

동영상 복사본 검출을 위한 MPEG-7 Video Signature 성능 분석¹⁾

류재석⁰, 이재호, 최지수, 낭종호
서강대학교 컴퓨터공학과

jaesugryu@gmail.com, kil1623@naver.com, mystic707@naver.com, jhnang@sogang.ac.kr

Analyzing Performance of MPEG-7 Video Signature for Video Copy Detection

Jaesug Ryu⁰, Jaeho Lee, JiSoo Choi, Jongho Nang
Dept. of Computer Science and Engineering, Sogang University

요 약

최근 디지털 카메라를 내재한 스마트 기기(스마트 TV, 스마트폰, 태블릿 PC)의 보급 증가와 향상된 무선 인터넷 환경에 따라 누구나 스마트 기기를 언제 어디서든지 동영상 콘텐츠에 접근할 수 있게 되었다. 이러한 이유로 배포된 영상은 쉽게 복사되어 저작권 보호에 취약하다는 문제점을 내포하고 있다. 동영상 복사본은 원본의 특징을 그대로 갖고 있는 경우보다 다양한 변화를 거쳐 변질되는 경우가 많다. 이 변질된 복사본은 복사본 검출을 힘들게 하는 주 요인이 될 수 있다. 본 논문에서는 복사본 검출 기술 중 MPEG에서 표준화 한 MPEG-7 Video Signature를 이용하여 다양한 변화를 갖는 복사본 동영상에서의 검출 성능 측정 및 분석과정에서 MPEG이 다루지 않은 흑색마진과 잘라내기 변화에 대해서도 실험을 하였다.

1. 서 론

최근 디지털 카메라를 내재한 스마트 기기(스마트 TV, 스마트폰, 태블릿 PC)의 보급 증가와 향상된 무선 인터넷 환경에 따라 누구나 스마트 기기를 통해 언제 어디서든지 동영상 콘텐츠에 접근할 수 있게 되었다. 이렇게 쉽게 접할 수 있는 동영상 콘텐츠는 보통 변화되어서 배포되는 경우가 많다. 실제로 작은 저장 공간을 갖는 휴대용 영상 플레이어에서 동영상 콘텐츠를 사용하기 위해 원본 동영상의 비트율 압축, 해상도 변경 등 여러 가지 변화를 갖는 경우를 볼 수 있다. 위와같이 만들어진 복사본 동영상은 신호 수준에서는 많은 변화가 존재하지만 사람의 관점에서는 거의 같은 동영상 콘텐츠라고 할 수 있다. 따라서 멀티미디어 제작자들의 지식재산권의 침해가 빈번하게 일어나게 된다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 방송사나 포털 업체들은 자동으로 동영상을 검출·검색하는 기술을 구현하는 방법을 연구하고 있다.

MPEG에서는 MPEG-7 표준을 만들고 비디오 시그니처를 추출하여 같은 동영상을 찾아내는 방법을 제시하였다. MPEG-7 Video Signature[1]는 프레임 단위의 시그니처를 추출하여 GoP(Group of Picture)를 구성한 후 데이터베이스에 존재하는 같은 시그니처들과 비교하는 방식을 제안하고 있다. 매칭의 방식은 모두 3단계로 이루어지며, GoP 매칭이 끝난 후 후보들에 대하여 frame-by-frame 매칭을 하는 구조로 형성되어 있다[2].

본 논문에서는 위에서 소개한 MPEG-7 Video Signature가 같은 동영상을 찾는 문제에서는 강건하고 효과적인 것이지만 다양하게 변화된 복사본 동영상에서도 높은 성능을 보여줄 수 있는지 측정하고 분석하여 실제로 다양한 변화가 있는 동영상 복사본 검출에 적용 가능한지를 논의한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구에 대해 설명하고 3장에서는 동영상 콘텐츠가 변화될 수 있는 방법 각각의 특징에 대해 설명한다. 4장에서는 실험 분석을 통해 유용성을 확인 하며 5장에서는 결론 및 향후 연구로 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 MPEG-7 동영상 복사 검출[1]

