

# 신체의 구조를 기반으로 하는 배꼽 영역 검출

장석우<sup>1</sup>, 허문행<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>안양대학교 디지털미디어학과

## Navel Area Detection Based on Body Structure

Seok-Woo Jang<sup>1</sup>, Moon-Haeng Huh<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Digital Media, Anyang University

**요약** 최근 들어, 유무선 인터넷을 통해서 자유롭게 멀티미디어 콘텐츠를 획득할 수 있는 환경이 도래됨과 더불어 유해 영상을 검출하는 작업 역시 매우 중요한 이슈가 되었다. 본 논문에서는 입력영상을 분석하여 유해영상 검출에 유용하게 사용될 수 있는 배꼽 영역을 강인하게 검출하는 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안된 방법에서는 먼저 입력영상으로부터 얼굴 영역을 찾은 다음, 유두 맵을 생성하여 유두의 후보영역을 검출한다. 그런 다음, 기하학적인 특징과 유두의 평균적인 색상필터를 사용하여 유두의 후보영역들을 두 단계로 필터링하여 실제적인 유두 영역만을 추출한다. 마지막으로, 찾아진 유두 영역과의 구조적인 관계, 그리고 에지 영상과 채도 영상을 통합하여 적용함으로써 입력영상으로부터 배꼽 영역을 강건하게 검출한다. 본 논문의 실험결과에서는 제안된 알고리즘이 배꼽 영역을 신뢰성 있게 검출한다는 것을 여러 가지 실험을 통해 보여준다.

**Abstract** With the advance of the environment where we can get various multimedia contents, adult image detection has become an important issue these days. In this paper, we suggest a method of robustly detecting navel areas from input images which can be usefully utilized in adult image detection. The suggested algorithm first extracts face regions and extracts candidate nipple areas using a nipple map. Our method then selects only actual nipple regions by filtering candidate areas with geometrical features and an average nipple filter. Subsequently, the method robustly detects navel areas by using the structural relation with the nipple areas and applying edge and saturation images. Experimental results show that the suggested algorithm can effectively detect navel regions.

**Key Words** : Navel Areas, Edge, Structural Relation, Binarization, Image Features

### 1. 서론

유무선 인터넷 기술이 빠른 속도로 발전함에 따라서 텍스트, 영상, 애니메이션, 음악과일, 그리고 동영상과 같은 다양한 종류와 많은 양의 멀티미디어 정보들이 인터넷을 통해서 자유롭게 전달되고 있다. 인터넷을 통한 이러한 멀티미디어 정보의 자유로운 유통은 현대에 살고 있는 사람들의 생활을 매우 편리하게 하고 있다는 장점을 가지고 있다[1].

그러나 인터넷이 이런 편리한 기능을 가진 반면에, 인

터넷을 통해서 나체 사진이나 포르노와 같은 유해한 콘텐츠도 보다 용이하게 접근하고 저장될 수 있다는 단점도 존재한다. 그리고 이런 유해한 정보들은 어린이와 청소년들의 육체적이고 정신적인 건강 상태를 해롭게 할 수 있다. 따라서 이런 유해 콘텐츠를 효과적으로 탐지하고 블로킹(blocking)하기 위한 방법들이 최근 들어 디지털 영상처리 분야의 중요한 연구주제가 되고 있다[2].

유해 콘텐츠를 탐지하는 기존의 방법들은 관련된 문헌에서 많이 찾아볼 수 있다[3-6]. [3]은 피부색상을 이용한 방법으로 입력영상으로부터 사전에 정의된 피부색상

<sup>\*</sup>Corresponding Author : Moon-Haeng Huh(Anyang Univ.)

Tel: +82-31-467-0803 email: moonh@anyang.ac.kr

Received October 13, 2014

Revised(1st November 21, 2014, 2nd December 16, 2014)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

모델을 이용하여 피부영역을 검출한다. 그런 다음, 검출된 피부영역들이 나체 영역 안에 포함되어 있는지의 여부를 판단하여 유해 콘텐츠를 검출한다. [4]는 압축된 데이터로부터 낮은 해상도의 영상을 제작하고 비주얼 어휘(vocabulary)를 추출한 후, 이를 SVM(support vector machine) 분류기에 적용하여 나체 영상인지를 찾아낸다. [5]는 일정한 개수만큼 유해 영상과 비 유해 영상 데이터 베이스를 구성한 다음, 질의 영상이 주어질 때 여러 특징을 사용하여 질의영상과 가장 유사한 영상들을 검색한다. 그리고 검색된 영상 내에 포함된 유해 영상의 개수가 임계치 이상이면 질의영상을 유해 영상으로 판단한다. [6]은 입력영상으로부터 여성의 가슴 영역이 존재하는지의 여부를 판단하여 유해 영상인지를 판단한다. 이런 방법들 이외에도 유해 콘텐츠를 탐지하고 필터링하는 여러 가지 방법들이 소개되고 있으며, 앞으로도 계속해서 제안될 것이다[7].

