

컬러 영상에서 HR비를 이용한 화소기반 피부색 검출

이 병 선* · 이 은 주**

Pixel-based Skin Color Detection using the Ratio of H to R in Color Images

Byung Sun Lee* · Eun Joo Rhee**

Abstract

This paper describes a new algorithm for pixel-based skin color detection to differentiate human form in color images by the ratio of R to H.

In order to detect skin color efficiently, we examine the distribution of the R, G and B color elements combining to constitute the skin color in various color images. It shows that R is located in a narrower area than G and B on the RGB color space. And skin color is more related to R than G and B. Meanwhile, when the color image is transformed to the HSI color space, the S is variously changed in accordance with skin colors. The I is changed in accordance with the quantity and angle of light. But the H is less influenced by other conditions except for color.

On the basis of the aforementioned study, we propose that the threshold for skin color detection is decided by the ratio of R to H. The proposed method narrows down the range of threshold, detects more skin color and reduces mis-detection of skin color in comparison to detection by R or H. In experimentation, it shows that the proposed algorithm overcomes changes of brightness and color to detect skin color in color images.

Keywords : Skin Color, HSI Color Space, Ratio R : H, Threshold

논문접수일 : 2005년 1월 13일 논문게재확정일 : 2005년 3월 5일

※ 이 논문의 일부는 한밭대학교 2001년도 교내학술연구비 지원을 받았음.

* 한밭대학교 정보통신전문대학원 박사과정

** 한밭대학교 정보통신전문대학원 교수

1. 서 론

최근, 영상처리 및 컴퓨터 비전 기술의 발전은 다양한 영상정보를 컴퓨터에 의하여 처리할 수 있게 하였고 많은 부가가치를 낳고 있다. 이 기술의 응용분야는 다양한데, 특히 최근 관심의 대상인 생체 보안과 음란물 차단 등의 실현을 가능하게 했다. 이에 따라 이 분야의 연구자들은 컬러 영상에서 인체영역을 추출하기 위한 기초 연구로 사람의 피부색을 검출하는 연구를 활발히 수행하고 있다[정원석 외 2인, 2000 ; Cho 외 2인, 2001 ; Yang 외 2인, 1997 ; Yang 외 1인, 1998 ; 1999 ; Gevers 외 1인, 1996]. 그런데 컬러 영상에서 사람의 피부색 검출은, 처리 대상인 얼굴 영역 검출을 위한 중요한 전처리 과정이며, 얼굴 영역 검출의 성능을 좌우한다. 그 이유는 피부색은 얼굴을 특징짓는 중요한 요소인 색상, 형태, 텍스처 중의 하나이고, 컬러정보의 처리 속도가 얼굴의 다른 특징의 처리 속도보다 더 빠르다. 또 피부색에 관한 컬러 정보는 일정한 조명에서 방위, 회전, 이동과 주밍 등에 불변이기도 하다[Jeong 외 2인, 2004 ; Ynag 외 2인, 1997 ; Phung 외 2인, 2001]. 그리하여 영상의 각 화소에 대한 색상값에 의하여 피부색과 그 외의 영역을 분할하는 화소기반 영상분할 방법은 매우 의미가 있으며, 이미 다양하게 연구가 시도되었고, 좋은 결과를 얻고 있다.

[Chang 외 2인, 1994]의 연구에서는 컬러영상에서 얼굴 피부색이 갖는 RGB 컬러값 범위를 정하여 놓고, 이 범위내의 컬러값을 갖는 화소를 얼굴 영역을 나타내는 피부색으로 검출하였다. 이 연구에서는 RGB만으로 범위를 정하여 피부색을 검출하므로 명도차가 있는 부분과 임계값을 벗어난 피부색에 대한 검출이 현저하게 떨어지게 된다. [Dai 외 1인, 1996]의 연구에서는 컬러 영상의 RGB를 YIQ모델로 변환하고,

