

디지털콘텐츠 보호를 위한 워터마킹 기술

송학현*, 김윤호*

요 약

IT기술의 발달과 인터넷의 등장은 네트워크를 통한 정보전달에 혁명을 가져오면서 많은 디지털콘텐츠들이 제작되어 공급되고 있다. 이러한 디지털 콘텐츠의 특성상 제작, 유통 및 관리상에서 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.

Watermarking Technique for the Digital Contents Protection

Hag-hyun Song*, Yoon-ho Kim*

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 embeded to the content. In this paper, we have researched the standardization of digital rights management and developed more efficient watermark embedding method.

Key words : digital contents, DRM, Watermarking.

1. 서 론

정보기술의 발전에 힘입어 정보기반구조(information infrastructure)인 네트워크의 속도와 용량의 개선은 이용자로서 하여금 사용에 불편함을 느끼지 않게 되면서 1차적인 정보전달 및 수집보다 더욱 많은 정보의 접근이 필요하게 되면서 콘텐츠(contents)에 대한 관심이 증가하게 되었다. 대용량의 정보가 처리되기 위해서 디지털혁명이 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. 디지털콘텐츠 산업은 고부가가치 고속성장을 실현하는 사업으로 하드웨어와 네트워크의 빠른 발전에 따라 신수요가 급격히 팽창하는 시장을 갖고 있다. 처음 생산후에 추가 생산 비용이 0에 가까워 초기 투자자본 상각 후 매출의 대부분이 수익화 되는 특성을 가져 부가가치가 매우 높은 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 resource(Character 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) 구현 대표산업이고, 애니메이션, 영화 등의 경우 주시장보다 파생시장의 규모와 수익이 더 큰 산업이다. 이러한 디지털콘텐츠의 특성에

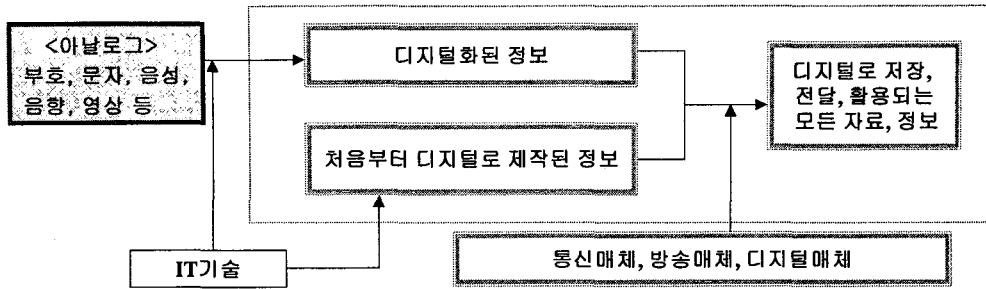
※ 제1저자(First Author) : 송학현

E-mail : hhsong@iita.re.kr

접수일 : 2004년 2월 15일, 완료일 : 2004년 2월 28일

* 정회원, 정보통신연구진흥원

** 중신회원, 육원대학교 컴퓨터멀티미디어공학부



점선내부 : 디지털 콘텐츠 범위

그림 1-1, 디지털 콘텐츠의 정의

따라 특별한 지식재산권 보호라는 문제가 대두되고 있다. 즉 특정인이 많은 시간과 인력을 투입하여 콘텐츠를 개발하였더라도 그것을 복제하는데는 짧은 시간대 거의 비용 투자없이 가능하기 때문에 콘텐츠의 소유권이 명백히 보장되지 않는 한 유용하거나 고급스러운 콘텐츠 등은 개발하거나 개발하더라도 시장에 나올 수 없는 것이다. 따라서 고부가가치 디지털콘텐츠라는 모방

암호화와 같은 종합적인 기술의 통합체이기 때문이다. MPEG(Moving Picture Expert Group), AAP(Association of American Publishers), EBX(e-Business exchange working group), OeBF(Open E-Book Forum) 등은 디지털콘텐츠를 대상으로 하고 있는 국제표준화 기구이다. MPEG에서는 비디오, 오디오를 대상으로 하는 멀티미디어 프레임워크 구성을 위해 MPEG-21을

