

# 동영상의 유해성을 판별하기 위한 효율적인 대표 프레임 선정 기법

박명철, 전용기

\*경상대학교 소프트웨어학과

e-mail: {africa,jun}@race.gsnu.ac.kr

## An Efficient Technique to Select Key-Frames for Identifying Objectionable Video Images

Myung-Cheol Park, Yong-Kee Jun

Dept. of Software Technology, Gyeongsang National University

### 요 약

동영상에서 음란정보와 같은 유해정보를 판별하기 위해서는 대표프레임을 효율적으로 선정할 수 있어야 한다. 이를 위해 사용될 수 있는 기존의 대표프레임 선정 기법은 대부분이 장면전환을 중심으로 이루어진다. 이러한 기법은 연속된 변화특성을 가지는 유해 동영상의 경우에는 불필요한 대표프레임으로 인해 전체적인 판별효율을 저하시킨다. 본 논문에서는 판별시스템의 입력이 되는 대표프레임을 프레임간 변화특성을 이용하여 선정하는 기법을 제안한다. 이 기법의 실험을 위해서 기존의 판별시스템에 제안된 기법으로 선정된 대표프레임을 투입한 경우에 90% 이상이 유해하다고 판별하여 입력의 적합성이 입증되었으며, 선정된 대표프레임의 수도 I-프레임에 비해 68%의 감소율을 보여 시간적 효율성도 입증되었다. 그러므로 본 기법은 효율적인 유해성 판별시스템을 가능하게 하여, 건전한 동영상 정보의 유통에 효과적으로 기여할 수 있다.

### 1. 서론

노골적인 성행위와 관련된 포르노성 영상 및 동영상의 유통은 청소년뿐만 아니라 성인에게까지도 신체적 및 정신적인 문제를 야기한다. 이러한 문제는 인터넷의 대중화로 인하여 동영상의 유통이 급속히 증가하면서 그 심각성을 더해 가고 있다. 그러나 유해한 영상을 차단하기 위한 기존의 기법들[5]은 대부분이 정지영상을 대상으로 하고 있기 때문에 대용량의 비구조화(unstructured)된 동영상에 적용하기에는 비현실적이다. 그러므로 기존의 기법들을 동영상을 적용하기 위해서 동영상의 대표프레임을 효율적으로 선정하는 기법은 건전한 정보의 유통을 위해 중요하다.

대표프레임을 선정하는 기존의 기법들[1, 2, 3, 8]은 동영상내의 대부분 프레임들을 대상으로 비교 연산하므로, 동영상의 유해성을 판별하기 위해 소요되는 시간을 크게 증가시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 시간적 표본화를 이용하여 제한적으로 대표프레임

을 선정할 수도 있다. 하지만 이는 대상이 되는 영상의 특성을 고려하지 않는 무작위 선정방식이므로 대표프레임의 수는 줄일 수 있으나 유해성 판별을 위한 정확성을 저하시킨다.

본 논문에서는 포르노 영상의 특성을 이용한 잠재적인 유해성 판별 기능을 부과하여 효율적으로 대표프레임을 선정하는 기법을 제안한다. 포르노 영상들은 고정된 배경과 정지된 사물 속에서 제한된 영역만이 지속적으로 변화하는 특성을 가지고 있다. 그러므로 이러한 특성을 판별 기준으로 하여 인접한 프레임간의 유사도가 높고 붉은 정도와 푸른 정도가 다른 종류의 영상보다 집중적인 프레임을 대표프레임으로 선정함으로써 효율성을 높일 수 있다.

제안된 기법으로 선정된 대표프레임 선정의 효율성을 실험하기 위해서, 동영상 I-프레임과의 비율을 측정된 결과로 평균 68%의 감소율을 보였다. 그리고 본 기법이 선정한 대표프레임을 기존의 판별시스템인 WIPE[5]로 유해성을 판별한 결과, 90% 이상이 유해

한 영상으로 판별되어 대표프레임 선정을 위한 정확성에도 문제가 없었다. 그러므로 본 기법은 동영상의 유해성 효율적인 판별을 가능하게 하여 건전한 동영상 정보의 유통에 기여할 수 있다.

