

눈 주위의 피부색을 이용한 피부영역검출과 입술검출에 관한 연구

박영재*, 장석우**, 김계영***

A Study on Extraction of Skin Region and Lip Using Skin Color of Eye Zone

Young-Jae Park *, Seok-Woo Jang **, Gye-Young Kim ***

요 약

본 논문에서는 입력된 영상에서 얼굴의 구성요소와 얼굴을 검출하는 방법을 제안하고자 한다. 얼굴 구성 요소 탐지 방법으로는 EyeMap과 MouthMap을 이용하여 눈과 입술을 검출하는 방법을 사용한다. 먼저 눈의 영역을 찾은 후에 그 주변의 색상을 이용하여 피부 영역의 색상값 분포를 찾는다. 피부영역은 YCbCr에서 특징적인 분포를 나타내는데 이를 이용하여 배경영역과 피부영역을 분리한다. 피부영역으로 검출된 영역의 색상값 분포를 찾고 전체 영상에 그 분포와 근거리에 있는 영역들을 피부영역으로 검출한다. 여기서 추출된 피부영역을 기반으로 MouthMap을 구하여 입술을 검출한다. 기존의 방법과 달리 환경에 적용된 피부색상모델을 만들 수 있어 피부 영역 검출에서 좋은 결과를 얻을 수 있을 뿐 아니라 보다 정확한 입술영역을 찾을 수 있다.

Abstract

In this paper, We propose a method with which we can detect facial components and face in input image. We use eye map and mouth map to detect facial components using eyes and mouth. First, We find out eye zone, and second, We find out color value distribution of skin region using the color around the eye zone. Skin region have characteristic distribution in YCbCr color space. By using it, we separate the skin region and background area. We find out the color value distribution of the extracted skin region and extract around the region. Then, detect mouth using mouthmap from extracted skin region. Proposed method is better than traditional method the reason for it comes good result with accurate mouth region.

▶ Keyword : 영상처리(Image Processing), 컴퓨터비전(Computer Vision), 피부색상(Skin Color), 색상인식(Color Recognition), 인간과컴퓨터의상호작용(HCI)

• 제1저자 : 박영재

• 투고일 : 2008. 12. 30, 심사일 : 2009. 01. 16, 게재확정일 : 2009. 03. 27.

* 숭실대학교 일반대학원 컴퓨터학과 재학 ** 안양대학교 디지털미디어공학과 전임강사

*** 숭실대학교 컴퓨터학과 부교수

1. 서론

미디어가 발전함에 따라 텍스트위주의 문서들이 동영상 및 정지 영상으로 바뀌었다. 이러한 영상에서 사람의 정보는 의료, 보안, 통계 등의 분야에서 널리 사용되고 있다. 또한 현재 문제가 되고 있는 유해영상들도 사람의 존재 유무가 중요한 정보이다.

사람의 얼굴을 찾기 위해서는 크게 두 가지의 방법이 사용된다. 하나는 색상 정보를 이용하는 방법이다. 이것은 일반적으로 알려진 사람 얼굴의 피부색상을 이용하여 전체 영상에서 찾는 방법으로 가장 간단하면서도 많은 문제를 내포하고 있다. 먼저 사람의 얼굴 피부색상 자체가 일정하지 않다는 문제가 있다. 개개인의 고유한 피부색상의 차이, 각 인종간의 피부색상의 차이가 존재한다. 그리고 얼굴이라는 특수한 부위는 걸로 드러나는 부위이기 때문에 특수분장 또는 일반적인 색조화장에 따라 색상이 차이가 있으며, 광학기기의 조작등으로 색상이 변하게 된다는 문제점이 있다. 이러한 인위적 또는 자연적 환경변화에 따른 색상값의 변화로 얼굴 피부 영역 검출에 있어서 오작동 및 오인식율이 높다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 얼굴의 구성 요소를 검출하여 얼굴을 검출하는 방법이 있다. 얼굴의 구성 요소로는 이마, 눈썹, 눈, 코, 입 등이 주로 사용된다. 얼굴 영역 검출 뿐 아니라 얼굴인식에도 사용되는 구성 요소 들이다.

먼저 피부영역검출을 위해 많은 연구들이 진행되어 왔다. 대부분의 연구가 YCbCr 색상공간 또는 HSI(Hue, Saturation, Intensity) 색상공간에서 이루어지고 있다. 그 이유로 RGB 색상공간에서는 피부영역의 특징이 제대로 검출되지 않기 때문이다. YCbCr 색상공간은 3가지의 특성으로 분류가 되어있다. Y는 명암값을 나타내고, Cb는 파란색 성분에 대한 정보, Cr은 빨간색 성분에 대한 정보를 담고 있다. Cb와 Cr은 서로 상대적인 값을 가지고 있어 피부색상을 잘 나타내 준다고 할 수 있다. HSI 색상공간 또한 3가지의 특성으로 분류가 되어있다. H는 색상에 대한 정보를 360도로 나누어서 나타내고 있으며 S는 채도를 0에서 1사이의 값을 이용하여 나타내고 있다. I는 영상의 명암값을 나타낸다. HSI 색상공간보다 YCbCr 색상공간을 피부영역검출에서 더 많이 쓰는 이유는 HSI의 경우 H의 값으로 색상을 나타내는데 피부의 경우 붉은색 계통으로 나와 구별이 힘들기 때문이다.[1-5]

〈그림 1〉을 보면 피부영역의 경우 HSI에서 H채널이 색상을 나타내는 채널임에도 불구하고 흰색과 구별이 잘 되지

않고 검정색과도 구별이 잘 되지 않는다. 하지만 YCbCr의 경우에는 피부색의 부분이 Cb에서는 어둡게 나타나고 Cr에서는 밝게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 이유로 많은 논문에서 피부 영역을 검출 하는데 있어서 YCbCr 색상공간을 선호하는 것을 볼 수 있다.

