

논문 2008-451E-4-10

컬러 정보와 피부색 모델을 이용한 피부 영역 검출

(Skin Region Extraction Using Color Information and Skin-Color Model)

박성욱*, 박종관**, 박종욱*

(Sung-Wook Park, Jong-Kwan Park, and Jong-Wook Park)

요약

피부색은 자동화된 얼굴 인식을 위한 매우 중요한 정보 중의 하나이다. 본 논문에서는 컬러 정보와 피부색 모델을 이용한 피부 영역 검출 기법을 제안하였다. 제안된 방법은 적응적 조명 보정 기법을 통해 피부색 영역의 검출 성능을 개선하였고, 전처리 필터를 적용하여 피부색이 아닌 영역을 먼저 제거시킴으로써 처리 속도를 향상시켰다. 또한 피부색 검출 성능이 우수한 ST 컬러 공간을 수정하여, 보다 정확한 피부색 영역을 추출할 수 있도록 하였다. 제안된 방법의 실험 결과 기존의 방법과 비교하여 보다 우수한 검출 결과를 나타냈으며, 처리 속도 또한 약 33~48% 향상시킬 수 있었다.

Abstract

Skin color is a very important information for an automatic face recognition. In this paper, we proposed a skin region extraction method using color information and skin color model. We use the adaptive lighting compensation technique for improved performance of skin region extraction. Also, using a preprocessing filter, normally large areas of easily distinct non skin pixels, are eliminated from further processing. And we use the modified ST color space, where undesired effects are reduced and the skin color distribution fits better than others color space. Experimental results show that the proposed method has better performance than the conventional methods, and reduces processing time by 35~40% on average.

Keywords : Skin-Color Detection, Normalized RGB, Skin-Color Filtering, ST-Color space, TSL

I. 서론

생체 인식 기술은 사람의 신체적 특성을 개인 식별에 이용하는 기술로써, 얼굴, 지문, 홍채, 정맥, 서명 및 음성 인식 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 인식에서 얼굴 영역 검출은 완전 자동화된 얼굴 인식을 위한 반드시 첫 단계이기 때문에 매우 중요한

분야이다. 지금까지 얼굴 인식을 위한 다양한 방법과 연구가 진행되어 왔다^[1]. 이중 신경망과 시각 기반의 방법과 같은 외형 기반의 접근 방법은 인식을 위한 많은 양의 영상에 대한 훈련이 필요하고, 훈련에 사용된 영상의 질과 양에 따라 최종 결과가 달라질 수 있다. 또한 템플릿 정합과 같은 방법은 외형 기반의 방법과 비교해 연산량이 적으나, 일반적으로 얼굴의 정면 영상에 대한 검출과 인식에 사용되며, 얼굴의 표정과 방향에 매우 민감하다.

Hsu^[2]의 얼굴 검출 알고리즘은 크기가 작거나 낮은 해상도의 영상에서 피부색 보정과 기하학적인 얼굴 특징들을 이용하여 매우 다양한 포즈에서 얼굴 검출에 좋은 해결책을 제시하고 있다. 이와 같이 얼굴 인식에서 피부색은 얼굴을 특징짓는 중요한 요소 중의 하나이고, 컬러 정보의 처리는 얼굴의 다른 특징의 처리 속도보다 월등히 빠르다^[3~5]. 또한 적절한 피부색 필터의 사용은 피부색이 아닌 영역을 매우 빠르게 제거할 수 있어서,

* 정회원, 인천대학교 전자공학과
(Dept. of Electronic Engineering, Univ. of Incheon)

** 정회원, 유한대학 정보통신과
(Dept. of Information & Communications, Yuhan College)

※ 이 논문은 인천대학교 2007년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

접수일자: 2008년8월1일, 수정완료일: 2008년12월1일

추후 단계의 계산량을 매우 많이 감소시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 피부색을 이용한 얼굴 검출 기법은 복잡한 배경을 가진 영상이나 조명 환경에 따라 매우 어려워진다.