본 논문의 2장에서는 대표프레임을 선정하기 위한 배경지식으로 동영상의 내부구조와 대표프레임 선택에 관한 기존 연구와 문제점에 대해 기술한다. 3장에서는 동영상 프레임의 연속적 유사성과 유해영상의 컬러특성을 이용한 제안된 대표프레임 선정기법과 실험 결과를 보인다. 끝으로 4장에서는 연구에 대한 결론과 부족한 부분에 대한 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 연구 배경

표준 MPEG 동영상은 정보량의 방대함을 극복하기 위하여 프레임간의 상관관계를 이용한 압축 부호화되어 있다. 그러므로 대표프레임의 추출을 위해서는 부호화된 영상으로부터 일차적인 프레임들의 추출이 우선적이라고 할 수 있다. 그러나 기존의 대표프레임 선정 방법은 줄거리 위주의 선정방법이 대부분이므로 유해성 판별 시스템에 부적합하다.

### 2.1 MPEG 비디오 계층과 GOP

MPEG에서 규정된 프레임 형태(picture type)는 3가지로서, 부호화 방법에 따라 I, B, P 등의 프레임으로 구분된다. I(Intra coded)-프레임은 프레임내의 DCT(Discrete Cosine Transform) 부호화로만 만들어진 프레임이다. P(Picture coded)-프레임은 이전의 I-프레임 또는 P-프레임에 대해서 순방향 움직임에 대한 보상을 한 후에 서로간의 차이값을 DCT 부호화한 프레임이다. B(Bidirectionally predicted coded)-프레임은 시간적으로 전후에 위치한 I- 또는 P-프레임들을 참조 프레임으로 하여 양방향 움직임에 대한 보상을 한 후에 서로간의 차이값을 DCT 부호화한 프레임이다.

임의 I-프레임으로부터 그 다음 I-프레임전의 B-프레임까지를, GOP(Group of Picture)라고 하는데, 본 기법은 별도의 움직임에 대한 보장 절차가 필요 없는 GOP내의 I-프레임을 대상으로 대표프레임을 선정한다.

### 2.2 관련 연구

지금까지 동영상의 장면을 대표하는 프레임을 선택하기 위한 연구는 다양하게 진행되어 왔다. 단순하게

각 장면의 중앙에 위치하는 프레임을 선택하거나, 처음 검출한 프레임과 마지막 프레임을 대표프레임으로 선택하는 방법이 그 예이다. 한편으로는 대표 프레임 선택의 효율성이나 일관성을 부과시키기 위하여 모션 정보 및 특징들의 차이를 계산하여 프레임을 선택하는 방법 등에 대한 연구[4, 7]도 활발하게 진행되어 왔다.

그러나, 이러한 기법은 대부분 장면변환 중심으로 선택되었기 때문에 줄거리를 유추하거나 내용에 대한 요약으로써의 역할은 충분하지만, 동영상상의 유해성을 판별하는 시스템에 입력하기 위한 대상 선택으로는 적합하지 않다. 따라서 비교 프레임 수를 줄임과 동시에 유해성 판별에 적합한 대표프레임 선정기법이 요구된다.

## 3. 제안된 대표프레임 선정 기법

본 논문에서는 I-프레임 영역을 바탕으로 프레임의 특징과 시간 축 상의 유사도 변화를 이용하여 대표프레임을 선택하는 방법을 제안한다.