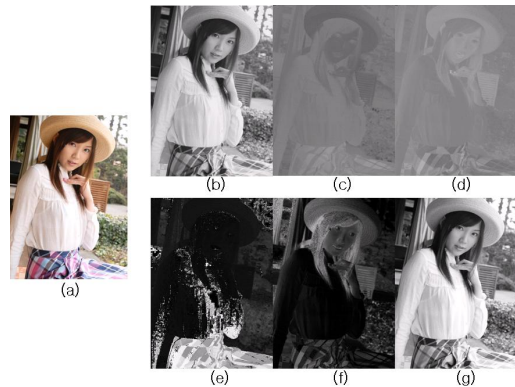


그림 1. 각 색상 공간별 영상 (a) 원본 영상, (b) YCbCr상의 Y 채널, (c) YCbCr상의 Cb 채널, (d) YCbCr상의 Cr 채널, (e) HSI상의 H 채널, (f) HSI상의 S 채널, (g) HSI상의 I 채널

Fig 1. Image of each color space

Jiann-Shu Lee[6]는 피부 영역 추출을 위해 RGB 모델의 영상을 YCbCr 모델로 변형 시키고 Cb와 Cr의 분포에 대한 히스토그램을 작성하고 이를 병합을 하여 피부 색상 모델을 만들어 피부영역을 찾는 방법을 사용 하였다. 영상전체의 밝기 및 색상에 따라 피부영역이 다르게 나타나는 문제를 해결하기 위해 영상의 밝기에 따라 분포하는 피부색상을 분류 하여 몇 개의 피부 색상 모델을 만들었다. 이렇게 구해진 피부 색상 모델을 이용하여 영상 전체를 사물영역과 배경영역으로 나누고 피부 영역을 탐지한다. 탐지된 영역 중에 몇 가지 문제가 있는데 피부색과 비슷한 배경영역을 포함한다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 영상을 몇 부분으로 쪼개 경계선을 검출하여 이 경계선이 어떠한 임계값이상이면 피부가 아니라고 판단한다. 조경민[7]은 이러한 문제를 해결 하는 방법으로 HSV 공간을 이용하여 어떠한 정해진 값을 기준으로 영상 전체의 밝기 및 색상에 따라 정해진 값을 이동 시켜 얼굴 영역을 찾는 방법을 제안하였다. 이 외에 YCbCr 공간에서 임계값을 이용하여 피부영역을 검출 하는 방법, 윤곽선을 이용한 피부영역 검출 방법 등의 연구가 진행 되고 있다.

얼굴의 구성 요소를 이용하는 방법에 대한 연구를 보면 얼굴을 검출하는 방법과 얼굴을 인식하는 두 가지 부류의 연구들이 존재한다. 얼굴을 검출하는 방법으로는 Kawaguchi[8]

가 제안한 영상의 명암과 윤곽선을 이용하여 눈을 검출하는 방법과 마찬가지로 Song(9)은 윤곽선을 이용하여 눈을 검출 하는 방법을 제안했다. Viola(10)와 Fropa(11)의 경우에는 AdaBoost를 이용한 눈 검출 방법을 제안하였는데, 이 방법의 경우 학습단계를 거쳐야 하므로 학습된 형태와 전혀 다른 형태가 입력된 경우 정확도가 낮아지는 단점이 있다. 얼굴을 검출하기 위해 Rein-Lien Hsu(12)은 눈과 입을 이용한다. EyeMap을 이용하여 눈을 찾고 MouthMap을 이용하여 입술을 찾는다. 눈을 찾기 위해서 명암값과 색상값을 이용한다. 이렇게 구해진 두 가지 값을 이용하여 EyeMap을 만들고 MouthMap을 만들기 위해서는 일반적으로 알려진 피부 색상값으로 전체 영상에서 피부영역을 찾은 후에 피부영역의 값을 이용하여 MouthMap을 만들어서 눈과 입술을 검출하는 방법이다.

본 논문에서는 Hsu가 제안한 YCbCr 색상공간에서 EyeMap를 이용하여 눈 영역을 검출하고, 검출된 눈 영역의 주위 피부색상을 이용하여 피부영역을 구한다. 앞서 검출된 피부영역을 기반으로 Hsu가 제안한 방법인 MouthMap을 이용하여 입술을 검출하는 방법을 제안 하고자 한다. Hsu의 방법의 경우 일반적으로 알려진 피부 색상값을 이용하여 입술을 검출하였으나 본 논문에서는 환경에 적응된 피부색상모델을 이용하여 입술을 검출한다. <그림 2>는 시스템 개요도로 입력 영상을 먼저 전처리 과정을 거친다. 전처리 과정에서는 히스토그램 평활화를 수행하여 영상의 대비를 높이는 작업을 수행한다. 그 다음 전체 영상에서 눈 영역을 찾고, 그 눈 주변 영역에서 배경과 피부색을 분리하는 작업을 한 후 피부색상모델을 만들고 이 모델을 바탕으로 전체 영상에서 피부 영역을 추출한다. 눈을 검출하여 얼굴의 피부색을 기반으로 색상모델을 만들기 때문에 영상전체의 밝기 값이나 개인의 피부색 차이 등에 보다 강건한 결과를 얻을 수 있다. 이 결과를 바탕으로 입술영역을 검출한다.

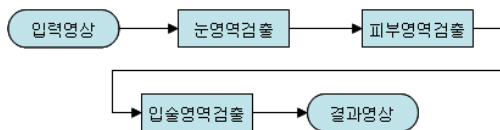


그림 2. 시스템 개요도
Fig 2. System Flowchart

본 논문은 전체 6장으로 구성되어있다. 1장에서는 연구 배경 및 목적, 관련된 연구, 제안하는 방법에 관해서 설명하고 2장에서는 피부영역검출을 위한 전처리 과정을 기술한다. 3장에서는 기존의 방법을 이용하여 눈 영역을 찾는 방법을 기술한다. 4장에서는 피부영역샘플을 획득하여 본 논

문에서 제안하고 있는 피부영역검출과 입술영역검출을 하는 방식에 대한 세부적인 설명을 한다. 5장에서는 제안하는 방법과 기존의 방법들에 대한 실험을 하고 6장에서는 이러한 실험을 토대로 연구에 대한 결론을 내리고 향후 연구 방향에 대한 제시를 한다.