본 논문에서는 적응적 조명 보정과 피부색 모델을 이용하여 다양한 배경 화면과 조명에 강건한 피부색 영역 검출 기법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 적응적 조명 보정과 전처리 필터에 관하여 설명하고, III장에서 피부색 영역 검출 안한 방법에 대한 실험 및 결과를 보이고, V장에서 결론을 맺는다.

II. 적응적 조명 보정과 전처리 필터

2.1 적응적 조명 보정

일반적인 환경에서 외부 조명의 영향으로 본래 영상의 컬러가 훼손될 수 있으며, 이것은 컴퓨터 비전에서 매우 중요한 문제 중의 하나이다. 실생활에서 조명 환경은 매우 복잡적이기 때문에 조명 보정 알고리즘은 피부색을 이용한 얼굴 검출 방법에서 매우 필수적이다.

서로 다른 사람의 피부색 분포는 컬러 공간에서 비슷한 분포 특성을 갖는다. RGB 컬러 공간으로의 피부색 표현 방법은 컬러 정보뿐만 아니라 밝기 정보까지 포함하기 때문에 조명에 따라 매우 민감하게 변화된다. 따라서 밝기 정보를 제거하기 위한 색도 공간(chromaticity space)이 일반적으로 사용되며, 이것을 위해 정규화된 RGB(normalized RGB) 컬러 모델이 사용될 수 있다.

Terrillon^[6]은 컬러 기반의 얼굴 영역 분할을 위해 다양한 컬러 공간을 분석한 결과, 정규화된 RGB 컬러 공간을 이용한 방법이 최고의 분할 결과를 나타냄을 보였다. 정규화된 RGB 컬러 공간의 변환은 식 1과 같다.

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \quad (1)$$

정규화된 RGB 컬러 공간은 RGB 컬러 공간의 값 대신 RGB 각 채널의 값에 대한 비율을 표현한 것이기 때문에 조명의 변화에 보다 덜 민감하다 할 수 있다.

얼굴 검출의 조명 문제를 해결하기 위한 조명 보정 또는 컬러 항상(constancy) 알고리즘으로 Grey World(GW)^[4], Modified Grey World(MGW)^[7-8], White Patch Retinex^[4], Hsu^[2] 등이 제안되었으며, 이들 연구에서는 RGB 컬러 공간을 이용하였다.

그림 1의 (a), (b)와 같은 대표적인 조명 보정 방법



그림 1. Hsu의 조명 보정 알고리즘
Fig. 1. Lighting compensation algorithm by Hsu.

중 하나인 Hsu의 조명 보정 기법은 입력된 영상의 luma 영역(nonlinear gamma corrected luminance)의 상위 5%에 해당하는 영역을 참조 화이트(reference white)영역이라 가정하고, 이에 상응하는 각 R, G, B 영상 데이터를 값을 0부터 255까지의 영역으로 보정처리 해준다. 즉, 입력된 영상에서 참조 화이트인 영상 픽셀 수가 100개 이상인 경우 참조 화이트 범위에 들어있는 화소들의 R, G, B 각 성분들의 평균값을 계산 후, 각 성분의 최대값에 대한 상대 비율을 계산한다.

Hsu의 방법에서는 영상에서의 주된 기준 컬러(dominant bias)를 항상 "real white"로 가정하는데, 이것은 일반적인 영상에서는 적용되기 어렵다. 예를 들어 그림 1의 (c), (d)와 같이 저녁에 촬영된 영상이나 조명이 부족한 배경 영상의 경우에 가장 밝은 영역이 얼굴 영역이 될 수 있으므로, 얼굴 영역이 상위 5%의 luma 영역에 포함될 경우, 조명 보정은 올바르게 수행되지 않는다. 또한 이 방법은 참조 화이트 영역을 걸러내기 위한 정렬 알고리즘이 필요하여 해상도가 높은 영상의 경우 연산량이 많아진다는 단점을 가지고 있다.

