

## 유해 이미지 분류 성능 개선을 위한 이중 피부 화소 검출을 이용한 인체 검출

\*김세민 \*전재현 \*민현석 \*노용만, \*\*한승완, \*\*최병철

\*한국과학기술원 영상처리연구실,

\*\*한국전자통신연구원 지식정보보호연구팀

resein@kaist.ac.kr

### Body-Detection using Multi Skin-Detection for Improvement of Malicious Image Classifications

Kim, Semin Jeon, Jaehyun Min, Hyunseok Ro, Yong Man Han, Seungwan Choi, Byeongcheol

\*Image and Video System Laboratory, Korea Advanced Institute of Science and Technology

\*\*Information Security Research Division, Electronics and Telecommunications Research Institute.

#### 요약

인터넷의 급속한 발달과 이미지 콘텐츠 개발 기술의 발달로 현재 누구나 쉽게 이미지 콘텐츠의 공유 및 배급이 용이해졌다. 그러나 이로 인해 누드나 포르노와 같은 불건전한 유해 이미지들의 접근 역시 쉬워지고 있다. 특히, 스마트 폰이나 스마트 TV 등 멀티미디어 기능이 가능한 휴대장치 및 단말기의 비약적인 발전으로 인하여, 언제 어디서나 우리들은 유해 이미지의 노출되어 있다. 따라서 유해 이미지 시청이 적당하지 않은 연령층까지 무방비 상태에 놓여 있기 때문에 이를 막을 수 있는 시급한 대책이 요구되고 있다.

본 논문에서는 이중 피부 화소 검출에 이용하여 인체 영역 검출해내고 이것을 이용하여 유해 이미지 분류를 위한 방법을 제안하고자 한다. 일반적으로 피부 화소 검출 기법은 오차율을 가지고 있기 때문에 정확한 검출이 힘들다. 따라서 우리는 검출에 대한 강도를 조절하여 이중으로 피부 화소를 검출하여 좀더 정확한 피부 영역을 획득한다. 또한 기존의 방법들은 대체로 일차적인 피부 영역 검출에 초점을 둔 반면, 유해 판별의 주된 기준이 되는 가슴이나 성기, 엉덩이 등을 좀 더 집중적으로 찾으려 하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 검출된 피부 영역에서 유해 부위를 좀 더 집중적으로 찾아 유해 판별 성능을 높이는 방법을 제안하고 실험으로 증명을 하고자 한다.

#### 1. 서론

인터넷과 멀티미디어 장치의 급속적인 발달로 인하여 누드나 포르노와 같은 유해 이미지의 접근이 무척 용이해졌다. 더구나 스마트 폰과 스마트 TV의 등장으로 인하여 언제 어디서나 유해 이미지의 접근이 가능해져 이를 막기 위한 시급한 대책이 요구되고 있다. 따라서 현재 유해 이미지를 분류하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다[1-3]. 이들 방법은 대체로 피부 화소 검출(Skin-Detection)을 이용하여 이미지 내에 사람의 위치를 찾아낸 다음 컬러, 텍스처와 관련된 전체적인 특징이나[1, 2] 지역적인 특징을[3] 추출하여 유무해를 판별한다. 따라서 유해여부를 판별하기 위하여 이미지 내에 사람이 존재하는 영역을 검출하는 것이 상당히 중요하다.

이에 앞서 유해라는 의미에 대하여 다시 한 번 생각해 볼 필요가 있다. 관습이나 문화에 따라 유해의 의미는 다르겠지만, 인체의 노출에 대해서는 공통된 생각을 지니고 있다. 특히 가슴이나 성기의 노출은 유해의 대표적인 예라 할 수 있다. 따라서 가슴이나 성기 등이 존재하는 인체의 몸통을 좀 더 잘 찾을 수 있다면 유무해 판별의 성능을 높일 수가 있다. 그러나 현재 유해 판별을 위하여 피부 색상(skin-color)을

이용한 인체 검출의 알고리즘을 살펴보면 대체적으로 피부라 판별된 화소들의 영역 경계를 찾으려 하지 가슴과 성기 등이 존재하는 몸통(body)을 좀더 집중적으로 찾으려고 하진 않고 있다.