II. 전처리 과정

입력된 영상을 처리하기 전에 보다 좋은 결과를 얻기 위해 영상 보정 과정을 거친다. 눈 영역 검출을 위해 명암의 대비와 색상 정보를 이용하는 두 가지의 알고리즘이 사용된다. 명암의 대비와 색상을 이용하는 알고리즘의 성능을 높이기 위해 색상을 유지하면서 대비를 높일 필요성이 있다. 일반적으로 히스토그램 평활화는 흑백영상에서 수행하게 된다. 하지만 본 연구에서는 색상정보도 이용하기 때문에 컬러영상에서 히스토그램 평활화를 수행해야한다.

따라서 RGB 색상모델을 HSI 색상모델로 변환하여 I 채널만 히스토그램 평활화를 함으로써 본래의 색상을 유지하면서 대비를 높이는 작업을 한다. RGB 색상모델을 HSI 색상모델로 변환하는 방법은 다음과 같은 방법으로 변환하였다.

<그림 3>은 컬러영상을 흑백영상으로 변환하고 히스토그램 평활화를 한 결과이다. 히스토그램 평활화를 한 결과 영상의 경우 히스토그램 평활화를 하기전의 영상보다 대비가 높아진 결과를 얻을 수 있다.



그림 3. (상) 원본 영상, (좌) 원본 영상의 흑백변환 결과 영상 (우) 흑백으로 변환된 영상을 히스토그램 평활화한 결과 영상

Fig 3. (upper) Origin Image, (Left) Grayscale Image, (Right) Histogram Equalization

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{3}(R + G + B) \\
 S &= 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)] \\
 H &= \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right]
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

I 값을 이용하여 히스토그램 평활화를 수행하게 되는데 히스토그램 평활화는 크게 3단계를 거치게 된다. 첫째, 원 시영상의 밝기값에 대한 히스토그램을 생성한다. 둘째, 생성된 히스토그램을 정규화합 히스토그램으로 변형한다. 마지막으로 정규화합 히스토그램을 이용하여 입력영상을 다시 맵핑하는 과정을 거치게 되는데 히스토그램을 정규화합 히스토그램을 변형은 다음과 같이 하게 된다.

$$h(i) = \left(\frac{G_{max}}{N_t} \right) H(i) \tag{2}$$

H(i)는 정규화합 히스토그램이고, Gmax는 영상의 최대 밝기값, Nt는 입력영상 내부에 존재하는 픽셀의 개수, H(i)는 원본 입력영상 히스토그램의 누적합이다. 정규화합 히스토그램을 룩업테이블로 사용하여 I의 분포를 재조정 한 후 다시 HSI 색상모델을 RGB 색상모델로 변환한다. <그림 4>는 컬러영상을 HSI공간에서 I채널을 히스토그램 평활화 한 결과이다. 이전 영상보다 대비가 좋아진 결과를 얻을 수 있다.

하지만 영상이 전체적으로 너무 밝다거나 어둡다거나 할 경우에는 색상의 손실이 발생하여 색상이 왜곡 되는 현상이 발견된다. 이러한 경우에는 색상값을 이용한 연산을 수행할 때는 전처리 과정을 거치지 않은 영상을 사용한다.



그림 4. (좌) 원본 영상, (우) RGB색상을 HSI색상으로 변환한 후 I채널만 분리하여 히스토그램 평활화를 한 결과 영상
 Fig 4. (Left) Origin Image, (Right) Color Histogram Equalization

III. 눈 영역 검출

눈을 검출하기 위한 방법으로는 Hsu가 제안한 방법인 Eye Map을 사용한다. 여기서 RGB 색상모델을 YCbCr 색상모델로 변환해야 하는데 변환은 식(3)과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \\
 + \begin{bmatrix} 65.481 & 128.533 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112 \\ 122 & -93.786 & -84.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Eye Map은 두 개의 방법으로 만들어 지는데 하나는 색상값을 이용하는 방법(EyeMapC)이다. 이것 역시 YCbCr 색상 공간에서 산출하게 된다. EyeMapC는 식 (4)와 같이 구할 수 있다.

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

$C_b^2, (\overline{C}_r), C_b/C_r$ 은 0에서 255사이의 값으로 정규화되어 있으며, C_b, C_r 은 각각 YCbCr의 Cb와 Cr값이며 (\overline{C}_r) 은 역변환된 Cr값이다. 피부영역의 색상은 대체적으로 Cr의 값이 Cb의 값보다 높다는 점에서 착안한 방법이다. 일반적으로 눈 주변의 피부 색상의 값은 Cr이 높고, Cb가 낮다는 관찰에 근거한 방식이다. 색상을 사용한 변수이기 때문에 눈동자의 색상에 민감한 반응을 보이는 경우가 있다. 색상이 있는 렌즈를 착용하였을 경우 낮은 값이 산출되기도 한다.

또 하나의 방법으로 명암의 대비를 이용하여 구하는 방법(EyeMapL)이 있는데 이것은 식(5)과 같은 방법으로 구할 수 있다. 눈썹이나 눈동자 등에 경계선이 많이 검출될 경우 좋은 결과를 얻을 수 있다.

$$EyeMapL = \frac{Y(x, y) \oplus g_o(x, y)}{Y(x, y) \ominus g_o(x, y) + 1} \tag{5}$$

흑백영상을 이용하여 팽창과 침식을 하여 명암대비를 이용한 EyeMapL을 구한다. \oplus 는 팽창, \ominus 는 침식을 하는 것이고[13], $g(x, y)$ 는 흑백영상의 명암값이다. 눈 영역에 있는 색상값을 보면 어두운 부분과 밝은 부분을 모두 포함하고 있다. 따라서 영상의 명암값에 팽창과 침식을 적용하여 명암대비를 이용한 EyeMapL을 추출한다. 구해진 두 개의 값을 이용하여 EyeMap을 식(6)과 같이 만든다.

$$EyeMap = (EyeMapC) \text{ and } (EyeMapL) \quad (6)$$

EyeMap을 임계값을 사용하여 이진화 하여 눈의 후보영역을 추출한다. <그림 5>는 EyeMap을 사용하여 구한 실험 결과이다. 밝게 나타난 부분이 눈 영역으로 검출된 부분인데, 눈 영역만 추출되는 것은 아니다. 눈 이외에 다른 결과가 섞여 나올 수도 있는데 이 문제는 추후 해결해야 할 과제이다.