GW 알고리즘은 영상에서의 표면 반사율의 공간 평균을 무채색으로 가정하며, MGW와 White Patch Retinex 알고리즘들은 GW 알고리즘의 수정한 방법이다. Solina^[9]의 실험 결과와 같이 GW 알고리즘은 MGW나 White Patch Retinex 알고리즘 보다 나쁘지 않은 성능을 보이고 있으며, MGW나 White Patch Retinex 알고리즘에서 요구되는 중복된 데이터의 제거나 정렬 연산이 필요하지 않아 연산량이 매우 적다는

장점이 있다. GW 알고리즘은 식 2와 같이 정의된다.

$$S_C = \frac{C_{std}}{C_{avg}} \quad (2)$$

여기서 S_C 는 R, G, B의 한 특정 채널의 스케일 인자(scale factor)를 말하며, C_{std} 와 C_{avg} 는 각각 평균 명암도(gray value) 값과 특정 채널의 평균값을 의미하는데, GW 알고리즘 기반의 여러 방법들은 일반적으로 C_{std} 값을 이상적인 정규 명암의 50%로 고려한다. 예를 들어 정규화된 RGB 컬러 공간에서의 각 채널의 최댓값은 1이므로 C_{std} 는 0.5가 되며, 24비트 RGB 컬러 공간에서 C_{std} 는 128(0.5*255)이 된다.

GW 알고리즘의 단점은 C_{std} 의 값이 실제의 다양한 형태의 영상에 적응적으로 변화되지 않는다는 것이다. 특히 배경이나 물체의 컬러가 어두울 경우 그림 2와 같이 영상이 너무 과하게 보정될 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 GW 알고리즘을 수정하여 식 3과 같은 C_{std} 를 사용한다.

$$C_{std} = \frac{\sum_1^m [\max(r, g, b) + \min(r, g, b)]}{2n} \quad (3)$$

여기서 m 은 영상의 총 픽셀수이고, n 은 검은색이 아



그림 2. GW 조명 보정 알고리즘
Fig. 2. GW lighting compensation algorithm.

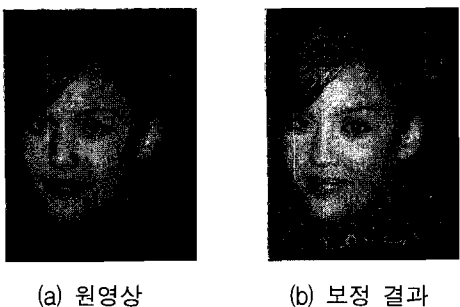


그림 3. 제안된 조명 보정 알고리즘
Fig. 3. Proposed lighting compensation algorithm.

닌 픽셀의 개수를 의미한다. 이 방법을 이용하여 그림 3과 같이 어두운 밤에 획득된 영상과 같이 배경이 어두운 경우의 과보정 문제를 해결할 수 있으며, 각 R, G, B 채널의 평균을 계산하는 것으로 전체 영상의 적응적인 평균 명암도를 구할 수 있다. 제안된 방법에서의 C_{avg} 는 각 R, G, B 채널의 검은색이 아닌 픽셀들의 평균이 된다. 본 논문에서는 실험적으로 스케일 인자 S_C 의 범위를 [0.8, 1.2]로 제한하였다.

2.2 전처리 필터

일반적인 복잡한 배경을 가진 영상에서 피부색 영역이 피부색 이외의 영역보다 작을 경우가 많다. 이러한 경우 피부색 영역을 검출하기 위해 피부색 이외의 영역에 대한 계산에 많은 시간이 소비된다. 본 논문에서는 입력 영상에 대한 전처리 과정으로 식 4^[10]를 사용하여 명확하게 피부색 영역이 아닌 영상의 영역을 제거하여 이후의 조명 보정과 피부색 모델링 과정에서 피부색이 아닌 불필요한 영역에 대한 처리를 생략하도록 하였다.

$$O(x, y) = \begin{cases} I(x, y), & (R > 95 \ \& \ G > 40 \ B > 20) \ \& \\ & (\max\{R, G, B\} - \min\{R, G, B\} > 15) \ \& \ \& \\ & (|R - G| > 15) \ \& \ \& (R > G) \ \& \ \& (R > B) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

