

멀티미디어 데이터를 위한 저작권 보호기법에 대한 고찰

김영준, 이성민, 이진호, 김태윤
고려대학교 컴퓨터학과
e-mail : dream@netlab.korea.ac.kr

A Survey of Copyright Protection Schemes for Multimedia Data

Young-Jun Kim, Sung-Min Lee, Jean-Ho Lee, Tai-Yun Kim
Dept. of Computer Science & Engineering, Korea University

요 약

인터넷을 비롯한 통신기술의 비약적인 발전과 보급, Mpeg, Jpeg 등의 멀티미디어 데이터 압축기술의 발전으로 인하여 문서, 사진, 동영상, 오디오 데이터 등의 다양한 매체들이 디지털화되어 고속으로 전송이 가능하게 되었다. 이러한 멀티미디어 콘텐츠(Multimedia Contents)에 대해 누구나 쉽게 저장과 접근, 이용 가능하게 됨으로써 저작물에 대한 소유권 문제가 큰 이슈로 부각되었다.

본 논문에서는 이러한 멀티미디어 데이터의 저작권을 보호하기 위한 방법들을 살펴보고 각 기법의 특성을 고찰한다. 또한 각 기법들간의 관계 및 체계를 분류하고 저작권 보호에 효율적인 워터마킹(Watermarking)기법과 스테가노그래피(Steganography) 및 핑거프린팅(Fingerprinting)기법을 비교 분석한다.

1. 서론

정부의 주도아래 정보통신분야의 활발한 투자와 벤처기업의 전성시대를 맞으면서 전자 상거래는 급속하게 발전하고 보급되게 되었다. 하지만, 서적이나 음반 등의 아날로그 형태의 데이터와 달리 디지털 데이터는 다음과 같은 특성으로 인해 네트워크를 통해 멀티미디어 콘텐츠를 판매하는 데는 문제점이 있다.

- (1) 복제가 쉽다.
- (2) 복사본이 원본과 동일하다.
- (3) 네트워크를 통해 불법 복사본이 쉽게 퍼진다.

위와 같은 특성으로 디지털 데이터의 복제가 확산됨에 따라 여러 가지 멀티미디어 데이터에 대한 소유권문제와 이를 효율적으로 보호할 수 있는 기술이 요구되고 있다.

저작권 보호를 위한 메커니즘으로 접근제어(access control), 제한적 사용(restrictive use), 저작권 표기 메커니즘(copyright labeling mechanism)의 3 가지 기법이 있

다[1].

- 접근제어는 저작권 보호의 첫 단계로 네트워크상의 자원에 대해 허가받은 사람만 접근하게 하는 것이다. 이 방법에서는 인증(authentication)과 권한 부여(authorization mechanism), 암호학적 기술이 필요하다.
- 제한적 사용은 누구나 데이터에 접근할 수 있지만 데이터가 숨겨져있기 때문에 그 데이터를 사용(재생, 출력 등)하기 위해서는 특별한 장치(authorized rendering device)가 있어야한다.
- 저작권표기 메커니즘은 저작권보호를 위한 최후의 방법으로 저작물의 복사와 배포(distribution), 사용은 제한하지 않지만 원저작자의 소유권과 불법 복사물의 배포자를 추적할 수 있는 장치를 제공한다.

본 논문에서는 위의 세가지 기법과 관련하여 암호학(Cryptography)과 스테가노그래피(Steganography), 핑

거프린팅(Fingerprinting), 그리고 저작권 보호에 가장 효율적인 디지털 워터마킹(Digital Watermarking)에 대해 비교 분석 고찰하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 정보 보호와 은닉을 위한 기본 개념을 설명하고, 3장에서 디지털 워터마킹을 이용한 저작권 보호 기법을 논한다. 4장에서 기존의 기법들을 분석하며, 5장에서 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 관련연구

2.1 암호학(Cryptography)

암호학은 저작권을 보호할 수 있는 가장 강력한 도구 중의 하나이다. 키(Key)가 없이는 아무도 디지털 데이터를 읽을 수 없다[2]. 다음은 대표적인 암호화방법이다.