따라서 본 논문에서는 피부 색상을 이용한 인체의 몸통을 좀 더 정확히 찾아 유해 이미지를 분류하는 방법을 제안하고자 한다. 현재 존재하는 피부 색상을 이용한 피부 검출 알고리즘은 10~15% 내외의 오차율을 가지고 진행되기 때문에 한 번에 피부 영역을 정확히 검출해내기 힘들다. 본 논문에서는 피부검출에 대하여 강약의 차이를 두어 이중 피부 검출을 하여 좀 더 정확한 피부 화소(skin-pixel) 검출한다. 이렇게 얻어진 피부 영역에 대하여 비율에 따라 머리나 팔, 다리 등과 같이 유해 판별에 직접적인 기준이 되지 못하는 영역을 제거함으로써 더욱 정확한 몸통 부위를 찾아낸다. 본 논문에서는 이렇게 얻어진 몸통 영역과 기존의 방법대로 검출된 피부 영역과의 유해 이미지 분류 성능을 비교하여 우수성을 실험으로 보여준다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 본 논문에서 제안한 이중 피부 영역 검출 및 인체 영역 검출을 보여주고 3장에서 실험을 통해 우수성을 보여주었다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론이 있다.

## 2. 이중 피부 영역 검출과 인체 영역 검출을 통한 유해 이미지 판별 기법 제안

본 장에서는 이중 피부 영역 검출과 인체 영역 검출을 통하여 유해 이미지 분류 기법을 제안하고자 한다. 본 장은 이중 피부 영역 검출과 인체 영역 검출, 마지막으로 유해 이미지 판별한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 방법의 전체 흐름도를 나타낸다.

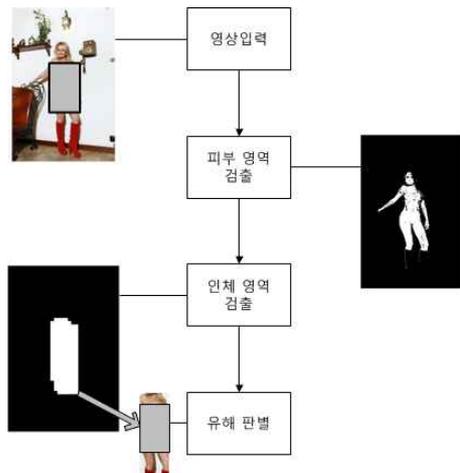


그림 1. 인체 검출 및 판별 전체 흐름도

### 2.1 이중 피부 영역 검출

피부 색상을 검출 해내기 위해 어떤 색상 공간(Color-Space)을 사용하는지 정해야 한다. 현재 RGB, YCbCr, HSV 등이 주로 사용되고 있으며 해당 공간의 색상 값을 기반으로 베이지안 확률모델(Bayes Probability Model), 가우시안(Gaussian) 단일 또는 혼합(Mixture) 모델 등이 이용되고 있다. 각각의 색상 공간과 판별 모델에 따라 장단점이 존재하지만 본 논문에서는 RGB 색상에 기반한 베이지안 확률 모델을 사용하였다. 베이지안 확률 모델의 정확성이 가장 높다는 것이 다수의 논문에서 증명이 되었기 때문이다[4].

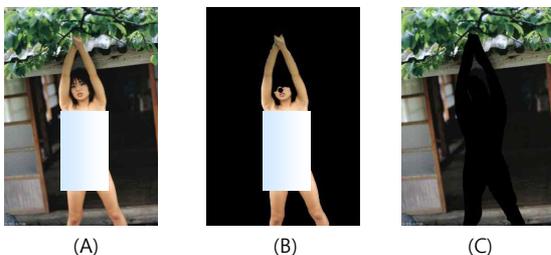


그림 2. 이미지로부터 피부 샘플과 비피부 샘플을 구분하는 예제. (A)는 이미지의 원본이며 (B)는 이미지로부터 피부 샘플만 모은 것이며, (C)는 피부가 아닌 샘플이다

먼저 피부 화소 검출 모델을 만들기 전에 피부 샘플을 얻어야 한다. 왜냐하면 우리는 피부와 비피부 샘플을 이용하여 확률 모델을 만들어야 하기 때문이다. 일반적으로 사람뿐만 아니라 일반적인 사물들도 피부 색상을 가지고 있기 때문에 현재 색상에 기반한 모든 피부 검출 모델들은 오류(False-Positive)를 가지고 있다. 그렇기 때문에 올바른 피부 색상을 검출해내기 위하여 정확한 피부 샘플의 수집이 필요하다.

