

# 에이다부스트 알고리즘을 이용한 인체 영역의 강인한 검출

장석우, 변시우\*  
안양대학교 디지털미디어학과

## Robust Detection of Body Areas Using an Adaboost Algorithm

Seok-Woo Jang, Siwoo Byun\*

Department of Digital Media, Anyang University

**요약** 최근 들어, 나체 사진이나 그림과 같은 유해한 영상 콘텐츠가 쉽게 유통 및 보급되고 있는 실정이라서 이런 유해 영상 콘텐츠를 효과적으로 검출하고 필터링하기 위한 연구 방법들이 지속적으로 소개되고 있다. 따라서 본 논문에서는 입력 되는 칼라 영상으로부터 영상의 유해성을 나타내는 요소인 사람의 배꼽 영역을 하르-라이크(Haar-like) 특징과 에이다부스트(Adaboost) 알고리즘을 이용하여 강인하게 검출하는 새로운 접근 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안된 방법에서는 먼저 입력 영상으로부터 색상 정보를 이용하여 사람의 유두 영역을 검출하고, 검출된 유두 영역과의 위치 정보를 사용하여 배꼽의 후보 영역을 검출한다. 그런 다음, 하르-라이크 특징과 에이다부스트 알고리즘을 이용한 필터링을 통해 실제 배꼽 영역들만을 검출한다. 실험 결과에서는 제안된 방법이 입력되는 칼라 영상으로부터 배꼽 영역을 기존의 방법보다 1.6% 더 정확하게 추출한다는 것을 보여준다. 본 논문에서 제안된 배꼽 영역 검출 알고리즘은 2 차원이나 3 차원의 유해 콘텐츠 검출 및 필터링과 관련된 여러 가지 응용 분야에서 매우 효과적으로 이용될 것으로 기대된다.

**Abstract** Recently, harmful content (such as images and photos of nudes) has been widely distributed. Therefore, there have been various studies to detect and filter out such harmful image content. In this paper, we propose a new method using Haar-like features and an AdaBoost algorithm for robustly extracting navel areas in a color image. The suggested algorithm first detects the human nipples through color information, and obtains candidate navel areas with positional information from the extracted nipple areas. The method then selects real navel regions based on filtering using Haar-like features and an AdaBoost algorithm. Experimental results show that the suggested algorithm detects navel areas in color images 1.6 percent more robustly than an existing method. We expect that the suggested navel detection algorithm will be usefully utilized in many application areas related to 2D or 3D harmful content detection and filtering.

**Keywords** : Adaboost algorithm, Learning, Feature extraction, Detection accuracy, Binarization

### 1. 서론

최근 들어, 중앙처리 장치의 성능이 우수하고 초고속의 유무선 네트워크 기능을 보유한 스마트 디바이스들의 급속한 확산 보급으로 인해 언제 어디서나 편리하게 인터넷을 통해서 다양한 종류의 영상 미디어를 획득하고 사용할 수 있게 되었다[1]. 그리고 이런 영상 미디어들은

정보통신, 방송, 의료, 교육훈련, 교통, 군사, 게임, 애니메이션, 가상현실, CAD, 그리고 산업기술 등의 여러 가지 실제적인 응용 분야에 다양하게 적용되어 사용되고 있다[2-5].

그러나 인터넷은 사회적으로 통제를 필요로 하는 개인정보가 노출된 영상 콘텐츠 역시 이용자들에게 무차별적으로 제공하고 있어 역기능을 발생시키고 있다[6-9].

\*Corresponding Author : Siwoo Byun(Anyang Univ.)

Tel: +82-31-467-0922 email: swbyun@anyang.ac.kr

Received September 22, 2016

Revised October 13, 2016

Accepted November 10, 2016

Published November 30, 2016

다시 말해, 개인 정보나 노출된 신체의 부위가 포함된 영상 콘텐츠가 아무런 제재 없이 어린이와 청소년을 비롯한 판단력과 절제력이 부족한 일반인들에게 노출 및 유통되고 있어서 개인의 사생활을 침해할 뿐만 아니라 사회적으로도 큰 문제가 되고 있는 실정이다.