실험을 통해 YIQ 모델에서 얼굴의 피부색이 갖는 I요소의 색상 범위를 정한다. 피부색 검출은 입력 영상에서 정해진 범위에 속하는 I값을 갖는 화소들만을 검출하므로 이루어진다. 이 연구에서는 YIQ의 모델에서 I요소는 황색에서 Cyan 계통의 색을 표현하므로, I값에 의한 피부색 검출은 한계가 있다. [유태웅 외 1인, 1997]의 연구에서는 많은 컬러 얼굴 영상에서 얼굴영역을 오투내어 그 영역 화소의 H와 S의 발생빈도에 따라 히스토그램을 구성하여 얼굴의 피부색을 검출한다. [정원석 외 2인, 2000]의 연구에서는 먼저 피부색을 이루는 RGB공간에서 R과 B값을 잇는 직선 기울기 M을 구한다. 그리고 그 직선과 RGB공간의 G값과의 거리차 D를 구하여 피부색을 검출하는 임계값을 설정하고, 입력 영상에서 그 임계값 내에 있는 화소를 피부색으로 검출한다. 이 연구에서는 특정 피부색은 검출이 잘 되나, 명도 차가 있거나 일부 피부색에 대하여서는 검출률이 현저히 떨어진다.

또한, 지금까지의 피부색 검출에 대한 연구는 신체의 일부인 얼굴 영역과 손 부위를 검출하기 위한 것이 대부분이고, 사람 전신 검출을 위한 피부색 검출 방법에 대한 연구는 미흡하다. 사람 전신 검출은 얼굴 영역 검출을 위한 피부색 검출 방법과 다르지 않지만, 국소 부분인 얼굴에 비해 급격한 색상차이를 보이고 있다. 그래서 얼굴 검출을 위한, 기존의 피부색 검출 방법[정원석 외 2인, 2000 ; 유태웅 외 1인, 1997 ; Chang 외 2인, 1994 ; Dai 외 1인, 1996]은 웹상에서 음란물 차단 등을 목적으로 영상에 포함된 인체를 검출하기 위한 전처리 과정으로 전신에 대한 피부색 검출에 그대로 적용하기에는 무리가 있다.

따라서, 본 논문에서는 사람 전신 검출을 위한 피부색을 효율적으로 검출하기 위하여, 다양한 컬러 영상으로부터 인체의 피부색을 이루는 RGB값을 조사하였다. 그 결과, R값이 G값이나

B값보다 분포 범위가 작아 식별이 용이하고, 피부색과 상관관계가 높음을 알게 되었다. 이에 본 연구에서는 R값을 피부색 검출을 위한 한 요소로 택하였다. RGB 공간에서 색상의 표현은 RGB 각 요소들의 조합으로 이루어진다. 조명에 따라 변하는 명암 요소는 RGB 공간에서는 분리할 수 없고, 조명 조건에 따른 명암 변화는 피부색 검출에 큰 어려움이 된다. 이를 해결하기 위하여 밝기와 색상정보의 분리가 절실히 필요하다.

그리하여 본 연구에서는 RGB 컬러 공간에 표현된 영상을 이것이 가능한 HSI 컬러 공간으로 변환하고, HSI 컬러 공간 요소에서 조명의 영향을 줄이기 위하여 밝기 요소 I를 분리해냈다. 또 이 컬러 공간에서 다양한 피부색 추출의 방해 요소인 색상의 순도를 나타내는 S를 분리 제외하고, 색상 이외의 조건에 영향을 받지 않는 H만을 피부색 검출을 위한 요소로 택하였다.