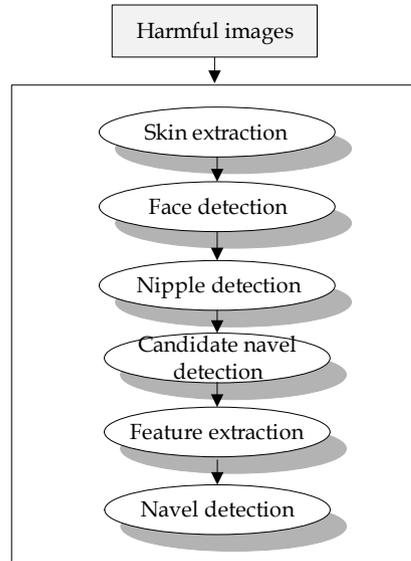
그러나 기존의 대부분의 알고리즘들은 기본적으로 인간의 피부색상을 기반으로 하여 유해 콘텐츠 검출을 시도하고 있다. 하지만 피부색상 기반의 방법들은 간단하다는 장점이 있는 반면 여러 가지 환경에서 촬영된 모든 영상으로부터 피부영역만을 이용하여 성인 콘텐츠를 정확하게 검출하기에는 어느 정도 한계가 존재한다. 따라서 피부영역과 더불어 유해성을 대표하는 인체의 구성요소를 검출하는 방법들이 최근 들어 소개되고 있지만 아직까지는 그 성능이 만족할 만한 수준은 아니다.

이런 추세에 맞추어 본 논문에서는 유해 영상 검출에 유용하게 적용될 수 있는 인체의 배꼽 영역을 강인하게 검출하는 알고리즘을 제안한다. Fig. 1은 본 논문에서 제안하는 배꼽 영역 검출 알고리즘의 전체적인 개요도를 보여준다.

Fig. 1에서 확인할 수 있듯이, 본 논문에서 제안된 방법은 먼저 입력영상을 분석하여 피부 영역, 그리고 눈과 입을 포함한 얼굴 영역을 검출한다. 그런 다음, 추출된 피부영역 위에서 여성의 유두 영역을 검출한다. 마지막으로, 배꼽 영역의 후보 영역들을 추출하고, 관련된 특징들을 적용하여 후보 배꼽 영역들 중에서 실제 배꼽 영역만을 선택한다.

1장에서는 본 연구를 수행하게 된 전체적인 개요에 대해 설명하였다. 2장에서는 입력된 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하는 방법에 대해 기술하고, 3장에서는 여성의 가슴 영역을 추출하는 기법에 대해 설명하며, 4장에서는

배꼽 영역을 검출하는 방법을 설명한다. 그리고 5장에서는 실험결과를 보이며, 6장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.



[Fig. 1] Overall flow of the suggested approach

## 2. 눈과 입 영역 검출

본 논문에서는 입력영상을 분석하여 피부색상 영역을 검출한 다음, 눈과 입을 포함한 얼굴 영역을 검출한다. 먼저, 피부 영역 검출을 위해서는 피부의 색상 분포를 타원형 분포 모델(elliptical distribution model)로 가정하고, 피부 샘플들을 학습시켜서 타원형 피부색상 분포 모델을 생성한다. 그런 다음, 학습된 피부 분포모델을 이용하여 입력영상으로부터 피부영역을 추출한다[2].