- 대칭키 암호(Symmetric Key Encryption) : 똑같은 키를 양쪽에서 갖고 있어서 데이터에 접근하려면 이 키가 있어야한다. 대표적인 알고리즘으로 DES(Data Encryption Standard), IDEA, Blowfish 등이 있고 대칭키 암호는 빠르다는 장점을 가지고 있다.
- 공개키 암호(Public Key Encryption) : 2 개의 키가 있어서 하나는 메시지를 암호화 할 때 쓰이고 다른 하나는 복호화 할 때 쓰인다. 대칭키 암호와 다른점은 암호화에 쓰였던 키가 복호화에 쓰이지 못한다는 것이다.
- 해쉬함수(Hash Function) : 큰 파일을 입력받아서 작은 수를 생성한다. 즉, 임의의 길이의 입력을 받아 고정된 길이의 출력을 생성한다.

이러한 암호 기법은 저작권 보호를 위한 정보 은닉 및 워터마킹 모델에 적용될 수 있다.

2.2 핑거프린팅(Fingerprinting)

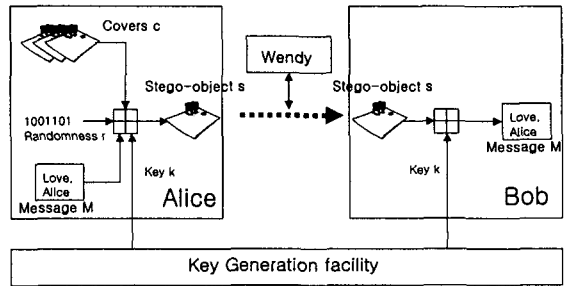
핑거프린팅은 불법으로 유통되는 복사본들을 감시하거나 추적할 때 유용한 방법으로 제품마다 서로 다른 유일한 코드를 부여하여 구매자의 정보를 표시한다. 만약 유사한 제품이 발견 되었을 경우 디지털 콘텐츠에 대한 적법한 구매자를 판별하는 기능을 제공한다. 어떠한 암호 알고리즘을 사용하였는가에 따라서 대칭(symmetric) 핑거프린팅[4]과 비대칭(asymmetric) 핑거프린팅[4]으로 나누어지고 익명성 보장을 위한 Anonymous 핑거프린팅[4]과 여러 사용자들이 공모를 하여 공격할 수 없도록 안전성을 제공하는 Collusion-Secure 핑거프린팅[4]이 있다. 또한 암호 키에 대해서 핑거프린팅을 적용한 Traitor Tracing[4]도 핑거프린팅의 한 부분으로 간주된다.

2.3 스테가노그래피(Steganography)

스테가노그래피는 메시지의 존재자체를 숨기는 정

보은닉 기술이다[3].

송신자는 메시지를 커버 이미지(cover image)에 숨겨서 스테고 이미지(Stego image)를 만들어 전송한다. 수신자는 받은 이미지에서 숨겨진 데이터를 추출해 낸다. 중간에 제 3 자가 접근해 보지만 메시지가 숨겨진 사실을 알지못한다. 전자서명(Digital Signature), invisible ink, microdots, 문자정렬, 커버트 채널, 대역확산통신 등에 응용된다. 스테가노그래피의 개념도는 <그림 1>과 같다[4].