IV. 피부영역검출

피부 색상 모델은 피부영역을 검출하기 위하여 가장 중요한 부분이다. 피부 색상 모델이 제대로 만들어지지 않으면 피부 영역 또한 제대로 검출 되지 않는다. 따라서 본 논문에서는 눈을 찾고 그 주변영역의 피부색을 사용해 피부 색상 모델을 만들게 된다. 눈 주변의 영역은 일반적으로 피부가 위치하게 된다. 물론 피부 이외에 안경 또는 배경 등의 영역이 존재 할 수도 있다. 따라서 피부영역과 배경영역으로 영역을 분할할 필요성이 있다. 눈 주변은 피부라고 했을 때 눈의 후보로 추출된 영역 주위영상을 이용하여 색상 모델을 만든다.



그림 5. (좌) 원본 영상, (우) 원본 영상에 EyeMap을 적용한 후 이진화한 결과 영상
Fig 5. (Left) Origin Image, (Right) Result of Eye Map

1. 피부 샘플 추출

눈의 주변 영역에는 피부와 배경이 함께 존재하는데 이를 분리하는 작업이 필요하다. 일반적으로 알려진 값을 이용하여 그 값과의 거리를 이용하여 분리한다. 본 논문에서는 식(7)과 같이 C_r 값을 이용하였으며 F_{Cr} 은 실험을 통하여 얻어진 일반적인 피부색상으로 본 논문에서는 95를 사용하였다.

$$SkinMap = 255 - \frac{|F_{Cr} - C_r|}{F_{Cr}} \quad (7)$$

<그림 6>을 보면 붉은색과 검정색 부분으로 이루어져 있는데 붉으면 붉을수록 피부와 가깝다는 의미가 된다. 이렇게 만들어진 SkinMap을 Otsu[14]가 제안한 식(8, 9)의 방법으로 이진화한다.

이 방법은 Otsu가 제안한 방법으로 영상의 히스토그램을 보고 변화량을 최대로 하는 명암값을 임계값으로 정하는 방법으로 히스토그램이 두 개의 확률 분포를 가질 경우 탁월한 성능을 나타낸다고 알려져 있다.

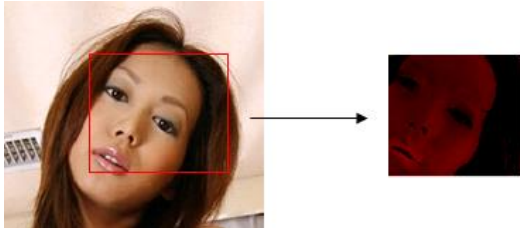


그림 6. SkinMap을 이용하여 피부영역을 검출한 결과
Fig 6. Extract Skin Region using SkinMap

$$\lambda = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_W^2}, \quad \mu = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_W^2}, \quad k = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_W^2} \quad (8)$$

$$t^* = \text{ArgMin}_{t \in G} \mu$$

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=0}^{l-1} (i - \mu_T)^2 P_i, \quad \mu_T = \sum_{i=0}^{l-1} iP_i$$

$$\sigma_T^2 = \omega_0 \omega_1 (\mu_1 - \mu_0)^2, \quad \omega_0 = \sum_{i=0}^t P_i$$

$$\omega_1 = 1 - \omega_0, \quad \mu_1 = \frac{\mu_T - \mu_0}{1 - \omega_0}, \quad \mu_0 = \frac{\mu_T}{\omega_0}$$

$$\mu_i = \sum_{i=0}^t iP_i$$

(9)

SkinMap의 히스토그램을 작성하여 Otsu가 제안한 방법으로 이진화를 하여 원래 영상에서 배경영역을 지우면 <그림 7>과 같이 나타나며 피부가 아닌 영역은 검정색으로 처리 하였다. 염색 및 고유의 머리카락 색상이 피부색상과 비슷할 경우 머리카락 영역이 제거가 되지 않는다. 하지만 결과적으로 피부색상과 흡사한 색상을 띄고 있기 때문에 나타난 결과이므로 결과적으로는 큰 영향을 미치지 않는다.

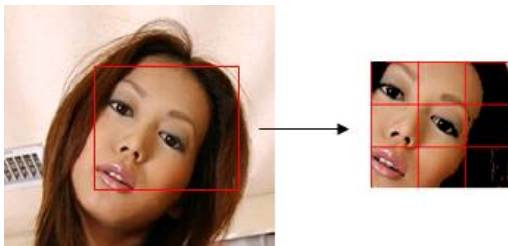


그림 7. 피부 영역 분리 결과
Fig 7. Extract Skin Region

2. 피부 색상 모델 제작

피부영역으로 판별된 눈 주위의 피부로부터 색상 모델을

만든다. 색상모델은 <그림 7>의 오른쪽 영상에서 YCbCr공간의 Cb와 Cr을 사용하여 식(10)과 같이 만들어진다. 영상 전체의 Cb값을 누적하여 평균을 취한 값이 Cb'이며 마찬가지로 Cr값을 누적하여 평균을 취한값이 Cr'이다. 이것은 피부영역을 검출할 때 기준값으로 사용하게 된다.

$$C_b' = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n C_b, \quad C_r' = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n C_r \quad (10)$$

Cb/Cr 공간에서 피부 색상 모델을 만들다 보면 <그림 8>과 같이 색의 분포가 어떠한 기준점으로부터 타원의 형태로 분포 하는 것을 알 수 있다. 하지만 영상에 따라 타원이 위치하는 곳이 다르기 때문에 영상에서 직접 피부 샘플을 만들어 적응적인 피부 색상 모델을 제작한 것이다. Rein-Lien Hsu에 따르면 타원을 이용하여 피부 영역을 검출 할 때 식(11, 12)을 사용하게 되는데, 먼저 현재의 Cb,Cr값을 피부 색상 모델을 원점으로 하는 좌표로 이동 시키고 경험적인 값을 이용하여 회전을 시킨다. 타원을 회전시킬 때 약간의 오차가 발생하며 오차를 보정하기 위해 ecx와 ecy를 사용하여 오차를 보정한다.

$$\frac{(x - ec_x)^2}{a^2} + \frac{(y - ec_y)^2}{b^2} = 1 \quad (11)$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_b - C_b' \\ C_r - C_r' \end{bmatrix} \quad (12)$$

C_b', C_r' 은 앞서 구한 색상 모델의 결과 값이며 $\theta = 2.53$ (in radian), $ec_x = 1.0$, $ec_y = 2.0$
 $a = 25.39$, $b = 14.03$ 의 값을 이용하였다.

