색 클러스터 영역을 생성하고 화소의 색상 값이 클러스터 안에 포함되지 않을 경우 피부색이 아닌 것으로 판단한다.[5] 본 논문에서는 피부와 유사한 채도와 경사도 특징을 갖는 영역에서만 추출한 화소의 색상 값을 이용하여 클러스터를 재생성 하고 해당 클러스터 중 피부와 가장 유사한 색상을 가지는 클러스터를 선택한 후, 일반적인 피부색의 클러스터 중점을 새롭게 생성한 클러스터의

중점으로 대체한다. 식 (6)은 생성한 피부영역 클러스터를 타원형으로 단순화 한 것이며, 해당 타원을 만족하는 Cb와 Cr값을 가지는 화소를 피부라고 판단한다.

$$1 \geq \frac{(x \cos \theta + y \sin \theta)^2}{a^2} + \frac{(x \sin \theta - y \cos \theta)^2}{b^2} \quad (6)$$

$$x = C_x - Cb, \quad y = C_y - Cr$$

C_x 와 C_y 는 산출한 클러스터의 중점, a 와 b 는 각각 타원의 장축과 단축을 의미하는 상수, θ 는 타원의 회전각을 의미하는 상수이다.

4. 실험 및 결과

4.1 실험 방법

본 실험은 MATLAB을 사용하여 수행하였으며, 실험에 사용된 영상은 인터넷에서 수집한 국내 유명인 영상 100장, 해외 유명인 영상 50장, 인물이 포함되어 있는 일반 영상 50장, 인물이 포함되지 않고 산, 바다, 숲 등을 촬영한 자연영상 50장과 직접 촬영한 인물 영상 124장으로 구성된 총 374장의 사진을 320×240 (또는 240×320) 해상도로 크기변경 하여 구축한 영상 데이터베이스를 사용하여 진행하였다. 인물이 포함되지 않는 자연영상을 제외한 모든 실험영상은 Adobe Photoshop 프로그램의 마법봉(Magic Wand Tool) 기능을 이용하여 수작업으로 추출한 피부영상과 대조하고 식 (7), (8)을 이용하여 피부영역의 탐지율과, 오탐지율을 산출하였다.

$$TP = \frac{M_{skin}}{N_{skin}} \quad (7)$$

$$FP = \frac{M - M_{skin}}{N - N_{skin}} \quad (8)$$

$(M_{skin} \in M, M_{skin} \in N_{skin})$

TP는 탐지율, FP는 오탐지율이다. N 은 전체영상의 화소 수, N_{skin} 은 실제 피부영역의 화소 수, M 은 추출한 피부영역의 화소 수, M_{skin} 은 추출한 피부영역에서 실제 피부영역과 일치하는 화소의 수를 의미한다. 기존 방법과의 성능 차이를 비교하기 위해 Hsu가 제안한 방법[5]과 Buvanawari가 제안한 방법[12-18]을 구현, 동일한 조건에서 실행하고 그 결과를 비교하였다. 실험 영상에는 얼

굴이 포함되지 않는 인물사진이 상당 수 포함되어 있기 때문에 얼굴영역을 이용한 적응적 피부영역 검출방법 [7,11]은 비교실험에서 제외하였다. 실험에 앞서 식 (6)의 상수가 요구되며, Fig. (8)의 학습 영상으로 산출한 결과 $a=14.92$, $b=5.47$, 타원의 회전각 θ 는 Fig. (9)의 2차원 공간히스토그램을 이진화한 값에 식 (9)를 대입하여 얻은 값 36.7° 를 사용하였다.

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[\frac{2\mu_{1,1}}{\mu_{2,0} - \mu_{0,2}} \right] \quad (9)$$

$$\mu_{p,q} = \sum_{(x,y) \in R} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q$$

4.2 실험 결과

3가지 방법 모두 일반적인 인물 영상에서의 검출 결과는 피부영역을 비교적 올바르게 검출하였다. 하지만 조명 및 후보정에 의한 피부색의 왜곡이 심한 국내 유명인 영상에서는 기존의 방법에 의한 탐지율이 저조하였으며, 제안한 방법의 탐지율이 높게 나타났다. 이에 대한 자세한 내용은 표 (1)과 같다. 실험 영상은 색상 왜곡이 큰 영상들이 포함되어, 탐지율 결과가 0%에 근접한 영상들도 존재하였다.

