

고·저화질 영상 분류를 이용한 유해 영상 검출

정명범*, 김재경*, 장대식**, 고일주*

*송실대학교 미디어학과

**군산대학교 컴퓨터학과

e-mail: nzin@ssu.ac.kr, line@ssu.ac.kr, dsjang@kunsan.ac.kr, andy@ssu.ac.kr

Harmful Pornographic Detection Algorithm Using High and Low Quality Image Division

Myoung-Beom Chung*, Jae-Kyung Kim*, Dae-Sik Jang**, Il-Ju Ko*

*Dept of Media, Soongsil University

**Dept of Computer, Kunsan University

요 약

유해 영상 검출은 유해 동영상의 내용 기반으로 검색하고 차단하기 위한 방법의 하나로서, 유해 동영상 추적 시스템의 전체 성능을 좌우하는 중요한 기술이다. 기존의 유해 영상 검출은 웹 사이트 내에 음란 콘텐츠를 추출함으로써 유해 사이트를 차단하는데 사용되었으며, 주로 RGB 비율, Histogram 등을 이용한 Skin color와 Edge를 추적한 Texture를 기반으로 유해 영상을 검출하였다. 그러나 기존 방식은 UCC 유해 동영상과 같이 저화질 영상에서의 유해 여부를 판단하기에는 정확성이 낮다. 따라서 본 논문에서는 영상 크기에 따른 고/저화질 분류를 이용하여 동영상에서 보다 효과적인 유해 영상 검출할 수 있는 방법을 제안한다. 제안 방법의 성능을 확인하기 위해 고/저화질 분류 사용의 유/무에 따른 검출 실험을 하였으며, 그 결과 분류를 적용한 방법이 기존 방법보다 12%의 성능이 향상됨을 알 수 있었다.

키워드 : 영상 처리, 유해 영상, 음란 콘텐츠 검출

1. 서론

최근 인터넷 전송 속도가 향상되고, 디지털 기술이 발달됨에 따라 웹 사용자들의 동영상 콘텐츠 생산이 가속화 되었다. 그 예로 대표적인 UCC 영상 서비스인 "Flickr"의 경우 하루 약 200만장 이상의 이미지가 등록되고 있으며, UCC 동영상 콘텐츠를 제공하는 "Youtube"는 1분마다 약 10시간 분량의 새로운 동영상이 업로드 되고 있다. 그러나 이러한 방대한 양의 콘텐츠는 청소년들 사이에서 성(性)의 해방구로 악용되고 있어 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 정보통신부와 정보통신 윤리 위원회가 웹 리서치에 의뢰해 어린이, 청소년, 학부모, 교사 등 각 1,000명을 대상으로 조사한 결과 청소년의 96.4%, 어린이의 65.6%가 집안에서 컴퓨터로 음란물을 본 것으로 나타났다.

이러한 음란 콘텐츠를 청소년들이 접속하지 못하게 하는 방법은 유해 사이트의 IP 주소를 차단해주는 소프트웨어를 사용하거나, 인터넷 콘텐츠 상에 성인 영상물 관련 텍스트를 인식하여 차단하는 것이 있다. [1] 또한, 사이트 내의 이미지 내용을 분석하고, 검출하여 유해를 판단하는 방법[2]과 동영상 자체의 음향 신호를 분석하여 유해 영상의 포함 여부를 판단하는 방법도 있다. [3] 특히, 이미지 내용을 검출하여 유해를 판단하는 방법은 대부분 Skin color와 Texture를 이용한다. Skin color는 피부색을 말하는 것으로, 이미지 내의 픽셀로부터 피부 색상이 존재하는 영역을 검출한 다음, 피부 색상이 전체 이미지에서 차지하는 비율을 계산하는 방법이다. Texture는 이미지의 픽셀 하나의 값이 아닌, 주변 픽셀과 상호 관계를 계산하는 것으로 Edge나, Shape 특징을 추출하여 비교하는 방법이다.