피부영역을 추출한 다음에는 눈 맵(eye map)과 입술 맵(lip map)을 이용하여 추출된 피부영역으로부터 눈과 입 영역을 찾는다[8]. 식 (1)은 입력영상에서 눈을 추출하기 위한 눈 맵 수식이다. 눈 맵은  $YCbCr$  공간에서 색상을 나타내는 맵인 EyeMapC와 밝기를 나타내는 맵인 EyeMapL을 결합하여 생성한다. 식 (1)에서  $g_o(x,y)$ 는 가우시안 함수를 나타낸다.

$$Eye Map = (Eye MapC) \text{ and } (Eye MapL) \quad (1)$$

$$Eye MapC = \frac{C_b^2 + (255 - C_r)^2 + (C_b / C_r)}{3}$$

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

식 (2)는 영상에서 입 영역을 검출하기 위해 사용하는 입 맵이다. 식 (2)에서 확인할 수 있듯이 영상에서  $C_b$  값과  $C_r$  값을 이용하여 수식을 정의하고 있다.

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

$$\eta = 0.95 \frac{\frac{1}{n} \sum_{(x,y)} C_r(x,y)^2}{\frac{1}{n} \sum_{(x,y)} C_r(x,y) / C_b(x,y)}$$

본 논문에서는 눈 맵과 입 맵을 영상에 적용한 후 각각을 이진화하여 눈과 입 영역을 최종적으로 찾아낸다. 그런 다음, 눈과 입 영역을 포함하는 최소포함사각형을 그리고, 이 영역을 얼굴 영역으로 정의한다. 이 단계에서 추출하는 눈과 입을 포함한 얼굴영역은 다음 단계에서 추출하는 유두 후보영역 필터링의 정확도를 높이기 위함이다. 다시 말해, 얼굴 영역 내에는 유두 영역이 존재할 수 없다. 따라서 만일 얼굴 영역 내에 유두의 후보영역들이 위치한다면 모두 필터링하여 유두의 후보영역에서 제거할 수 있다.

### 3. 가슴영역 추출

본 논문에서는 입력영상으로부터 여성의 노출된 가슴영역을 검출하기 위해서 앞 단계에서 피부 분포 모델을 통해서 추출한 피부색상 영역에 식 (3)과 같이 정의되는 유두 맵(nipple map)을 적용하고, 추출된 유두 맵의 이진화(binazation)를 통하여 유두의 후보 영역들을 검출한다[9]. 본 논문에서는 기본적으로 입력영상에서 유두 영역을 찾으면 노출된 여성의 가슴영역이 존재한다고 판단한다.

$$NippleMap(x,y) = \{255 - Y(x,y)\} \cdot \frac{C_r(x,y)}{Y(x,y)} + C_r^2(x,y) \cdot \frac{C_r(x,y)}{C_b(x,y)} \quad (3)$$

식 (3)에서  $Y(x, y)$ ,  $C_b(x, y)$ ,  $C_r(x, y)$ 는 각각 영상의  $(x, y)$  위치에서 화소가 가진  $Y$ ,  $C_b$ ,  $C_r$  값이다. 그리고 식 (3)의 모든 항들은 동일한 가중치를 적용하기 위해서 0에서 255 사이의 값으로 정규화되어 처리된다. 식 (3)에서 정의한 유두 맵은 일반적으로 유두 영역이 붉은 계통의 색상 값을 가지며, 밝기는 비교적 어두운 값을 가진다는 관찰을 기반으로 정의되었다. 본 논문에서 유두 맵을 적용하여 추출된 유두 맵 영상은 유두 영역일 가능성이 높은 화소일수록 밝게 표시되며, 반대로 유두 영역일 가능성이 낮은 화소일수록 어둡게 표시된다.

이와 같이 획득된 유두의 후보영역들에 기하학적인 특징을 적용하여 1차적으로 필터링한 다음, 평균적인 유두 색상필터를 적용하여 2차적으로 필터링함으로써 실제적인 유두 영역들만을 획득한다. 먼저, 기하학적인 특징으로는 유두 후보영역의 크기, 밀집도(compactness), 그리고 연장도(elongatedness) 특징을 활용한다. 여기에서 크기 특징은 후보영역이 포함하고 있는 화소의 개수를 의미한다. 밀집도 특징은 후보영역이 차지하는 면적과 후보영역 최소포함사각형 면적의 상대적인 비율을 의미한다. 그리고 연장도 특징은 후보영역의 가로와 세로 길이의 상대적인 비율을 의미한다. 다시 말해, 후보영역의 크기, 밀집도, 그리고 만일 해당 유두 후보영역의 연장도 특징이 사전에 정의된 범위 내에 포함되지 않는다면 후보영역에서 제거된다.