본 연구에서는 효율적으로 피부색을 검출하기 위하여, 선택된 피부색 검출요소인 H와 R의 비로 피부색에 대한 임계값을 결정하는 새로운 화소기반 피부색 검출 방법을 제안하였다. 제안한 HR비에 의한 임계값은 명도차 극복은 물론, 임계값의 범위는 줄어들면서 피부색 정보의 손실을 최소화하고 다양한 피부색을 검출할 수 있으며, 불필요한 정보의 오검출을 줄인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안한 컬러 영상에서 피부색 검출에 대한 방법을 기술하고, 3장에서는 제안한 방법과 기존의 피부색 검출 방법들에 대한 비교 실험과 실험 결과에 대하여 고찰한다. 끝으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

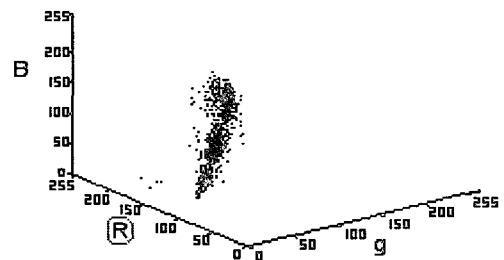
2. 피부색 검출

2.1 피부색의 RGB분포

입력 영상은 RGB의 조합에 의하여 1,677만

색으로 표현되고[최형일 외 2인, 1999], 이 컬러 정보로부터 피부색만을 검출하는 것은 매우 어려운 일이다. 우리가 입력영상으로부터 피부색을 검출하기 위해서는 일반적으로 우선 피부색을 표현하는 RGB값을 찾는 과정이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 효과적으로 피부색을 검출하는 방법을 찾기 위하여 다양한 크기와 형태의 컬러 영상 샘플을 이용하여 피부색을 구성하는 RGB값을 조사하고, 그 특징을 검토하였다. 그 결과 피부색은 RGB 컬러공간의 일정한 범위 내에 있고, R값이 G나 B값보다 분포 범위가 작음을 알 수 있었다. 또 피부색은 피부를 표현하는 색상이 G나 B값보다 R값과 더 상관관계가 높음을 알 수 있었다. 그림 1은 RGB 컬러공간에서 피부색에 대한 RGB값 분포와, 피부색에 대한 RGB값의 특징을 보인다.



〈그림 1〉 피부색에 대한 RGB값 분포와 특징

2.2 피부색과 HSI 컬러 공간

컬러 표현을 위한 RGB모델은 컴퓨터 그래픽스 시스템의 설계를 간단하게 하지만, 모든 응용분야에 이상적이지는 않다. 또한 RGB값은 사람의 뇌에서 인지하는 것이 아니며, RGB의 색 세포에서 받아들여진 컬러 정보는 시각을 담당하는 뇌 세포에서 HSI모델의 관점과 가깝게 인지하게 된다. 본 연구에서는 컴퓨터가 RGB 영상을 사람이 생각하는 컬러에 대한 생각에 보다 근접하도록 하며, 피부색 처리에서 조명 변화의

영향을 줄이기 위해 밝기 정보를 컬러 정보에서 쉽게 분리할 수 있고, 또 다양한 피부색을 효율적으로 검출하기 위하여 색의 순도를 컬러 정보에서 쉽게 분리할 수 있는 HSI 컬러공간으로 변환하여 피부색 검출에 활용한다. 즉 HSI 컬러공간에서 밝기를 표현하는 요소로 조명의 변화에 민감한 I요소를 피부색 검출요소에서 제외하였다. 또한 HSI 컬러공간에서 색상을 표현하는 요소는 S와 H이고, 다양한 피부색을 효율적으로 검출하기 위하여 색상의 순도인 S요소를 제외한 H요소를 피부색을 검출하기 위한 인자로 채택하였다. 식 (1)은 RGB 컬러공간을 HSI 컬러공간으로 변환하는 변환식이다[최형일 외 2인, 1999].

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\text{Min}(R, G, B)]$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\} \quad (1)$$

2.3 HR비에 의한 피부색 검출

RGB공간에서 피부색에 대한 RGB분포와 특징을 보이는 <그림 1>은, RGB공간에서 피부색을 이루는 R값이 G나 B보다 공간적 분포 범위가 작아 각 요소를 피부색의 식별에 이용하기가 쉽고, 피부색과의 상관관계가 높음을 보이고 있다. 본 연구에서는 피부색의 RGB공간 분포에 대한 조사를 바탕으로, R값이 피부색을 표현하는데 중요한 역할을 하고 있음에 착안하여 R값을 피부색 검출을 위한 인자로 택하였다.