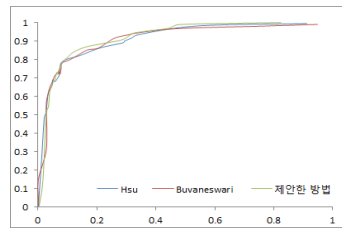
[Table 1] Results

| Image type | Method | Avg. of true positives | Avg. of false positives |
|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------------------|
| common people images (174) | Hsu | 82.722% | 28.163% |
| | Buvaneswari | 82.661% | 28.501% |
| | Proposed | 83.402% | 30.219% |
| Images of Celebrities (150) | Hsu | 65.445% | 45.568% |
| | Buvaneswari | 65.851% | 45.368% |
| | Proposed | 76.838% | 37.912% |
| Natural images (50) | Hsu | - | 22.305% |
| | Buvaneswari | - | 18.237% |
| | Proposed | - | 29.640% |

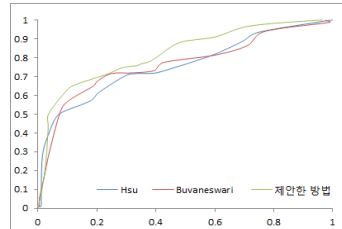
표 (1)의 결과를 보면 일반 영상에서는 3가지 방법 모두 유사한 탐지율을 보였으며, 오탐지율은 오히려 제안한 방법이 다른 방법보다도 낮게 나왔다. Fig. (10-a)의 일반 영상 실험결과 ROC 곡선 그래프에서도 3가지 방법은 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있다. 하지만 국내외 유명인 영상에서는 제안한 방법의 탐지율이 약 11% 이상 높게 나왔으며, 오탐지율도 7% 이상 낮게 측정되었다. 자연 영상에서는 기존 방법에 비해 최대 11% 오탐지율이 높게 나타났다. Fig. (11)은 조명, 후보정, 촬영 시의

색온도 설정 등에 의해 색상의 왜곡이 발생한 영상에서의 실험 결과이다. 비교에 사용한 기존 방법은 피부영역을 잘 탐지하지 못한 반면에, 제안한 방법은 피부영역을 탐지한 결과를 확인할 수 있다. 특히 Fig. (11-e) 영상과 같이 푸른색을 띄고 있는 영상에서 기존 방법은 전혀 피부영역을 탐지하지 못한 반면에 제안한 방법은 피부영역의 일부를 탐지하였다. Fig. (11-i)는 배경이 피부색과 비슷할 뿐 아니라 피부색 역시 조명과 후보정에 의해 왜곡이 일부 발생한 영상으로, 기존의 방법 결과는 배경 대부분을 피부영역으로 탐지하거나, 피부영역을 제외한 머리 카락 부분만을 피부영역으로 탐지한 반면에, 제안한 방법은 오탐지가 존재하지만 기존 방법보다 우수하게 피부영역을 탐지하였다.

Fig. (12)는 올바르게 탐지하지 못한 결과영상이다. Fig. (12-a)는 256색 GIF 포맷 영상으로 16비트영상에서 256색 영상으로 변환 시, 약한 잡음이 발생하는데, 제안한 방법이 기존 방법에 비해 잡음 영역을 피부영역으로 오탐지하는 비율이 높게 나타났다. Fig. (12-b)는 피부영역과 유사한 색상을 갖는 배경이 있고 여러 인종이 함께 있는 영상으로 클러스터를 분할 시, 올바르게 분할되지 않아 왼쪽의 백인과 배경인 벽돌의 일부만 피부색으로 탐지된 것을 확인할 수 있다. 이러한 문제는 클러스터링 수행 시 영상의 유사한 색상이 여러 클러스터로 나뉘어 올바르게 색상 모델을 생성하지 못한 경우, 피부색과 유사한 다른 클러스터가 피부색이라고 판단되는 경우에 발생하였다.