후보 영역의 2차 필터링에 사용되는 유두의 평균적인 색상필터는 일정 개수의 유두 샘플 영상들을  $50 \times 50$  화소 크기로 정규화하고,  $C_b$ 와  $C_r$  채널별로 평균적인 색상을 구하여 생성한다. 그런 다음, 1차적으로 필터링된 유두의 후보영역들과 유두의 평균 색상필터의 유사도를 비교하여 차이가 큰 후보영역들을 후보군에서 제거함으로써 실제적인 유두영역들만을 추출한다. 식 (4)는 유두의 후보영역과 평균색상 필터의 유사도를 비교하는 식이다. 식 (4)에서  $T$ 는 유두의 평균적인 색상필터를 나타내고,  $I_C$ 와  $I_G$ 은 유두 후보영역에 대한  $C_b$ 와  $C_r$  값이다. 그리고  $N$ 은 색상필터의 가로 또는 세로의 길이를 나타낸다.

$$Simil(T, I) = \frac{1}{2N^2} \left( \left| \sum_{x',y'} T_{C_b}(x',y') - I_{C_b}(x+x',y+y') \right| + \left| \sum_{x',y'} T_{C_r}(x',y') - I_{C_r}(x+x',y+y') \right| \right) \quad (4)$$

### 4. 배꼽 영역 검출

본 논문에서는 에지와 채도를 이용하여 배꼽의 후보 영역을 추출한다. 이를 위해 먼저 입력영상으로부터 소벨(Sobel) 에지를 추출한다. 일반적으로, 소벨 에지 연산자는 에지 추출의 가장 대표적인 1차 미분 연산자 중의 하나로, Fig. 2와 같은 수직 마스크(mask)와 수평 마스크를 이용하여 x 방향과 y 방향의 미분을 구한다. 그런 다음, x 방향의 미분과 y 방향의 미분을 결합하여 (x, y) 점에서의 에지의 크기와 방향을 식 (5)와 (6)을 이용하여 구할 수 있다.

-1	0	1	-1	-2	-1
-2	0	2	0	0	0
-1	0	1	1	2	1

[Fig. 2] Sobel masks  
(a) Horizontal mask (b) Vertical mask

$$E(x,y) = \sqrt{\left(\frac{df}{dx}\right)^2 + \left(\frac{df}{dy}\right)^2} \tag{5}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{df/dx}{df/dy}\right) \tag{6}$$

이와 같이 소벨 에지 영상을 획득한 후에는 Otsu의 방법을 이용하여 에지 영상을 적응적으로 이진화한다[10]. 일반적으로, Otsu의 이진화 방법은 명암 히스토그램이 두 개의 확률밀도를 가질 때에 성능이 가장 우수하다고 알려져 있다.

그런 다음, 이진화된 에지 영상에 형태학적인 연산자(morphological operator) 중에서 닫힘(closing) 연산자를 적용한다[11,12]. 일반적으로, 닫힘 형태학적 연산자는 물체의 원형은 유지하면서 물체 내의 빈 홀을 채우거나 매우 인접한 끊어진 물체들을 연결하는 효과를 갖는데, 식 (7)과 같이 표현된다.

$$B \cdot S = (B \oplus S) \ominus S \tag{7}$$

식 (7)에서 B는 이진 영상을 나타내고, S는 구조화 요

소(structuring element)를 의미한다. 그리고  $\oplus$ 는 팽창(dilation) 연산을 나타내고,  $\ominus$ 는 침식(erosion) 연산을 의미한다. 보통, 팽창 연산은 식 (8)과 같이 구조화 요소인 S를 가지고 이진 영상을 스캔하면서 적어도 S의 한 요소가 이진 영상의 물체 영역인 B(화소 값이 1인 영역)와 겹치게 될 때 구조화 요소의 원점에 위치하는 화소 값을 1로 변환하고, 그렇지 않으면 0으로 설정한다.

$$B \oplus S = \begin{cases} 1 & \text{if } S \text{ overlaps } B \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{8}$$

한편, 침식 연산은 식 (9)와 같이 구조화 요소 S를 가지고 이진 영상을 스캔하면서 S의 모든 화소가 이진 영상의 물체 영역 B(화소 값이 1인 영역)에 포함될 때에는 구조화 요소 S의 원점에 위치하는 화소의 값을 1로 설정하고, 그 이외의 경우에는 화소의 값을 0으로 설정한다.

$$B \ominus S = \begin{cases} 1 & \text{if } S \in B \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{9}$$

다음으로는 입력영상을 HSI 색상 공간으로 변경하여 채도(saturation) 영상을 추출한다. 보통 배꼽 영역은 다른 신체 영역에 비해서 두드러진 특징이 많이 존재하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 색상의 탁한 정도를 나타내는 채도를 활용하여 배꼽의 특징 추출을 시도한다.