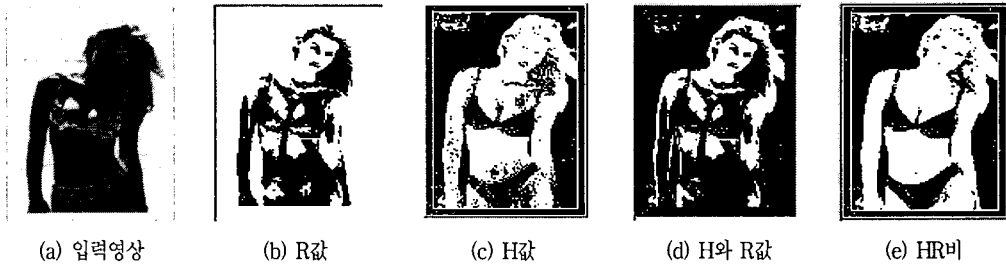
그런데 R값에 의하여 피부색을 검출한 경우는, 같은 색상이라 할지라도 조명의 영향으로 명도차가 있는 부분에 대하여는 피부색 검출률이 떨어짐을 알 수 있었다. 이는 모든 컬러를

RGB 세 값의 합성으로 나타내고 있으므로 명도 등의 요소를 따로 구분할 수 없기 때문이다. 그러므로 컬러 영상에서 피부색은 빛이나 조명의 강도와 각도에 따라 서로 다른 값을 나타낸다. 만약 컬러 영상에서 명암요소를 제거하면, 영상을 획득할 때 조명 변화에 따라 발생하는 컬러 값의 변화를 줄일 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는, RGB컬러 공간을 밝기정보와 색상정보로 분리해 활용할 수 있는 색상공간인 HSI으로 변환하고, HSI 색상공간에서 조명의 영향을 줄이기 위해 밝기정보인 I요소와, 또 다양한 피부색 검출에서 색의 순도 영향을 줄이기 위하여 S요소를 제외하고, 색상을 나타내는 H값만을 피부색 검출을 위한 인자로 택하였다.

본 연구에서 H와 R값을 피부색 검출요소로 채택하고, H와 R의 비에 의한 피부색 검출을 제안한 것은 H와 R값 각각의 임계값을 이용하여 피부색을 검출하는 것 보다, 이 두 값이 상호보완적으로 작용되므로, 임계값의 범위는 줄어들면서 명도차가 있는 영상까지 더 폭 넓게 피부색을 검출할 수 있기 때문이다

<그림 2>는 R값, H값, H와 R값, HR비에 의한 피부색 검출에 대한 비교 영상이다. 여기서 <그림 2>의 (a)는 입력영상이고, (b)는 R값에 의한 피부색 검출 영상, (c)는 H값에 의한 피부색 검출 영상이며, (d)는 H와 R값에 의한 피부색 검출 영상이고, (e)는 제안한 방법인 HR비에 의해 피부색이 검출된 영상이다. 보인 그림에서 흰색 영역이 피부색 영역을 나타내고, 검정색 영역이 피부색이 아닌 기타 색상 영역을 나타낸다.