초기의 유해 음란물 서비스는 성인들을 위한 유료 사이트로 운영이 되었고, 웹 사이트에서 고화질의 이미지나, 영상 등으로 서비스가 되었다. 따라서 앞서 언급한 기술들을 이용하여 음란 콘텐츠로부터 청소년들을 보호하기에 부족함이 없는 듯 했다. 그러나 차츰 카메라가 달린 핸드폰, 디지털 카메라 등 디지털 기기의 보급으로 저화질의 음란 UCC가 손쉽게 제작 되었으며, 음란 UCC는 웹 사이트 뿐 아니라 eDonkey, Profile, winMX 등과 같은 p2p 공유 프로그램으로 인터넷을 통해 급속도로 확산되었다.

즉, 기존의 텍스트 검색 기술을 사용한 유해 사이트 검출은 p2p 공유 프로그램에서는 단순히 파일명 검색밖에 할수 없으며, 이러한 검색은 파일명을 변경하면 무용지물이 될 수밖에 없다. 이를 보완하기 위해 동영상의 내용 분석을 통한 검출을 사용할 수도 있지만, 유료로 서비스되고 있는 이미지, 동영상과 달리 UCC는 용량이 작은 저화질 이미지를 갖고 있기 때문에 기존의 검출 기법으로는 정확성이 떨어지게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 고/저화질 분류를 이용한 유해 영상 검출 방법을 제안한다. 고화질 영상과 저화질 영상은 색상과 질감이 있어 다소 차이가 있다. 저화질 영상은 고화질 영상에 비해 주변 색상과 많이 섞여서 뭉그러지기 때문에 유해 영상을 추출하기 위한 피부색의 범위가 달라져야 하며, 색상 성분 자체에도 고화질과 차이가 있다. 다시 말해 Hue value의 경우 고화질보다 저화질에서 넓은 범위를 지정할 때, Normalized RGB 각각의 값은 고화질에서 보다 저화질에서 작은 값을 가질 때 보다 정확한 결과를 얻게 된다. 그리고 유해 영상에서는 색상 검출을 통해 무해로 판별이 된 영상일지라도, 질감을 측정하여 오류를 수정할 수도 있다. 따라서 입력된 영상의 화질 분석을 통하여 고/저화질로 분류한 후, 고화질 영상에 맞는 Skin color, 저화질 영상에 맞는 Skin color와 Texture를 적용할 때 입력 영상의 유해 여부를 판단하는 성능을 향상 시킬 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유해 영상 검출 방법의 주요 특징인 Skin color와 Texture에 관한 관련 연구를 기술하고, 3장에서는 제안하는 고/저화질 분류와 Skin color 임계값, Texture에 대하여 설명한다. 4장에서는 제안하는 방법의 유효성을 검증하기 위해 비교 실험과 분석을 하며, 5장에서는 결론을 제시한다.

II. 관련 연구

유해 영상 검출 방법 중에서 가장 중요한 두 가지 특징은 Skin color와 Texture이다. Skin color 검출 방법에는 RGB Log 평균을 이용한 로그-보색 검출 방법, Hue/Red로 변환한 후 색상 H 와 채도 S 값을 이용한 색상 검출 방법 등이 있으며, Texture 검출 방법은 주변영역의 색상치를 이용한 표면의 거침을 계산하는 방법, edge 정보를 이용한 방향성을 추적하는 방법 등이 있다.

RGB 로그-보색 검출 방법은 Fleck의 스킨 필터를 이용하여 이미지로부터 Skin color를 검출하는 방법이다. 이 방법은 식 (1)과 (2)를 통하여 영상의 R, G, B 값을 로그-보색 칼라 표현(log-opponent color representation) 값으로 변환시킨다.

$$L(x) = 105 \times \log_{10}(x + 1 + n) \dots\dots\dots (1)$$

$$I = L(G), R_y = L(R) - L(G),$$

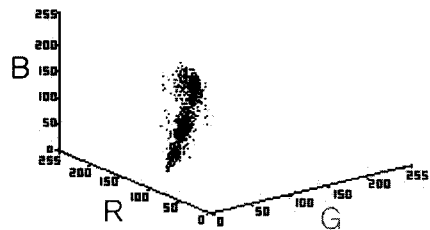
$$B_y = L(B) - \frac{L(G) + L(R)}{2} \dots\dots\dots (2)$$