더군다나 노출된 중요 신체 부위를 포함한 영상 콘텐츠가 일반인들에게 공개된다면 당사자들에게 미칠 정신적인 피해와 부작용은 상상을 초월할 것으로 예상된다. 따라서 최근에는 사람의 중요 신체 부위가 노출된 유해 콘텐츠를 영상처리 및 컴퓨터 비전 기법을 이용하여 강인하게 검출하고, 검출된 유해 콘텐츠를 효과적으로 필터링하는 연구에 대해 관심이 집중되고 있다[10].

다양한 종류의 입력 영상으로부터 유해 콘텐츠를 자동으로 검출하는 기존의 연구는 관련된 참고문헌들에서 찾아볼 수 있다. [11]에서는 먼저 피부색 분류기를 이용하여 입력 영상으로부터 피부 색상 영역을 검출한다. 그런 다음, 영역 특징 분류기를 사용하여 앞서 검출된 피부색 영역의 비율과 위치 특징을 무해 또는 유해로 분류한다. [12]에서는 세 가지 단계로 유해 콘텐츠를 검출한다. 첫 번째 단계에서는 배경으로부터 관심 영상(ROI)을 추출한다. 두 번째 단계에서는 가중치 마스크를 이용해 ROI를 분할된 영상과 구분한다. 마지막으로 ROI의 색상과 텍스처 특징을 비교하여 유해 유무를 결정한다. [13]에서는 유해 영상과 비 유해 영상으로 구성된 영상 DB부터 영상 검색 기법을 이용해 유해 영상을 검출한다. 이 방법에서는 검색된 영상들에 포함된 유해 영상의 개수가 정해진 개수 이상이면 질의 영상을 유해 영상으로 결정한다. [14]에서는 입력된 영상을 분석하고 유두와 같은 노출된 인체의 중요한 구성요소가 영상 내에 포함되어 있는지를 검출하여 유해 영상인지의 유무를 판단한다. 위에서 기술한 알고리즘들 이외에도 유해 콘텐츠를 보다 강인하게 추출하기 위한 다양한 방법들이 계속해서 제안되고 있다.

위에서 기술한 여러 가지의 방법들도 어느 정도는 신뢰성 있게 유해 영상을 검출하지만 여전히 많은 제약사항들이 존재한다. 그리고 아직까지는 유해 영상 콘텐츠를 검출하는 기존의 방법들이 많은 오 검출을 포함하고 있는 것이 현재 실정이다. 따라서 본 논문에서는 유해 영상 검출에 사용하기 위해서 에이다부스트(Adaboost) 알고리즘을 이용하여 노출된 사람의 배꼽 영역을 강인하게 검출하는 새로운 방법을 제안한다. Fig. 1은 본 논문에서

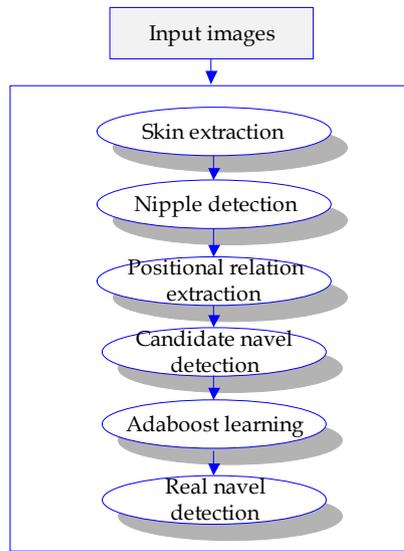


Fig. 1. Flowchart of the proposed algorithm

제안하는 배꼽 검출 방법의 전체적인 개요도를 보여준다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 제안된 방법에서는 컬러 영상으로부터 사람의 유두 영역을 검출하고, 검출된 유두 영역의 위치 정보와 에지 및 채도 영상을 이용하여 배꼽의 후보 영역을 검출한다. 그런 다음, 하르-라이크(Haar-like) 특징과 에이다부스트 알고리즘을 이용한 필터링을 통해서 비 배꼽 영역을 제거하고 실제적인 배꼽 영역만을 강인하게 선택한다.