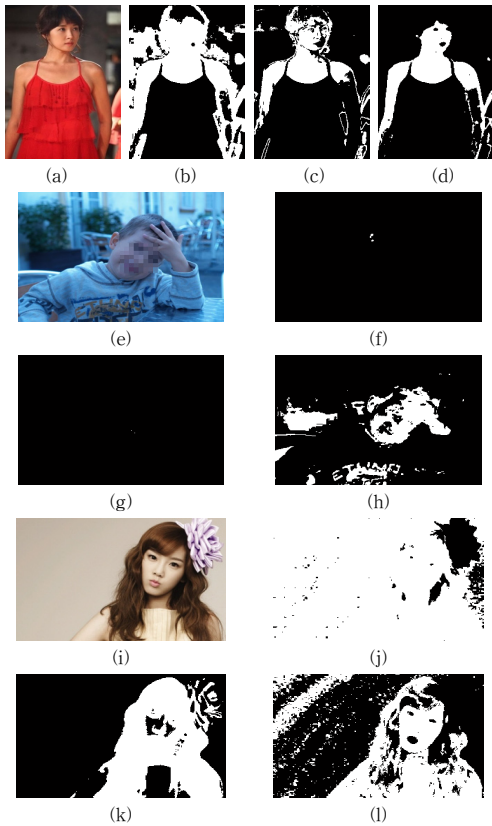


(a) ROC Curve graph for common people images

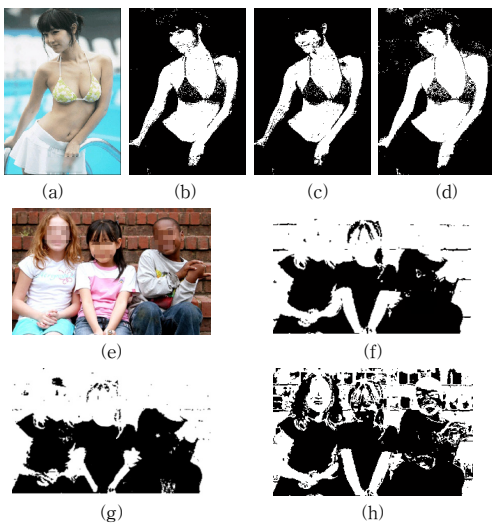


(b) ROC Curve graph for celebrities images

[Fig. 10] ROC Curve graph of the test results



[Fig. 11] Skin color detection results of distorted color images - (a)(e)(i) Original Image, (b)(f)(j) Hsu method, (c)(g)(k) Buvanawari method, (d)(h)(l) Proposed method



[Fig. 12] Results of false-positive - (a)(e) Original Image, (b)(f) Hsu method, (c)(g) Buvanawari method, (d)(h) Proposed method

6. 결론 및 향후 연구

피부 색상 모델만을 이용하여 피부영역을 찾는 기존 방법은 색 왜곡이 발생하거나 피부영역과 유사한 배경이 존재하는 영상에서 올바른 피부영역을 탐지할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하고 강건하게 피부영역만을 찾기 위해 연구를 수행하였으며, 피부 경사도 맵을 산출하여 채도와 함께 피부 후보 영역을 결정하고, 해당 영역에서 색상 특징을 추출하고 피부를 탐지하는 방법을 제안하였다. 비록 영상의 크기와 화질, 질감, 포맷 등에 의해 경사도 맵 결과가 정규화 되지 않고, K-평균 클러스터링 알고리즘의 특성 상 클러스터링에 부적합한 값이 초기 클러스터의 중심점이 되면 피부영역을 올바르게 탐지하지 못한다는 단점이 있었지만, 실험을 통해 색 왜곡이 발생한 경우나 피부영역과 유사한 배경이 존재하는 영상에서 기존의 방법보다 더욱 우수하게 피부영역만을 탐지하는 결과를 보였다. 특히 색 왜곡이 심한 영상은 기존의 방법 사용 시 전혀 피부영역을 찾지 못하였지만, 제안한 방법에서는 70% 이상의 탐지율을 보였다. 본 논문에서 오탐지를 처리하는 방법은 별도로 연구를 진행하지 않았으며, 단순히 유클리디언 거리가 일반적인 피부색 영역에서 멀리 떨어져 있을 경우 피부영역이 아닌 것으로 판단하고 제외하였지만, 향후에는 색상특징을 제외한 피부의 다른 특징을 찾고 클러스터링 방법을 개선하여 우수한 탐지 성능을 확보하는 동시에 오탐지를 처리하는 방법 또한 함께 연구하여 보다 강건하게 피부영역을 탐지하는 방법이 연구 되어야 할 것으로 판단된다.

