

셋톱 환경을 고려한 MPEG-2 비디오에서의 다중 워터마킹 구조

A Structure of Multiple Watermarking on MPEG-2 Video Based on Set-Top Environment

김 정 민*, 최 용 수**, 김 형 중**
 Jung-Min Kim, Young-Soo Choi, and Hyoung-Joong Kim

Abstract

인터넷을 통한 멀티미디어의 유통이 광범위하게 이루어지면서 저작권 보호에 대한 요구가 점점 높아지고 있다. 디지털 워터마킹을 저작권보호를 위한 DRM의 수단으로 사용하는 시도도 있어왔다. 특히, 비디오 매체에 대한 워터마킹이 현실적으로 가장 효과적이고 현실적이다. MPEG 압축 비디오를 이용하는 방송환경의 워터마킹 기술은 많은 연구가 되어지고 있지만 실제 STB(Set Top Box)에서 동작하는 워터마킹 기술은 아직 일반적이지 못하다. 본 논문에서는 서버(방송국) 및 클라이언트(STB)에서 제공자와 이용자의 정보를 각각 삽입하는 다중 워터마킹 구조를 제안한다. STB에서는 비디오 스트림 수신 후 제공자의 정보(서버 워터마크)를 검출 및 확인 후 인증 시 비디오카드를 통하여 모니터 및 장치들로 비디오신호를 전송하게 된다. 이때 STB의 정보를 포함한 클라이언트 비디오 워터마크를 삽입함으로써 2차적 저작권보호를 시도하게 된다. 이러한 기술은 IPTV 환경에서 발생할 수 있는 멀티미디어의 불법 사용에 대한 저작권보호의 수단으로 사용하는 것이 가능하다.

Keywords : Video Watermarking, Multiple Watermarking, STB, IPTV, MPEG-2

I. 서 론

최근 초고속 인터넷망의 빠른 보급과 이를 이용한 다양한 서비스가 개발되고 있다. 인터넷 전화나 IPTV는 초고속 인터넷망을 이용하는 대표적인 서비스이다. IPTV는 인터넷망에 연결된 STB(Set Top Box)에서 실시간으로 사용자가 원하는 영상을 다운받으면서 사용자가 시청할 수 있는 서비스로 요약될 수 있다. 인터넷을 통해 받는 영상은 영상 파일로 구성되기 때문에, 악의를 갖는 공격자들이 STB에서 영상을 추출하는 것은 어렵지 않다. 그리고 받은 영상에 대한 파일 출력을 지원해 주는 STB도 존재하므로, 해당 영상이 인터넷망을 통해서 쉽게 유통될 수 있다는 위험성이 발생한다. 이와 같이 서비스 되는 비디오의 불법 유통을 막기 위한 여러 가지 방법이 있지만, 이 논문에서는 디지털 매체에 직접 저작권 관련 정보를 심는 디지털 워터마킹을 이용하고자 한다.

일반적으로 디지털 워터마킹이란, 디지털 매체 저작권자나 제공자가 이용자로부터 미디어를 판매 할 때, 해당 매체가 불법적으로 유통되는 것을 막기 위해 최소한의 정보를 워터마킹 알고리즘을 통해 매체에 삽입 하는 기술이다 [1]. 더 진보된 기술로서는, 디지털 미디어에 이용자의 정보를 심어 불법 유통되는 미디어를 추적하기 위한 디지털 핑거프린팅 기술이 있다.

제안한 방법에서는 다중 워터마킹 기술을 사용하여 서비스를 공급하는 서버에서 뿐만 아니라 서비스 받는 클라이언트(STB)에서도 워터마킹을 2번 수행한다. 이를 통해서 서비스 제공자 정보뿐만 아니라 서비스 이용자의 정보를 포함하는 매체를 생성할 수 있다. 해당 워터마킹 기술은 현재 사용화 되고 있는 MPEG-2 스트림 상에서 수행될 수 있도록 한다.