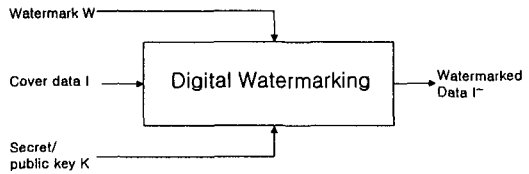


<그림 1> Steganography 시스템에 대한 개념도

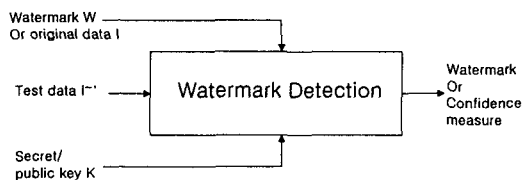
3. 디지털 워터마킹을 이용한 저작권 보호기법

3.1 디지털 워터마킹의 정의 및 원리

물리적 세계에서 워터마킹이란 종이에 특정한 문구나 이미지 마크를 새겨넣는 기술을 말한다[5]. 마찬가지로 디지털 워터마킹이란 디지털 데이터에 인간이 감지할 수 없을 정도의 작은 변형을 가함으로써, 소유권 정보를 데이터에 삽입하는 과정으로 일반적인 워터마크 삽입과 검출과정은 <그림 2>와 <그림 3>과 같다[4].



<그림 2> 워터마크 삽입구조



<그림 3> 워터마크 복구/검출 구조

디지털 워터마킹은 비소유권자의 불법적인 조작을

막고 저작권 보호(Copyright Protection), 자료인증(Data Authentication), 소유권 증명(Ownership Identification)을 효율적으로 하기 위한 방법을 제공해준다[12,13].

디지털 워터마킹은 시각적/통계적으로 감지되지 않아야 하고 데이터의 소유권자가 워터마크를 쉽게 추출할 수 있어야 하며 일반적인 변형이나 의도적인 공격등에도 워터마크가 추출될 수 있도록 강인해야 하는 요구조건을 만족하여야 한다[6,14].

3.2 공간 영역에서의 디지털 워터마크

공간 영역(Spatial Domain)에서의 워터마크기법은 인간 시각의 특성을 이용한 것으로 인간 시각이 영상의 윤곽선은 잘 추출하지만 영상 내의 결 영역이나 윤곽선 둘레의 밝기 값의 변화에 민감하지 않다는 것을 이용하여 영상의 픽셀(pixel)을 임의적으로 선택하여 그것의 밝기 값의 LSB(Least Significant Bit)를 조작하여 워터마크를 삽입한다[7,8,15]. 계산량을 적게 하여 손쉽게 워터마크를 삽입할 수 있으나 잡음이나 일반적인 변형에 약하고 JPEG 압축에 적용하기 힘든 단점이 있다[14,16].

3.3 주파수 영역에서의 디지털 워터마크

주파수 영역(Frequency Domain)에서의 워터마크기법은 영상 데이터를 DCT, DFT, Wavelet, Mellin-Fourier 등과 같은 변환으로 주파수 영역으로 변환하여 그 중에서 인간 시각으로 지각할 수 없는 부분에 워터마크를 삽입하는 방법이다[9,10,11,14]. 추가적인 연산이 필요하지만 압축이나 잡음에 대해 견고한 특성을 보인다[16]. 하지만 이 방법도 고의적인 영상 변형, 손실압축, 필터링 등과 같은 영상 왜곡에 워터마크가 손실될 수 있다[14].

3.4 하이브리드(Hybrid) 디지털 워터마크

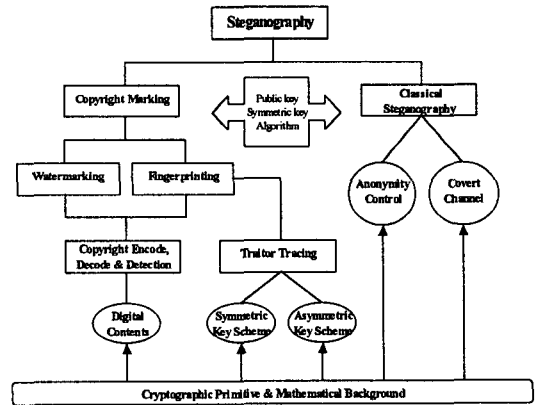
웨이브릿은 영상을 주파수적으로 분해하면서 각 대역들의 공간영역에서의 정보를 함께 가진다. 웨이브릿의 이러한 성질을 이용하여 공간 영역에서의 방법과 주파수 영역에서의 방법을 혼합한 방법이다[16]. 이 방법은 워터마크의 세기를 주파수 영역과 공간영역에 걸쳐 조절할 수 있고 삽입과 검출 속도가 빠르다.