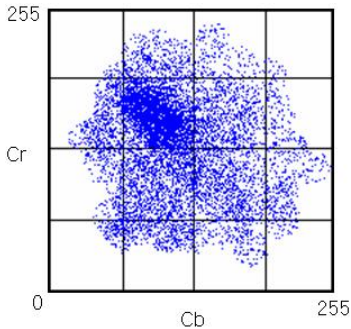


그림 8. 피부 영역의 Cb/Cr 분포도
Fig 8. Cb/Cr Map of Skin Region

입을 검출하기 위한 방법으로는 Mouth Map을 사용한다. 색상을 기반으로 입 영역을 검출하기 위해 먼저 n_l 를 구한다. n_l 는 영상의 전체적인 색상값에 기반하여 입 영역의 색상을 산출하기 위한 변수로, 추출된 전체 피부영역에서 식(13)과 같이 산출한다.

$$n_l = 0.95 \frac{\frac{1}{n} \sum_{(x,y) \in FG} C_r(x,y)^2}{\frac{1}{n} \sum_{(x,y) \in FG} C_r(x,y)/C_b(x,y)} \quad (13)$$

EyeMap과 같이 $C_b^2, (\overline{C}_r), C_b/C_r$ 은 0에서 255 사이의 값으로 정규화 하여야 한다. 이 결과를 각각 구하여 평균을 구한다. 이것은 입술영역의 경우 일반적으로 붉은색을 띄게 된다. 따라서 C_b^2 은 C_b/C_r 보다 높은 값을 가지게 된다. 이러한 이론을 바탕으로 n_l 를 구하는 것이다. 이렇게 구해진 n_l 를 이용하여 MouthMap은 식(14)와 같이 산출한다.



그림 9. MouthMap 결과영상
Fig 9. Result of MouthMap

$$MouthMap = C_r^2 (C_r^2 - n_l C_r / C_b)^2 \quad (14)$$

V. 실험 결과

본 실험을 위해 사용한 컴퓨터는 AMD Athlon 64 X2 Dual Core Process 5600+ 2.90Ghz CPU와 2.00GB RAM을 사용 하였고, VGA카드는 Nvidia Geforce 9500GT, 운영체제는 WindowsXP SP2, 사용언어는 Microsoft Visual Studio C++ 6.0을 사용하였다. 사용 영상은 자체적으로 구축한 데이터베이스를 사용하였다. 이 데이터베이스는 인터넷에 배포되어 있는 유해 영상 600장, 성인영상 600장, 인물영상 600장, 일반영상 700장으로 구성되어 있다.

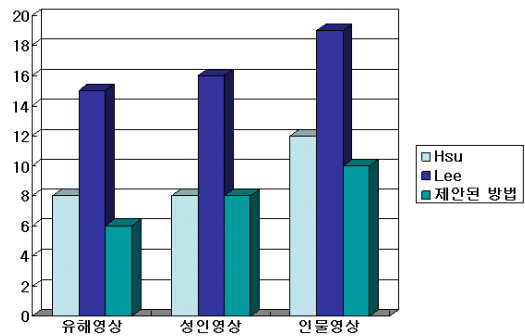


그림 10. RMSE를 이용한 오차율(피부영역)
Fig 10. Error rate using RMSE(Skin Region)

〈그림 10〉은 기존의 방법과 제안된 방법을 유해영상, 성인영상, 인물영상에서 각각 실험한 결과이다. 유해영상은 특정 신체부위가 노출되거나 노출정도가 심한 영상이고, 성인영상은 비키니, 수영복, 신체노출이 많은 의상을 착용한 영상이다. 인물영상을 일반적인 사람이 있는 영상으로 신체노출이 적은 영상을 뜻한다.

〈그림 11〉은 기존의 방법과 제안된 방법의 얼굴영역 및 입술영역 검출 실험 결과이다. Lee 방법의 경우 입술영역을 고려하지 않았으므로 얼굴영역만 검출 하였다.

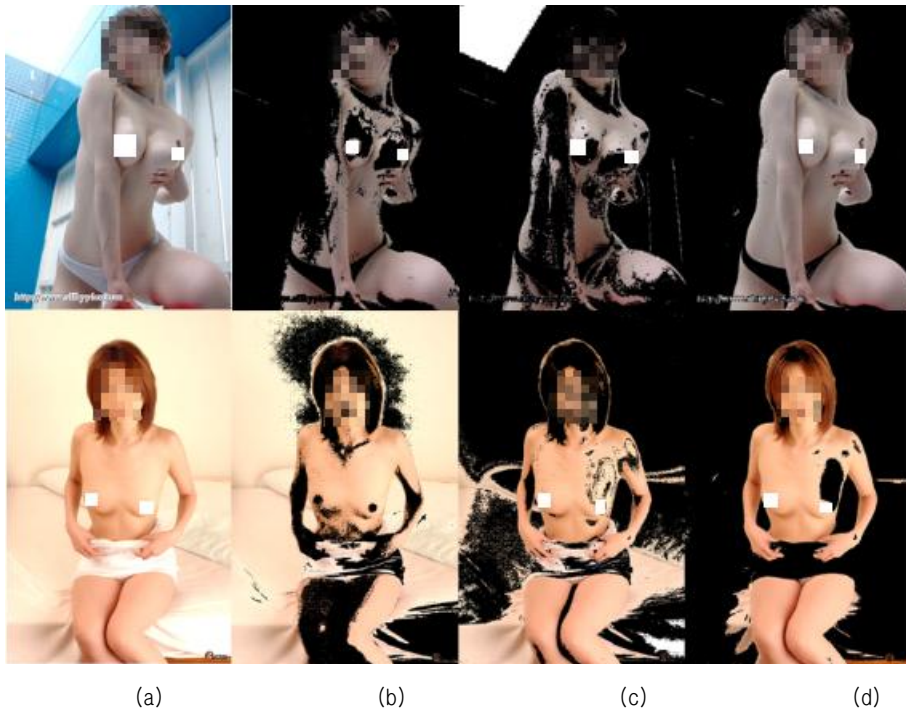


그림 12. 유해영상에서 피부영역검출 결과, (a) 원본영상, (b) Hsu의 피부영역검출 결과영상, (c) Lee의 피부영역검출 결과영상, (d) 제안된 방법의 피부영역검출 결과영상