2.1.1 MPEG-7 동영상 복사 검출[1]

2.1.1 Frame Signature 추상화

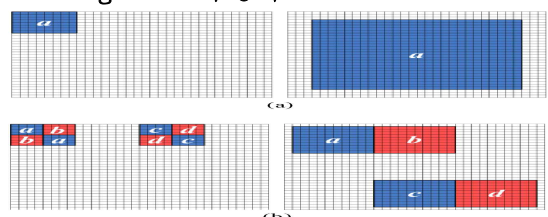


그림 1. MPEG-7 Frame Signature 추상화 표현 방법

1) 본 연구는 미래창조과학부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [10044615, 클라우드 기반 개방형 소셜 방송미디어 콘텐츠 융합 생성, 편집 및 재생을 위한 미디어 제작 및 전송 시스템 개발]

MPEG-7에서는 동영상 복사본 검출을 위한 Video Signature와 매칭 방법을 표준화 하였다. 동영상의 각 프레임은 380개의 영역에 대한 평균값 또는 차이 값으로 구성된 Frame Signature로 추상화 된다. 예를 들어 그림 1의 (a)와 같이 a의 영역에서 픽셀 값들의 평균값을 내거나 그림 1의 (b)와 같이 a의 영역에서의 평균값과 b영역에서의 평균값의 차이를 낸 값 들이다. 이와 같은 특징 추출 방법은 지역 특징 기반[3,4]의 방법이나 블록 기반 방법[2,5,6]에 비하여 영상의 부분 변화에 강건하다고 볼 수 있다.

2.1.2 복사구간 검출 방법

원본 동영상에 대한 복사본 동영상의 시퀀스 매칭을 하기 위하여 MPEG-7에서는 매칭 구간의 선형성에 기반하여 그림 2와 같이 하프-변환(Hough-Transform)[7]을 통한 유사도 공간상에서의 직선 검출 방식을 사용하고 있다. 보통 복사본 동영상은 시간축에서의 일부분만 변화되는 것이 아니라 모든 프레임에 대해서 같은 변화가 일어나게 되는 특징을 갖고 있다. 따라서 변화된 동영상을 검출하는데 있어 매우 강건한 방법이라고 볼 수 있다.

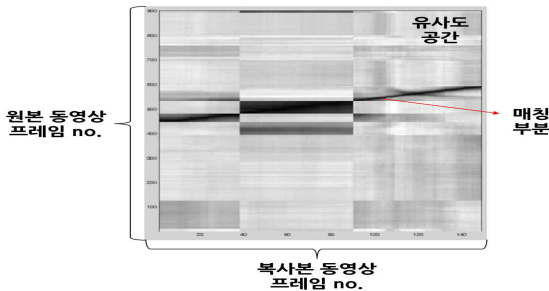


그림 2. 하프-변환을 통한 매칭

3. 동영상 변화 방법들의 종류

동영상 복사본을 만드는 과정(재인코딩, 캡코딩)에서 동영상은 여러 변화가 발생할 수 있다. 이러한 변화는 원본 동영상의 품질 저하, 흐림 또는 노이즈를 추가 시키게 된다. 그림 3은 여러 가지 변화에 대한 예를 보여준다. (a)는 오리지널 동영상의 한 부분이다. (b)는 비트레이트 값을 낮게 한 결과의 예시이다. 비트레이트 값을 낮게 함으로써 동영상의 데이터 용량을 줄이게 되지만 동영상의 품질은 노이즈가 생기거나 번짐현상이 생겨 원본과 신호적으로 변화를 갖게 된다. (c)는 밝기 값을 변화시킨 복사본 동영상의 예시이다. 동영상의 밝기 값을 변화시킴으로써 색상정보를 원본과 다르게 하여 신호적으로 변화를 갖는다. (d)는 원본 동영상에 다른 정보(그림, 글자, 로고)를 삽입한 예시이다. 이러한 복사본 동영상은 원본 동영상의 일부분을 가리게 되는 영향을 줌으로써 복사본 검출에 영향을 주게 된다. (e)는 동영상의 위·아래, 좌·우 또는 모든 면에 대해서 잘라내기 변화를 준 예시이다. 이 변화는 특히 동영상의 해상도를 바꾸는 경우에 많이 발생하게 되는데 원본 동영상 내용 정보는

없지 않지만 신호적인 정보를 잃게 됨으로써 검출에 어려움을 주게 된다. (f)는 동영상의 색상정보를 흑백 영역으로 변화를 시켜준 예시이다. 이 변화를 갖는 복사본 동영상은 색상 정보를 잃게 됨으로써 원본 동영상과의 정보 변화를 갖게 된다. (g)는 동영상의 위·아래 흑색마진이 추가된 변화이다. 이 변화도 (e)와 같이 동영상의 해상도 변화를 줌으로써 많이 발생하게 되는데 다른 점은 원본 동영상의 정보를 잃는 것은 아니지만 위·아래, 좌·우 또는 모든 면에 정보가 추가되게 됨으로써 원본 동영상과 다른 영상인 것처럼 변화하게 된다.