4. 저작권 보호기법에 대한 비교 분석

본 장에서는 정보 은닉 모델과 암호학과의 관계를 분석한다. 또한 스테가노그래피와 워터마킹의 특성을 비교하고 핑거프린팅과 워터마킹의 특성을 비교 분석한다.

저작권 보호기법들은 모두 수학적 배경(Mathematical Background)과 암호화적인 토대(Cryptographic Primitive)위에 세워져 있다. 스테가노그래피와 디지털 워터마킹, 핑거프린팅은 모두 정보은닉(Information Hiding)이란 큰 범주에 속해있으며 스테가노그래피는 다시 그 자체로의 스테가노그래피

(Classical Steganography)와, 저작권 표기(Copyright Marking)로 나뉘고, 저작권 표기는 다시 워터마킹과 핑거프린팅으로 나뉜다. 워터마킹과 핑거프린팅은 그 대상이 다를 뿐 동일한 기법을 사용한다. 이들 사이의 관계를 나타내면 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 저작권 보호기법들 사이의 관계

스테가노그래피와 워터마킹의 특성을 비교하면 스테가노그래피는 메시지의 존재 자체를 숨기고 워터마킹은 판매자의 정보를 숨긴다. 스테가노그래피는 단순히 커버에 데이터를 숨기기 때문에 전송이나 저장, 포맷 변환(format conversion), 압축, D/A(digital-to-analog) 변환시에 데이터가 손상될 수 있지만 워터마킹은 그런 변형에 대해 복원력이 강하기 때문에 더 견고하다[4]. 송신자와 수신자의 관계가 1:1인 스테가노그래피는 데이터 전송에만 관심을 보이지만 1:다(多)인 워터마킹은 저작권 행사를 위해 데이터 전송을 모니터링 하기도하고 마케팅이나 판매를 목적으로 데이터의 배포를 추적(track)하기도 한다. [표 1]에서 스테가노그래피와 워터마킹의 이러한 특성을 정리하였다.

[표 1] 스테가노그래피와 워터마킹의 비교 분석

보호기법	스테가노그래피	워터마킹
비교기준		
은닉대상	메시지의 존재자체	판매자의 정보
견고성	약함	강함
주요 관심부분	은닉된 메시지에 대한 검출	저작자 표시
송신자와 수신자의 관계	1:1	1:다(多)
데이터 모니터링	X	O
Tracking	X	O

핑거프린팅과 워터마킹의 특성을 비교하면 핑거프린팅은 구매자의 정보를 은닉하고 워터마킹은 판매자의 정보를 은닉한다. 핑거프린팅은 구매자의 정보를 은닉하기 때문에 구매자가 불법적으로 제품을 유포시킨다면 쉽게 추적할 수 있다. [표 2]는 핑거프린팅과 워터마킹의 특성을 비교한 것이다.

