

영상 콘텐츠 지적재산권 보호 워터마킹 기술

송학현* . 김윤호** . 류광렬**

*정보통신연구진흥원 . **목원대학교

Watermarking Technique for the Digital Contents Protection

Hag-hyun Song*, Yoon-ho Kim**, Kwang-Ryol Ryu**

*IITA . **Mokwon Univ.

E-mail : hhsong@iita.re.kr

요 약

디지털 콘텐츠 산업이 핵심 신성장산업으로 등장하고 있으나 디지털 콘텐츠의 제작, 유통 및 관리 상에서 디지털자료의 특성상 무한정 복제 및 해킹을 통한 손상 등의 문제가 심각하게 대두되고 있다. 이러한 문제들을 극복하기 위한 수단으로 제시되는 디지털 지적 재산권 보호를 위한 DRM(Digital Rights Management)기술의 하나인 디지털 워터마킹(Digital Watermarking)은 저작권 정보, 구입자 정보 등 저작권 보호에 필요한 정보를 디지털 콘텐츠에 몰래 숨겨놓는 기술이다. 지금까지 디지털 워터마킹 기술에 관한 연구는 주로 특정성 있는 워터마크 삽입과 검출 등의 관점에서 연구되어 왔는데 본 고에서는 광범위한 응용 및 활성화가 예상되는 디지털콘텐츠시장 전망, 세계표준화 동향, 디지털콘텐츠 지적 재산권 보호를 위한 워터마킹의 현황을 살펴보고 새로운 워터마킹 방식을 제시하였다.

ABSTRACT

Beyond the digital world from the analog age, the contents are very easily copied under the illegal conditions and these are rapidly distributed by the information super highway. The increase of illegal usage and conflict in digital content market would diminish motivation of creators for their work, furthermore break down digital content market on cyberspace. Watermarking technology support to the legal users by the protection technique based on the digital content copyright protection method(DRM). Most of previous digital watermarking have embedded to the content. In this paper, we researched the standardization of digital rights management and developed more efficient watermark embedding method.

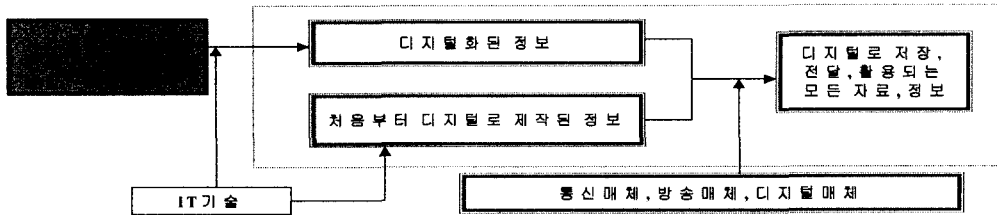
키워드

콘텐츠, DRM, Watermarking.

1. 서 론

정보통신기술(information & communication technology ; ICT)의 발전은 농업사회와 산업사회에서 일부 엘리트들이 통제 및 관리하여 왔던 정보들을 국민모두에게 시간과 공간의 구분없이 제공할 수 있는 지식기반 정보사회(knowledge based information society)를 구축하였다. 농업사회 및 산업사회에서는 정보를 개인이나 특정 집단이 소유하면서 서로 만나거나 매개자를 내세워 전달 또는 교환하던 패쇄적이고 한정적이던 정보관리시대였다. 지식기반 정보사회의 특징은 정보통신망울

이용하여 모두가 자유롭게 실시간(on-line)으로 정보에 접근하여 활용 할 수 있는 시대로 변모시켰다. 즉 정보의 통제성, 지연성, 제한성이 사라지고 개방성(open), 즉시성(speed), 다양성(diverse) 및 창의성이 사회의 기반을 이루게 된 것이다. 지식기반정보사회의 기반을 이루는 네트워크(network)정보 기술은 하드웨어(hardware)와 소프트웨어(software)가 중심을 이루면서 발전하여 왔다. 그러나 정보기술의 발전에 힘입어 정보기반구조(information infrastructure)인 네트워크의 속도와 용량의 개선은 이용자로 하여금 사용에 불편함을 느끼지 않게 되면서 1차적인 정보전달 및 수집보다 더욱 많은 정보의 접근이 필요하게 되면서 콘텐츠(contents)에