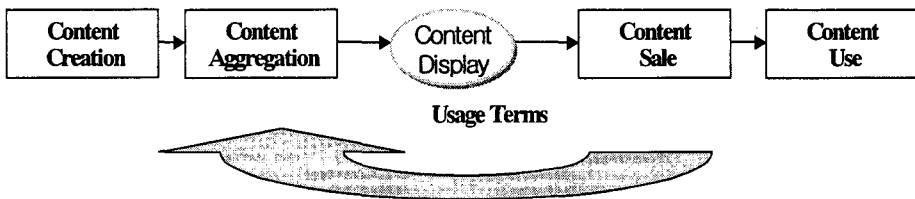


그림 1-2, 전자상거래 환경하에서 콘텐츠의 개념적인 유통경로

이 용이한 산업을 보호하면서 육성하기 위해서는 특별한 지식재산권 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. 관련 기술로는 DRM(Digital Right Management)에 대한 표준화가 진행중이고 ISO/IEC 산하 MPEG(Moving Picture Expert Group)의 표준화와 국내에서는 TTA, 정보통신소프트웨어진흥원등의 활동을 들 수 있다.

2. 콘텐츠 지적 재산권 보호 표준화

디지털콘텐츠를 효율적으로 관리하기 위한 기술인 DRM은 현재 전자 상거래 등 인터넷 환경아래에서 가장 부각되고 있는 저작권 보호기술의 통합도구 중에 하나이다. 현재 DRM 기술은 아직까지 국제표준이 완성되어 있지 않지만, 많은 국제표준화 기구들이 표준화를 위해 노력하고 있다. 이러한 국제표준화 작업은 어느 한 콘텐츠의 형태에만 국한시키지 않고, 모든 멀티미디어 데이터에 적용 가능한 범용기술의 개발에 노력을 기울이고 있다. 디지털콘텐츠를 보호하기 위한 솔루션인 DRM은 콘텐츠 표현, 저작권 정보표현, 저작권 관리,

중심으로 저작권보호 표준안을 규정하는 작업이 진행중이다.

AAP, EBX, OeBF는 현재 디지털도서관과 함께 저작권보호의 새로운 분야로 주목받고 있는 전자책(Electronic Book)에 대한 표준을 정하고 있다. 이러한 표준화 워킹그룹들은 디지털콘텐츠를 정의하고 설명하기 위한 단계에서 저작권 권리표현의 방식에 대한 문제와 이와 더 붙여서 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>(interoperability of data in e-commerce systems)프로젝트, IPR(Intellectual Property Rights) Systems사의 ODRL(Open Digital Rights Language)등이 있다.

디지털 워터마킹 기술은 디지털 콘텐츠 안에 보이지 않는 저작권 정보를 삽입함으로써, 추후 불법 유통되었을 시, 이를 확인해 줄 수 있는 기술이다. 또한, 저작권 보호를 통해 안전하게 전송되어진 콘텐츠를 적법한 사용자가 불법복제 하였을 시, 이에 대한 사후 확인기술 및 적발기술으로써, 워터마킹 기술을 적용할 수 있다.