본 논문에서 피부 영역 검출의 목적은 이미지 내에서 사람과 사람이 아닌 배경을 구분하는데 목적을 두고 있다. 따라서 우리는 목적에 맞는 샘플을 그림 2와 같이 획득을 하였다. 이렇게 얻어진 피부 샘플을 이용하여 아래 수식과 같이 피부 검출 모델을 정의 할 수 있다. [4]

$$P(rgb|skin) = \frac{s[rgb]}{T_s} \quad (1)$$

$$P(rgb|nonskin) = \frac{n[rgb]}{T_n} \quad (2)$$

$$\frac{P(rgb|skin)}{P(rgb|nonskin)} \geq \theta \quad (3)$$

일반적인 사물도 충분히 피부 색상을 가질 수 있기 때문에 피부 화소 검출 방법은 피부 색상에 기반하기 때문에 오류를 가질 수 밖에 없다. 따라서 한 번의 피부 화소 검출로는 올바른 검출이 힘들기 때문에 본 논문에서는 이중 피부 화소 검출을 통한 피부 영역 검출 방법을 제안하고자 한다. 먼저 본 논문에서는 베이지안 확률 모델을 사용하기 때문에 두 개의 경계 값 ( $\theta_{weak}$ ,  $\theta_{strong}$ )을 실험데이터 ROC 결과에 따라 설정한다. 우리는  $\theta_{weak}$ 은 ROC 결과에서 가장 정확도가 높을 때의 경계 값을 선택하였고,  $\theta_{strong}$ 은 오류가 6% 미만으로 떨어지는 경계 값을 선택하였다. 이렇게 두 개의 경계값을 선택한 이유는 다음과 같다. 먼저 피부 화소 검출 성능이 가장 높은 지점을 찾아서 가능한 많은 피부 후보 화소를 일차적으로 검출 한다. 다음 경계 값을 강하게 두어 비피부 화소들을 제거시키기 위함이다.

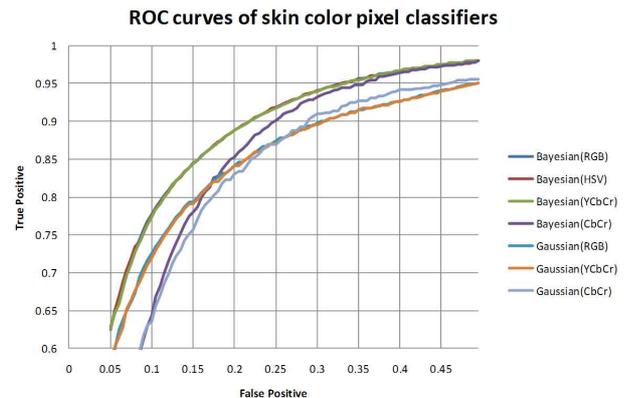


그림 3. 각 색상공간과 판별 모델에 따른 실험 데이터에 대한 피부 색상 검출에 대한 ROC 곡선 결과

본 논문에서는 500장의 유해 이미지에서 피부 영역과 비피부 영역을 나누어 약 4억개의 피부 화소와 약 8억개의 비피부 화소를 얻었다. 이 중 반을 모델을 만드는데 사용하였고 나머지 반을 경계값을 획득하는데 이용하였다. 각각의 경계값을 그림 3의 ROC 곡선 결과로 찾아 내었다. 본 논문에서 사용된 샘플에 대하여  $\theta_{weak}$ 과  $\theta_{strong}$ 에 대한 결과는 표 1과 같다.

