

# 특징 추출 기반 BP 신경망을 이용한 성인 영상 차단

## Adult Image Blocking using Feature Extraction based BP Neural Network

김종일\* · 이정석\*\* · 안현식\*\*\* · 정구민\*\*\*\* · 김도현\*\*\*

(Jong-II Kim · Jung-Suk Lee · Hyun-Sik Ahn · Gu-Min Jeong · Do-Hyun Kim)

**Abstract** - 현재 다양한 인터넷 콘텐츠들에 의해 많은 정보가 공유되고 있으며, 유익한 정보들과 더불어 성인물과 같은 유해한 정보들이 있다. 이로 인하여 여러 문제점들이 야기되고 있으며, 이를 해결하기 위해 다양한 방법들이 제안되고 있다. 그 중에서 성인 영상 차단을 위한 연구도 많이 행해지고 있으며 주로 색상을 이용한 방법을 사용하고 있다. 그러나 살색과 유사한 영상이나 노출이 심한 영상에는 성인 영상 검출의 신뢰성이 떨어지는 단점을 갖는다. 본 논문에서는 이런 문제점을 해결하기 위해 새로운 성인 영상 차단 방법을 제안한다. 기존의 제안된 살색 검출을 이용한 방법을 기반으로 성인 영상물로 판정될 수 있는 신체 부위를 검출함으로써 강한 성인 영상 차단을 한다. 신체 부위에 대한 판별을 위해 여러 기저 영상에서 특징 벡터를 추출하고, 이 벡터를 Back Propagation(BP) 신경망의 데이터로 이용하여 학습한다. 제안한 성인 영상 차단 방법의 성능을 여러 장의 살색과 유사한 색상의 물체 영상과 노출이 심한 영상, 성인 영상을 이용한 종합적인 실험 결과인 성인 영상 검출률을 통해 증명한다.

**Key Words** : adult image blocking, feature extraction, Back Propagation, neural network, skin color

### 1. 서 론

오늘날 세계는 정보통신기술 특히 인터넷의 발전에 바탕을 둔 지식정보사회로 급속히 전환되고 있다. 인터넷이 시간적, 공간적 제약을 넘어서 인류활동의 핵심수단으로 떠오르고 있지만, 다른 한편으로는 불건전정보의 유통으로 인하여 인류사회의 새로운 위협요소가 되고 있다.

불건전 정보의 유통을 막기 위해서 유해 사이트의 IP 주소를 차단하는 방법과 성인 영상물 관련 텍스트를 인식하여 차단하는 방법, 영상에서 성인 영상 존재여부를 찾아내는 방법 등이 사용되거나 연구되고 있다. 성인 영상 차단에 대한 연구는 주로 색상의 분포를 이용하는 방법이 연구되어 왔다. Forsyth는 살색을 1차적으로 검출한 후, 신체의 기하학적인 구조를 이용하여 성인 영상을 분류하는 방법을 제안하였다 [1]. Wang은 실제 응용이 가능한 방법으로 컬러 히스토그램 분석을 이용하여 살색을 검출하고, 무늬와 형상에 의한 정합(matching)을 통해 성인 영상을 검출하는 방법을 제안하였다 [2]. 또한 Jones와 Rehg는 살색 검출을 위한 방법으로 통계학적 컬러 모델을 통해 성인 영상을 인식하는 방법을 제안하였다 [3].

위와 같은 기존 방법들은 모두 두 단계로 이루어져 있다. 그 첫 번째 단계로 살색 필터에 의해 살색인 부분을 검출하는 것이다. 이 단계에서 가장 중요한 것은 황인뿐만 아니라

백인과 흑인에 대한 살색 검출도 가능해야 한다는 것이다 [1]. 또한 복잡한 배경과 다른 다양한 조명 상태에 따른 색상에 변화에 의해서 살색 검출에 의한 성인 영상 검출률이 낮다는 단점을 갖는다 [4]. 다음 단계로 신체에 대한 무늬와 형태를 기반으로 하여 어떤 신체 부위가 노출 되었는가에 대한 정보를 얻는 것으로, 특징 추출을 통한 정합 등을 이용한 다양한 알고리즘을 사용한다. 대부분의 방법들은 살색에 대한 모델에 그 중점을 두었기 때문에 수명복과 같은 노출이 심한 영상에 대해서도 검출이 되는 문제점이 발생하게 되었다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 성인 영상물로 판정될 수 있는 신체 부위가 노출되었는지를 판별하는 새로운 방법을 제안한다. 신체 부위에 대한 판별을 위한 방법은 여러 기저 영상에서 특징 벡터를 추출하고, 이 벡터를 Back Propagation(BP) 신경망의 데이터로 이용하여 학습한다. 신체 부위는 3차원이기 때문에 2차원 영상으로는 다양한 각도에서의 신체 부위를 다 나타낼 수 없다. 이를 고려하여 여러 각도의 신체 부위에 해당 하는 기저 영상을 분류하여 각각에 대해 학습한다.