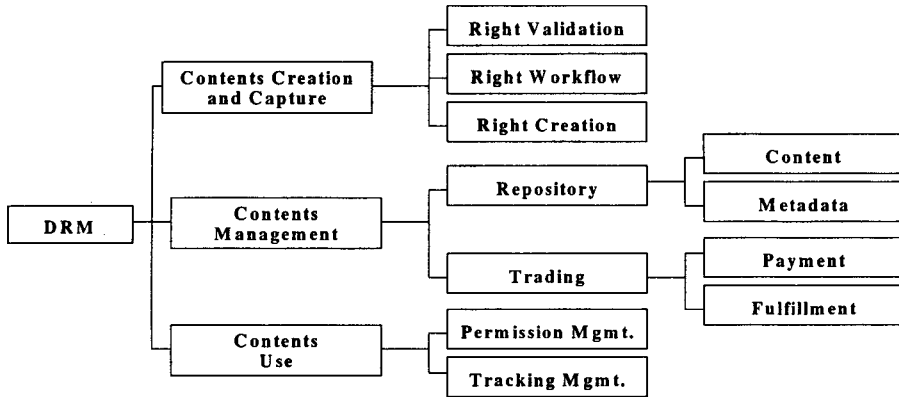


그림 2-1, DRM 기술의 기술적 구성

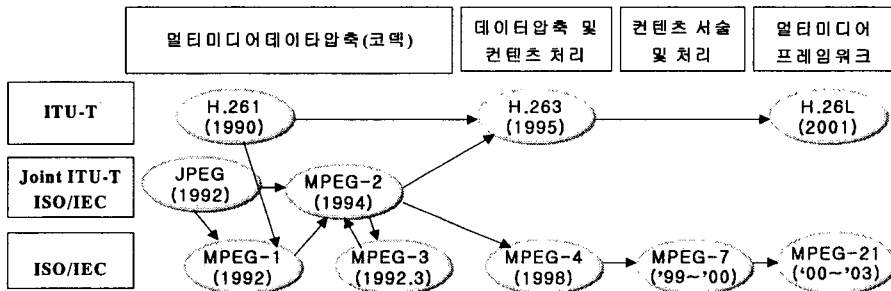


그림 2-2, MPEG 표준화 동향

가장 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) Project를 통한 세계 워터마킹 기술의 평가를 시행하였다. 대표적인 비디오 워터마킹 표준화활동으로는 MPEG IPMP (Intellectual Property Management and Protection)이 있다.

DVD(Digital Versatile Discs)-CCA(Copy Control Association)을 중심으로 한 DVD-Forum에서는 매우 활발하게 비디오 워터마킹 기술개발을 추진하고 있으

며, 표준화 기술로 채택하기 위해 산업체로부터 기술 제안을 받고 이를 평가하였다. 표준화 기술 채택의 결과는 세계 멀티미디어 제작 및 유통, 저작권의 보호 및 관리 등 모든 디지털 콘텐츠 유통에 매우 효율적으로 대처할 수 있게 되어 전자상거래를 통한 디지털 유통산업을 활성화 시킬 수 있을 것이다. 그림 2-3은 DVD disc의CPSA(Content Protection System Architecture) 상에서 저작권 보호 및 관리상에 발생하는 보호 연결 고리를 보여준다. 이와는 별도로 저작권 보호 및 관리 도구를 위한 국제 표준화 노력이 매우 활발하게 진행되고 있는데, W3C (World Wide Web Consortium), DOI (Digital Object Identification), INDECS(INteroperability of Data in E-Commerce System), clDf (content

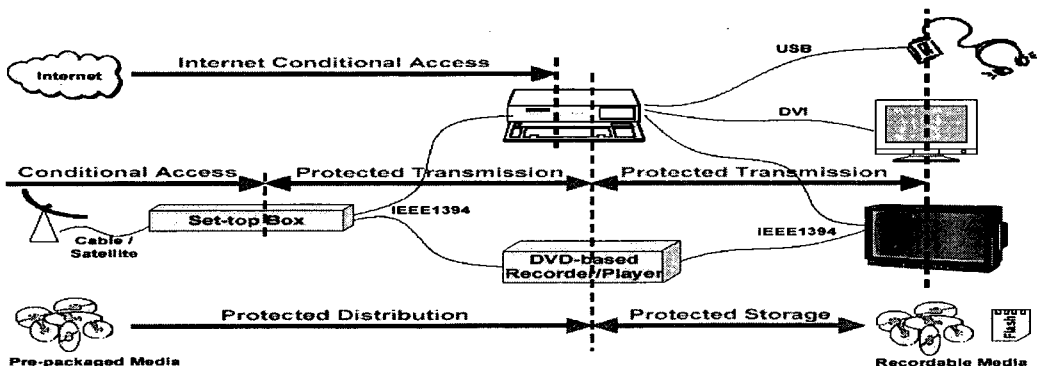


그림 2-3. DVD 보호 연결 고리

ID forum), ODRL(Open DRL), OeBF(Open eBook Forum), MPEG-21 REL/RDD(Rights Expression Language/Rights Data Dictionary)등 매우 많은 표준활동 기구들이 존재하고 있다.