References

- [1] J. Satake, J. Miura. "Multiple-Person Tracking for a Mobile Robot using Stereo", MVA2009 IAPR Conference on Machine Vision Applications, May 20-22, 2009, Yokohama, JAPAN.
- [2] L. Zhang, Y. Liang "Motion Human Detection Based on Background Subtraction", Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010 Second International Workshop on (Volume 1), pp.284-287, 6-7 March 2010
- [3] G. Osman, M.S. Hitam, M.N. Ismail, "Enhanced Skin Colour Classifier using RGB Ratio Model", International Journal on Soft Computing (IJSC) Vol.3, No.4, November 2012.

- [4] V.S. Bhat, J.D. Pujari, "Face Detection System using HSV Color Model and Morphing Operations", International Journal of Current Engineering and Technology, ISSN 2277 - 4106, 2013.
- [5] R.L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, "Face Detection in Color Images", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, v.24, n.5, May 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/34.1000242>
- [6] J.B. MacQueen, "Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations, Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability", Berkeley, University of California Press, 1: 281-297.
- [7] Y.J. Park, S.W. Jang, G.Y. Kim, "A Study on Extraction of Skin Region and Lip Using Skin Color of Eye Zone", Journal of the Korea society of computer and information", VOL.14, NO.4, pp.19-30, 2009.
- [8] K. Sandeep, A.N. Rajagopalan, "Human Face Detection in Cluttered Color Images Using Skin Color, Edge Information", ICVGIP 2002.
- [9] S.L. Phung, A.Bouzerdoum, D. Chai, "A Novel Skin Color Model in YCbCr Color Space and Its Application to Human Face Detection", Image Processing 2002 International Conference, pp I-289-I-292 vol. 1.
- [10] J. Stöttinger, A. Hanbury, "Skin Paths for Contextual Flagging Adult Video", Proceedings of the 5th International Symposium on Visual Computing (ISVC), Las Vegas, NV, Nov 30 - Dec 2, 2009.
- [11] C.C. Hsieh, D.H. Liou, W.R. Lai, "Enhanced Face-Based Adaptive Skin Color Model", Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 15, No. 2, pp. 167-176 2012.
- [12] M. Buvanewari, T. Aravind, "Virtually Histogram Approach for Efficient Human Skin Detection", International Journal of Futuristic Science Engineering and Technology, Vol 1, Issue 6, June 2013.
- [13] R. Khan, A. Hanbury, J. Sotttinger, A. Bais, "Color Based Skin classification" DISI, March 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2011.09.032>
- [14] A. Jo, J.-S. Park, Y.-H. Seo, G.-J. Jang, "Performance Improvement of Human Detection in Thermal Images using Principal Component Analysis and Blob Clustering", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol 13, No 2, pp. 157~163, 2013.
- [15] H.-C. Shin, Y. Shen, S. Khim, W. Sung, M. U. Ahmed, Y.-H. Hong, P.-K. Rhee, "Performance Improvement of Eye Tracking System using Reinforcement Learning", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol 13, No 2, pp. 171~179, 2013.
- [16] Y.-S. Im, E.-Y. Kang, J.-P. Park, "Improvement of DCT-based Watermarking Scheme using Quantized Coefficients of Image", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 2, pp.17~22, 2014.
- [17] T.-W. Kim, "Speed-up of Image Matching Using Feature Strength Information", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 13, No. 6, pp.63~69, 2013.
- [18] S.-J. Oh, "Design of a Smart Phone App for Measuring Object Size in a Picture Image", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 13, No. 5, pp.135~142, 2013.

황 대 동(Dae-Dong Hwang)

[정회원]



- 2008년 2월 : 한경대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
- 2010년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한경대학교 컴퓨터공학과 박사과정 재학중

<관심분야>

패턴인식, 생체인식, 공장자동화

이 근 수(Keun-Soo Lee)

[정회원]



- 1983년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 숭실대학교 대학원 전자계산학과 (공학석사)
- 1993년 8월 : 숭실대학교 대학원 전자계산학과 (공학박사)
- 1989년 2월 ~ 현재 : 한경대학교 컴퓨터웹정보공학과 교수

<관심분야>

패턴인식, 지식기반 시스템, 동작이해, 비디오 검색