정선내부 : 디지털 콘텐츠 범위

그림 1-1, 디지털 콘텐츠의 정의

대한 관심이 증가하게 되었다. 대용량의 정보가 처리되기 위해서 디지털혁명(digital innovation)이 이루어져 대부분의 콘텐츠는 디지털형태로 제작, 유통 소비되는 단계를 거치게 되었다. 디지털콘텐츠(Digital Contents : DC)는 필름, 레코드 등 다양한 형태의 미디어로 제작되던 부호, 문자, 음성, 음향, 영상 등이 IT기술과 결합하여 전자적 형태로 제작 또는 처리되어 정보통신망을 통하여 유통 또는 서비스되는 디지털영상, 모바일 게임 등을 말한다. 디지털콘텐츠산업은 고부가가치 고속성장을 실현하는 사업으로 하드웨어와 네트워크의 빠른 발전에 따라 신수요가 급격히 팽창하는 시장을 갖고 있다.

처음 생산후에 추가 생산비용이 0에 가까워 초기 투자자본 상각 후 매출의 대부분이 수익화 되는 특성을 가진 산업이다. IT기술과 융합되는 21C의 대표적인 가치사슬 산업 모델로 One Source Multi Use (OSMU)를 통한 다양한 가치 창출이 가능한데 OSMU는 하나의 상품(게임 등)을 통해 생산된 리소스(캐릭터 등)를 관련산업(애니메이션 등) 제품 제작에 활용함으로써 제작비를 절감하고 이미 형성된 인지도를 활용하여 손쉽게 시장 확보가 가능하다는 것이다. 또한 Create Once Publish Everywhere(COPE) 구형 대표산업이고, 애니메이션, 영화 등의 경우 주시장보다 파생시장의 규모와 수익이 더 큰 산업이다. 이러한 디지털콘텐츠의 특성에 따라 디지털콘텐츠에 대해서는 지적재산권 보호라는 문제가 대두되어 지적재산권 보호기술이 필요하다. 이러한 보호방안에 대해서 법제로는 국제저작권기구(World Intellectual Property Organization)의 저작권법(WIPO Copyright Treaty)와 WPPT(WIPO Performance and Phonogram Treaty)가 있고, 국내에서 저작권법과 온라인디지털콘텐츠 육성법 등이 있다. 제 2장에서는 디지털콘텐츠 지적 재산권보호와 표준화, 제 3장에서는 워터마킹 기술을 살펴보고, 제 4장에서는 실시간 비디오 워터마킹 기술을 제안하겠다.

II. 디지털콘텐츠 지적재산권 보호 표준화

인터넷의 발전과 디지털콘텐츠 산업의 발전으로 인해 디지털콘텐츠를 효율적으로 관리하기 위한 기술인 DRM은 현재 전자 상거래 등 인터넷 환경

아래에서 가장 부각되고 있는 저작권 보호기술의 통합도구 중에 하나이다. 현재 DRM 기술은 아직 까지 국제표준이 완성되어있지 않지만, 많은 국제표준화 기구들이 표준화를 위해 노력하고 있다. 모든 멀티미디어 데이터에 적용 가능한 범용 기술의 개발에 더 많은 노력을 기울이고 있다. 디지털콘텐츠를 보호하기 위한 솔루션인 DRM은 콘텐츠 표현, 저작권 정보표현, 저작권 관리, 암호화와 같은 종합적인 기술의 통합체이기 때문이다. MPEG, AAP(Association of American Publishers), EBX (e-Business eXchange working group), OeBF (Open E-Book Forum)등은 디지털콘텐츠를 대상으로 하고 있는 국제표준화 기구이다.

sMPEG에서는 비디오, 오디오를 대상으로 하는 멀티미디어 프레임워크 구성을 위해 MPEG-21을 중심으로 저작권보호 표준안을 규정하는 작업이 진행중이다. AAP, EBX, OeBF는 현재 디지털도서 판과 함께 저작권보호의 새로운 분야로 주목받고 있는 전자책(Electronic Book)에 대한 표준을 지정하고 있다. 이러한 표준화 워킹그룹들은 디지털콘텐츠를 정의하고 설명하기 위한 단계에서 저작권 권리표현의 방식에 대한 문제와 이와 덧붙여서 디지털콘텐츠의 저작권 보호를 위한 IPMP(Intellectual Property Management and Protection)를 제정하기 위한 노력도 진행중이다. 이러한 디지털콘텐츠 관련 국제표준화 기구 외에 기업과 국가연합을 통한 DRM 표준화 그룹의 수는 더 많은 상태이다. ContentGuard사의 XrML(eXtensible Rights Markup Language), <indec> (interopera-bility of data in e-commerce systems) 프로젝트, IPR (Intellectual Property Rights) Systems사의 ODRL (Open Digital Rights Language)등이 있다.