3. 워터마킹(Watermarking)기술의 특징

최근 컴퓨터와 네트워크의 발달과 함께 디지털 그림이나 음악 등의 디지털 콘텐츠의 불법적인 복제나 유통으로 인한 지적재산권 문제가 크게 대두되면서, 저작권을 보호하기 위하여 워터마킹의 개념을 그대로 디지털 데이터에 적용한 것이 바로 디지털 워터마킹이다. 최근에는 단순히 워터마크를 삽입시키는 방법에서 벗어나, 많은 기술적 방법을 이용한 강력한 워터마킹 기술이 연구되고 있다. 디지털 워터마킹은 불법적인 복제나 배포로부터 소유권을 증명할 수 있고, 워터마크를 제거하려는 공격 등으로부터 그 기능을 효과적으로 발휘할 수 있게 하기 위해 다음과 같은 다양한 특성 및 요구조건을 만족해야 한다. 비가시성(Invisibility)은 삽입 후에도 원본의 변화가 거의 없고, 워터마크 삽입여부를 감지할 수 없어야 한다.

이는 콘텐츠의 품질을 저하시키지 않는 특성으로 삽입된 워터마크가 시각적으로 보이지 않아야 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 가능해야 한다. 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 워터마킹된 영상만으로 워터마크를 검출해야 한다. 이는 워

터마킹 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 워터마크를 삽입하기 위한 방법이나 응용의 목적에 따라 크게 다음과 같이 분류할 수 있다. 먼저 워터마크의 삽입에 따른 변환식의 사용여부에 따라서 공간영역(Spatial Domain) 워터마킹과 주파수 영역(Frequency Domain) 워터마킹으로 나눌 수 있다. 그리고 워터마크 추출시 원영상의 사용 여부에 따라서 원영상 없이 추출 가능한 블라인더(Blind) 워터마킹과 원영상과 워터마킹 영상 둘 다 있어야 워터마크가 추출 가능한 논-블라인더(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 워터마킹 기술은 현재 다음과 같은 다양한 분야에서 응용되고 있다. 공간영역에서의 워터마킹은 변환 식을 사용하지 않고 영상의 LSB(Least Significant Bit)등 특정 화소값을 직접적으로 변화시켜

워터마크를 삽입하는 방법이다. 그러나, 이러한 공간 영역의 방법은 영상처리나 잡음, 압축 등의 공격 등에 약하다는 단점이 있다. 변환영역에서의 워터마킹으로 주파수 영역의 방법은 주파수 계수를 변화시켜 워터마크를 삽입하는 방법으로 DFT(Discrete Fourier Transform), DCT(Discrete Cosine Transform), DWT(Discrete Wavelet Transform) 등의 변환방법을 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) 등 <표3-1>과 같이 분류할 수 있다. DVD CCA에

표 3-1. 워터마크 기술의 용도에 따른 분류

분류	특성 및 용도
강성(Robust) 워터마킹	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원본 이미지에 고유의 표식으로 워터마크를 삽입하여 저작권 증명 및 보호에 사용 ○ 삽입된 워터마크를 지우거나 무력화 시키려는 공격에 견딜 수 있는 내성(Robutness)이 가장 중요 ○ 현재 모든 공격에 대해 강성을 제공하기 어려움
연성(Fragile) 워터마킹	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원본과 조금이라도 다르면 워터마크가 깨지며 원본이미지가 손상되게 설계 ○ 강성워터마킹 기술과 달리 워터마크가 얼마나 잘 깨어질수 있는냐가 척도 ○ 복제되어서는 안되는 데이터 보호를 위해 활용 ○ 은행이나 관공서 문서, 법률문서, 병원의 각종 임상사진 등 원본보호 및 증명에 사용
핑거프린팅(Finger Printing)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지문과 같은 고유정보를 파일에 삽입하고 그 정보를 다양하게 활용할 수있도록 함 ○ 바코드(bar code)대체, 정보의 전송경로/ 배포경로 확인, 물류사업에서 제품의 분류 작업에도 이용가능
스테가노그래피(Steganography)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정보를 은닉하거나 다른 형태로 위장하여 주고 받을 수 있게하는 기능을 가지며 주로 군사적인 목적으로 활용 ○ 암호화(encryption) 형태보다 한층 진보된 암호통신