여기서 R값만으로 임계값을 구하여 피부색을 검출한 경우에는 명도차의 영향이 크기 때문에 조명 변화가 있는 부분의 영상에서 피부색 검출이 용이하지 않았다. H값만을 임계값으로 한 경우에는, 명도차에 의한 영향은 줄은 반면 피부색의 정보는 손실되었다. 또한, H와 R값으로



〈그림 2〉 각 색상 표현 요소에 의한 피부색 검출 예

임계값을 결정한 경우에는 특정 피부색의 검출은 잘되는 반면, 불필요한 정보가 많이 검출되거나 필요한 피부색 정보의 손실이 많았다. 제안한 HR비에 의한 임계값 설정은 명도차 극복은 물론 임계값의 범위는 줄이면서 피부색 정보의 손실을 최소화하고 다양한 피부색을 검출하였다. 식 (2)는 피부색 결정을 위한 H와 R값의 비율 구하는 식이다. 여기서 i 와 j 는 현재 처리 중인 화소 $P(i, j)$ 의 행과 열을 각각 나타내고, H_{ij} 와 R_{ij} 는 화소 $P(i, j)$ 에 대한 H값과 R값을 나타낸다.

$$P_{ij} = \frac{H_{ij}}{R_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

〈표 1〉은 웹상에서 구한 다양한 컬러 영상에서 사전 실험에 의해 조사된 10개의 피부색에 대한 H의 분포 범위와 그때의 R값을 보인다. 조사된 H와 R값은 식2에 의해 각각의 H와 R의 비율 구하고, 계산치의 최대치가 피부색 범위의 상위 임계값(T_{max})이 되고, 최소치가 하위 임계값(T_{min})이 된다. 알고리즘 1은 처리 대상 화소에 대한 피부색 여부를 판정하는 방법이다. 피부색 검출 과정에서 처리 화소에 대한 HR비가 실험에 의해 얻어진 임계값의 범위이면 피부색으로, 그렇지 않으면 피부색이 아닌 것으로 판단한다. 〈그림 3〉은 입력영상에 대해 피부색을 검출한 예이다. 이 그림의 (b)에서 흰색부분은 피부색을, 검정색 부분은 피부색이 아닌 기타 색상을

나타낸다.

〈표 1〉 피부색에 대한 H와 R의 분포 범위

번호	H	R	번호	H	R
1	2	160	6	20	224
2	8	208	7	23	248
3	11	232	8	26	208
4	14	216	9	30	192
5	17	240	10	35	168

[알고리즘 1] 피부색 결정

input a pixel $P(i, j)$ from color image
calculate H_{ij} , R_{ij} on $P(i, j)$

$$P_{ij} = \frac{H_{ij}}{R_{ij}}$$

$$OutPixel_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } P_{ij} < T_{min} \\ 255 & \text{if } T_{max} \leq P_{ij} \leq T_{max} \\ 0 & \text{if } P_{ij} > T_{max} \end{cases}$$

if $OutPixel_{ij} = 255$ then $P(i, j)$ is skin-colored pixel
else $P(i, j)$ is nonskin-colored pixel

여기서, $P(i, j)$: 처리 중인 영상에서 각각 i 와 j 번째 행과 열에 위치한 화소,

P_{ij} : 처리 중인 화소 $P(i, j)$ 의 HR비,

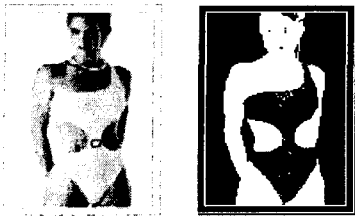
H_{ij} , R_{ij} : 처리 화소 $P(i, j)$ 의 H와 R값,

i, j : 처리 영상의 행과 열을 각각 표현하며,

m, n : 처리 영상의 행과 열의 크기,

T_{min} , T_{max} : 사전 실험에서 구한 피부색 판단을 위한 상위와 하위 임계값,

$OutPixel_{ij}$: 처리 화소의 피부색 여부를 표현하며, 255이면 피부색을, 0이면 기타의 색임을 의미한다.