첫 단계에서는 동영상에서 I-프레임만을 추출하고, 다음 단계에서 인접한 I-프레임간의 유사도를 검사한다. 유사도 검사는 에지를 추출하여 검사하는데 측정치가 임계값보다 작으면 최종 후보프레임으로 선정한다. 마지막 단계에서 선정된 최종 후보프레임의 붉은 정도와 푸른 정도를 검사하기 위해 히스토그램을 분석하여 얻은 측정치가 학습한 유해영상의 임계값 이상일 때 최종 대표프레임으로 선정된다.

### 3.1 I-프레임의 추출

I-프레임을 1차 후보프레임의 대상으로 선택하는 이유는 공간적 압축 기술만을 사용한 프레임이기 때문에 단독으로 복원할 수 있어 연산을 최소화 할 수 있고, 임의 접근을 위한 기준 프레임의 성격을 가지고 있기 때문에 전체적인 동영상의 중심적 프레임으로 손색이 없어 1차 후보프레임의 대상으로 선정하였다. (그림 1)은 동영상에서 I-프레임만을 추출하여 정지영상으로 변환한 결과이다.

*Rule 1: MPEG 스트림 중 GOP를 파싱하여 I-프레임만을 부호화하여 I-프레임 테이블에 저장한다. 저장된 I-프레임은 유사도 측정의 대상이 되는 후보 프레임이 된다.*

### 3.2 후보 프레임의 유사도 측정

반복적인 동작이 많은 동영상의 경우에는 컬러 중

심적인 유사도보다 에지 성분을 중심으로 한 유사도 검사가 훨씬 유사도의 신뢰성을 더할 수 있기 때문에 본 논문의 유사도 측정은 에지 성분을 추출하여 검사한다.

포르노성 동영상은 카메라 셋이 고정되어 있는 경우가 많다. 그러므로 이웃한 프레임간의 유사도 측정은 Rule 1.에서 선정된 1차 후보프레임의 중복성을 현저히 낮출 수 있다. 이는 최종 대표프레임 집합에 유사한 프레임이 다수 포함되는 현상을 줄일 수 있으므로 판별시스템내의 무의미한 비교로 인한 비효율성을 제거할 수 있다.

(그림 2)는 Rule 1.에서 추출된 I-프레임들의 에지 성분을 추출하여 인접한 프레임간의 유사도를 측정 한 결과이다. 유사도 검사는 가장 처음 위치하는 I-프레임을 기준 프레임으로 하여 다음 프레임의 유사도를 계산하여 임계값에 미치지 못하면, 그 프레임을 최종 후보 프레임으로 선정하고 그 프레임을 기준 프레임으로 하여 같은 과정을 반복한다. 최종 프레임까지 완료된 후에는 일정한 시간간격 사이의 유사도를 측정하기 위하여 같은 과정을 재 반복한다. 이는 카메라 셋이 일정한 간격을 두고 두 셋을 번갈아 잡을 때의 유사 프레임을 제거하기 위함이다.

**Rule 2:** Rule 1에서 선정된 가장 첫 프레임을 기준 프레임으로 하여 순방향으로 각 프레임의 유사도를 계산하여 임계값에 미치지 못하면, 그 프레임은 최종 후보 프레임이 되고, 기준 프레임이 된다. 전체 과정 후 재 반복한다. 유행영상의 학습을 통하여 얻어진 임계값은 0.998500 로 정한다.

### 3.3 후보 프레임의 컬러 히스토그램 측정

포르노성 동영상들의 대부분은 영상의 특성상 붉은 정도와 푸른 정도가 강하게 나타난다. 이는 인종에 따라 조금의 차이는 있지만, 남녀의 성기가 노출되는 영상들에서는 이러한 특성이 더욱 크다. 그 중에서도 붉은 정도가 훨씬 두드러지게 나타난다.