1장에서는 본 연구를 수행하게 된 개요에 대해 설명하였다. 2장에서는 배꼽의 후보 영역들을 추출하는 방법에 대해 기술한다. 3장에서는 비 배꼽 영역을 제거하고 실제 배꼽 영역들만을 필터링하는 방법에 대해 설명한다. 그리고 4장에서는 제안된 배꼽 검출 방법의 성능을 비교 평가하기 위한 실험결과를 보이며, 5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 기술한다.

## 2. 후보 영역 추출

본 논문에서는 먼저 입력 영상을 분석하여 사람의 피부 색상(skin color) 분포 영역을 검출한다. 즉, 피부 영역 검출을 위해 사전에 피부 색상 분포를 타원형 분포 모델로 가정하고 피부 색상 화소들을 학습시켜서 타원형 분포 모델의 여러 파라미터들을 획득한다. 그런 다음, 학습된 타원형 피부 색상 분포 모델을 사용하여 입력된 테

스트 영상으로부터 피부 색상 영역만을 식 (1)과 같이 분할한다[15]. 식 (1)에서  $F_{color}(x, y)$ 는 영상의 위치  $(x, y)$ 에서의 색상 값을 나타내고,  $Model_{skin}$ 은 사전에 정의된 타원형 모양의 피부 색상 분포 모델을 의미한다.

$$\begin{aligned} & \text{IF } F_{color}(x, y) \in Model_{skin} \\ & \text{THEN } F_{color}(x, y) \text{ is skin color} \\ & \text{ELSE} \\ & \text{THEN } F_{color}(x, y) \text{ is nonskin color} \end{aligned} \quad (1)$$

영상으로부터 피부 색상 영역을 추출한 다음에는, 검출된 피부 색상 영역에 식 (2)와 같이 정의되는 유두 맵 (nipple map)을 적용하고, Otsu의 적응적인 이진화와 레이블링(labeling)을 수행하여 유두의 후보 영역들을 검출한다.

$$\begin{aligned} Map(x, y) = \{255 - Y(x, y)\} \cdot \frac{C_r(x, y)}{Y(x, y)} \\ + C_r^2(x, y) \cdot \frac{C_r(x, y)}{C_b(x, y)} \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에서  $Y(x, y)$ ,  $C_b(x, y)$ ,  $C_r(x, y)$ 는 영상의  $(x, y)$  위치에서의  $Y, C_b, C_r$  색상 모델 구성요소의 값이다. 그리고 식 (2)에서 계산의 편리성을 위해 사용된 모든 항은 0에서 255 사이의 값으로 정규화된다. 본 논문에서는 보통 사람의 유두 영역이 붉은 계열의 색상을 가지고, 상대적으로 어두운 밝기 값을 가진다는 사실로부터 유두 맵을 유도하였다. 본 논문에서 생성된 유두 맵 영상은 유두일 가능성이 높은 화소일수록 밝은 명암 값으로 표시되며, 반대로 유두일 가능성이 낮은 화소일수록 어두운 명암 값으로 표시된다.

유두 맵을 적용하여 1차적으로 검출된 유두의 후보 영역들은 기하학적인 특징을 이용하여 필터링한다. 본 논문에서는 기하학적인 특징으로 유두 후보 영역의 크기 특징, 밀집도 특징, 연장도 특징을 사용한다. 여기에서 크기 특징은 유두의 후보 영역이 차지하고 있는 화소의 전체 개수를 나타내고, 밀집도 특징은 후보 영역이 차지하는 면적과 후보 영역 최소포함사각형(MER) 면적의 상대적인 비율을 나타낸다. 그리고 연장도 특징은 후보 영역의 가로 길이와 세로 길이의 상대적인 비율을 나타낸다. 본 논문에서는 후보 영역의 크기 특징, 밀집도 특

징, 연장도 특징이 사전에 정의된 임계치보다 작을 경우에는 후보 영역이 비 유두 영역이라고 판단하여 후보 영역에서 제외한다.

