

추출된 프레임을 이용한 비디오 워터마킹 기법에 관한 모델 연구

마형주*, 성경상*, 한명묵*, 오해석*

*경원대학교 전자계산학과

e-mail: moyu@kyungwon.ac.kr

A Study on Model related Video Watermarking Techniques using Extracted Frames

Hyeong-Ju Ma*, Kyung-Sang Sung*, Myung-Mook Han*, Hae-Seok Oh*

*Dept of Computer Science, Kyungwon University

요 약

인터넷의 발달과 다양한 콘텐츠의 디지털화로 인해 손쉽게 복제와 유통이 가능해지면서 콘텐츠 제공업자와 콘텐츠 제작업자의 영세화가 가속화되고 있으며, 이로 인해 콘텐츠 보호 기술에 대한 요구가 급증하고 있다. 본 논문에서는 콘텐츠의 보호를 위해 동영상의 특정 프레임을 추출해 보다 강한 워터마크를 삽입하고 추출하는 효율적인 방법에 대한 모델을 제시한다. 또한 암호화 기술을 이용해 디지털 콘텐츠를 패키지 형태의 암호화된 데이터로 변환시키는 DRM 솔루션에 대해 디지털 콘텐츠가 전달된 후 사용자 측면에서 사용에 제한을 받도록 제안한다.

1. 서론

최근 컴퓨터 및 네트워크 기술의 비약적인 발전과 멀티미디어 데이터의 활용이 급증하고 있다. 이로 인하여 동영상과 같은 멀티미디어 콘텐츠 사용이 급증하고 있으며 각종 매체를 통하여 많은 상업적 거래가 이루어지고 있다. 그러나 이와 같은 발전과 더불어 저작물의 무단 복제 및 배포 또한 심각한 사회문제로 초래되고 있으며, 이러한 저작권 침해의 대처 방법으로 많은 기술들이 제안되고 있다. 이에 따라 현재 DRM(Digital Right Management)과 같은 많은 기술들이 정보보호를 위해 연구되고 있고, 그 중에서 가장 주목받고 있는 것은 영상이나 음성 등의 신호에 특정한 코드나 패턴을 삽입하여 위조 및 변조에 대한 공격을 방지 할 수 있는 워터마킹(Watermarking)방법이다.

워터마킹 기술은 영상 및 음성과 같은 멀티미디어 데이터 내에 원 소유주 또는 저작권자만의 마크

(Mark)를 삽입하고, 이러한 데이터를 이용하는 사용자에게 제공함으로써 소유권 주장에 대한 권리를 제공하는 기술을 말한다. 이때 삽입되는 마크를 워터마크(Watermark)라고 부르는데 이는 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 삽입된 워터마크는 사람이 인지할 수 없어야 한다. 즉, 제공되는 멀티미디어 콘텐츠는 워터마크의 삽입으로 인해 콘텐츠의 품질이 저하되지 않아야 한다. 둘째, 삽입된 워터마크는 그 콘텐츠에 변형을 가하더라도 쉽게 영향을 받지 않는다. 즉, 콘텐츠에 변형을 가했을 때 워터마크가 쉽게 깨지거나 제거된다면 콘텐츠의 저작권자의 권리를 보호할 수 없기 때문이다.

워터마크 기법은 크게 공간영역(Spatial domain)과 주파수영역(Frequency domain)으로 나눌 수 있다. 공간영역의 워터마킹은 특정영역의 화소(Pixel) 값에 직접 적용하는 방법으로 압축이나 필터링 등에 의한 데이터의 변형에 취약하다는 단점이 있다. 주파수영역에서의 방법은 FFT(Fast Fourier Transform), DCT(Discret Cosine Transform),

* 본 연구는 경기도의 차세대 성장동력 기술개발 사업에 의한 지원금으로 수행되었음.

WT(Wavelet Transform)을 이용하여 영상을 주파수 변환 한 다음, 특정 대역의 주파수 계수 값에 워터마크를 삽입하는 방법이다.