Fig 12. Result of extract skin region in harmful image, (a) Origin Image, (b) Hsu's Method, (c) Lee's Method, (d) Proposed Method

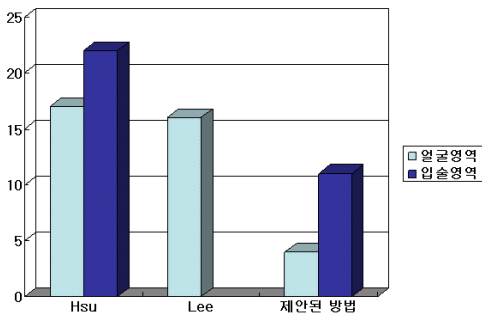


그림 11. RMSE를 이용한 오차율(얼굴영역)
Fig 11. Error rate using RMSE(Face Region)

Hsu의 방법의 경우 제대로 된 피부 영역을 검출 하지 못하기 때문에 입술검출의 정확도가 떨어졌다. 예를 들어 영상이 전체적으로 푸른색을 띄고 있으면 피부영역 전체를 입술영역이라고 판단하는 경우가 발생하였고, 전체적으로 붉은색을 띄고 있으면 입술을 검출하지 못하는 경우가 종종 발생 되었다. 하지만 제안된 방법의 경우 영상의 전반적인 색상과는 관계없이 영상 자체에서 샘플을 구해 피부색상모델을 작성하였으므로 영상의 전체적인 색상과는 강건한 모

습을 볼 수 있었다.

〈그림 12〉부터 〈그림 17〉은 기존의 방법과 제안된 방법으로 실험한 결과영상이다. 각각의 방법으로 피부영역을 검출하고 피부영역이 아닌 부분은 검은색으로 나타내었다. 〈그림 12〉는 유해영상에서 기존 방법과 제안된 방법의 실험 결과이다. 위쪽 영상의 경우 배경에 푸른색이 피부색에 영향을 미쳐 피부색이 왜곡되어있는 현상이 발생되었다. 따라서 기존 방법의 경우 피부색 검출에 많은 문제점이 발생하였다. 하지만 제안된 방법의 경우 영상에서 직접 피부색을 획득했기 때문에 배경색에 강건한 결과를 볼 수 있다. 아래쪽 영상의 경우 배경색과 피부색이 비슷한 영상이다. 기존 방법의 경우 배경과 피부를 잘 구별하지 못하였지만 제안된 방법의 경우 어느 정도 구별할 수 있다. 〈그림 13〉은 성인 영상에서 피부영역 검출 결과 이고, 〈그림 14〉는 인물 영상에서 피부영역 검출 결과 이다. 〈그림 15〉는 복잡한 배경에서 기존 방법과 제안된 방법의 실험 결과이다. 복잡한 배경에서도 제안된 방법의 경우 좋은 결과를 얻었다. 〈그림 16〉한 영상에 여러명의 얼굴이 나와 있는 경우의 실험 결과이다. 기존 방법의 경우 정확히 검출하지 못했지만, 제안된 방법의 경우 손바닥까지 잘 검출되어 있다. 〈그림 17〉은 얼굴

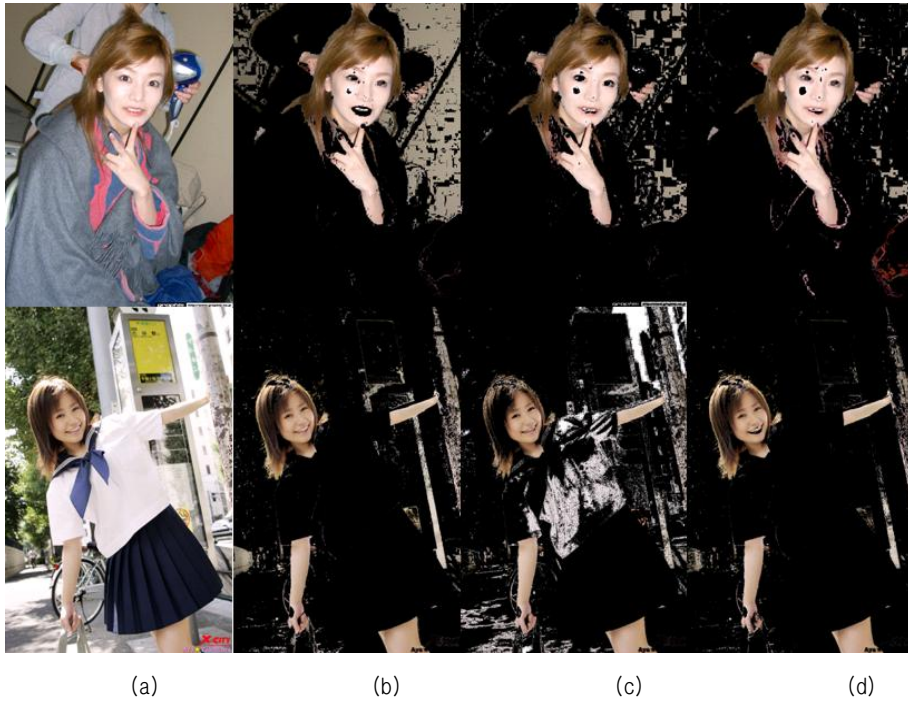


그림 14. 인물영상에서 피부영역검출 결과, (a) 원본영상, (b) Hsu의 피부영역검출 결과영상, (c) Lee의 피부영역검출 결과영상, (d) 제안된 방법의 피부영역검출 결과영상

Fig 14. Result of extract skin region in people, (a) Origin Image, (b) Hsu's Method, (c) Lee's Method, (d) Proposed Method