다음에는 에지와 채도, 그리고 검출된 유두 영역과의 상대적인 위치 좌표를 이용하여 배꼽의 후보 영역을 추출한다. 먼저 입력 영상으로부터 소벨 에지를 검출한 다음, Otsu의 이진화 알고리즘을 이용해 검출된 에지를 이진화한다. 그리고 이진화된 에지 영상에 닫힘(closing) 형태학적 연산자(morphological operator)를 적용한다. 보통 닫힘 형태학적인 연산자는 객체의 기본적인 형태는 유지하면서 객체 내부에 위치한 구멍(hole)을 채우거나 인접해 있는 단절된 영역들을 결합하는 역할을 수행한다.

그런 다음, 입력 영상으로부터 채도(Saturation) 영상을 추출한다. 일반적으로 배꼽 영역의 근처에서는 채도가 비교적 높게 분포한다는 특징이 있다. 따라서 본 논문에서는 입력 영상으로부터 채도 영상을 추출한 다음에는 에지 영상과 마찬가지로 Otsu의 알고리즘을 이용하여 이진화하고 닫힘 형태학적인 연산자를 적용한다.

위에서 추출한 에지 영상과 채도 영상으로부터 식 (3)과 같이 서로 중첩되면서, 일정 크기 이상이 되는 영역들을 선정한다. 식 (3)에서  $E(x, y)$ 는 에지 영상을 나타내고,  $S(x, y)$ 는 채도 영상을 나타낸다. 그리고  $N(x, y)$ 는 추출된 에지 영상과 채도 영상이 서로 중첩된 영상을 나타낸다.

$$N(x, y) = E(x, y) \cap S(x, y) \quad (3)$$

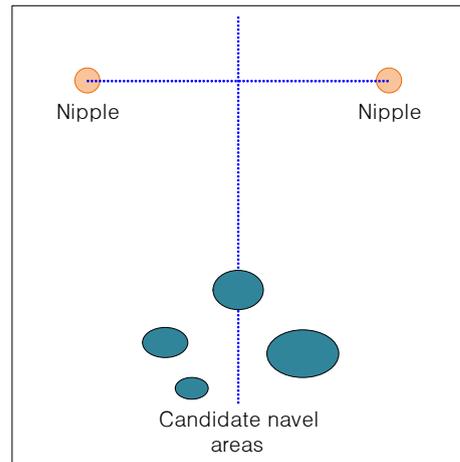


Fig. 2. Selection of candidate navel areas

그런 다음, 기 검출된 유두 영역과의 신체적인 위치 관계를 이용하여 배꼽의 후보 영역을 선정한다. 즉, 본 논문에서는 기 검출된 두 개의 유두 영역의 중심을 연결하는 선분을 수직으로 이등분하는 직선에 근접한 영역들을 배꼽의 후보 영역으로 선택한다. Fig. 2는 배꼽의 후보 영역들을 선정하는 개략적인 처리 과정을 보여준다.

### 3. 필터링을 통한 배꼽 검출

부스트(Boost)란 데이터로부터 결과를 산출할 때 약한 선택 기준들을 합하여 정확성이 보다 높은 선택 기준을 생성하는 알고리즘이다. 부스트 알고리즘의 장점은 가정에 의해 결과가 부정확하게 도출될 확률을 줄여주고, 판단하기 어려운 문제를 올바른 방향으로 판단할 수 있는 확률을 높여준다.

에이다부스트(Adaboost: adaptive boosting) 알고리즘 [10]은 가장 잘 알려진 부스트 알고리즘이면서, 단순하면서도 효율적이라는 장점 또한 가지고 있다. 에이다부스트 학습 알고리즘을 이용하면 학습이 진행될수록 대상 객체를 잘 표현하는 특징 값을 보다 많이 획득할 수 있어서 강력한 인식 알고리즘을 생성할 수 있다. 그리고 에이다부스트 알고리즘을 이용하여 추출한 특징 값들을 Fig. 3과 같이 단계별로 그룹화하여 사용한다.