여기서 n 값은 [0, 1]사이에서 존재하는 난잡음(random noise)을 나타낸다. 이렇게 얻은 값은 식 (3)에 의해 H 와 S 를 구한다.

$$H = \tan^{-1}(R_y/B_y), S = \sqrt{R_y^2 + B_y^2} \dots\dots\dots (3)$$

식 (3)에서 얻은 H, S 값을 사람의 Skin color에 해당하는 색상과 채도 값과 비교하고, 그에 만족하는 모든 화소 값을 마킹함으로써 입력 이미지의 Skin color 영역을 검출할 수 있다. 일반적으로 사용되는 Skin color 영역은 색상=[110, 150], 채도=[20, 60] 또는 색상=[130, 170], 채도=[30, 130]이다.

Hue/Red 검출 방법은 Skin color를 이루는 RGB 컬러 값을 조사한 결과, Skin color와 상관관계가 높고, G와 B보다는 분포범위가 작은 R을 Skin color 검출 인자로 사용한다. [그림 1]은 RGB 공간에서 Skin color의 RGB 분포를 나타낸 것으로 R영역에서 일정한 범위에 분포해 있음을 알 수 있다.



〈그림 1〉 RGB 공간의 Skin color 분포도

RGB 영상에서 R 요소는 조명의 변화에 민감하기 때문에 그 값을 그대로 사용하지 않고, 밝기 정보를 분리할 수 있으며, 컬러 정보에서 색의 순도를 쉽게 얻을 수 있는 HSI 컬러 공간으로 변환하여 활용한다. 즉, HSI 컬러공간에서 밝기 표현 요소이며, 조명의 변화에 민감한 명도 I 요소를 Skin color 검출 요소에서 제외한다. 그리고 HSI 컬러 공간의 색상을 표현하는 요소인 S 와 H 중 다양한 피부색을 검출하기 위해 S 요소를 제외한 H 요소를 Skin color 검출에 이용한

다. 수식 (4)는 RGB 컬러 공간을 HSI 컬러 공간으로 변화하는 변환식 중 H 요소를 구하는 수식이다.

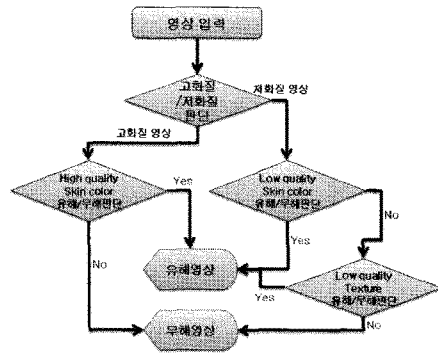
$$H = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right] \quad (4)$$

다음으로 Texture는 영상 내 객체의 표면이 가지는 특징을 표현하는 것을 표면의 미세 정도를 나타내는 거침(coarseness), 명도의 높낮이 분포를 나타내는 대비(contrast), Texture가 가지고 있는 특정한 방향을 나타내는 방향성(direction) 등이 있다.[4] 영상에 나타나는 Texture들의 특성은 매우 다양하며, 영상내의 한 점이 아닌 어떤 일정한 범위의 영역에서 Texture 특징을 추출하므로 영상의 전반적인 분위기를 파악할 수 있다.[5] 영상의 질감을 표현하는 방법으로는 주변 영역의 색상 평균으로부터 Color 편차를 계산, 직교좌표 공간에서의 영상 신호를 필터링하여 특징을 추출, 직교좌표계의 주파수 영역으로 영상 신호를 변환한 후 직교좌표공간에서 특징을 추출하는 방법 등 여러 가지 방법을 사용한다. 본 논문에서는 주변 영역의 색상(R, G, B) 평균값으로부터 Color 편차를 이용한 Texture를 사용하여, 표면의 거침과 부드러움을 판단하여 유해 영상 여부를 결정하는데 사용하였다.

III. 유해 영상 검출 방법

본 논문에서는 Skin color와 Texture를 이용한 유해/무해를 판단하기에 앞서 입력 영상의 고화질/저화질을 판단한다. 제안 방법의 순서도를 보면 [그림 2]와 같다.