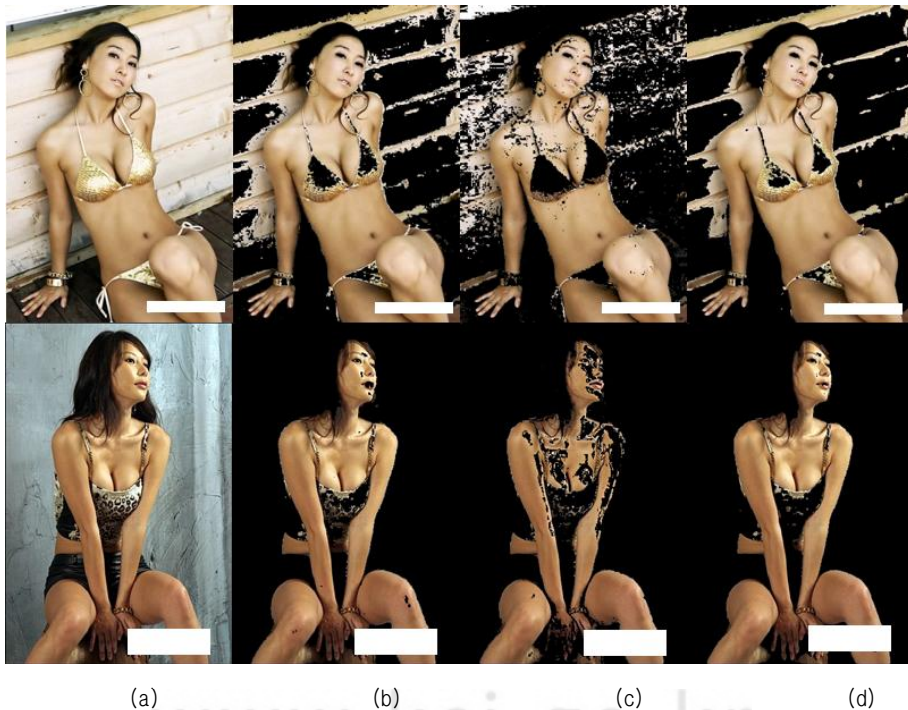


그림 13. 성인영상에서 피부영역검출 결과, (a) 원본영상, (b) Hsu의 피부영역검출 결과영상, (c) Lee의 피부영역검출 결과영상, (d) 제안된 방법의 피부영역검출 결과영상

Fig 13. Result of extract skin region in adult image, (a) Origin Image, (b) Hsu's Method, (c) Lee's Method, (d) Proposed Method

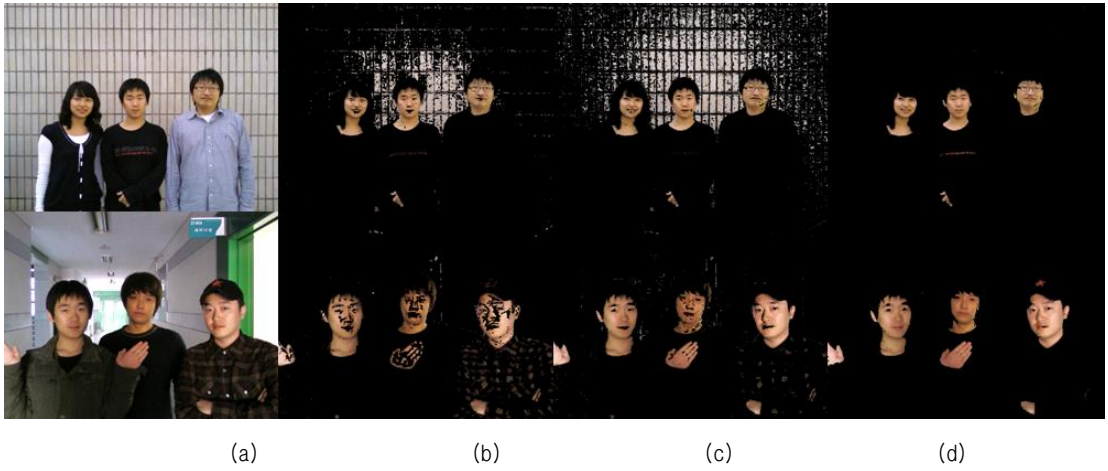


그림 16. 얼굴영상에서 피부영역검출 결과, (a) 원본영상, (b) Hsu의 피부영역검출 결과영상, (c) Lee의 방법의 피부영역검출 결과영상, (d) 제안된 방법의 피부영역검출 결과영상
 Fig 16. Result of extract skin region in face image, (a) Origin Image, (b) Hsu's Method, (c) Lee's Method, (d) Proposed Method



그림 17. 얼굴영상에서 피부영역검출 결과, (a) 원본영상, (b) Hsu의 피부영역검출 결과영상, (c) Lee의 방법의 피부영역검출 결과영상, (d) 제안된 방법의 피부영역검출 결과영상
 Fig 17. Result of extract skin region in face image, (a) Origin Image, (b) Hsu's Method, (c) Lee's Method, (d) Proposed Method

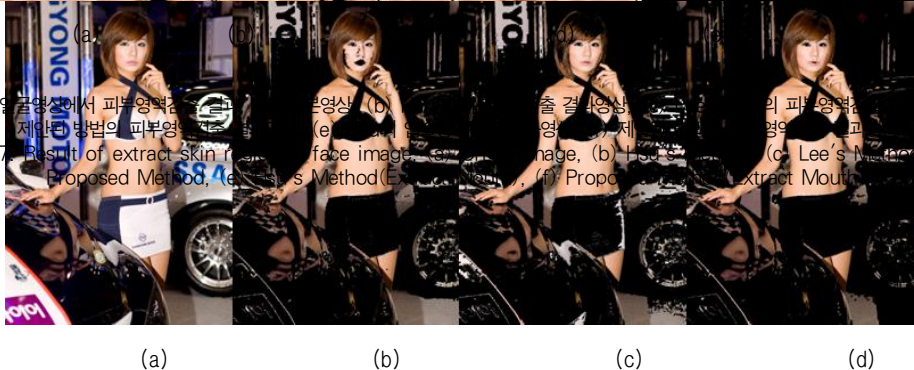


그림 15. 복잡한 영상에서 피부영역검출 결과, (a) 원본영상, (b) Hsu의 피부영역검출 결과영상, (c) Lee의 방법의 피부영역검출 결과영상, (d) 제안된 방법의 피부영역검출 결과영상
 Fig 15. Result of extract skin region in complex image, (a) Origin Image, (b) Hsu's Method, (c) Lee's Method, (d) Proposed Method

영상에서 얼굴영역과 입술영역을 검출한 결과이다. 기존의 방법은 푸른색의 바탕을 가진 영상에서는 피부영역을 제대로 검출 하지 못한 결과로 피부 영역의 대부분을 입술영역으로 검출하였고 피부색과 비슷한 배경을 가진 영상에서는 입술영역을 아예 검출하지 못하였다. 하지만 제안된 방법에서는 안정적으로 검출되고 있다.