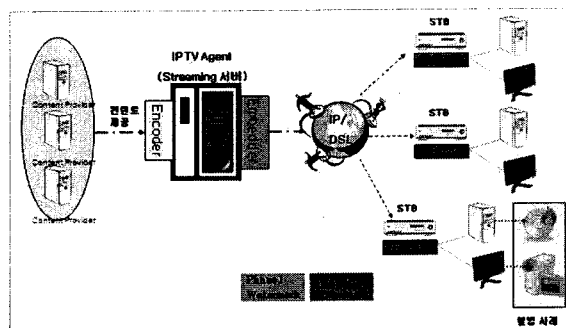


그림 1. 다중 워터마킹의 시나리오
 Fig. 1. The Scenario of multiple watermarking

실제적으로 구현할 비디오 워터마킹에 대한 설명을 2장에서 다루었고, 3장에서는 셋톱 환경에서의 다중 워터마킹 구조를 제안한다. 마지막으로는 결론 및 향후 발전 방향을 기술하였다.

II. 비디오 워터마킹

비디오 워터마킹 기술들을 분류하는 일반적인 기준 중

접수일자 : 2008년 8월 11일
 최종완료 : 2008년 8월 18일
 *고려대학교 정보경영공학전공대학원
 **고려대학교 정보경영공학전공
 교신저자, E-mail : ciechoi@korea.ac.kr

에 하나는 워터마킹이 삽입될 비디오에 대한 압축성 여부이다. 대부분의 워터마킹 알고리즘은 비압축 영역(uncompressed domain) 상에서 이루어진다. 하지만 서버로부터 서비스되는 디지털 비디오는 압축된 형태로 되어 있다. 비압축 영역에서 사용되는 알고리즘을 압축된 비디오에서 사용하기 위해서는, 압축된 비디오의 압축을 풀고 그 위에 워터마킹 데이터를 삽입한 후에 다시 압축을 해야 한다. 이 작업은 시간 및 자원에 있어서 비효율적인 것으로서 실시간으로 수행 되어야 할 STB상의 워터마킹 알고리즘으로는 바람직하지 않다. 따라서 이미 압축된 영역(compressed domain)에서의 스트림에서의 워터마킹 알고리즘이 필요하다[2-3].

압축 영역에서 수행되는 비디오 워터마킹의 종류로서는 DCT계수나 움직임 벡터 등에 워터마킹을 삽입하는 알고리즘이 있고, 다중 워터마킹 구조에서 사용하고자 하는 알고리즘은 DCT계수를 수정하는 방법인 Spread Spectrum 이다.

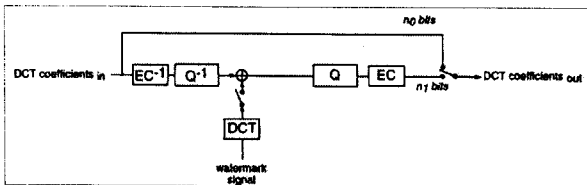


그림 2. 압축 영역에서의 Spread Spectrum 워터마킹 방법
Fig. 2. Spread spectrum watermarking scheme in compressed domain

Spread Spectrum 방식은 MPEG-2 비디오 스트림상에서 이루어지는 워터마킹으로서, 입력되는 비디오 스트림에서 워터마킹을 삽입하고자 하는 프레임을 추출한다. 그리고 엔트로피 코딩 압축을 풀고, 역양자화를 통해서 얻은 DCT 영역의 영상 값과, DCT변환이 된 워터마크 값을 더하여 워터마크를 삽입하고, 워터마크가 된 영상을 다시 양자화를 시키고 엔트로피 코딩 압축을 해서 워터마크된 압축된 영상을 출력한다[4].

III. 다중 워터마킹의 구조

다중 워터마킹(multiple watermarking)은 기본적으로 이미 워터마킹을 삽입한 디지털 미디어에서 다시 다른 값의 워터마킹을 삽입한다는 개념이다[4].

IPTV에서 이루어질 다중 워터마킹에 대한 개념 또한 위와 비슷하다. 첫 번째 이루어지는 워터마킹은 서비스 제작자나 판매자가 자신의 정보를 삽입하는 것이다. 그리고 두 번째 이루어지는 워터마킹은 STB에서 해당 셋톱에 대한 고유 번호나 서비스를 받는 사용자에게 대한 정보를 워터마킹 하는 것이다.

1. Phase I

첫 번째 단계는 서버상에서 워터마킹이 삽입되는 단계이다.