III. 피부색 모델링과 피부 영역 병합

3.1 피부색 모델링

컬러 정보를 바탕으로 얼굴 영역을 검출하기 위해서는 적절한 피부색 모델이 필요하다. 얼굴 인식에 적합한 컬러 모델을 선택하기 위한 다양한 컬러 공간에 대한 연구가 진행 되었으며^[6], 채도(saturation)과 색도(tint)를 이용한 ST 컬러 공간이 좋은 결과를 보이고 있다. 정규화된 RGB 영역에서 ST 컬러 공간으로의 변환은 식 5와 같다.

$$S = [9/5(r'^2 + g'^2)]^{1/2} \quad (5)$$

$$T = \begin{cases} \arctan(r'/g')/2\pi + 1/4, & g' > 0 \\ \arctan(r'/g')/2\pi + 3/4, & g' < 0 \\ 0, & g' = 0 \end{cases}$$

여기서 r' , g' 은 각각 $r - 1/3$ 과 $g - 1/3$ 이며, S, T 값의 범위는 [0. ; 1.0]로 정규화 된다. 식 5를 이용하여 피부색의 누적 분포를 나타내면 그림 4와 같다.

그림 4와 같이 사람의 피부색 분포는 ST 컬러 공간에서 일정 영역에 집중되어 있다는 것을 알 수 있으며,

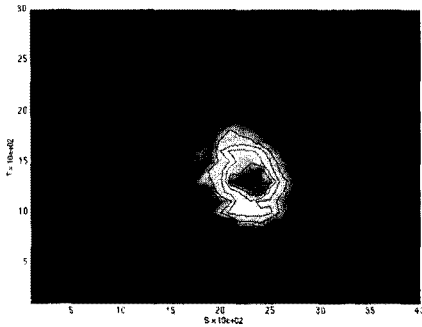


그림 4. ST 컬러 공간
Fig. 4. ST color space.

이러한 분포는 피부색이 다른 여러 인종 사이에서도 비슷한 공간상의 분포를 나타낸다. 이것은 다양한 인종의 피부색 분포를 다음과 같은 가우시언 확률 밀도 함수로 표현될 수 있음을 알 수 있다.

먼저 통계적 분포 특성을 이용하여 피부색의 유사도를 계산하기 위해 Mahalanobis 거리를 이용하며, 이를 위한 공분산 행렬 C_s 를 식 6과 같이 계산한다.

$$C_s = \begin{bmatrix} \sigma^2 T_s & \sigma T S_s \\ \sigma T S_s & \sigma^2 S_s \end{bmatrix} \quad (6)$$

그리고 영상 (i, j) 위치의 각 픽셀과 S 의 평균(S_{avg}), T 의 평균(T_{avg})과의 수평, 수직간의 거리를 식 7과 같이 계산한다.

$$D(i, j) = \begin{bmatrix} S(i, j) & S_{avg} \\ T(i, j) & T_{avg} \end{bmatrix} \quad (7)$$

각 영상의 픽셀과 S_{avg} , T_{avg} 의 Mahalanobis 거리 λ_s 는 식 8과 같이 계산될 수 있다.

$$\lambda_s(i, j) = D^T C_s^{-1} D \quad (8)$$

수식에서 D^T 는 1x2 행렬, C_s^{-1} 는 2x2 행렬, D 는 2x1 행렬의 스칼라 값으로 나타나므로, 식 6, 7, 8은 식 9와 같이 하나의 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\lambda_s(i, j) = (1/\sigma S_s \sigma^2 T_s - T^2 S_j)(\sigma S_s (T - T_{avg})^2 + \sigma T_s (S - S_{avg})^2 + 2 T_s S_s (S - S_{avg})(T - T_{avg})) \quad (9)$$

그리고 피부색의 확률 밀도 함수는 λ_s 를 이용하여 식 10과 같이 계산될 수 있다.

$$P(i, j) = K \exp(-\lambda_s^2) \quad (10)$$

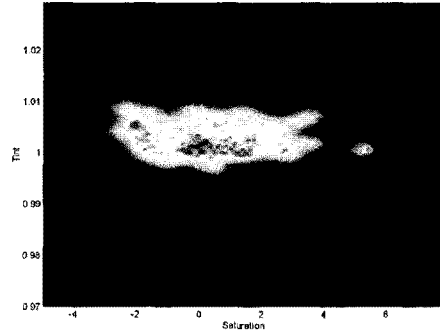


그림 5. 스케일된 ST 컬러 공간
Fig. 5. Scaled ST color space.