다음 2장에서는 살색 검출 알고리즘에 대해 설명하고, 3장에서는 특징 검출 및 BP 신경망을 통한 학습 방법을 제안한다. 4장에서는 제안한 방법의 성능을 여러 장의 살색과 유사한 색상의 물체 영상과 노출이 심한 영상, 성인 영상을 이용한 종합적인 실험 결과인 성인 영상 검출률을 통해 증명한다. 5장에서는 제안한 방법에 대한 결론을 맺는다.

### 2. 살색 검출 알고리즘

일반적으로 영상에서 살색 영역을 검출하는 방법은 RGB 비율과 경험적으로 정의한 살색 영역, Histogram, Single

저자 소개

\*국민대학교 大學院 電子工學科 碩士課程

\*\*국민대학교 電子情報通信工學部 學士課程

\*\*\*국민대학교 電子情報通信工學部 教授

\*\*\*\*國民大學校 電子情報通信工學部 助教授 · 交信著者

Gaussian Model(SGM)[3], Gaussian Mixture Model(GMM) [5]를 이용한 방법 등 여러 방법이 있다. 이 방법들을 바탕으로 통합적인 살색 검출 방법을 사용한다.

다양한 조명에 대한 영향을 고려하기 위해 Y·Cb·Cr 컬러 공간을 사용한다. Y성분은 밝기(Luminance) 정보를 갖고 있고, Cb·Cr성분은 색상 정보를 갖고 있다. 그러므로 조명의 변화에 비교적 강한 Cb·Cr성분을 기준으로 살색 필터를 설계한다. 밝기(Y)에 따른 함수로 색상 Cb(Y)와 Cr(Y)를 고려할 수 있다. 살색 모델에서 색상은 Cb'(Y)와 Cr'(Y)은 변환된 색상으로 나타낸다,  $M_{Cb}(Y)$ 와  $M_{Cr}(Y)$ ,  $S_{Cb}(Y)$ 와  $S_{Cr}(Y)$ 은 살색을 이루는 색상의 중심과 살색을 이루는 색상의 분포를 각각 나타내며, 색상 변환은 다음 식에 의해 이루어진다.

$$Y < K_l \text{ 또는 } K_h < Y \text{ 인 경우,} \\ Cbr'(Y) = (Cbr(Y) - M_{Cbr}(Y)) \cdot \frac{S_{Cbr}}{S_{Cbr}(Y)} + M_{Cbr}(K_h). \quad (1) \\ Y \in [K_l, K_h] \text{ 인 경우,} \\ Cbr'(Y) = Cbr(Y).$$

$$Y < K_l \text{ 인 경우,} \\ M_{Cb}(Y) = 108 + \frac{10 \cdot (K_l - Y)}{K_l - Y_{min}} \\ M_{Cr}(Y) = 155 - \frac{10 \cdot (K_l - Y)}{K_l - Y_{min}} \\ S_{Cbr}(Y) = SL_{Cbr} + \frac{(Y - Y_{min}) \cdot (S_{Cbr} - SL_{Cbr})}{K_l - Y_{min}} \\ K_h \leq Y \text{ 인 경우,} \\ M_{Cb}(Y) = 108 + \frac{10 \cdot (Y - K_h)}{Y_{max} - K_h} \\ M_{Cr}(Y) = 155 - \frac{22 \cdot (Y - Y_{max})}{Y_{max} - K_h} \\ S_{Cbr}(Y) = SH_{Cbr} + \frac{(Y_{max} - Y) \cdot (S_{Cbr} - SH_{Cbr})}{Y_{max} - K_h} \quad (2)$$

여기서  $Cbr$ 은  $Cb$  또는  $Cr$ 이며,  $S_{Cb} = 46.87$  그리고  $SL_{Cb} = 22.97$ ,  $SH_{Cb} = 14.08$ ,  $S_{Cr} = 38.77$ ,  $SL_{Cr} = 20.14$ ,  $SH_{Cr} = 9.93$ ,  $K_l = 125$ ,  $K_h = 188$ 이다. 이 파라미터 값들은 여러 살색 덩어리를 샘플로 통계적으로 추정하였다. YCbCr 컬러 공간에서  $Y_{min}$ 과  $Y_{max}$ 는 각각 15와 235이다.