(a) 입력 영상 (b) 피부색이 검출된 영상

<그림 3> 피부색 검출 예

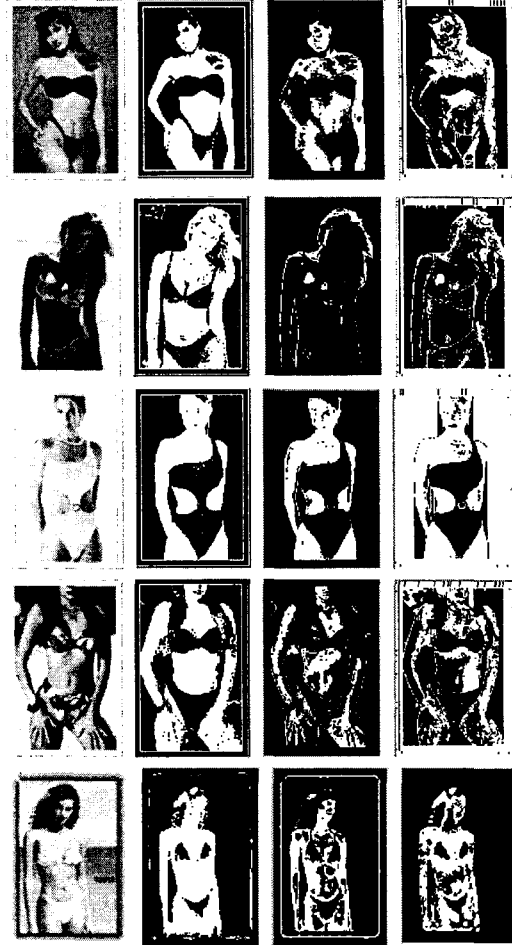
3. 실험 및 고찰

제안한 방법의 유용성을 검토하기 위하여 피부색 검출 실험을 실시하였다. 검출 실험은 주로 인터넷에서 다운로드한 최대 350 * 350픽셀의 크기를 갖는 60개의 컬러 영상을 대상으로 실시하였다. 실험에 사용한 시스템은 펜티엄II, 128MB 이고, Visual Basic 6.0으로 알고리즘을 구현하였다.

실험결과, 실험대상인 60개의 영상 중 51개의 영상에 대하여 피부색을 잘 검출하여 85%의 검출률을 얻었다. <그림 4>는 제안한 방법과 기존 방법과의 피부색 검출에 대한 비교영상이다. <그림 4>의 (a)는 입력 영상이고, (b)는 제안한 방법으로 식 (2)에 의해 구해진 임계값 범위내에 있는 화소를 피부색으로 검출한 실험 결과 영상이다. 또 (c)는 기존의 RGB방법에 의해 피부색을 검출한 결과 영상이고, (d)는 M과 D방법에 의해 피부색을 검출한 영상의 예이다.

제안한 피부색 검출 방법은, <그림 4>에서 보였듯이 명도 차가 있는 부분뿐만 아니라 다양한 색상의 피부색에 대한 검출이 양호함을 볼 수 있다. 그러나 RGB방법에서는 명도차가 있는 부분과 임계값을 벗어난 피부색에 대한 검출이 현저하게 떨어졌다. 또한, M과 D 방법에 의한 피부색 검출 실험에서도 특정 피부색에 대하여는 검출이 잘 되지만, 명도 차가 있거나 일부 피부색에 대하여서는 검출률이 현저히 떨어짐을 볼

수 있다.



(a) 입력영상 (b) 제안한 방법 (c) RGB방법 (d) M과D방법

<그림 4> 피부색 검출 방법들의 비교

<표 2> 실험 결과

	총실험 영상	검출 성공	검출 실패	성공률 (%)
제안한 방법	60	51	9	85
M과 D방법		30	30	50
RGB방법		31	29	51.7

<표 2>는 제안한 방법과 기존의 RGB, 및 M과 D방법에 의한 피부색 검출 실험 결과를 보인다. 제안한 방법이 기존의 두 피부색 검출 방법

보다 인체 검출을 위한 피부색 검출률이 현저히 높음을 알 수 있다. 피부색 검출 실험에서는, 입력영상에서 각 피부색 영역에 포함된 화소에 대해 80%이상을 피부색으로 검출한 경우를 검출 성공으로 간주하였다. 또, 피부색 영역에 포함된 화소를 80%미만에 대하여 피부색으로 인식한 경우와, 영상에서 피부가 아닌 영역의 화소를 20%이상을 피부색으로 오검출한 영역을 검출 실패로 하였다.