그림 3. 동영상 변화 방법들 예시

4. 실험 결과

다양한 변화를 갖는 복사본 동영상 검출에 대한 MPEG-7 Video Signature 성능을 알아보기 위해 다음과 같은 환경으로 실험을 하였다. 실험을 위한 동영상 데이터는 100분의 분량의 원본 동영상에 대해서 3.에서 소개한 6가지 각각의 변화(비트레이트, 밝기, 캡션삽입, 잘라내기, 흑백, 흑색마진)를 적용한 5초 길이의 복사본 동영상을 구성하였다. 동영상 변형의 정도는 비교적 강한 변형을 주었다. 실험은 MPEG-7 XM 참조 프로그램을 사용하여 테스트를 하였다. 성능 측정 결과 그림 4에서 보듯이 잘라내기(crop) 변화와 흑색마진(blackmargin) 변화에 대한 성능이 다른 변화에 비해서 매우 낮게 나옴을 알 수 있다. 그림 4의 성능 측정을 바탕으로 한 분석결과 잘라내기와 흑색마진 변화에 대해서 성능이 낮게 나오는 이유는 2.1.1절에서 소개한 Frame signature 추상화 방식의 특성 때문에 나타난다. MPEG-7의 Frame Signature는 영역의 정보들에 대한 조합이라고 볼 수 있는데 잘라내기와 흑색마진 변화가 일어날 경우 영역들의 조합이 손상되므로 성능을 떨어뜨리는 결과를 갖게 된 것이다.

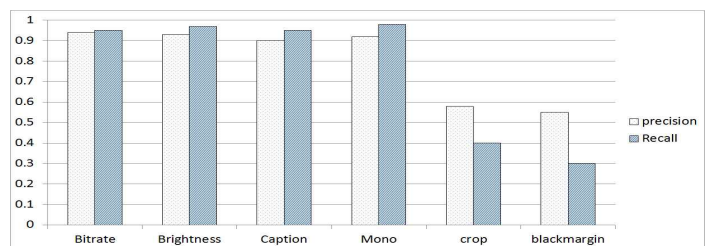


그림 4. MPEG-7 Video Signature 성능결과

그림 5는 흑색마진 변화가 영역들의 조합을 손상시키는 것을 예로 보여주고 있다. (a)는 원본 동영상에서의 한 영역이고 (b)는 흑색마진 변화가 있는 복사본 동영상의 영역을 보여준다. 흑색마진 변화가 생긴 동영상에서는 영역에 흑색마진이 삽입되게 됨으로써 영역들의 조합에 손상을 일으킬 수 있다는 걸 쉽게 볼 수 있다. 실제로 Feature 값들이 어떠한 차이를 보이고 있는지 그림6에서 보여주고 있다. (a)는 흑색마진이 영상의 약10%가 생겼을 때의 원본과의 Frame Signature Feature 차이값과 20%가 생겼을 때의 원본과의 Feature 차이값을 비교해 놓은 것이다. (b)는 흑색마진이 영상의 약10%가 생겼을 때 원본과의 Feature 차이값과 20%가 생겼을 때 원본과의 Feature 차이값을 비교해 놓은 것이다. (a)와 (b)의 차이를 보았을 때 흑색마진의 영역이 커질수록 Feature 값의 차이가 많이 생김을 알 수 있다. (c)는 흑색마진이 생겼을 때 원본과의 Feature 차이값과 비트레이트 변화가 생겼을 때 원본과의 Feature 차이값을 비교해 놓은 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 흑색마진 변화가 비트레이트 변화보다 많은 영향을 보여줌을 알 수 있다.