디지털 비디오에서의 워터마킹은 동영상에 워터마크를 삽입하기 위해서 동영상을 연속된 여러 정지영상들 즉, 프레임(Frame)들의 집합으로 간주하고 각 프레임의 주파수 성분을 변조시키는 것이 기본 원리이다. 이러한 특징을 이용하여 본 논문에서는 매 초당 임의의 한 프레임에 워터마크를 삽입하는 방법을 제안한다. 이러한 방법을 이용함으로써 기존의 DCT변환 함수만을 이용했던 것에서 탈피하여 DWT변환 함수를 이용하여 비가시성과 강인성을 높였다.

2장에서는 워터마킹 기술에 대한 배경지식을 살펴보고 3장에서는 제안하는 DRM 서비스에서의 워터마킹 기술, 4장에서는 구현 환경 및 평가, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시한다.

2. 배경 지식

2.1 DRM(Digital Rights Management)

DRM이란 디지털 콘텐츠에 대한 저작권 보호와 자동과금 서비스를 위한 솔루션이다. 디지털 오디오, 비디오, 문자, 그래픽, 컴퓨터 프로그램 등 다양한 형태의 디지털 콘텐츠에 대한 파일 복제방지 수준의 저작권 보호는 물론 사용자의 권한에 따른 사용 규칙의 적용과 디지털 콘텐츠의 불법사용방지, 자동과금, 결제대행, 부가서비스 등 디지털 콘텐츠의 생성, 유통, 사용에 관련된 전 분야의 서비스를 제공하는 것이다.

2.2 디지털 워터마킹(Digital Watermarking)

디지털 워터마킹은 오디오, 비디오, 이미지 그리고 텍스트 등의 멀티미디어 콘텐츠에 저작권 정보 등 소유권을 주장하고자 하는 특정의 데이터를 사람의 육안이나 청각으로는 구별할 수 없게 삽입하는 기술이다. 만약, 유통 과정에서 소유권의 분쟁 등 원소유자를 확인해야 하는 경우 이를 다시 검색, 추출하여 소유권, 저작권 등의 권리를 행사할 수 있는 근거를 마련할 수 있도록 해준다.

2.2.1 디지털 워터마킹의 요구조건

(1) 비가시성(Invisibility)

디지털 워터마크는 보이지 않고, 영상의 질감 또한 감퇴하지 않아야 한다.

(2) 강인성(Robustness)

압축, 확대/축소, 이동, D/A변환, A/D변환과 같은 여러 가지 영상처리에 의해 소유권을 주장하기 위한 디지털 워터마크가 살아 남아있어야 한다.

(3) 분명함(Unambiguousness)

워터마크를 검색함으로써 자신의 소유권을 분명히 주장할 수 있어야 한다. 즉, 영상의 소유권자에 의해 워터마크의 추출이 용이해야만 한다. 또한, 내장된 워터마크가 제거되는 경우에는 반드시 화질의 저하가 이루어져 영상을 사용할 수 없게 해야 한다.

(4) 보안성(Security)

워터마크의 삽입과정이 알려져 있다 해도 관련된 파라미터 값들을 알고 있지 않는 한 불법적으로 워터마크를 삭제하려는 시도는 불가능해야 한다.

2.3 디지털 워터마킹의 방법

대부분의 워터마킹 기술들은 인간 시각기관의 특성을 고려하여 육안으로는 거의 식별할 수 없는 정도로 데이터 값을 왜곡하는 방법으로 워터마킹을 한다.

워터마크를 삽입하는 방법이나 응용기술에 따라 데이터를 공간적영역에서 삽입하는 방법과 주파수영역에서 삽입하는 방법으로 나눌 수 있다.