제안한 방법의 문제점으로는 배경이나 착용한 의복이 피부색과 유사하여 피부색의 임계값 내에 있는 경우로, 피부색과 유사한 화소값을 갖는 배경이나 착용한 의복이 피부색으로 오검출 되는 것이다. 이 문제는 기존의 방법들에서도 오검출의 요인이 되었다. <그림 5>에서는 제안한 방법의 문제점의 예를 보였다.



(a) 입력영상 (b) 제안한 방법 (c) RGB방법 (d) M과 D방법

<그림 5> 피부색의 오검출 예

4. 결 론

본 논문에서는 컬러 영상에서 인체 검색을 목적으로 HR비를 이용하여 화소기반으로 피부색을 검출하는 새로운 방법을 제안하였다. 기존의 피부색 검출에 관한 연구는, 주로 컬러 영상에서 얼굴을 찾기 위한 전처리 과정으로 이루어졌다. 본 논문은 기존의 연구와 달리, 웹상의 음란물

차단 등을 목적으로 영상에 포함된 사람의 전신을 검출하기 위하여 피부색을 검출하는 것이 연구의 목적이다.

본 논문에서는 효율적으로 전신의 피부색을 검출하기 위하여, 다양한 크기와 형태의 컬러 영상을 대상으로 피부색을 구성하는 RGB값을 조사하고 그 특징을 검토하였다. 그 결과 피부색은 RGB 컬러공간의 일정한 영역 내에 있고, R값이 G나 B값보다 분포 범위가 좁으며 또 피부색과 상관관계가 높음을 알 수 있었다. 그리하여 입력영상의 RGB 컬러공간에서 R값을 피부색 검출을 위한 한 요소로 택하였다. 그러나 RGB 공간에서 컬러를 표현할 경우는, RGB 각각의 요소를 조합하여 컬러를 나타내므로, 조명등의 영향에 따라 변하는 명암 요소를 분리할 수 없어 조명 조건에 따른 명암의 변화는 피부색 검출에 큰 어려움중의 하나이다.

그리하여 밝기정보와 색상정보를 분리해 사용할 수 있는 방법이 필요하며, RGB 컬러 공간에 표현된 영상을 이것이 가능한 HSI 컬러 공간에 표현하였다. HSI 컬러공간 요소에서 조명의 영향을 줄이기 위해서 밝기 정보인 I와, 다양한 피부색 추출의 방해 요소인 색상의 순도를 나타내는 S를 제외하고, 색상을 표현하는 H만을 피부색 검출을 위한 요소로 택하였다.

본 연구에서는 위에 서술한 바와 같이 HSI 컬러 공간에서 택한 H와 RGB 컬러공간에서 택한 R을 이용해서 효율적으로 피부색을 검출하는 방법을 제안하였다. 또한 피부색 검출을 위한 임계값 계산을 H와 R 두 값의 비에 의하여 결정하는 방법을 제안하므로, 이 두 요소가 상호보완적으로 작용하게 되어, 명도차 극복은 물론 임계값의 범위는 줄어들면서 피부색 정보의 손실을 최소화하고 다양한 피부색을 검출할 수 있었으며, 불필요한 정보의 오검출을 줄였다.

제안한 방법에 대한 컬러 영상에서 인체 검색

을 위한 피부색 검출 실험 결과, 화소기반 방법으로 수행된 기존의 피부색 검출 방법보다 본 방법이 명도차가 있는 부분에서도 피부색이 잘 검출됨을 확인할 수 있었다. 또 본 방법은 피부색 검출에서 피부색에 대한 오검출을 줄이는 반면 다양한 피부색까지 폭넓게 검출할 수 있음을 확인하였다.