여기서 K 는 스케일 조절을 위한 비례 상수이다. [6]의 방법에서는 P 를 임계값으로 결정하여 입력 영상이 P 보다 크거나 같을 경우 1, 적을 경우 0으로 설정하여 피부색 영역을 이진화 시킨다.

만일 그림 4에서 보다 정확한 피부색 영역으로 제한시키기 위해 식 11의 방법을 사용하여 그림 5와 같이 ST 컬러 공간을 스케일링 할 수 있다.

$$\begin{aligned} S &= (S - S_{min}) / (S_{max} - S_{min}) \\ T &= (T - S_{min}) / (T_{max} - S_{min}) \end{aligned} \quad (11)$$

그림 4를 이용하여 피부색 영역과 그 이외의 영역으로 이진화시키기 위해 입력 영상의 P 의 값이 식 12의 범위에 포함 된다면, 피부색 영역으로 고려한다.

$$|P - f1| + |P - f2| < 2a \quad (12)$$

여기서 $f1 = (-2.1, 1.005)$, $f2 = (2.1, 1.005)$, a 는 2.6으로 설정하였고, ST 컬러 공간의 범위를 $0.99 < T < 1.01$, $-2.0 < S < 2.0$ 으로 제한시킬 경우 보다 빠른 처리가 가능하다.

3.2 피부색 영역의 후처리

자연 영상의 경우 실제 사람의 피부가 아닌 물체의 경계선이나 나무, 모래 등도 살색과 유사한 색상을 가지고 있기 때문에 살색만 가지고 얼굴을 찾는 것은 불가능하다. 그러므로 적절한 후처리 과정을 거쳐서 얼굴이 아니라고 판단되는 영역은 검출 결과에서 제외시켜 주어야 한다.

그림 6은 피부색 영역으로 검출된 이진 영상의 확대된 일부분을 나타낸다. 그림에서와 같이 사람의 피부 영역은 회색의 밀집도가 높고, 그렇지 않은 부분에서는 흰색의 분포가 흩어져있는 것을 볼 수 있다. 이러한 점들을 제거하기 위하여 Median 필터링과 모폴로지 기법

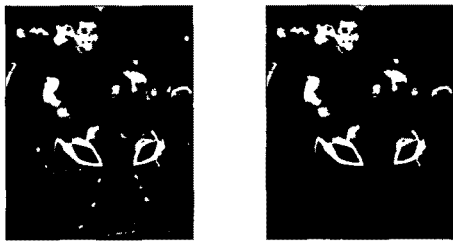


(a) 피부색 영역 (b) Erosion (c) Dilation

그림 6. 후처리 과정
Fig. 6. Postprocessing.



(a-1) (b-1) (c-1)



(a) 후처리 결과 (b) Labeling 결과



(d-1) (e-1) (f-1)

그림 7. 영상 라벨링
Fig. 7. Object labeling.

중에서 Erosion과 Dilation을 조합하여 수행하였다.

위의 후처리 과정을 거친 후의 영상에 대하여 보다 정확한 검출 결과를 위하여 Labeling을 수행한 후, 각각의 오브젝트의 면적을 조사하여 너무 크거나 작은 오브젝트를 얼굴 영역 후보에서 제외하고, 오브젝트의 면적 대 외곽선의 비율을 조사하여 오브젝트가 너무 복잡한 형태인 경우를 배제하였다. 그림 7은 이러한 후처리 작업을 수행한 후의 결과를 보여준다.