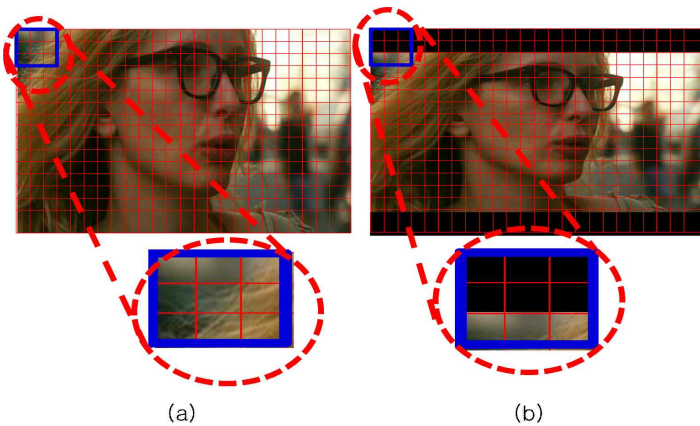


그림 5. Frame Signature를 만들기 위한 원본 동영상의 한 영역(a)과 흑색마진 변화 복사본 동영상의 한 영역(b)

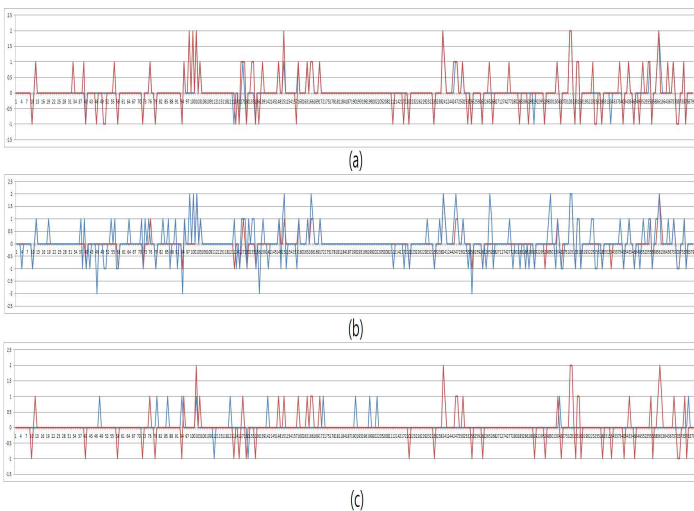


그림 6. 변화된 Frame Signature Feature들의 차이

5. 결론 및 향후 연구 방향

실험을 통해서 MPEG-7 Video Signature는 복사본 검출에서 동영상의 모든 영역에 영향을 주는 변화(비트레이트, 밝기, 흑백)에서는 매우 강건하지만 흑색마진이나 자르기 변화에서는 매우 치명적인 영향을 받는다는 것을 밝혔다. 따라서 위에서 나타난 MPEG-7 Video Signature의 문제점을 보완할 수 있는 흑색마진이나 자르기 변화에 강건한 전처리 방법에 대해 연구할 것이다. 또한 캡코딩 변화에 대한 성능 분석 및 해결 방안에 대한 연구도 필요하다.

6. 결론 및 향후 연구 방향

- [1] S. Paschalakis, K. Iwamoto, P. Brasnett, N. Sprljan, R. Oami, "The MPEG-7 Video Signature Tools for Content Identification," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, Vol. 22, no. 7, pp.1050 - 1063, 2012.
- [2] S. Paschalakis, K. Iwamoto, P. Brasnett, N. Sprljan, RyomaOami, T. Nomura, A. Yamada and MiroslawBober, "The MPEG-7 Video Signature Tools for Content Identification," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, Vol. 22, No. 7, pp.1050-1063, 2012.
- [3] Z. Liu, T. Liu, B. Shahraray. "AT&T Research at TRECVID 2009 Content-based Copy Detection," *In Proc. of TRECVID, 2009 Workshop.*
- [4] C. Chiu, C. Yang, C. Chen, "Efficient and Effective Video Copy Detection Based on Spatiotemporal Analysis," *In Proc of the Ninth IEEE Int. Sym. Multimedia*, pp.202-209, 2007.
- [5] L. Chen and F. Stentiford, "Video sequence matching based on temporal ordinal measurement," *Pattern Recognit. Lett.*, Vol. 29, No. 13, pp. 1824-1831, 2008.
- [6] M. Yeh and K. Cheng, "A compact, effective descriptor for video copy detection," *in Proc of 17th ACM Int. Conf. Multimedia*, pp.633-636, 2009.
- [7] Illingworth, John, and J. Kittler. "A survey of the Hough transform," *Computer vision, graphics, and image processing.*, Vol. 44. No.1, pp.87-116, 1988.