MPEG(Motion Picture Expert Group)은 multimedia에 대한 사용자들의 다양한 요구를 충족시키기 위해, Internet과 digital storage, communication등의 효율적 응용을 위해서multimedia source에 대한 부호화 방법물체계적으로 연구하고 표준화 작업을 하기 위한 ISO/IEC의 기술자문위원회(Joint Technical Committee: JTC) 산하 Expert working group으로, MPEG-1/2/4/7 및 MPEG-21으로 진행 중이다. MPEG-21은 전자상거래 환경에서의 다양한 네트워크와 단말장치에서 생성, 전송, 인증 등을 실행할 수 있는 응용 애플리케이션을 위해 총 7개의 기술요소로 멀티미디어 프레임워크 표준을 생성하였다. 이미 데이터압축 및복원을 위

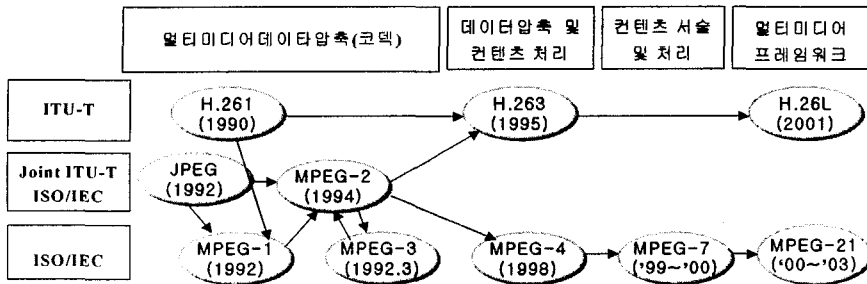


그림 2-3, MPEG 표준화 동향

한 표준인 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4와 메타데이터 프레임워크를 위한 표준인 MPEG-7, DOI, W3C RDF, Indecs, Dublin Core, TV Anytime, cIDf, 네트워크단말장치들을 위한 표준인 ATSC, EBU, 3GPP, WAP, 그리고 IPMP/DRM 프레임워크를 위한 표준인 MPEG-4, MPEG-7, XrML, SDMI 등의 기술 기반 표준화가 상당부분 갖추어져 있다. 디지털 워터마킹 기술은 디지털 콘텐츠 안에 보이지 않는 저작권 정보를 삽입함으로써, 추후 불법 유통되었을 시, 이를 확인해 줄 수 있는 기술이다.

대표적인 표준화 기구는 미국 음반협회(RIAA: Recording Industry Association of America)를 중심으로 제안된 SDMI(Secure Digital Music Initiative)이다. 이와 별도로 일본과 유럽이 중심이 되어 STEP2000 (Societies, Technical Evaluation for Promoting practical utilization of digital watermark) 등이 있다

대표적인 비디오 워터마킹 표준화활동으로는 MPEG IPMP (Intellectual Property Management and Protection)로 저작권 보호용 관리도구에 관심을 갖고 있다. DVD(Digital Versatile Discs)-CCA (Copy Control Association)을 중심으로 한 DVD-Forum에서는 매우 활발하게 비디오 워터마킹 기술개발을 추진하고 있다.

III. 워터마킹(Watermarking) 기술

디지털 워터마킹(Digital Watermarking) 기법은 콘텐츠에 워터마크(Watermark)라고 하는 사용자의 ID(Identification)나 자신만의 정보를 삽입시킴으로써 불법적인 복제를 막고, 지적재산권 및 저작권을 보호하며, 소유권을 주장할 수 있는 근거를 제시할 수 있도록 하는 기술이다. 디지털 워터마킹은 다양한 특성 및 요구조건을 만족해야 한다. 비가시성(Invisibility)은 삽입 후에도 원본의 변화가 거의 없고, 워터마크의 삽입여부를 감지할 수 없어야 한다.

강인성(Robustness)은 워터마크를 신호의 중요한 부분에 삽입하여 전송이나 저장을 위해 압축할 때 워터마크가 깨지지 않아야 한다. 그리고 전송 중에 생길 수 있는 노이즈나 여러 가지 형태의 변형이과 공격에도 추출이 가능해 추출된 워터마크가 확실한 소유권을 주장할 수 있도록 공격에 대해 정확성을 유지하는 명확성(Unambiguity)이 필요하다.