(a-2) (b-2)



(c-2) (d-2)

IV. 실험 및 결과

제안된 방법의 성능을 검토하기 위해 다양한 영상에 대한 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 영상은 인터넷에서 검색한 95개의 영상을 대상으로 하였으며, 영상의 해상도와 크기에 관계없이 최대한 다양한 인종이 포함된 일반적인 영상을 사용하였다. 논문에서의 피부색 모델링은 Matlab을 사용하여 실험하였고, 조명 보정, 전처리 필터, 피부색 모델링, 후처리와 라벨링의 전체적인 프로그램은 2.13Ghz Core2Duo 프로세서가 장착된 컴퓨터에서 VC++를 이용하여 실험하였다.



(e-2) (f-2)

그림 8은 본 논문에서 제안한 방법을 다양한 영상에 적용한 결과를 보여준다.



(a-3) (b-3)

그림 8의 (a)는 원 영상이며 (b)는 제안된 조명 보정 방법을 수행한 후의 결과를 나타낸다. (c)는 전처리 필터를 적용하여 원 영상에서 명확히 피부색이 아닌 부분을 제거한 화면이며, (d)는 피부색 모델링을 사용하여

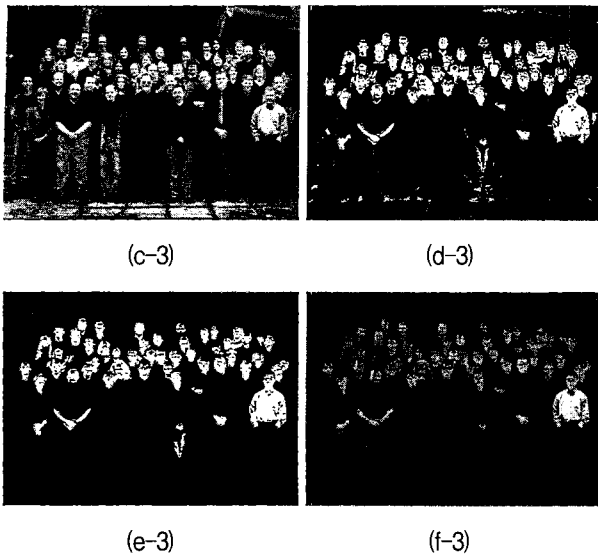


그림 8. 제안된 방법의 피부색 검출 결과
 Fig. 8. The results of a proposed skin-color extraction method.

피부색 후보 영역을 검출한 결과를 보여준다. (e)는 피부색 후보 영역에 대한 후처리 과정을 거쳐 피부색 영역만을 이진 영상으로 표시한 것이며, (f)는 (e)의 결과를 원 영상에 맵핑한 결과를 나타낸다.

그림 9는 Hsu의 조명 보정 기법과 본 논문에서 제안한 조명 보정 기법 그리고 조명을 하지 않았을 때의 비교 결과를 보여주고 있다.

그림 9의 (a)는 원 영상이며, (b)는 조명을 보정을 하지 않았을 때의 결과를 보여준다. (c)와 (d)는 각각 Hsu의 조명 보정 기법과 본 논문에서 제안한 조명 보정 기법을 적용했을 때의 결과를 나타낸다. 실험 결과와 같이 본 논문에서 제안한 방법이 보다 정확한 피부색 영역을 검출함을 알 수 있다.

그림 10은 전처리 필터를 적용했을 때와 하지 않았을 때의 비교 결과를 나타내며, 그림 11은 Terrillon의 TSL 컬러 공간을 이용한 얼굴 인식 방법 중 피부색 검출 부분과 본 논문에서 제안된 전처리 필터를 사용한 방법과의 처리 속도를 비교한 결과이다.

그림 10의 (a)는 전처리 필터를 적용한 결과이며, (b)는 전처리 필터를 적용하지 않았을 때의 결과를 보여준다. 실험 결과와 같이 전처리 필터를 적용하여 피부색이 아닌 영역을 먼저 제거함으로써 보다 정확한 피부색 영역만을 추출할 수 있음을 알 수 있다.