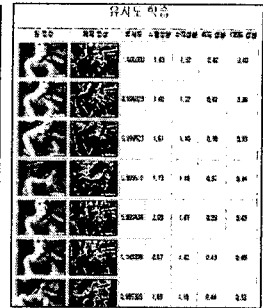
RGB 컬러 공간을  $YCbCr$  컬러 공간으로 변환한 다음, 각각의 영상에 대해서 푸른 정도와 붉은 정도의 평균값을 구하여 학습으로 인하여 정해진 임계값이하이면 최종적인 대표프레임에서 제외한다.

(그림 3)은 유행한 영상들의 붉은 정도를 나타내는 Red Channel의 학습 평균값을 보인 그림이고, (그림 4)는 푸른 정도를 나타내는 Blue Channel의 학습 평균값을 보인 그림이다. (그림 5)는 붉은 정도의 가중치를 적용하기 위하여 Red Channel의 분포 중 픽셀의 색상 Level이 128이상 되는 픽셀들의 비율 보인 그림이

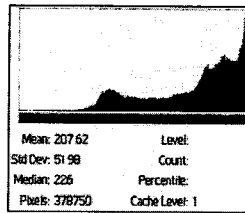
다.



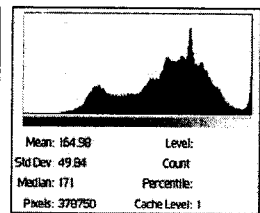
(그림 1) 동영상에서 I-프레임 추출



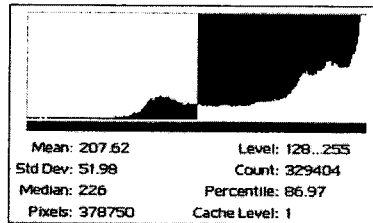
(그림 2) 유행영상의 유사도 측정 (Similarity = 0.998500)



(그림 3) Red Channel의 평균값 ( $C_r \text{ mean} = 0.81$ )



(그림 4) Blue Channel의 평균값 ( $C_b \text{ mean} = 0.64$ )



(그림 5) Red Channel의 Level 128 이상의 픽셀수 ( $L_r \text{ pert} = 86\%$ )

**Rule 3:** Rule 2에서 선정된 프레임들을 대상으로 붉은 정도와 푸른 정도의 평균값과 Red 픽셀의 수를 산출하여 임계값이하이면, 최종적인 대표프레임에서 제외한다. 푸른 정도보다 붉은 정도에 7:3 비율로 비중을 더 둔다. 학습으로 인한 임계값은  $C_r \text{ mean} = 0.81$ ,  $C_b \text{ mean} = 0.64$ ,  $L_r \text{ pert} = 86\%$  로 정한다.

### 3.4 최종 대표프레임 선정과 실험결과

최종 대표프레임의 선정에 있어 가장 중요한 요소 중의 하나가 유사도와 컬러 히스토그램의 측정치에 대한 임계값 설정이다. 제안한 기법이 판별시스템은 아니지만, 의미 있는 대표프레임 선정에 있어 임계값은 큰 역할을 차지한다. 임계값을 선정하기 위하여 인종의 피부색과 음란영상을 대상으로 학습하여 임계값

을 설정하게 되었다. 그리고 대표프레임 선정에 있어 유해성 판별의 전처리 역할이 포함되어 있으므로 유해성 판별 시스템의 입력으로 적합하며, 기존의 대표프레임 선정과는 차이가 있다고 할 수 있다.

<표 1> I-프레임과의 비교

실험대상	시간(sec)	전체프레임	I-프레임	대표프레임
동영상1	9	276	24	9
동영상2	99	2878	191	44
동영상3	46	1035	32	11

본 연구의 선정 기법은 대표 프레임 선정에서 의미를 끝내는 것이 아니고 판별 시스템이라는 최종 시스템의 입력 값을 삼기 위한 프레임을 선정한다는 개념에서의 대표프레임이기 때문에 기존 기법과의 직접적인 비교는 어렵다. <표 1>은 최종 선정된 대표프레임을 동영상의 전체 프레임과 I-프레임을 비교한 결과이다. I-프레임의 수에 비해 평균 68%로 급격히 감소한 것을 볼 수 있다.