### 3. 특징 검출 및 Back Propagation 신경망

살색 검출을 통해 일차적으로 성인 영상인지를 판단한다. 또한 살색 필터에 의해 살색으로 결정된 영역을 사용하여, 더욱 신뢰할 수 있는 검출을 한다. 살색 필터에 의해 결정된 영역을 Region of Interest(ROI)로 결정하여 성인 영상을 판가름하는 조건인 특정 신체 부위의 노출 유무를 검출한다. 이를 위해 두 단계의 처리 과정이 필요하다. 우선, 성인 영상인지를 판가름 하는 특정 신체 부위를 검출하기 위해 Principal Component Analysis(PCA)를 이용한다. 이 방법은 영상에서의 변화를 특징지을 수 있는 최소한의 기저 영상(basis image)으로 각 영상들을 근사화하는 방법이다.

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n \quad (3)$$

$$C = \frac{1}{M} \left[ \sum_{n=1}^M \Phi_n \Phi_n^T \right], \quad \Phi_n = \Gamma_n - \Psi, \quad n=1, 2, \dots, M \quad (4)$$

$$Cu_k = \lambda_k u_k, \quad u_k^T u_k = \begin{cases} 1, & k=n \\ 0, & k \neq n \end{cases} \quad (5)$$

기저 벡터( $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M$ )가 있다고 하면, 먼저 이 벡터들의 평균을 식(5)에 의해 벡터들의 평균을 구한다. 각 기저 벡터들(basis vector)과 벡터들의 평균을 이용하여 공분산(covariance)을 식(4)에 의해 구할 수 있다. 이 공분산이 기저 영상의 변화를 나타내는 값들이 되고, 이 값을 기저 벡터들로 나누기 위해서 먼저 고유벡터(eigenvector)를 식(5)를 통해 구한다. 이 분석을 영상에 적용하면 기저 영상은  $M$ 개의 고유영상(eigenimage)의 선형 결합(linear combination)으로 나타낼 수 있다. 즉, 기저 영상을 eigenspaces에 선형 투영(linear projection)을 하는 것과 같다.

$$\Gamma = \sum_{k=1}^M w_k u_k + \Psi, \quad w_k = u_k^T (\Gamma - \Psi) \quad (6)$$

여기서  $k = 1, 2, \dots, M$ 이고 ( $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_M$ )이다. 이 때 얻어지는 각 선형 결합의 계수들이 추출된 특징 벡터(feature vector)  $\bar{w} = [w_1, w_2, \dots, w_M]$ 이다.

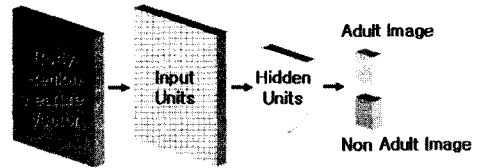


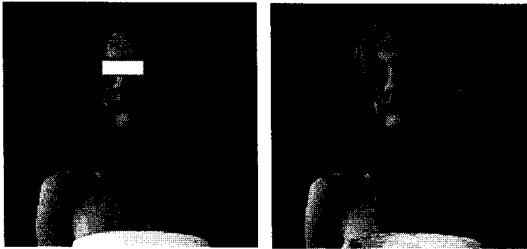
그림 1. 기저 영상들의 특징 벡터와 error backpropagation Fig. 1 Feature vector of basis images and error back-propagation neural network.

추출된 특징 벡터는 error BP 신경망의 입력으로 사용한다. 신경망의 학습은 150개의 특정 신체 부위 기저 영상과 150개의 일반 기저 영상으로 충분히 학습한다. 두 개의 다른 기저 영상들을 이용하여 각각 학습하는 이유는 특정 신체 부위 검출 경우와 그렇지 않은 경우를 명확하게 구분 짓기 위해서이다.

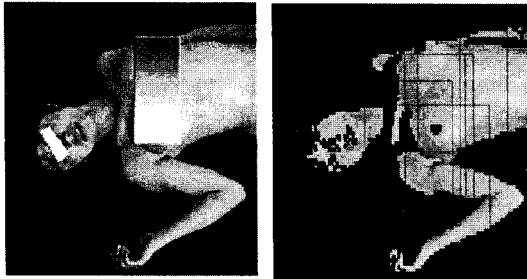
신경망의 feedforward를 수행한 후, 특정 신체 부위에 대한 출력값이 일반 영상 출력값보다 클 경우, 현재 입력 영상의 ROI에 특정 신체 부위가 존재한다고 생각할 수 있다. 결과에 대한 더 정확한 신뢰도를 알기 위해서는 두 출력값을  $R = O_a / (O_a - O_n)$ 에 의해 계산함으로써 알 수 있다. 여기서  $R$ 은 신뢰도이고,  $O_a$ 와  $O_n$ 은 특정 신체 부위에 대한 출력값과 일반 영상 출력값이다.