관련된 키값 등을 알고 있을 경우에 워터마크의 확인이 가능해야 되는 보안성(Security)이 확보되어야 한다. 원본 없이 추출(Blindness)이 가능해야 하는데 원본 영상 없이 워터마크된 영상 만으로 워터마크를 검출해야 한다. 이는 워터마킹 기법을 온라인상이나 다양한 응용분야의 적용에 있어, 올바른 소유권자를 구별할 수 있어야 하는 현실성을 고려할 때 원본이 없이도 워터마크의 추출이 가능해야 한다. 현재 연구되고 있는 디지털 워터마킹은 워터마크의 삽입에 따른 변환식의 사용여부에 따라서 공간영역(Spatial Domain) 워터마킹과 주파수 영역(Frequency Domain) 워터마킹으로 나눌

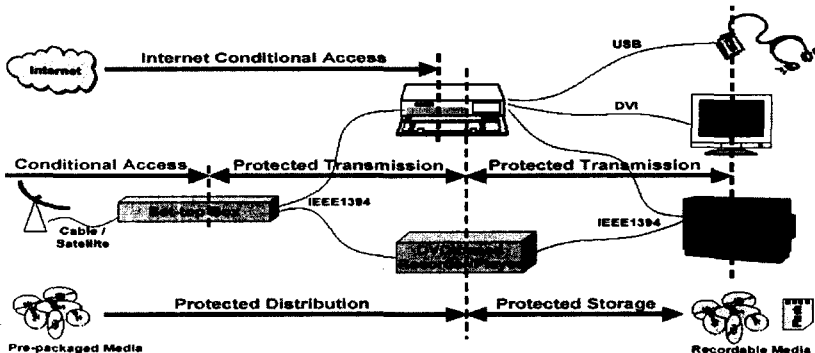


그림 2-4 DVD 보호 연결 고리

수 있다. 그리고 워터마크 추출 시 원영상의 사용 여부에 따라서 원영상 없이 추출 가능한 블라인드(Blind) 워터마킹과 원영상과 워터마킹 영상 둘 다 있어야 워터마크가 추출 가능한 논-블라인드(Non-Blind) 워터마킹 기법이 있다. 또 삽입된 워터마크의 강인성에 따라서 소유권 증명에 주로 사용되는 강인한(Robust) 워터마킹과 데이터 인증 기능 등에 응용되는 연약한(Fragile) 워터마킹이 있다. 그리고 삽입된 워터마크의 시각화에 따라 보이는(Visible) 워터마킹과 보이지 않는(Invisible) 워터마킹이 있다. 디지털 영상의 저작권 보호를 위해 지금까지 연구되어 온 워터마킹 방법으로는 공간영역에서의 방법과 주파수영역에서의 방법으로 크게 나눌 수 있다.

공간영역에서의 워터마킹은 변환 식을 사용하지 않고 영상의 LSB(Least Significant Bit) 등 특정 화소 값을 직접적으로 변화시켜 워터마크를 삽입하는 방법이다. 변환영역에서의 워터마킹으로 주파수 영역의 방법은 주파수 계수를 변화시켜 워터마크를 삽입하는 방법으로 DFT(Discrete Fourier Transform), DCT(Discrete Cosine Transform), DWT(Discrete Wavelet Transform) 등의 변환 방법을 이용하여 워터마크를 삽입하는 방법이다. 주파수 영역의 방법은 공간영역의 방법보다 공격에 강한 특징을 가지고 있다. 디지털 워터마킹(digital watermarking) 기술은 용도에 따라 크게 강성(robust), 연성(fragile), 핑거프린팅(fingerprinting), 스테가노그래피(steganography) 등으로 분류할 수 있다.

IV. 새로운 기술 제안

워터마크 삽입 기법은 일반적으로 강인성(robustness), 무식별성(imperceptibility), 보안성(security)의 필요조건을 만족해야 한다. 즉, 일반적인 디지털 신호처리 혹은 워터마크를 없애기 위한 의도적인 공격 등에 대해서 워터마크가 강인하게 검출되어야 하고, 영상에 워터마크를 삽입할 경우 원영상과 차이가 작아서 눈으로 식별할 수 없을 정도로 작아야 하며, 보안을 위해 워터마크의 삽입, 제거 및 검출 등은 비밀키에 의해서만 가능해야 한다. 기존의 비디오 워터마킹 알고리즘은 실시간 처리가 대부분 불가능하였는데, 가장 큰 이유는 압축에 강한 알고리즘을 개발하기 위해 삽입과 추출 과정이 계산량이 많은 주파수 공간에서 이루어지기 때문이다. 따라서 공간영역과 주파수영역에서 모두 처리하는 과정을 거처도록 하여 실시간 처리가 가능한 알고리즘이 필요하다. 먼저 워터마크를 푸리에 주파수 영역에서 변환하여 생성한 후, 이를 공간영역으로 역변환 한 후, 공간 영역에서 비디오에 직접 삽입한다. 이 과정은 계산량이 많이 소비되는 주파수 영역에서의 작업을 따로 실행하지 않아 실시간 처리가 가능해진다. 또한 이 방법은 비디오 스트림에도 적용 가능하며 MPEG 압축과 기하학적 변화 등의 다양한 공격에도 매우 강인한 결과를 보