[표 2] 핑거프린팅과 워터마킹의 비교 분석

	핑거프린팅	워터마킹
은닉 정보	구매자의 정보	판매자의 정보
불법적인 제품에 대한 예방	크다	작다
	작다	크다

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 멀티미디어 데이터를 위한 저작권 보호기법에 대해서 조사하고 각 기법의 특성과 장단점을 상호 비교하였으며 각 기법들간의 체계를 정리하였다. 특히, 디지털 워터마킹은 앞으로의 저작권 보호기법의 핵심으로 이미 선진국을 비롯하여 국내에서도 여러 업체가 관심을 가지고 개발에 뛰어들어 상당한 수준의 기술을 보유하고 있다. 향후 SDMI 를 비롯한 국제적인 협의회에서 워터마킹의 표준이 제정되면 이에 대한 연구는 더욱 활기를 띠 것으로 생각된다. 현재로서는 MP3 나 동영상에 대한 저작권 보호 장치가 미흡하지만 워터마킹의 빠른 발전과 보급으로 인해 멀티미디어 데이터들의 저작권이 보호 받게 되고 이로 인해서 멀티미디어 시장이 본격적으로 활기를 띄고 성장할 것으로 전망한다. 따라서 향후과제로는 실제로 기업들이 적용하여 구현 가능하도록 워터마킹의 체계적인 이론과 방향 및 기법들을 제시하는 한편 저작권보호의 궁극적 목표인 복제방지(Copy Protection)에 대한 워터마킹 기법에 대해 연구하여야 할 것이다.

참고문헌

[1] Eckhard Koch, Jochen Rindfrey, Jian Zhao, *Copyright Protection for Multimedia Data*, Digital Media and Electronic Publishing, Academic Press, pp.203-213, 1996.
 [2] Peter Wayner, *Digital Copyright Protection*, AP Professional, pp.13-34, 1997.
 [3] NF Johnson, S Jajodia, *Exploring Steganography: Seeing the Unseen*, Computer, v 31 no 2, February, pp 26-34, 1998.
 [4] Stefan Katzen beisser, Fabien A.P.Petitcolas, *Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking*, Artech House Books, January 2000.

[5] Rolf Oppliger, *Security technologies for the World Wide Web*, Artech House, pp.307-320, 1999.
 [6] M. D. Swanson, Bin Zhu, A. H. Tewfik, "Transparent Robust Image Watermarking", Proc. IEEE ICIP, Vol.3, pp.211-214, Sep. 1996.
 [7] R. B. Wolfgang, E. J. Delp, "A Watermark for Digital Image", Proc. IEEE ICIP, Vol.3, pp. 219-222, 1996.
 [8] I. J. Cox and M. L. Miller, "A Review of Watermarking and the Importance of Perceptual Modeling", Proc. SPIE Conf. On Human Vision and Electronic Imaging II, Vol.3016, pp.92-99, Feb. 1997.
 [9] X. Xia, C. G. Bonchelet, G. R. Arce, "A Multiresolution Watermark for Digital Images", Proc. IEEE ICIP, Vol.3, pp.548-551, 1997.
 [10] D. Kundur, D. Hatzinakos, "A Robust digital image watermarking method using wavelet-based fusion", IEEE ICIP, Santa Barbara, California, Vol.1, pp.544-547, Oct. 1997.
 [11] I.J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamoon, "A Secure, Robust Watermark for Multimedia", Workshop on Information Hiding, Newton Institute, Univ. of Cambridge, May 1996.
 [12] 최은주, 서정희, 차의영, "오류 역전파 학습 알고리즘을 이용한 디지털 워터마킹에 대한 소유권 인증", 정보과학회 '98 가을학술회의논문집, 제 25 권 2호, pp.580-582, 1998.10.
 [13] 배익성, 김강석, 차의영, "디지털 영상의 저작권 보호를 위한 워터마킹에 관한 연구", 정보과학회 '98 가을학술발표논문집(II), v.25, n.2, pp.577-579, 1998.10.
 [14] 최은주, 서정희, 양황규, 차의영, "영상의 변형에 강인한 적용적 디지털 워터마킹에 관한 연구", 정보처리학회, '99 춘계학술발표논문집, v.6, n.1, pp.1379-1382, 1999.4.
 [15] 김철기, 강이철, 이학만, 차의영, "Wavelet 에 의한 주파수 영역 내에서의 디지털 워터마크의 삽입 및 검출 기법", 정보과학회, 봄 학술발표논문집, 2000.4.
 [16] 한재혁, 박원배, 안재형, "하이브리드 디지털 워터마킹", 정보처리학회 '99 춘계학술발표논문집, v.6, n.1, pp.1321-1324, 1999.4.