그러나, 피부색과 유사한 색을 가지고 있는 배경이나 옷이 피부색으로 검출되는 문제와, 영상에 짙은 그림자가 생긴 부분에 대해서는 피부색이 잘 검출되지 않는 문제가 있다. 향후 이러한 피부색 오검출 문제를 해결하기 위한 연구와, 검색된 피부색 영역에 대하여 사람의 특징을 찾는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 유태웅, 오일석, "색채 분포 정보에 기반한 얼굴 영역 추출", *정보과학회논문지(B)*, 제24권 2호, 1997, pp. 180-192.
- [2] 정원석, 이형지, 정재호, "새로운 RGB영역 변환을 이용한 Skin Color Detection에 관한 연구", *한국정보처리학회 추계 학술발표 논문집*, 제7권 제2호, 2000, pp. 915-918.
- [3] 최형일, 이근수, 이양원, *영상처리 이론과 실제*, 개정판, 홍릉과학출판사, 1999.
- [4] Chi Yoon Jeong, Jong Sung Kim and Ki Sang Hong, "Appearance Based Nude Image Detection", *ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, Vol. 4, 2004, pp. 467-470.
- [5] Gevers, T. and Smeulders, A.W.M., "A Comparative Study of Several Color Models for Color Image Invariant Retrieval", *Proceedings of the 1st Int. W/S, IDB-MMS '96*, August 1996, pp. 17-26.
- [6] J. Yang, W. Lu and A. Waibel, "Skin-color modeling and adaptation", *Technical Report CMU-CS-97-146, School of Computer Science*, Carnegie Mellon University, 1997.
- [7] Kyung Min Cho, Jeong-Hum Jang and Ki-Sang Hong, "Adaptive Skin-Color Filter", *Pattern Recognition*, Vol 34, January 2001, pp. 1067-1073.
- [8] Ming Hsuan Yang and Narendra Ahuja, "Detecting Human Faces in Color Images", *Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP '98)*, Vol. 1, October 1998, pp. 127-130.
- [9] Ming Hsuan Yang and Narendra Ahuja, "Gaussian Mixture Modeling of Human Skin Color and Its Applications in Image and Video Databases", *Proceedings of the 1999 SPIE/EI&T Storage and Retrieval for Image and Video Databases (SPIE 99)*, January, 1999.
- [10] Son Lam Phung, Douglas Chai and Abdesselam Bouzerdoum, "A Universal and Robust Human Skin Color Model using Neural Networks", *Neural Networks, 2001. Proceedings. IJCNN'01. International Joint Conference on*, Vol. 4, 2001, pp. 2844-2849.
- [11] Chang, T.C., Huang, T.S. and Novak, C., "Facial feature extraction from color Images", *Proceedings the 12th IAPR International Conference on Pattern Recognition*, Vol. 2, 1994, pp. 39-43.
- [12] Dai Y. and Nakano, Y., "Face-texture model based on SGLD and its application in face detection a color scene", *Pattern Recognition*, Vol. 29, No. 6, 1996, pp. 1007-1017.

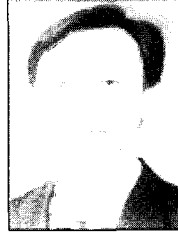
저자소개



이 병 선

한밭대학교에서 컴퓨터공학과를 졸업하고 동대학원에서 공학석사를 취득하고, 공학박사 과정을 수료하였다. 주요 관심 분야는 영상처리, 패턴인식,

컴퓨터비전, 인공지능 등이다.



이 은 주

충남대학교 공과대학에서 공학사를 취득하고, 동대학원에서 공학석사, 공학박사를 취득하였다. 현재 한밭대학교 정보통신전문대학원 교수로 재직

하고 있으며, 도서관장과 전산정보원장을 겸하고 있다. 공주교육대학교 교수, 일본 Tokyo Institute of Technology 객원연구원, Oregon Graduate Institute of Science and Technology 객원교수를 역임하였으며, 주요 관심 분야는 패턴인식, 영상처리, 한국어 정보처리, 인공지능 등이다.