우리는 위의 두 개의 경계 값을 이용하여 피부 영역을 검출해내는데 그림 4는 전체적인 피부영역 검출 흐름도를 나타낸다. 먼저  $\theta_{weak}$  값을 이용하여 1차 피부 화소를 검출한다. 그러면 피부가 아닌 영역도 검출이 되버린다. 우리는 몸이 인체에서 가장 크다고 가정하고 뭉쳐진 화소 그룹 중 가장 큰 그룹을 선택한다. 세 번째로  $\theta_{strong}$ 를 이용하여

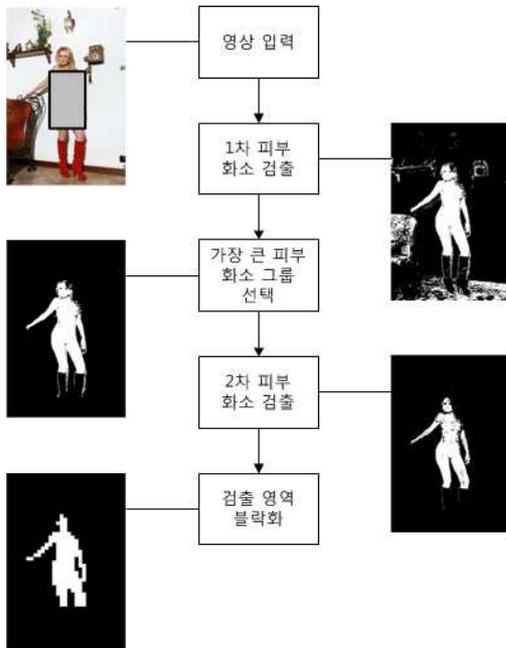


그림 4. 피부 영역 검출 흐름도

2차 피부 화소 검출을 한다. 경계값을 강하게 주어 비피부 영역을 최대한 제거시키기 위함이다. 그런 다음 마지막으로 검출된 영역을 16 x 16 크기로 블락화를 한다. 이때 해당 블락에 대해 피부 화소가 일정 수준을 넘지 못하면 노이즈라 가정하고 해당 블락에 있는 모든 피부 화소를 제거 한다. 최종적으로 그림 4의 맨 밑의 이미지를 얻을 수 있다.

표 1.  $\theta_{weak}$ 와  $\theta_{strong}$ 의 경계 값에 따른 True-Positive와 False-Positive 결과

구분	경계값	True-Positive	False-Positive
$\theta_{weak}$	1.15	85.13%	15.60%
$\theta_{strong}$	6.09	65.99%	5.94%

## 2.2 인체 영역 검출

앞 장에서 우리는 피부의 영역을 얻어내었다. 그러나 그림 5에서처럼 얻어진 영역이 (B)는 팔과 다리, 머리 등을 포함함에 따라 판별에 중요치 않은 영역까지 검출된다. 따라서 본 장에서는 판별에 불필요한 부분을 제거하고 좀더 가슴과 성기에 중점을 두면 (D)와 같은 영역을 얻을 수 있다. 본 장에서는 2장에서 얻어진 블락화된 이미지를 통하여 최종적으로 가슴과 성기가 포함된 인체를 검출을 하고자 한다.