[그림 2]의 순서도를 간략히 설명하면 우선 판단하고자 하는 영상을 입력받은 후, 영상의 고화질/저화질을 구별한다. 고화질과 저화질 영상에 대한 분류는 실제 동영상을 입력 받을 경우 그 동영상의 해상도(resolution), 비트 전송률(bitrate), 초당 프레임량(frame rate)등을 측정하여 사용할 수 있다. 논문에서는 영상의 해상도만을 사용하며, 영상의 해상도가 320×240을 초과하는 경우를 고화질, 그 이하인 경우를 저화질로 분류하였다. 이는 촬영하는 미디어에 기반한 것으로 HD 캠코더, DV-Cam과 같이 동영상 촬영을 목적으로 한 영상은 일반적으로 320×240을 넘는 크기를 갖는 반면, 핸드폰, 휴대용 디지털 카메라와 같이 스틸 컷 이미지 촬영을 주목적으로 한 영상은 그 크기 혹은 그보다 작은 크기를 갖기 때문이다.



〈그림 2〉 고/저화질 분류를 이용한 유해 영상 검출 순서도

다음으로 고화질로 분류된 영상은 High quality 영역에 속하는 Skin color 임계값만을 사용하여 영상의 유해/무해 여부를 판단한다. [표 1]은 High quality 영역에 해당하는 임계값을 정의한 것이다.

〈표 1〉 High quality 영역의 Skin color 임계값

분류	임계값
RGB Log 평균	Average of log RGB = (Log R + Log B + Log G)/3
Normalized RGB	0.35 ≤ R / (R + G + B) ≤ 0.75 0.25 ≤ G / (R + G + B) ≤ 0.45 0.0 ≤ B / (R + G + B) ≤ 0.5
Hue Value	120 ≤ Hue value ≤ 165

고화질로 분류된 영상은 [표 1]의 임계값에 따라 Skin color가 나타나는 영역을 추출한 후, 전체 이미지에서 차지하는 비율을 계산하여 일정 비율을 초과할 때 유해 영상으로 판단한다.

〈표 2〉 Low quality 영역의 Skin color 임계값

분류	임계값
RGB Log 평균	Average of log RGB = (Log R + Log B + Log G)/3
Normalized RGB	0.35 - α ≤ R / (R + G + B) ≤ 0.75 - α 0.25 - β ≤ G / (R + G + B) ≤ 0.45 - β 0.0 ≤ B / (R + G + B) ≤ 0.5
Hue Value	110 ≤ Hue value ≤ 205

저화질로 분류된 영상은 Low quality 영역에 속하는 Skin color 임계값을 사용하여 영상의 유해/무해 여부를 판단한다. [표 2]는 Low quality 영역에 해당하는 임계값을 정의한 것이다. Normalized RGB에서 α, β는 일정량의 값을 의미한다.

이때 각각의 임계값은 고화질에 비해 Normalized RGB의 R, G 값 범위는 낮아지고, Hue Value의 범위가 넓어짐

을 볼 수 있다. 이는 저화질 영상의 경우 고화질에 비해 작은 범위 내에서 색상을 표현해야 하므로 색상의 뭉개짐이 심하고, 이러한 뭉개짐은 일반적인 Skin color로 나타나지 않기 때문이다. 따라서 저화질로 분류된 영상은 [표 2]의 임계값에 따라 Skin color가 나타나는 영역을 추출한 후, 전체 이미지에서 차지하는 비율을 계산하여 일정 비율을 초과할 때 유해 영상으로 판단한다.

Skin color에 의해 무해로 판정된 영상은 Texture 값을 계산하여 영상의 질감을 구하며, 다시 한 번 영상의 유해 여부를 판단한다. 논문에서 사용한 Texture는 주변 영역의 색상 (R, G, B) 평균값으로부터 Color 편차를 이용한 것으로 구하는 방법은 식 (5), (6)과 같다.

$$Re_{(m,n)} = \frac{\sum_{j=m-2}^{m+2} \sum_{i=n-2}^{n+2} R_{ij}}{k} \dots\dots\dots (5)$$

$$tR_{(m,n)} = \frac{\sum_{y=m-2}^{m+2} \sum_{x=n-2}^{n+2} \{R_{xy} - Re\}}{k} \dots\dots\dots (6)$$

식 (5)의 $Re_{(m,n)}$ 은 (m, n) 픽셀과 상하좌우 +2, -2 범위 위에 해당하는 픽셀의 R 값에 대한 평균이며, k는 픽셀의 개수를 의미한다. 식 (6)의 $tR_{(m,n)}$ 은 주변영역의 R 값에서 평균값을 뺀, 차이를 구한 것이다. 이러한 계산을 R 값 외에 G, B 값에 대하여 계산하고, 전체적인 평균을 구한다.