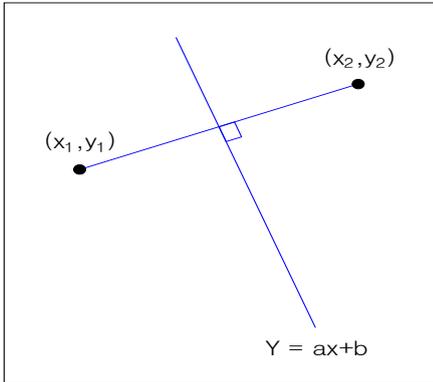
본 논문에서는 배꼽 영역에 대한 채도를 추출해 본 결과 배꼽 영역 근처에서는 채도 값이 비교적 높게 분포한다는 사실을 확인하였다. 이와 같이 입력영상에 대한 채도 영상을 추출한 다음에는 에지 영상에 대한 처리와 마찬가지로 채도 영상을 Otsu의 방법을 이용하여 이진화한 다음, 닫힘 형태학적인 연산자를 적용한다.

이와 같이 추출된 이진화된 에지 영상과 채도 영상에서 일정 크기 이상의 중복되는 영역들을 배꼽의 후보영역으로 선택한다. 그런 다음, 인체의 구조적인 특징을 이용하여 최종적인 배꼽 영역을 획득한다. 다시 말해, 이전 단계에서 추출한 두 개의 유두 영역의 중심들을 연결하는 직선의 중앙을 아래 방향으로 직교하는 직선에 가장 근접한 후보영역을 배꼽 영역이라고 판단한다. 식 (10)은  $(x_1, y_1)$ 과  $(x_2, y_2)$ 를 두 개의 유두 영역의 중심이라고 가정할 경우, 두 개 유두 영역을 연결하는 직선을 수직 이등분하는 직선의 방정식을 나타낸다. 식 (10)에서 a와 b는 직선의 방정식의 기울기와 y절편을 각각 의미한다.

$$y = ax + b$$

$$= \frac{x_2 - x_1}{y_1 - y_2}x + \frac{x_1^2 + y_1^2 - x_2^2 - y_2^2}{2(y_1 - y_2)} \quad (10)$$

그리고 Fig. 3은 유두를 지나는 직선을 수직 이등분하는 직선을 그림으로 나타내고 있다.



[Fig. 3] Straight line equation

### 5. 실험결과

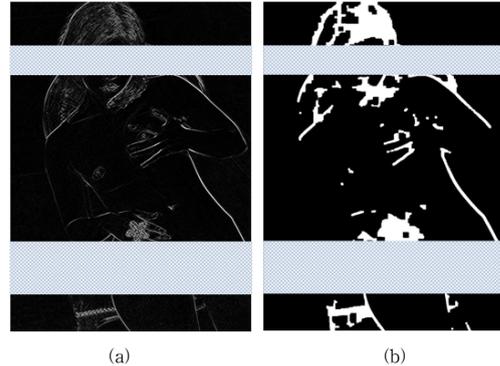
본 논문의 실험을 위해 사용한 컴퓨터는 인텔 Core(TM) i7 2.93Ghz의 CPU와 4GB의 메모리를 사용하였고, 운영체제로는 마이크로소프트사의 윈도우 7을 사용하였다. 그리고 알고리즘의 구현을 위해 사용한 프로그래밍 언어는 마이크로소프트사의 Visual C++과 OpenCV 라이브러리이다. 본 논문에서 제안된 방법의 성능을 비교 평가하기 위한 영상 데이터베이스로는 특정한 제약조건이 주어지지 않은 일반적인 환경에서 촬영된 다양한 종류의 성인 영상과 비 성인영상을 수집하여 실험에 사용하였다.

Fig. 4 (a)는 입력 영상으로부터 추출한 에지 영상을 나타내며, 그림 4 (b)는 추출된 에지 영상을 이진화하고 형태학적인 연산자를 적용하여 후처리를 한 결과 영상을 보여준다.