그림 11에서 NP는 전처리 필터를 적용하지 않았을 때, 각 해상도에 따른 실험 시간을 나타내며, P는 전처리 필터를 적용했을 때의 결과를 나타낸다. 실험 결과

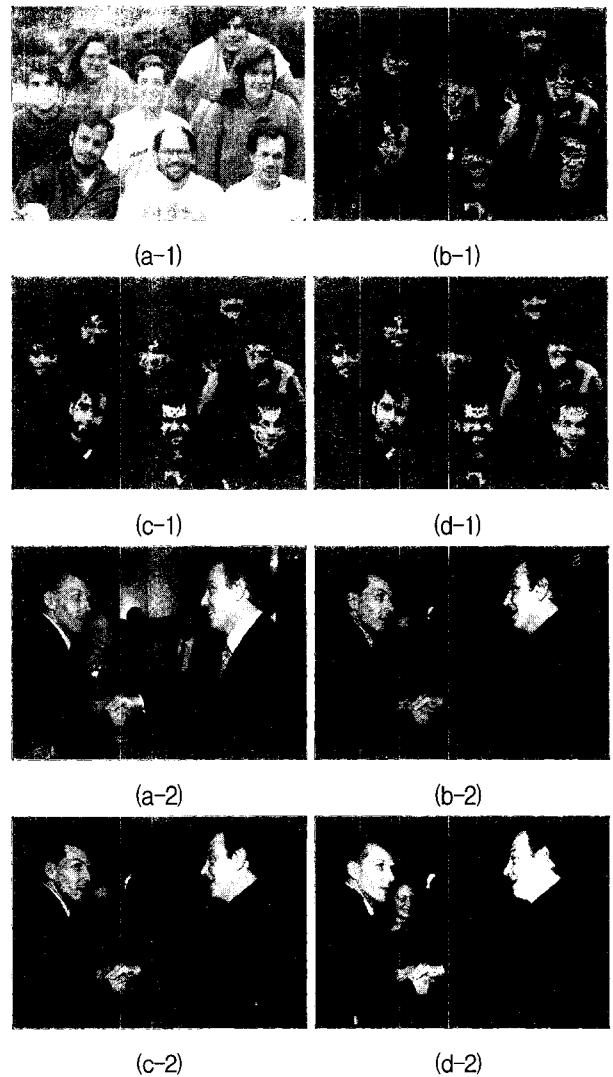


그림 9. 조명 보정 방법의 비교
 Fig. 9. Comparison of the lighting compensation methods.

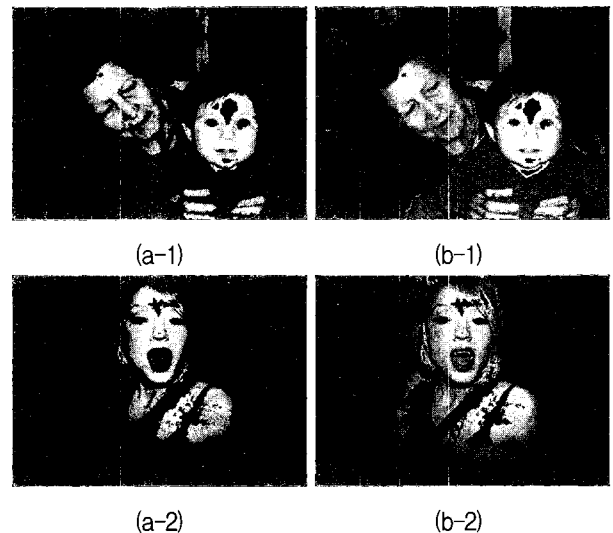


그림 10. 전처리 필터 적용에 따른 결과
 Fig. 10. Results of the proposed method using preprocessing filter.