즉, 식 (5)와 식 (6)에서 Color 편차 값이 일정 이상이던 유해 영상으로 판단하고, 그렇지 않으면 무해 영상으로 판별을 하게 된다.

IV. 제안 방법의 성능 평가 및 분석

제안 방법의 성능 평가를 위해 다양한 크기의 영상을 수집하여 유해/무해 영상 판단 실험을 하였다. 실험 데이터는 이미지 크기가 320×240을 초과하는 유해 영상과 일반 영상 각각 50장, 320×240 이하인 유해 영상과 일반 영상 각각 50장 총 200장의 이미지를 사용하였다. 실험 방법은 200장의 모든 영상에 대해 기존 방법인 High quality 영역의 Skin color 임계값을 이용한 실험과 제안한 방법을 이용한 실험을 하였으며, 그에 대한 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3]의 결과에서 볼 수 있듯이 기존 방법은 유해 영상의 유해성 판별에 있어 정확성이 높지 않다. 반면에 제안 방법에서 유해성 판별 성능이 향상됨을 볼 수 있다. 이는 저화질 영상에 대한 기존 방법의 적절하지 않다는 것을 알 수 있다. 무해 영상 판별에서는 기존 방법과 제안 방법의 차이가 크지 않음을 볼 수 있는데 이는 실험에 사용한 무해 영상들이 Skin color 비율이 작은 영상들을 사용했기 때문으로 보인다.

〈표 3〉 기존 방법과 제안 방법의 실험 결과

구분	기존 방법	제안 방법
유해 판별	67% (67/100)	82% (82/100)
무해 판별	90% (90/100)	99% (99/100)
합계	78.5 %	90.5 %

V. 결론

본 논문에서는 UCC 동영상으로부터 동영상의 일부분인 영상 컷을 이용하여 유해 영상인지 판별을 하기 위한 처리 단계로서, 고/저화질 영상 분류를 이용한 유해 영상 검출 방법을 제안하였다. 4장의 실험 결과에서 볼 수 있듯이 기존 유해 영상 검출 방법에 비해 제안 방법이 향상됨을 알 수 있으며, 제안 방법은 차후 UCC 동영상의 장면 전환점을 추출하여 유해 여부를 판별할 때 유용한 방법이 될 것으로 예상된다. 또한 고/저화질 영상 분류에 있어 UCC 동영상 파일을 직접 입력 받아 분석하게 된다면, 영상 분류 방법으로 파일의 해상도뿐 아니라 비트 전송률, 초당 프레임량 등을 이용한 구체화된 분류를 할 수 있을 것이다. 향후 연구로는 UCC 동영상에서 장면 전환점을 검출하고, 검출한 영상들로부터 유해 여부를 판단하여 UCC 동영상 전체에 대한 유해성 여부를 판단하는 시스템 개발에 관한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] W. H. Ho, P. A. Watters, "Identifying and Blocking pornographic content", ICDEW, pp.1181, (2005)
- [2] W. Kim, H. Lee, J. Park, K. Yoon, "Multi class adult image classification using neural networks", LNAI, pp.222-226, (2005)
- [3] 김봉완, 최대림, 이용주, "오디오 신호에 기반한 음란 동영상 판별", 대한음성학회, pp.139-151, (2007)
- [4] M. R. Naphide, T. S. Huang, "A probabilistic framework for semantic video indexing, filtering, and retrieval", IEEE Trans on Multimedia, Vol.3, No.1, pp.141-151, (2001)
- [5] F. S. Chen, C. M. Fu and C. L. Huang, "Hand gesture recognition using a real-time tracking method and hidden Markov models", Image and Vision Computing, Vol. 21, pp.745-758, (2003)