### 4. 실험과 결과

제한한 성인 영상 차단 방법의 타당성을 입증하기 위해 살색검출의 정확도와 특정신체부위검출에 대한 실험을 하였다.

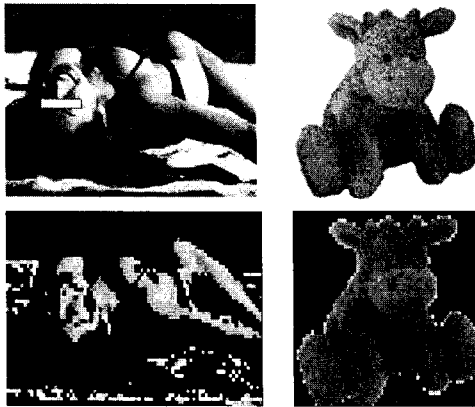


(a)



(b)

그림 2 (a) 살색 영역 검출 영상, (b) Breast 검출 영상  
Fig. 2 (a) Skin region detection Image, (b) Breast detection image.



(a)



(b)

그림 3 (a) 살색을 갖는 다양한 영상 결과, (b) 성인 영상 분류에 실패한 영상  
Fig. 3 (a) A variety of image results with skin color, (b) A false image discriminated an adult image.

첫 번째로 살색 검출의 정확도에 대한 실험은 백인과 황인 을 기준으로 100여 장의 영상을 통해 실험 하였다. 그림 2

(a)와 (b)는 각각 백인 여성과 황인 여성에 대한 살색검출에 대한 결과이다. 그림 2(b)는 특정 신체 부위로 여성의 breast 을 학습시킨 후 검출한 결과이다. breast에 대한 학습을 위해 breast의 정면부와 측면부를 각각 150장의 기저 영상을 사용하여 학습하였다. 그림에서 사각형의 영역은 검출된 breast 부위를 나타낸다. 사각형의 크기는 정확도를 의미하며, 큰 사각형의 경우 정확도가 낮다는 것을 의미한다. 또한 사각형의 색상 차이는 breast의 정면부와 측면부를 각각 의미한다.

그림 3(a)는 살색 필터에 의해 ROI가 검출되었으나, 특정 신체 부위가 검출되지 않았기 때문에 성인 영상으로 분류되지 않는다. 이것은 기존의 관련 연구에서 문제시 되었던 수영복과 살색 인형에 대한 잘못된 분류를 해결하는 것을 뜻한다. 그러나 그림 3(b)와 같이 살색 수영복의 경우는 breast 영역이 검출되는 문제점이 나타났다. 그 이유는 살색의 검출과 더불어 breast에 대한 특징도 그대로 나타나기 때문이다.

제한한 방법을 사용해 300여 장의 다양한 영상을 통한 실험 결과는 살색 필터에 의한 경우와 신경망을 적용한 경우의 검출률이 각각 77.98%와 83.76%이다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 새로운 성인 영상 차단 방법으로 기존의 제안된 살색 검출과 더불어 성인 영상물로 판정될 수 있는 신체 부위를 검출하는 방법을 제안하였다. 신체 부위에 대한 판별을 위해 여러 기저 영상에서 특징 벡터를 추출하고, 이 벡터를 Back Propagation(BP) 신경망의 데이터로 이용하여 학습하였다. 그 결과 기존에 문제시 되었던 수영복이나 살색 인형의 검출에 있어서 높은 신뢰성을 보였다.

그러나 신체의 특징을 거의 그대로 나타내는 경우에는 잘못 분류하는 문제가 발생하였다. 이와 같은 영상에서 검출되는 부분이 적다는 것을 고려하여 이에 대한 추가 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- [1] M.M. Fleck, D.A. Forsyth and C. Bregler, "Finding Naked People", European Conference on Computer Vision, vol. II, pp. 592-602, 1996.
- [2] James Z., Wang, J. L., Gio Wiederhold and Oscar F., "System for screening objectionable images", Computer Communication, pp. 1355-1360, 1998.
- [3] Michael J. Jones and James M. Rehg, "Statistical Color Models with Application to Skin Detection", CVPR, 1999.
- [4] C. Garcia and G. Tziritas, "Face detection using quantized skin color regions merging and wavelet packet analysis", IEEE Transactions on Multimedia, vol. MM-1, no. 3, pp. 264-277, Sept. 1999.
- [5] Son Lam Phung, Abdesslam Bouzerdoum and Douglas Chai, "A Novel Skin Color Model In YCbCr Color Space and Its Application To Human Face Detectin", ICIP 2002, 2002.