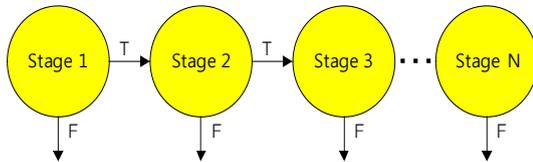


Fig. 3. N-cascaded classifiers

즉, 그룹화를 통해 보다 강력한 인식 알고리즘을 구현할 수 있다. 다시 말해, 첫 번째 단계에서는 적은 수의 특징 값을 가지고 일정한 수준의 판별 능력을 가진 특징 값들을 그룹화하고, 다음 단계에서는 첫 번째 단계에서 보다 많은 수의 특징 값들을 가지고 전 단계와 유사한 판별 능력을 가지는 그룹을 생성한다.

본 논문에서는 에이다부스트 알고리즘[16]을 이용한 학습 및 인식을 통하여 이전 단계에서 검출한 배꼽의 후보 영역이 비 배꼽 영역인지 아니면 실제 배꼽 영역인지의 유무를 검증한다.

일반적으로 에이다부스트 알고리즘은 성능을 향상시키기 위해서 다른 많은 형태의 학습 알고리즘과 결합하여 사용될 수 있다는 장점이 있다. 그리고 에이다부스트는 어떤 주어진 학습 알고리즘의 정확도를 향상시키기 위해 고안한 알고리즘으로 성능이 다소 떨어지는 약 분류기들을 조합하여 강 분류기를 만드는 방법 중의 하나이다.

에이다부스트 알고리즘은 이전의 분류기에 의해 잘못 분류된 샘플들을 이어지는 약한 학습기들이 수정해 줄 수 있다는 사실에서 다양한 상황에 적용할 수 있다. 따라서 에이다부스트는 잡음이 많은 데이터와 아웃라이어(outlier)에 취약한 모습을 보여준다. 그러나 다른 상황에서는 다른 학습 방법보다 과적합(overfitting)에 보다 덜 취약하다는 특징을 가지기도 한다. 개별적인 학습기들의 성능이 다소 낮더라도 각각의 성능이 무작위 추정보다 좋다면 최종적인 모델은 강한 학습기로 수렴한다.

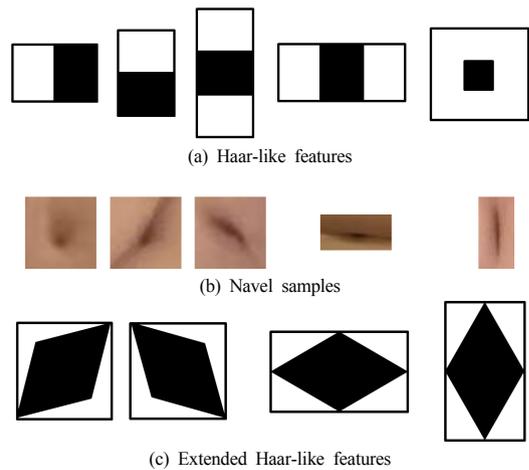


Fig. 4. Extended Haar-like features

본 연구에서는 학습 및 인식을 위해 Fig. 4와 같이 확장된 하르-라이크(Harr-like) 특징을 사용하였다[17]. 하르-라이크 특징은 Viola와 Jones에 의해 처음으로 얼굴 검출에 소개되었다. 이 특징은 사각형 형태의 특징이고, 특징 값은 어두운 부분의 모든 화소 값의 합과 밝은 부분의 모든 화소 값의 합의 차이로 표현된다.

하르-라이크 특징은 보통 사각형 모양을 취하므로 적분을 이용하면 빠르게 계산할 수 있다. 예를 들어, 원래 영상에서 특정 위치  $(x, y)$ 에서의 적분 영상의 값은 위치  $(0, 0)$ 에서 위치  $(x, y)$ 까지의 화소 값들의 합이다. 위치

(x, y)에서의 적분 영상  $T(x, y)$ 는 식 (4)와 같이 정의될 수 있다. 여기서  $f(x', y')$ 는 위치  $(x', y')$ 에서의 화소 값이다.

$$T(x, y) = \sum_{x'=0}^{x-1} \sum_{y'=0}^{y-1} f(x', y') \quad (4)$$

일반적으로, 원래의 영상을 적분으로 변경하기까지는 시간이 다소 소요되지만, 일단 적분 영상이 만들어지면 하르-라이크 특징은 빠른 속도로 계산될 수 있다.