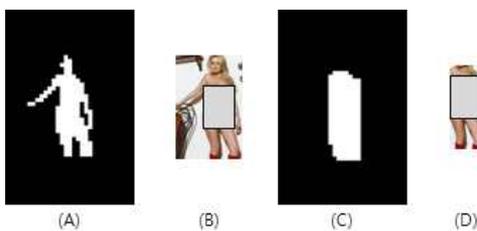


그림 5 인체 영역 전후 비교. (A), (B) 2차 피부화소 검출 후. (C), (D) 인체 영역 검출 후

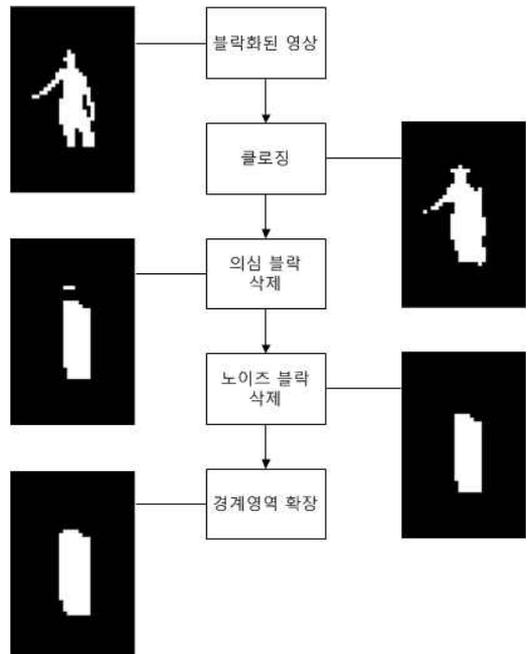


그림 6 인체 영역 검출 흐름도

인체 영역 검출 방법은 그림 6과 같이 4단계로 진행되어진다. 먼저 블락화된 이미지에서 검출된 영역의 안쪽에 있는 빈블락들을 채우기 위해 이미지처리에서 주로 이루어지는 클로징[5]을 적용한다. 다음 가로와 세로 길이에 따라 팔이나 다리, 머리 등으로 의심되는 블락을 제거한다. 예로 들어 가로나 세로축을 기준으로 연속해서 붙어있는 블락이 3이상이면 머리 또는 팔, 다리일 가능성이 높기 때문에 제거한다. 그리고 의심 블락들을 제거한 후 3개 이하의 뭉쳐져 있는 블락들을 노이즈 라 간주하고 제거한다. 마지막으로 남겨진 영역의 경계부분을 한블락 만큼 확장시켜준다. 왜냐하면 2번의 피부 검출과 의심영역 제거 등으로 인체의 경계 부분이 손상되기 쉽기 때문이다.

## 2.3 유해 이미지 판별

인체 영역이 검출이 되면 해당 영역으로부터 특징들을 추출하고 이것을 이용하여 유해 이미지인지 아닌지를 판별하게 된다. 본 논문에서는 특징 추출을 위해 MPEG-7 Descriptor [6]를 사용하였다. 우리는 Color Layout, Color Structure, Scalable Color와 같은 Color 서술자와 Homogeneous Texture, Edge Histogram 등과 같은 Texture 서술자를 추출해내고 이를 SVM(Support Vector Machine)으로 학습하여 판별을 한다.

## 3. 실험

본 장에서는 일반적인 피부 영역 검출과 본 논문에서 제안한 인체 영역 검출을 비교해 본다. 피부 영역 검출 방법은 2장에서 소개된 피부 영역 검출 방법을 사용하였다. 피부 화소 검출 모델은 RGB기반에 베이스인 확률 모델을 사용하였다. 판별 모델을 학습하기 위하여 가슴이나 성기, 엉덩이 등이 노출된 유해 이미지 500 장과 일반적인 비키니 이미지와 사람이 포함된 일반 이미지 475 장을 학습을 위한 데이터로

사용하였다. 그리고 실험 데이터로 유해 이미지 500 장과 무해 이미지 949장을 사용하였다. 학습 및 실험 데이터들은 인터넷을 통하여 랜덤하게 얻어졌다. 또한 모든 이미지에 사람이 포함되어져 있으며 이중 약 33% 유해 이미지, 33%가 비키니 이미지이다. 따라서 처음부터 판별이 어려운 실험 데이터를 사용했음을 미리 밝힌다.

### 3.1 피부 영역 검출과 인체 영역 검출 비교

본 절에서는 피부 영역 검출만 사용했을 경우와 인체 영역 검출을 사용했을 때의 영역을 비교해 보려고 한다. 그림 7의 원본 이미지를 보면 사람이 팔을 벌리거나 다리를 펴고 있다. 이때 피부 영역 검출을 하면 배경의 영역도 제법 포함되어지고 유해 판별의 주된 기준이 될 가슴과 성기는 검출된 영역에 비해 상대적으로 작다. 그러나 인체 영역 검출을 할 경우 비록 팔과 다리를 벌린 상태라 하더라도 비교적 가슴과 성기가 존재하는 부분을 잘 찾을 수 있다. 결국 유해 판별의 기준이 될 가슴과 성기에 중점을 둬으로써 최종 판별 성능을 높일 수 있게 된다.