<표 2> 대표 프레임 검출 결과

실험대상	I-프레임	대표프레임	수작업에 의한 프레임	선택율
동영상1	24	9	6	5(83%)
동영상2	191	44	36	33(92%)
동영상3	32	11	8	6(75%)

또한, 유해성의 여부는 지극히 주관적으로 결정되기 때문에 정확도를 측정한다는 것은 매우 어렵다. <표 2>는 제안된 기법으로 산출된 대표프레임의 83% 이상이 사람이 선택한 대표프레임과 일치함을 볼 수 있다. 나머지 17%는 인간의 주관성에 의해 좌우 될 수 있는 프레임이다. 마지막으로, 기존의 판별시스템인 Wang이 개발한 WIPE에 투입한 결과 90%이상이 유해하다고 판별하여 시스템의 입력으로도 문제가 없음을 보였다.

4. 결론

본 논문에서는 정지영상만을 대상으로 하는 기존의 유해성 판별시스템에 동영상을 적용시키기 위하여 프레임의 유사도와 유해정보의 특성을 이용하여 대표프레임을 선정하는 기법을 제안하였다. 제안된 기법으로 선정된 대표프레임은 잠재적으로 유해성을 가지는 프레임을 선정함으로써 판별시스템 이전에 일차적인 유해성 판별의 효과를 가질 수 있는 것이 가장 큰 특징이라 하겠다. 하지만, 영상의 배경이 대표프레임 선정에 큰 영향을 주는 것이 단점이다. 영역정보를 제거

하면 되지만, 연산에 걸리는 시간이 많이 소요되므로 시간적인 효율성을 저해할 수 있다. 본 연구는 기존의 판별시스템을 이용하기 위한 기법으로 제안되었기 때문에 비효율적인 몇 가지의 제약을 가진다. 첫째, 모든 I-프레임을 대상으로 하기에 후보프레임이 많아진다는 것이다. 둘째, 배경의 색상정보에 많은 영향을 받는다. 향후에는 동영상 정보를 압축한 상태에서 직접 유해성을 판별할 수 있는 동영상 유해성 판별 시스템에 대한 연구가 필요하다고 본다. 이러한, 유해성 판별 시스템이나 기법은 날로 범람하는 유해정보를 조기에 차단하고 건전한 정보 유통에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Komlodi, A., and G. Marchionini, "Key Frame Preview Techniques for Video Browsing," *The Third Conf. on Digital Libraries*, ACM, May 1998.
- [2] Yfantis, E., "An Algorithm for Key-frame Determination in Digital Video," *The 16th Symp. on Applied Computing (SAC-2001)*, ACM, March 2001.
- [3] Aoki, H., S. Shimotsuji, O. Hori, "A Shot Classification Method of Selecting Effective Key-frames for Video Browsing," *The 4th Int'l Conf. on Multimedia*, ACM Feb. 1997.
- [4] Zhang, H. J., C. Y. Low, S. W. Smoliar, and J. H. Wu, "Video Parsing, Retrieval and Browsing," *The Third Int'l Conf. on Multimedia*, ACM, Jan. 1995.
- [5] Wang, J. Z., J. Li, G. Wiederhold, and O. Firschein, "Classifying Objectionable Websites based on Image Content," *Lecture Notes in Computer Science*, 1483: 113-124, Springer-Verlag, Sept. 1998.
- [6] Fleck, M., D. Forsyth, and C. Bregler, "Finding Naked People," *European Conf. on Computer Vision*, II: 592-602, 1996.
- [7] W. Wolf, "Key Frame Selection by Motion Analysis," *ICASSP*, pp. 1228-1231, 1996.
- [8] 이숙경, MPEG 비디오 스트림에서 줄거리 특성에 기초한 신 경계 검출 방법, 서강대학교 대학원 석사학위 논문, 1998.