2.3.1 공간영역 방법(Spatial Domain)

공간영역에서의 방법은 이미지와 같은 데이터를 공간적 측면으로 분석하여 삽입하려는 정보를 공간상에서 흩어버려서 쉽게 구별할 수 없도록 이미지의 픽셀값에 직접 조작을 가해서 워터마크를 삽입하는 방법이다. 이 방법은 워터마크 삽입은 쉽지만, 손실 압축(JPEG)이나 필터링과 같은 이미지 처리에 약하다는 단점이 있다.

2.3.2 주파수영역 방법(Frequency Domain)

주파수를 이용한 방법은 멀티미디어 데이터를 주파수 성분의 신호로 변환하고 워터마크를 삽입하는 방법이다. 즉, 주파수 영역의 계수 값에 워터마크를 삽입하는 방법이다. 일반적으로 데이터를 변환하는 방법으로 DCT(Discrete Cosine Transform), FFT(Fast Fourier Transform), DWT(Discrete Wavelet Transform)기법 등을 이용한다. 이 방법은 삽입하려는 워터마크 계수들이 원 데이터의 전 영역

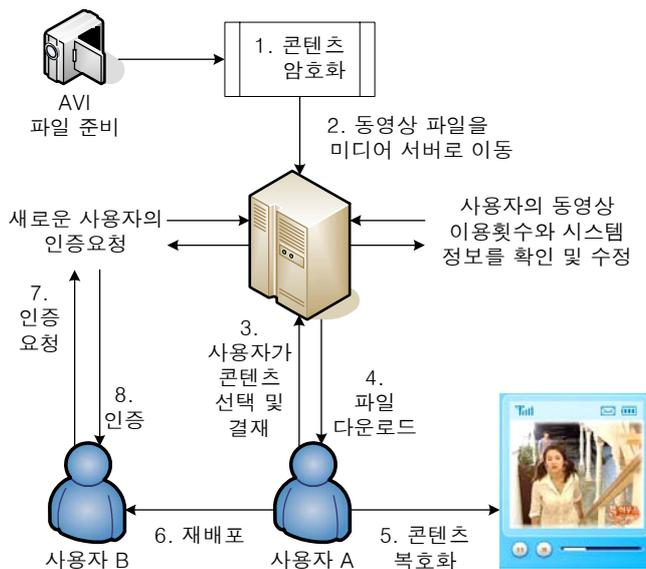
에 분포하게 되며, 한번 삽입된 워터마크는 일반적인 공격으로 쉽게 제거되지 않는다.

3. 제안하는 DRM 서비스에서의 워터마킹 기술

콘텐츠 유통의 안전성을 높이기 위해 패키징 기술을 통해 콘텐츠를 암호화하여 스트리밍 되는 콘텐츠를 보호하고 스트리밍 콘텐츠의 유출을 방지하기 위해 라이선스 메커니즘을 통하여 지정된 시스템에서만 동영상을 볼 수 있게 하는 비즈니스 모델을 지원하고 있다.

3.1 제안하는 DRM 시스템

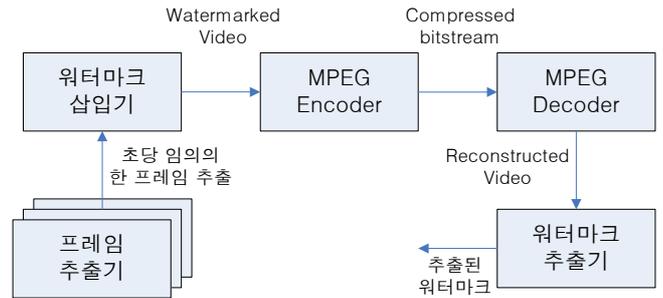
그림 1은 콘텐츠 유통을 위한 DRM 시스템 구조로서 사용자가 콘텐츠를 요구했을 때 인증 절차를 거친 후에 사용자에게 적합한 콘텐츠를 제공하기 위한 전체적인 모델이다. 본 논문은 제공할 콘텐츠에 워터마킹 기법을 적용하여 신뢰성을 우선으로 합법적인 콘텐츠를 이용해서 향상된 서비스를 제공하는 방법을 제안한다.