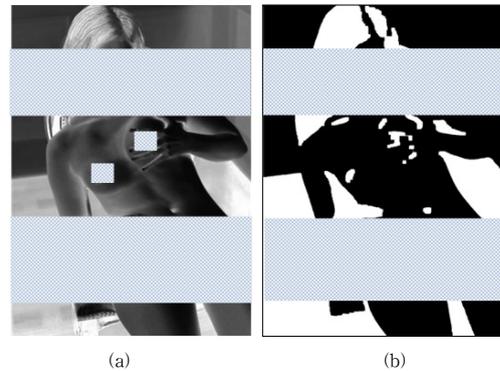
Fig. 5 (a)는 입력 영상으로부터 추출한 채도 영상을 나타내며, Fig. 5 (b)는 추출된 채도 영상을 이진화하고 후 처리를 한 결과 영상을 보여준다.

Fig. 6 (a)는 입력 영상으로부터 유두 영역을 검출한 결과를 보여준다. 그리고 Fig. 6 (b)는 에지 영상과 채도 영상을 통하여 획득한 배꼽의 후보 영역으로부터 신체의

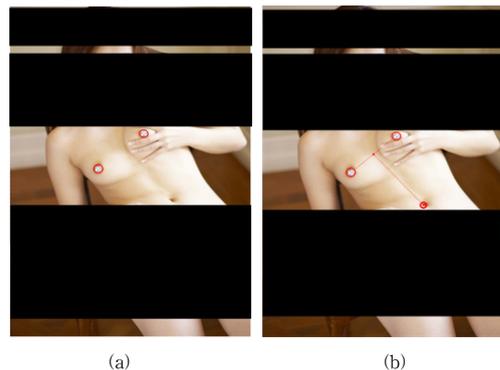
기하학적인 구조 관계를 이용하여 최종적으로 배꼽 영역을 추출한 결과를 보여준다.



[Fig. 4] Edge map binarization  
(a) Edge map (b) Binarized edge map



[Fig. 5] Saturation map binarization  
(a) Saturation map (b) Binarized Saturation map



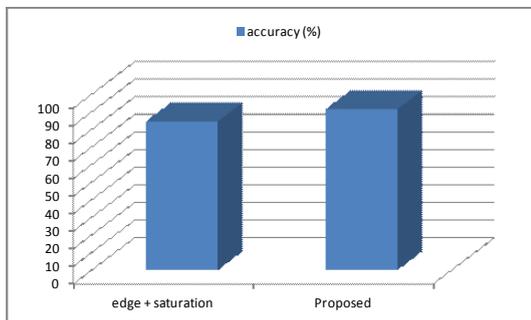
[Fig. 6] Navel detection result  
(a) Face and nipple detection (b) Navel detection

본 논문에서는 제안된 배꼽 영역 검출 방법의 성능을 정량적으로 평가하기 위해서 식 (11)을 이용하여 정확도

를 평가하였다. 식 (11)에서  $N_{total}$ 은 성능 평가에 활용된 전체 입력 영상의 개수를 의미하고,  $N_{detected}$ 는 입력 영상 중에서 정확하게 배꼽이 검출된 영상의 개수를 의미한다.

$$Accuracy = \frac{N_{detected}}{N_{total}} \times 100 (\%) \quad (11)$$

Fig. 7은 식 (11)을 통해서 획득한 배꼽 검출 방법의 정확도 측정 결과를 그래프로 보여주고 있다. 본 논문에서는 배꼽 검출 방법의 정확도를 비교하기 위해서 제안된 방법 중에서 에지와 채도만을 이용하는 방법, 그리고 인체의 구조적인 특징을 결합한 제안된 방법 전체를 비교하였다. Fig. 7에서 확인할 수 있듯이 신체의 구조적인 관계를 적용하는 방법이 보다 신뢰성 있게 배꼽을 검출한다는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 에지와 채도만을 이용한 방법에서는 배꼽 영역 검출에 오 검출이 존재하는 반면 신체의 구조를 기반으로 하는 방법은 이런 오 검출을 상당수 제거할 수 있음을 확인할 수 있었다.