그리고 확장된 하르-라이크 특징은 Lienhart 등에 의해 제안되었는데, 기본적인 하르-라이크 특징들의 기본적인 집합을 상당수 확장시키면서 보다 좋은 인식률을 산출할 수 있게 해 준다[18].

#### 4. 실험 결과

본 논문에서 실험을 위해 이용한 컴퓨터는 인텔 Core(TM) i7 2.93Ghz의 CPU와 8GB의 메인 메모리로 구성되어 있으며, 윈도우즈 7 운영체제를 이용하였다. 그리고 마이크로소프트의 비주얼 스튜디오와 OpenCV 오픈 라이브러리를 이용하여 제안된 방법을 구현하였다. 본 논문에서는 제안된 알고리즘의 성능을 비교 평가하기 위해서 배꼽 영역들이 포함된 여러 가지 종류의 실내외 입력 영상들을 수집하여 활용하였다.

본 논문에서는 에이다부스트 분류기를 계층적으로 적용하여 사용하였다. 즉, 4단계의 계층적인 분류기(cascaded classifier)를 사용하였고, 학습을 위해서 positive 영상 215장과 negative 영상 2,354장을 사용하였다. 학습영상의 크기는  $30 \times 30$ 으로 정규화 하였다. 다음 표는 본 논문의 계층적인 에이다부스트 알고리즘에서 사용한 파라미터들의 목록을 표로 보여준다.

Table 1. Parameter list

|                        |        |
|------------------------|--------|
| cascaded stages        | 4      |
| positive images        | 215    |
| negative images        | 2,354  |
| minimum detection rate | 0.999  |
| maximum false positive | 0.3    |
| total false positive   | 0.0001 |

Fig. 5 (a)는 입력된 영상으로부터 사람의 피부 영역을 검출한 결과를 보여준다. 그리고 Fig. 5 (b)는 검출된 피부 색상 영역으로부터 유두 맵을 적용하여 추출한 유두 맵 영상을 이진화한 결과를 보여준다.

Fig. 6 (a)는 입력된 영상으로부터 사람의 유두 영역을 검출한 결과를 보여주며, Fig. 6 (b)는 배꼽 영역을 최종적으로 추출한 결과를 보여준다.

본 논문에서는 제안된 배꼽 추출 방법의 성능을 수량적으로 비교 평가하기 위해서 식 (3)과 같은 정확도 척도를 이용하였다. 식 (3)에서  $NO_{accurate}$ 은 입력된 영상 중에서 정확하게 검출한 배꼽 영상의 개수를 나타내고,  $NO_{input}$ 은 입력된 전체 영상의 개수를 나타낸다. 식 (5)에서 성능은 백분율로 표시된다.

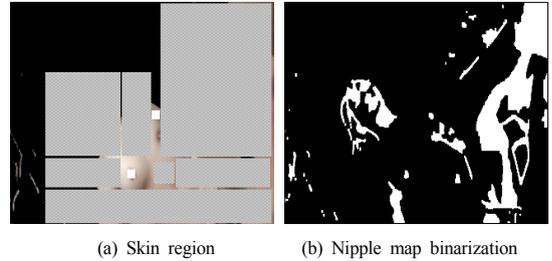


Fig. 5. Nipple map detection

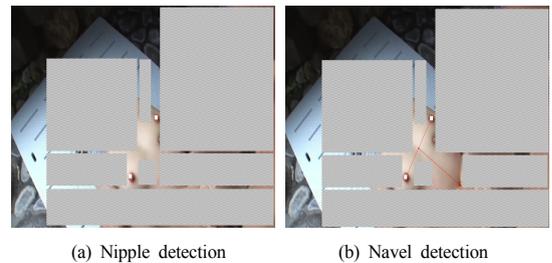


Fig. 6. Navel detection

$$Performance = \frac{NO_{accurate}}{NO_{input}} \times 100 (\%) \quad (5)$$

Fig. 7은 식 (5)를 통해서 얻은 배꼽 영역의 정확도 측면의 성능 측정 결과를 그래프로 나타내고 있다. 본 논문에서는 배꼽 영역 추출 알고리즘의 정확도를 비교 평가하기 위해서 제안된 방법에서 유두 검출과 검출된 유두로부터의 위치 관계를 이용한 방법, 그리고 에이다부스트 알고리즘을 이용한 제안된 방법 전체를 평가하였다.