[그림 1] 콘텐츠 유통을 위한 DRM 시스템 구조

3.2 워터마크 삽입을 위한 영상 추출 시스템 설계

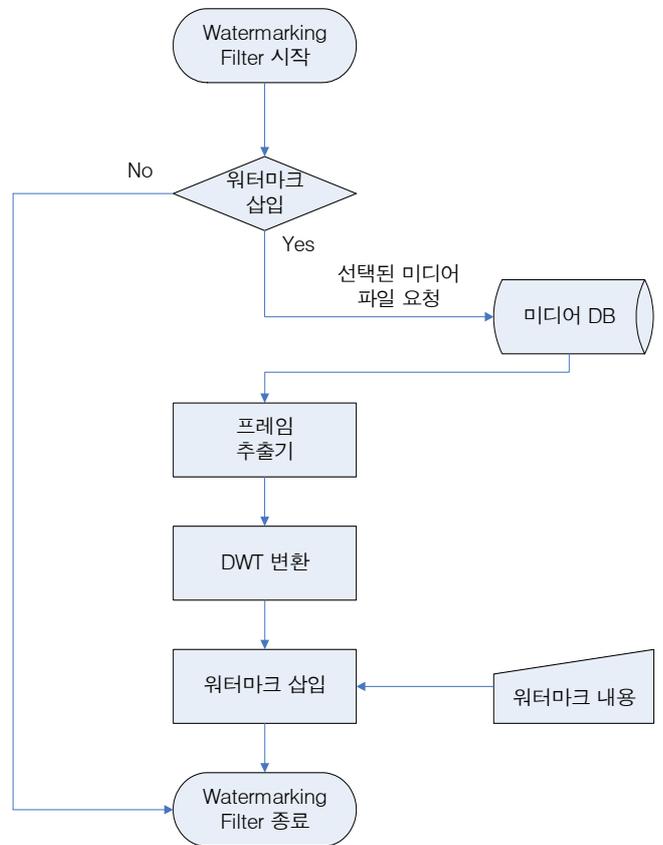
워터마크의 삽입에 있어서 고려해야 할 사항은 비가시성과 강인성이다. 비가시성의 특성을 만족하기 위해 워터마크를 작은 크기로 설정하도록 하며, 외부의 공격에 강인성을 보이기 위해 저주파대역에 워터마크를 삽입하도록 설정한다.



[그림 2] 워터마크 삽입을 위한 영상 추출 시스템

그림 2는 워터마크를 삽입하기 위한 전처리단계로서, 먼저 동영상을 프레임별로 추출을 한다. 프레임 추출기를 통해 매 초당 임의의 한 프레임을 추출하여 추출된 프레임을 DWT 한 후에 워터마크를 삽입하고 프레임 헤더에 플래그를 추가한다. 플래그는 워터마크 검출을 위한 것으로 워터마크 검출 시 프레임 헤더를 통해 워터마크 삽입여부를 판단한다. 다음은 워터마크 필터를 통해 워터마크를 삽입할 미디어를 선택하고 프레임들을 추출해서 워터마크를 삽입하는 과정 보여준다.

3.3 워터마크 필터 설계



[그림 3] 워터마크 필터 흐름도

그림 3은 워터마킹 필터의 흐름도로서 워터마크를 삽입할지 여부를 확인한 후에 선택되어진 콘텐츠에서 워터마크를 삽입할 임의의 프레임을 추출하고 DWT변환 함수를 이용하여 추출되어진 프레임들마다 워터마킹을 삽입하도록 한다.

4. 실험 환경 및 평가

4.1 실험 환경

본 시스템의 하드웨어 사양은 CPU 2.4GHz, RAM 512MB이고, 운영체제는 Windows 2000 Server, 데이터베이스는 MS-SQL Server 2000을 사용하였다. Video 컨트롤을 위해 MPEG4를 이용하였으며, 인터페이스와 사용자 관심정보 분석을 위한 개발언어로 Visual C++ 6.0을 사용하였다.