먼저 서비스를 제공할 비디오 스트림을 받는다. Stream Classifier 단계에서는 입력 받은 MPEG-2 스트림에 대한 정보를 분석하고, 해당 스트림을 GOP(Group of Pictures) 단위로 분류한다. GOP란 픽처의 집합단위이다. MPEG-2에서는 3가지 종류의 픽처가 있다. I 픽처는 공간적인 압축

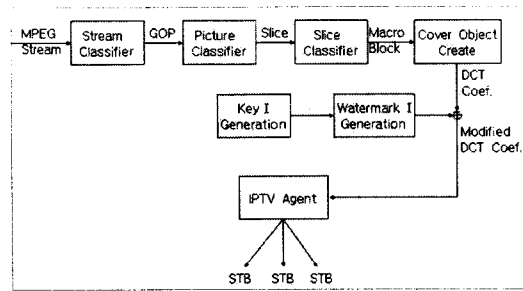


그림 3. Phase I 워터마크 삽입 단계
Fig. 3. Process of inserting watermark in Phase I

기술만 사용하고, 주로 다른 픽처의 참조 픽처로서의 역할을 한다. P 픽처는 가장 최근의 I 픽처나 P 픽처를 참조하여 움직임 추정 기술을 사용해서 부호화 시킨 것이다. B 픽처는 이전 픽처뿐만 아니라 앞으로 나올 픽처까지 참조하여 움직임 예측을 통해서 부호화 시킨 것이다. 이와 같이 P 픽처나 B 픽처는 움직임 추정 기술을 통한 시간적 압축이 일어나기 때문에 이들 픽처에 워터마킹을 삽입하기 위해 픽셀 값의 수정이 일어난다면 다른 참조 픽처의 픽셀 값까지 수정되어 큰 복잡도를 갖게 된다. 따라서 제안하는 다중 워터마킹 구조에서는 공간적인 압축만 수행한 I 픽처에만 워터마킹을 삽입한다. 이렇게 I 픽처와 다른 I 픽처 사이에, 해당 픽처를 참조하는 여러 P 픽처와 B 픽처가 존재하는데, 이와 같이 I 픽처부터 해당 I 픽처까지의 픽처의 집합을 GOP라고 한다[5].

Picture Classifier 단계에서는 입력받은 GOP에서 워터마킹을 삽입할 I 픽처를 추출한다. 추출한 I 픽처의 매크로블록 단위까지 가서 해당 매크로블록의 DCT 계수에 삽입할 워터마킹 값을 삽입한다. 이렇게 워터마크가 삽입된 MPEG-2 스트림은 사용자에게 서비스 되어 사용자의 STB으로 전송된다.

이 단계에서 삽입될 워터마크의 값은 첫 번째로 콘텐츠 분류를 위한 고유값으로서 최소 10개의 아스키 문자로 이루어져 있고, 첫 번째 단계에서 워터마크가 삽입되었는지에 대한 플래그 값이다.

2. Phase II

두 번째 단계는 STB에서 워터마킹이 삽입되는 단계이다.

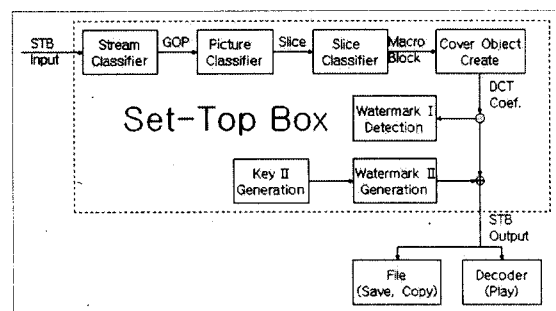


그림 4. Phase II 워터마킹 삽입 단계
Fig. 4. Process of inserting watermark in Phase II

첫 번째 단계에서 워터마킹을 삽입한 MPEG-2 비디오 스트림을 입력 받아 해당 스트림을 분석한다. 워터마크가 삽입된 I 픽처를 매크로블록 단위에서의 DCT 계수 값과

워터마크를 삽입할 때 사용했던 키 값을 통해 첫 번째 워터마크를 확인한다. 이 과정은 두 번째 단계에서 서버로부터 워터마크의 삽입 여부에 대한 정보를 삽입하기 위해서 필요하다. 첫 번째 단계에서의 워터마크 삽입 여부를 확인한 후에는 이 단계에서 삽입할 워터마크 값을 DCT 계수에 삽입한 후에 삽입된 비디오를 출력시킨다.