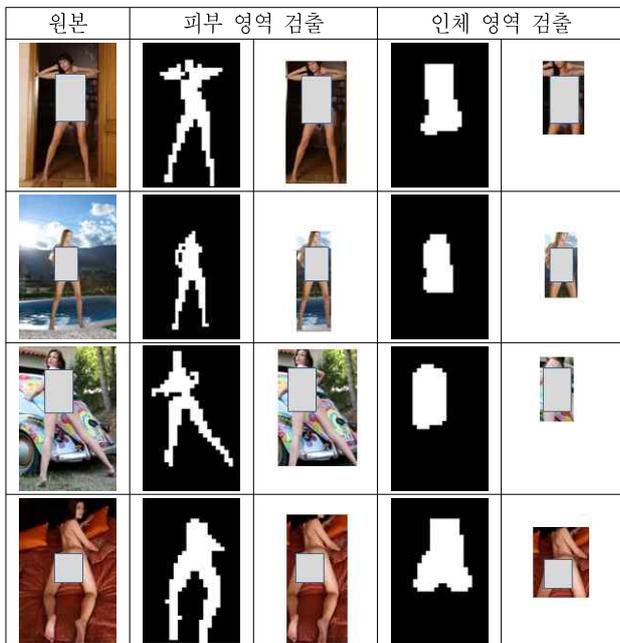


그림 7. 피부 영역 검출 결과와 인체 영역 검출 비교

### 3.2 유해 이미지 판별 성능 비교

실험 방법은 각각의 방법으로 영역을 찾고 유해 판별 성능을 비교하였다. 우리는 다음 수식 (6)을 통하여 성능을 비교해 보았다.

$$Positive\ Rate = \frac{\text{유해 영상 중 유해로 판별된 영상 수}}{\text{전체 유해 영상 개수}} \quad (4)$$

$$Negative\ Rate = \frac{\text{무해 영상 중 유해로 판별된 영상 수}}{\text{전체 무해 영상 개수}} \quad (5)$$

$$Average\ Rate = \frac{Positive\ Rate + Native\ Rate}{2} \quad (6)$$

표 2는 각각의 방법에 대하여 실험데이터의 결과를 나타낸다. 피부 영역 검출에 의존할 경우 약 83% 정도의 정확성을 보여주고 있지만 인체 영역 검출을 이용할 경우 약 88%의 정확성을 보여주고 있다. 따라서 5% 정도의 성능 차이를 보이며 인체영역 검출이 우수하다는 것을 알 수 있다.

표 2. 유해 판별에 대한 각 방법의 결과

	Average Rate
피부 영역 검출에 기반했을 경우	83.1 %
인체 영역 검출에 기반했을 경우	88.3 %

## 4. 결론

본 논문에서는 유해이미지를 차단하기 위하여 인체 영역 검출에 기반한 방법을 제안하였다. 대다수의 방법들은 오차를 지니고 있는 피부 화소 검출을 한번만 적용하고 있지만, 본 논문에서는 이중 피부 화소 검출을 하면서 잘못 판단된 비피부 영역을 제거 시켰다. 그리고 유해의 본질적인 판별 기준인 가슴이나 성기 등을 찾는 데는 초점을 두고 인체 영역 검출을 이용함으로써 판별에 필요치 않는 머리과 팔, 다리 등을 제거 시켜 유해 판별 기준 분위를 부각 시켰다. 우리는 실험결과를 통해 우리의 방법의 우수성을 보여주었다.

## 5. Acknowledgement

본 논문은 한국전자통신 연구원의 "사용자 생성 유해 이미지/비디오 분석 및 특징 추출 알고리즘 개발"에 관한 연구 과제 수행의 일환으로 얻어진 연구 결과입니다.

## 6. 참조 문헌

- [1] W. Hu, O. Wu, Z. Chen, Z. Fu, S. Maybank, "Recognition of Pornographic Web Pages by Classifying Texts and Images", IEEE Trans, Pattern Analysis and Machine Intelligence Vol. 29, No. 6, JUNE 2007, pp. 1019-1034.
- [2] S. Kim, H. Min, J. Jeon, Y. M. Ro, Seungwan Han, "Malicious Content Filtering Based on Semantic Features", ICCIT 2009, pp. 802-806
- [3] R. Lienhart, R. Hauke, "Filtering Adult Image Content With Topic Models", Proceedings of the 2009 IEEE international conference on Multimedia and Expo, pp.1472-1475.
- [4] M. J. Jones, J. M. Rehg, "Statistical Color Models with Application to Skin Detection", International Journal of Computer Vision, Vol 46, January 2002, pp. 81 - 96.
- [5] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing", Prentice Hall, 2002
- [6] B. S. Manjunath, P. Salembier, T. Sikora, "Introduction to MPEG-7", John Wiley & Sons, 2002