[Fig. 7] Performance evaluation

## 6. 결론

본 논문에서는 입력된 영상을 분석하여 유해 콘텐츠를 검출하는데 유용하게 사용될 수 있는 배꼽 영역을 검출하는 새로운 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 먼저 입력영상을 분석하여 눈과 입을 포함한 얼굴 영역과 피부영역을 검출하였다. 그리고 추출된 피부영역 위에서 여성의 유두 영역을 색상 정보를 이용하여 검출하였다. 그런 다음, 배꼽 영역의 후보 영역들을 추출하고, 관련된 특징들을 적용하여 후보 배꼽 영역들 중에서 실제 배꼽 영역만을 선택하였다. 실험 결과에서는 제안된

방법이 여러 입력영상으로부터 배꼽 영역을 신뢰성 있게 추출한다는 것을 보여 주었다.

향후 연구로는 인체의 배꼽 영역 검출의 정확성을 향상시키기 위해서 배꼽 영역을 보다 잘 표현할 수 있는 새로운 특징들을 추가로 개발할 예정이다. 또한, 현재 구현된 배꼽 검출 알고리즘 내부에서 사용되고 있는 임계치 (threshold) 형식의 파라미터들을 보다 효과적으로 조율할 계획이다.

## References

- [1] J. Kim, N. Kim, D. Lee, S. Park, and S. Lee, "Watermarking Two Dimensional Data Object Identifier for Authenticated Distribution of Digital Multimedia Contents," *Signal Processing: Image Communication*, Vol. 25, No. 8, pp. 559-576, September 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.image.2010.07.004>
- [2] S.-W. Jang, Y.-J. Park, G.-Y. Kim, H.-I. Choi, M.-C. Hong, "An Adult Image Identification System Based on Robust Skin Segmentation," *Journal of Imaging Science and Technology*, Vol. 55, No. 2, pp. 020508-1~10, March 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2011.55.2.020508>
- [3] J.-S. Lee, Y.-M. Kuo, P.-C. Chung, and E.-L. Chen, "Naked Image Detection Based on Adaptive and Extensible Skin Color Model," *Pattern Recognition*, Vol. 40, No. 8, pp. 2261-2270, August 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2006.11.016>
- [4] L. Sui, J. Zhang, L. Zhuo, Y. C. Yang, "Research on Pornographic Images Recognition Method Based on Visual Words in a Compressed Domain," *IET Image Processing*, Vol. 6, pp. 87-93, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1049/iet-ipr.2011.0005>
- [5] J.-L. Shih, C.-H. Lee, and C.-S. Yang, "An Adult Images Identification System Employing Image Retrieval Technique," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 28, No. 16, pp. 2367-2374, December 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2007.08.002>
- [6] S.-W. Jang, S.-I. Joo, G.-Y. Kim, "Active Shape Model-based Objectionable Images Detection," *Journal of Korean Society for Internet Information*, Vol. 10, No. 5, pp. 71-82, October 2009.
- [7] L. Su, F. Zhang, and L. Ren, "An Adult Image Recognition Method Facing Practical Application," *In Proc. of the International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*, Vol. 2, pp. 273-276, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ISCID.2013.182>

- [8] R.-L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, and A. K. Jain, "Face Detection in Color Images," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 5, pp. 696-706, May 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/34.1000242>
- [9] S.-W. Jang, Y.-J. Park, and M.-H. Huh, "Detection of Harmful Images Based on Color and Geometrical Features," *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 14, No. 11, pp. 5834-5840, November 2013  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.11.5834>
- [10] M. Sezgin and B. Sankur, "Survey over Image Thresholding Techniques and Quantitative Performance Evaluation," *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 13, No. 1, pp. 146-165, January 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1117/1.1631315>
- [11] S. Lou, X. Jiang, and P. J. Scott, "Algorithms for Morphological Profile Filters and Their Comparison," *Precision Engineering*, Vol. 36, No. 3, pp. 414-423, July 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.precisioneng.2012.01.003>
- [12] H.-I. Choi, *Computer Vision*, Hongrung Publishing Company, January 2013.

**장 석 우(Seok-Woo Jang)**

[정회원]



- 1995년 2월 : 숭실대학교 전자계학과 (공학사)
- 1997년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 8월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 디지털미디어학과 교수

<관심분야>

로봇비전, 증강현실, HCI, 비디오 색인 및 검색, 등

**허 문 행(Moon-Haeng Huh)**

[정회원]



- 1979년 2월 : 숭실대학교 전자계학과 (공학사)
- 1989년 2월 : 연세대학교 전자계산학과 (공학석사)
- 2003년 8월 : 충북대학교 전자계산학과 (공학박사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 디지털미디어학과 교수

<관심분야>

디지털콘텐츠, 유비쿼터스, 미디어 컨버전스 등