이 단계에서 삽입될 워터마크의 값은 STB의 고유번호를 표시하는 4개의 아스키 문자값과 첫 번째 단계에서의 워터마크의 확인 여부에 대한 플래그 값이다.

IV. 결 론

이 논문에서는 셋톱 환경에서 이루어지는 다중 워터마킹에 대한 구조를 제안하였다. 제안된 기술에서는 서버에서 콘텐츠 관련된 정보를 Phase I에서 비디오에 삽입하고, 클라이언트에서 STB의 고유 정보를 Phase II에 비디오에 삽입하여 IPTV를 통해 서비스 되는 비디오에 대한 저작권을 보호할 수 있도록 하였다.

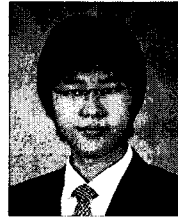
기존 기술에서는 STB 기반의 워터마킹 기술은 아직 일반적이지 않고 초기 수준에 머물고 있다. 그리고 클라이언트 이후의 콘텐츠 불법사용에 대한 기술적 접근이 없었고, 현재까지 다중 워터마킹이라는 기술은 동일 정보의 반복적인 삽입에 불과했다. 이런 기존 개발 기술들의 한계 속에서 이 논문에서 제안된 기술이 IPTV 환경에서 더 발전적인 역할을 수행할 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. (2008-F-036-02, 익명성 기반의 u-지식 정보보호기술개발)

[참고 문헌]

- [1] I.J. Cox, M.L. Miller, J.A. Bloom, J. Fridrich and T. Kalker, "Digital Watermarking and Steganography" (Second Edition), Morgan Kaufmann, 2008.
- [2] G. Doerr and J.-L. Dugelay, "A Guide Tour of Video Watermarking", Signal Processing: Image Communication. Vol.18, No. 4, pp. 263-282, 2003.
- [3] G.C. Langelaar and R.L. Lagendijk, "Optimal Differential Energy Watermarking of DCT Encoded Images and Video", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 10, No. 1, pp.148-158, 2001.
- [4] F. Hartung and B. Girod, "Watermarking of Uncompressed and Compressed Video", Signal Processing, Vol. 66, No. 3, pp. 283-301, 1998.
- [5] N.P. Sheppard and R. Safavi-Naini and P. Ogunbona, "On multiple watermarking", Proceedings of the ACM International Multimedia Conference and Exhibition(II), pp. 3-6, 2001.
- [6] 이호석, 김준기, "알기쉬운 MPEG-2", 홍릉과학출판사, 2002.



김 정 민

2008년 한동대학교 전산전자공학부 졸업
2008년~현재 고려대학교 정보경영공학전문대학원 석사과정 재학중

<관심분야> Robust Watermarking, Reversible Watermarking Data Hiding, Steganography

<e-mail> jjangmin@korea.ac.kr

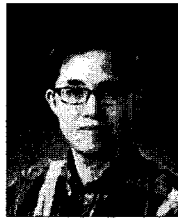


최 용 수

1998년 강원대학교 제어계측공학과 졸업
2000년 강원대학교 제어계측공학과(공학석사)
2006년 강원대학교 제어계측공학과(공학박사)
2007년~현재 고려대학교 정보경영공학전문대학원 연구교수

<관심분야> IPMP, DRM 영상 데이터 은닉, 영상/비디오/오디오 워터마킹

<e-mail> ciechoi@korea.ac.kr



김 형 중

1978년 서울대학교 제어계측공학과 졸업
1986년 서울대학교 제어계측공학과(공학석사)
1989년 서울대학교 제어계측공학과(공학박사)
1990년~2006년 강원대학교 교수
2007년~현재 고려대학교 정보경영공학전문대학원 교수

<관심분야> Parallel Computing, Image Hashing, Data Compression, Steganography

<e-mail> khj@korea.ac.kr