여준다. 공간영역 워터마킹 기법은 속도는 빠른 반면에, 주파수 영역 워터마킹 기법에 비해서 공격에 약하다. 대표적인 방법은 하위비트 조작 기법으로 데이터의 마지막 비트(0,1)를 변환하여 워터마크를 삽입하는 것이다. 주파수 영역 워터마킹 기법은 DCT나 FFT(Fast Fourier Transform)와 같은 변환을 이용해서 주파수 영역으로 데이터를 변환하고 저주파 영역에 워터마크를 삽입하므로 워터마크를 강인하게 삽입할 수 있다. 그러나 주파수 영역에서의 워터마킹 기법은 공간영역의 데이터를 주파수 영역의 데이터로 변환하여 워터마크를 삽입하고, 다시 공간영역으로 데이터를 변환하는 과정을 거쳐야 하기 때문에 처리 속도가 매우 느리므로 주파수영역 워터마크 삽입방법과 공간영역 워터마크 삽입 방법의 장점을 조화시킨 워터마크 삽입 방법을 개발하는 것이 필요하다. 그 결과, 주파수영역 방법의 강인함과 공간영역 방법의 빠른 속도를 통해서 실시간 워터마크 삽입이 가능하게 할 수 있다. 또한 다중 저작권 보호 시스템으로 다중 워터마크 삽입 시스템, 데이터 변형 시스템, 저작권 보호 및 관리 시스템, 영상 복원 시스템 그리고 전용 재생장치로 등 종합 시스템으로 보호장치를 마련할 필요가 있다. 인터넷을 통해서 DRM이 적용되어 온 비디오 데이터가 인증된 사용자에게 전달될 경우 DRM 클라이언트 시스템에 의해서 사용이 허가되어 암호화가 해제되고, 전용 재생장치를 통해서 변형된 영상이 복원되고, 워터마크 검출을 통해서 그 결과에 따라서 영상의 재생을 조정할 수 있게 된다. 만약 인증되지 않은 사용자가 그 비디오 데이터를 재생시키고자 할 경우 암호가 해제되지 않기 때문에 정상적인 화면을 재생할 수 없다. DRM이 해킹되거나 해제된 비디오 데이터가 유포되더라도 전용 재생장치를 통하지 않으면 영상을 복원할 수 없도록 실시간 다중 보호 시스템을 구성해야 한다.

참고문헌

- [1] 제1차 온라인 디지털콘텐츠산업발전기본계획 (2003-2005) 재정경제부 등 2003.2
- [2] IT신성장동력 발전전략 정보통신부 2003. 9
- [3] DRM 기술현황 분석 및 기능규격제안 보고서 한국디지털콘텐츠 포럼 2001.12
- [4] 주요 디지털콘텐츠 기술동향 IITA 2003.8
- [5] Telecommunication review 제12권5호 2002.10
- [6] 제2회 멀티미디어 콘텐츠 정보보호 워크샵 IS MC2001 2001.11
- [7] MPEG 압축비디오의 워터마킹 성능분석에 관한 연구 부경대학교 2002.8
- [8] HVS특성을 이용한 WAVElet 변환 공간에서의 효과적인 워터마킹 기법에 관한 연구 홍익대학교 2001.12
- [9] Internet Engineering Task Force, <http://WWW.ietf.org>
- [10] <http://www.mpeg.org>,

[11] <http://www.sdmi.org>

[12] <http://dvd-forum.org>

[13] <http://www.iso.ch>

[14] <http://www.iec.org>

[15] <http://www.openbook.org>

[16] I. J. Cox, M. L. Miller and J. A. Bloom, "Watermarking applications and their properties," Proc. Of Int. Conf. on Information Technology: Coding and Computing 2000, pp.6-10, Mar. 2000.