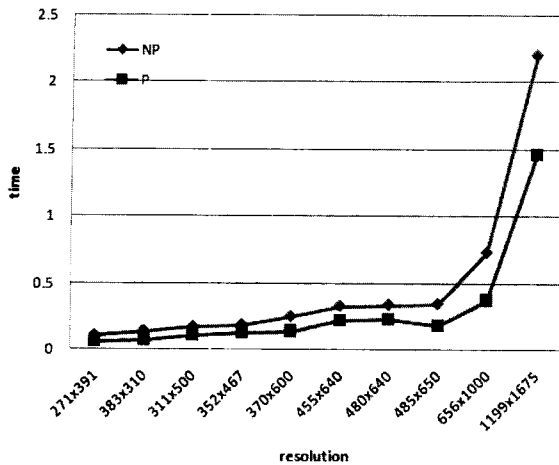


그림 11. 처리 속도의 비교
 Fig. 11. Comparison of processing time.

와 같이 전처리 필터를 적용함으로써 전처리 필터를 적용하기 전보다 약 33~48% 빠르게 피부색 영역을 검출한다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 적응적 조명 보정과 피부색 모델을 이용하여 다양한 배경 화면과 조명에 강건한 피부색 영역 검출 기법을 제안하였다. 먼저 불균등한 조명의 영향에 따른 피부색 오검출을 해결하기 위해 GW 알고리즘을 수정한 조명 보정 알고리즘을 사용하였고, 전처리 필터를 적용하여 피부색이 아닌 영역을 제거하여 피부색 검출 성능과 처리 속도를 향상시켰다. 또한 컬러 정보를 바탕으로 얼굴 영역을 검출하기 위해서 ST 컬러 공간을 수정한 피부색 모델을 사용하여 피부색이 아닌 영역을 최대한 배제 시키도록 하였다. 그 결과 기존의 방법과 비교했을 때 보다 정확하게 피부색 영역을 검출할 수 있었으며, 처리 속도 또한 약 33~48% 향상시킬 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Yang, D. Kriegman, and N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, no. 1, pp. 34-59, 2002.
 [2] R. L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, A. K. Jain. "Face Detection In Colour Images", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, no. 5, pp. 696-706, 2002.
 [3] Garcia C. , Tziritas G, "Face Detection Using

Quantized Skin Colour Regions Merging and Wavelet Packet Analysis", *IEEE Trans. on Multimedia*, Vol.1, pp.264-277, 1999.
 [4] H. Wu, Q. Chen, and M. Yachida. "Face Detection from Colour Images Using a Fuzzy Pattern Matching Method", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 21, No. 6, pp. 557-563, 1999.
 [5] M. Abdel-Mottab and A. Elgammal. "Face Detection in Complex Environments from Colour Images", *IEEE Int'l Conf. Image Processing*, pp. 622-626, 1993.
 [6] J. C. Terrillon, M. N. Shirazi, H. Fukamachi, S. Akamatsu. "Comparative Performance of Different Skin Chrominance Models and Chrominance Spaces for the Automatic Detection of Human Faces in Colour Images", *Proceedings of 4th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 54-61, 2000.
 [7] B. Funt, K. Bernard, and L. Martin. "Is Machine Colour Constancy Good Enough", *In Proceedings of 5th European Conference on Computer Vision (ECCV'98)*, pp. 445-449, 1998.
 [8] G. D. Finlayson, S. D. Hordley, and P. M. Hubel. "Colour by Corellation: A Simple, Unifying Framework for Colour Constancy", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 23, pp. 1209-1221, 2001.
 [9] F. Solina, P. Peer, B. Batagelj, and S. Juvan, "15 Seconds of Fame - An Interactive, Computer-Vision Based Art Installation", *Proceedings of the 7th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV 2002)*, pp. 198-204, 2002.
 [10] Kovac, J. Peer, P. Solina, F. "Human Skin Colour Clustering for Face Detection", *Faculty. of Computer and Information Science*, pp. 22-24. September, 2003.

저 자 소 개

박 성 욱(정회원)
대한전자공학회 논문지
제44권 CI편 3호 참조

박 종 관(정회원)
대한전자공학회 논문지
제44권 CI편 3호 참조

박 종 욱(평생회원)
대한전자공학회 논문지
제44권 CI편 3호 참조