4.2 평가

제안하는 시스템은 로그인을 함과 동시에 사용자의 인증정보를 이용하여 사용자에게 제한성을 지닌 콘텐츠를 제공하게 된다. 콘텐츠에 제한성을 두었다는 것은 사용자가 콘텐츠를 선택함과 동시에 결제를 통하여 사용자에게 서로 다른 인증 정보를 전송하게 되는데, 이를 통해 일회성을 요구하는 사용자 뿐 아니라 수회동안 이용을 원하는 사용자에게 각기 다른 권한을 부여하여 콘텐츠를 효과적으로 관리할 수 있다.

동영상의 매 초당 임의의 프레임을 추출하고 추출한 프레임에 워터마크를 삽입하는 방법은 비가시성에 효과적이다. DWT를 이용해 워터마크를 부대역에 삽입한 프레임이 1초당 한 번 눈으로 감지하기 어려운 속도로 나타나기 때문에 비가시성을 높인다. 또한 매 초에 걸쳐 등장하므로 영상을 자르는 등의 공격에도 강인하다.

5. 결론 및 향후 과제

현재의 디지털 워터마킹 기술은 사용자의 단말 시스템이 다양하고 사용자가 사용하는 네트워크가 다양하다는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 특징을 고려하지 않고 단순히 Open Network에 분포된 콘텐츠를 관리하는 기술에 그치고 있다. 또한 개인이 방송물을 직접 녹화하거나 동영상으로 만들어 배포하는 행위 또는 현존 방식의 DVD에서 동영상을 추출하여 배포하는 행위 등은 현재 시점에서, 기술적인 저작권 통제가 어렵다. 본 논문에서는 디지털 동영상 이 연속적 프레임(frame)들의 집합으로 구성되어진

특성을 이용하여 각 프레임의 주파수 성분을 변조시키는 것에 주안점을 두었다. 또한 매 초당 임의의 한 프레임에 워터마크를 삽입함으로써 원 영상 그대로의 화질을 확보하는 것은 물론 워터마킹 삽입 기술에서 중요시되는 강인성에 있어서도 뛰어난 효과를 거둘 수 있었다.

향후 디지털콘텐츠를 보호하고 상호운용성 및 호환성을 보장하기 위한 기술이 발전하기 위해서는 학계와 산업계 모두에서 관심을 고조시킬 필요가 있으며, 영상업계에서 표준을 마련하고 이를 실제 적용하려는 움직임이 더욱 활발히 진행되어야 한다. 콘텐츠 판매자 측면에서는 저작권 보호를 통해 합법적인 콘텐츠의 이용으로 사용자의 신뢰도가 상승하고 불법 복제 방지를 통한 콘텐츠 서비스의 유료화 전환으로 판매 수익이 증가되며 이를 통해 사용자에게 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] I.J.Cox, J.Kilian, F.Thomson Leighton, and T.Shamoon, "Secure spread spectrum watermarking for multimedia," IEEE Trans. in image processing, vol.6, no.12, 1997. 12.
- [2] M. Ejima, A.Milyazaki, "A Wavelet-Based Watermarking for Digital Images and Video," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E83-A, No3 pp.532-540, March 2000
- [3] 노상윤, 박상주, "HVS 특성을 이용한 Wavelet 변환공간에서의 효과적인 워터마킹 기법에 관한 연구", 한국통신학회논문지, Vol.27, No.4A, 2002.
- [4] 이형훈, 배창석, 최재훈, 최윤식 "MPEG 비디오를 위한 하이브리드 워터마킹 알고리즘" 한국정보처리학회 논문지 제6권 제11호(99.11).
- [5] 박성훈, 김정엽, 현기호 "DCT 변환과 인간시각 칼라좌표계를 이용한 디지털 워터마킹" 대한전자공학회 02하계종합학술대회 논문집(4), pp.243-246.