기존의 방법은 검출된 두 개의 유두 영역의 중심을 연결하는 선분을 수직으로 이등분하는 직선에 근접한 영역들을 배꼽의 후보 영역으로 선택한다. Fig. 7에서 확인할 수 있듯이 제안된 하르-라이크 특징과 에이다부스트 알고리즘을 이용한 방법이 보다 정확하게 배꼽 영역을 검출한다는 것을 확인할 수 있었다. 다시 말해, 유두와의 단순한 위치 관계를 이용한 방법에서는 후보 배꼽 영역들의 정확한 검증이 제대로 수행되지 않아 오검출이 많이 발생하는 반면 제안된 방법에서는 에이다부스트 학습 및 인식 알고리즘을 통해서 배꼽의 후보 영역에 대한 검증을 보다 정확하게 진행할 수 있었다.

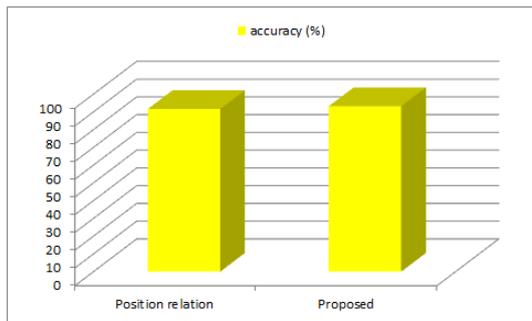


Fig. 7. Performance comparison

그리고 본 논문에서 제안한 방법은 유두 영역을 검출한 다음, 검출된 유두 영역을 기준으로 배꼽 영역을 검출한다. 따라서 유두 영역을 검출하지 못할 경우에는 배꼽 영역도 검출하기가 어렵다. 이런 경우를 위해 유두 영역의 검출과 독립적으로 동작하는 배꼽 영역의 검출 방법이 필요하다. 즉, 배꼽 영역을 대표하는 특징을 추출한 다음, 추출된 특징을 기반으로 배꼽 영역을 직접적으로 추출하는 방법의 개발이 향후에 필요하다.

## 5. 결론

최근 들어, 나체 사진과 같은 유해한 영상 콘텐츠를 영상처리 및 패턴 인식 기법을 이용하여 효과적으로 검출하기 위한 시도들이 많이 진행되고 있다. 본 논문에서는 하르-라이크 특징과 확장된 에이다부스트 알고리즘을 이용하여 입력 영상으로부터 사람의 배꼽 영역을 강인하게 검출하는 새로운 방법을 제안하였다. 먼저 입력 영상으로부터 유두 영역을 찾고, 유두 영역과의 위치적인 특

징을 이용하여 배꼽의 후보 영역들을 검출하였다. 그런 다음, 하르-라이크 특징과 확장된 에이다부스트 알고리즘을 이용하여 배꼽의 후보 영역들을 효과적으로 필터링을 함으로써 비 배꼽 영역을 제거하고 실제 배꼽 영역만을 강건하게 추출하였다.

향후에는 본 논문에서 제안된 배꼽 영역 검출 방법을 보다 다양한 환경에서 촬영한 실내·외 테스트 영상들에 적용하여 제안된 알고리즘의 강인성을 검증할 계획이다. 그리고 제안된 방법에서 사용된 임계치를 포함한 여러 가지 파라미터들의 조율을 통해서 전체 시스템을 보다 안정화할 계획이다.