VI. 결론

피부영역을 찾는다는 것은 정확한 피부 색상 모델을 만드는데 한계가 있다는 점이다. 왜냐하면 인종 및 개인 고유의 피부 색상 차이가 존재하며, 광학기기의 조작, 색조화장, 선댄 등의 문제로 피부영역의 색상이 왜곡될 수 있다. 또 하나의 문제가 있는데 피부 색상 모델을 만들기 위해서 범위를 선정 하는 문제이다. 피부영역의 범위를 넓히면 넓힐수록 피부영역은 잘 탐지하는데 반해 배경과 구분력이 떨어져 배경영역까지 피부영역으로 검출하는 오작동이 발생한다. 반대로 피부영역을 너무 좁히게 되면 배경영역은 제거가 되지만 피부영역까지 제거가 되는 문제가 발생된다. 따라서 피부영역의 색상을 고려하여 입술영역을 찾는 방법에 있어서 피부영역의 검출이 상당히 중요한 문제이다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고자 개인의 피부 색의 차이와 영상전체의 밝기 등 여러 가지 환경요인에 따라 변화하는 피부색을 찾기 위해 눈을 찾아 영상에서 직접 피부 샘플을 이용하는 영상 적응적 형태의 방법을 제안하였다. 기존에 제안된 방법 보다 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

눈 영역이 제대로 검출이 되지 않거나, 영상에 얼굴이 없는 경우는 이 방법을 적용하지 못한다. 따라서 눈 영역의 검출기법의 고도화와 다른 신체요소 또는 신체요소의 검출 없이 적응적 피부색상모델을 작성하는 방법에 대해 연구 되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Kyoung-Mi Lee, "Component-based face detection and verification," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 29, No. 3, pp. 200-214, Feb. 2008.
- [2] Chiunhsiun Lin, "Face Detection in complicated backgrounds and different illumination conditions by using YCbCr color space and neural network," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 28, No.16, pp. 2190-2200, Dec. 2007.
- [3] S. Liapis, G. Tziritas, "Color and texture image retrieval using chromaticity histogram and wavelet frames," *IEEE Trans. Multimedia* 6, Vol. 5, pp.676-686, 2004
- [4] 최미영, 김계영, 최형일, "컬러 영상의 조명성분 분석을 통한 문자인식 성능 향상," *한국컴퓨터정보학회 논문지*, 제12권, 제3호, 131-136쪽, 2007년 7월.
- [5] 황대동, 김계영, "T형 구조를 이용한 구성요소 기반 얼굴 탐지," *한국컴퓨터정보학회 제39차 동계학술발표논문집*, 제 16권, 제 2호, 2008년 12월.
- [6] Jiann-Shu Lee, Yung-Ming Kuo, Pau-Choo Chung, E-Liang Chen, "Naked image detection based on adaptive and extensible skin color model," *Pattern Recognition Society*, Vol. 40, No. 8, pp. 2261-2270, Aug. 2007.
- [7] Kyung-Min Cho, Jeong-Hun Jang, Ki-Sang Hong, "Adaptive skin-color filter," *Pattern Recognition Society*, Vol. 34, No. 5, pp. 1067-1073, May 2001.
- [8] T. Kawaguchi, M. Rizon, "Iris detection using intensity and edge information," *Pattern Recognition*, Vol. 36, No. 2, pp. 549-562, Feb. 2003.
- [9] J. Song, Z Chi, J. Liu, "A robust eye detection method using combined binary edge and intensity information," *Pattern Recognition*, Vol. 39, No. 6, pp. 1110-1125, June 2006.
- [10] P. Viola, M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 511-518, 2001.
- [11] B. Froba, A. Ernst, "Face-Detection with the Modified Census Transform," In *Proceedings of the IEEE Conference on Automatic Face Gesture Recognition*, pp. 91-96, May 2004.
- [12] Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel-Mottaleb, Anil K. Jain, "Face Detection in Color Images," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 5, pp. 696-706, May 2002.
- [13] P. T. Jackway, "Scale-Space Properties of The Multiscale Morphological Dilation-Erosion," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 18, No. 1, pp. 38-51, Jan. 1996.

- [14] N. Otus, "A threshold selection method from gray-level histogram," IEEE Trans. Systems Man Cybernet. SMC-8, Vol. 9, No. 1, pp. 62-66, Jan. 1979.
- [15] Jau-Ling Shih, Chang-Hsing Lee, Chang-Shen Yang, "An adult images identification system employing image retrieval technique," Pattern Recognition Letters, Vol. 28, pp. 2367-2374, 2007.

저 자 소 개



박영재
 2005년 청운대학교 컴퓨터과학과(학사)
 2008년 숭실대학교 컴퓨터학과(석사)
 2008년 ~ 현재 숭실대학교일반대학원
 컴퓨터학과 박사과정 재학중

〈관심분야〉 컴퓨터비전, 영상처리, 패턴인식



장석우
 1995년 숭실대학교 전자계산학과(학사)
 1997년 숭실대학교 컴퓨터학과(석사)
 2000년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사)
 2009년 ~ 현재 인양대학교 디지털미디어공학과 교수

〈관심분야〉 로봇비전, 증강현실, HCI, 게임 등



김계영
 1990년 숭실대학교 전산학과(학사)
 1992년 숭실대학교 컴퓨터학과(석사)
 1996년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사)
 2001년 ~ 현재 숭실대학교 컴퓨터학과 교수

〈관심분야〉 컴퓨터비전, 형태인식, 생체인식 증강현실 등