## References

- [1] A. Yousafzai, V. Chang, A. Gani, and R. M. Noor, "Multimedia Augmented m-Learning: Issues, Trends and Open Challenges," *International Journal of Information Management*, vol. 36, no. 5, pp. 784-792, Oct. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.010>
- [2] X. L. Liu, W. Hu, C. Luo, and F. Wu, "Compressive Image Broadcasting in MIMO Systems with Receiver Antenna Heterogeneity," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 29, no. 3, pp. 361-374, Mar. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.image.2014.01.005>
- [3] K. J. Kim, J. S. Kim, K.J. Lim, "Analysis of Research for Smartphone Use by Infants," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol.6, No.6, pp. 423-432, June 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2016.06.15>
- [4] Sae-Ron Han, Jae-Su Lee, Young-Ki Hong, Gook-Hwan Kim, Sung-Ki Kim, Sang-Cheol Kim, "Development of Virtual Ambient Weather Measurement System for the Smart Greenhouse," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol.5, No.5, pp.471-479, Oct. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2015.10.50>
- [5] W. W. Huh, "a Study on Personas techniques used about smartphones of the New Silver Generation," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol.6, No.9, pp. 1-9, Sep. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2016.09.01>
- [6] Y.-J. Park, S.-H. Weon, J.-K. Sung, H.-I. Choi and G.-Y. Kim, "Identification of Adult Images through Detection of the Breast Contour and Nipple," *Information-An International Interdisciplinary Journal*, vol. 15, no. 7, pp. 2643-2652, July 2012.
- [7] Dong-hyeok Lee, Nam-je Park, "Smart Grid Privacy Protection Measures According to the Change of IT Paradigm," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol.6, No.3, pp. 81-90, Mar. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2016.03.30>

- [8] J. W. Hong, S. B. Park, K. Y. Ohk, "The Moderating Effects of Innovativeness and Absorptive Capacity Between Personal Information Protection Attitude and Mobile Banking Acceptance," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol.6, No.6, pp. 31-40, June 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2016.06.31>
- [9] H. S. Lee, Personal characteristics and Information privacy Concerns, *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol.6, No.9, pp. 267-276, Sep. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2016.09.46>
- [10] S.-W. Jang, Y.-J. Park, G.-Y. Kim, H.-I. Choi, and 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, Mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2011.55.2.020508>
- [11] J.-S. Yoon, G.-Y. Kim, and H.-I. Choi, "Development of an Adult Image Classifier Using Skin Color," *Journal of the Korea Contents Association*, vol. 9, no. 4, pp. 1-11, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2009.9.4.001>
- [12] J.-Y. Park, S.-S. Park, Y.-G. Shin, and D.-S. Jang, "A Novel System for Detecting Adult Images on the Internet," *KSH Transactions on Internet and Information Systems*, vol. 4, no. 5, pp. 910-924, Oct. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3837/tiis.2010.10.012>
- [13] 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, Dec. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2007.08.002>
- [14] S.-W. Jang and G.-Y. Kim, "Learning-Based Detection of Harmful Data in Mobile Devices," *Mobile Information Systems*, Hindawi, Article ID: 3919134, pp. 1-8, Apr. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3919134>
- [15] K.-M. Lee, "Component-based Face Detection and Verification," *Pattern Recognition Letters*, vol. 29, pp. 200-214, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2007.09.013>
- [16] C. Gao, P. Li, Y. Zhang, J. Liu, L. Wang, "People Counting Based on Head Detection Combining Adaboost and CNN in Crowded Surveillance Environment," *Neurocomputing*, vol. 208, pp. 108-116, Oct. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2016.01.097>
- [17] A. Mohamed, A. Issam, B. Mohamed, and B. Abdellatif, "Real-Time Detection of Vehicles Using the Haar-like Features and Artificial Neuron Networks," *Procedia Computer Science*, vol. 73, pp. 24-31, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.045>
- [18] C. Chai and Y. Wang, "Face Detection Based on Extended Haar-like Features," In Proc. of the Second International Conference on Mechanical and Electronics Engineering (ICMEE), vol. 1, pp. 442-445, Aug. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/icmee.2010.5558512>

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

변 시 우(Siwoo Byun)

[정회원]



- 1989년 2월 : 연세대학교 이과대학 전산학과(공학사)
- 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1999년 8월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 디지털미디어학과 교수

<관심분야>

데이터베이스, 저장장치, 임베디드 시스템, 영상처리 등