서 요구하는 삽입정보는 8bits 정도이다. 이 중에서 가장 중요한 정보는 복제방지 조절정보(CCI)로 보통 2 bits로 표현되며 사실상 이 정보를 CCI 정보라 한다. 사실 2 bits의 정보로 복제방지를 제어한다는 것은 매우 어려운 일이지만, 최소한의 종류를 설정하여 조정하고 있다. 그리고 추가적으로 필요한 정보에 대해서는 새롭게 정의하여 사용되고 있는 실정이다, 현재 CCI 정보의 상태는 다음과 같다.

- (0,0) : copying not controlled
- (1,0) : copy once
- (0,1) : copy no more
- (1,1) : copy never

그러나 많은 기술제한 업체들은 CCI 정보에 대해 표현하고자 하는 정보를 모두 표현하기 어려운 면이 있어 이에 대해 추가적인 조절용 정보를 삽입하려는 시도 되는데, 4C Entity는 워터마킹을 기반으로 한 저작권보호 기술을 개발하는 4개 주요 산업체를 중심으로 결정된 컨소시움으로, format 구성, 시간조절, 그리고 추출시 필요한 다른 세부사항을 해결하도록 노력한다. 그리고 DVD CCA CCI 정보를 포함하고, 덧붙여서 매우 중요한 추가 정보를 모두 72 bits 삽입한다. 여기서 설명되는 72 bits의 정보는 위에서 소개될 Verance의 추가정보와 비슷하다. 그러나 처음 복제방지 조절용 4 bits는 control 정보라하며, 여기에는 DVD CCA CCI 정보를 2bits 포함하며 추가로 upgrade 정보 2bits을 더한다. 그리고 다음 8 bits는 RSVD(reserved)영역으로 설정하였지만 아직 정의되지 않았고, 나머지 60bits는 Optional data영역으로 표시하며 워터마킹 정보가 아닌 컨텐츠의 구별(ISRC:International Sound Recording Code)을 위해 쓰여질 것으로 정의되었다.

12 bits의 정보는 위 그림과 같이 구성되어 있으며, 나머지 ISRC 60bits은 연속으로 따라온다. 다음그림은 각 bit 정보의 추출에 필요한 시간과 추출시 필요한 규칙을 설명한다. 이때 요구되는 검출기준은 각각의 검출 기능에 따라 약간의 차이가 있는데, 보통 복제에 대한 경우와 복제불가의 경우에 대해서는 엄격하게 그 기준을 적용한다.

표 3-2, CCI Watermarking bits detecting rule

Type	Size (bits)	Detection time window (seconds)	False Positive Rate
CNTRL	4	15	Less than 10 ⁻¹²
RSVD FIELD	8	15	Not applicable
ISRC	60	30	Not applicable

표 3-3, Watermarking detection criteria

True Embedded Status of CCI(C3,C2)	Watermark Not Detected	Detected as "Copy One Generation"	Detected as "No More Copies"
"Copy One Generation"("10b")	Incorrectly4	Greater than or equal to 50%	Less than 10 ⁻¹²
"No More Copies"("11b")	Less than 50%	Greater than or equal to 50%	Greater than or equal to 50%

4. 개선된 지적재산권 보호 기술

워터마크 삽입기법은 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. 실시간 처리는 비디오 워터마킹 기술에서 가장 어려운 부분이라 할 수 있다.

왜냐하면 대부분의 비디오 처리는 많은 수학적 변환과정을 거쳐 구현이 되며, 실질적으로 MPEG에 대한 처리자원도 무시할 수 없는 상황이기 때문이다. 뿐만 아니라, 다양한 기법에 대한 기술의 성숙도를 시험하며, 다양한 복제 방지용 삽입정보를 확인하며, MPEG 압축영역과 baseband 영역에서 모두 검출이 되는지도 검사한다. 그리고 시각적인왜곡현상에 대해 고찰하고, 서로 다른 비디오 압축형태에 따른 변환도 고려해 보아야 할 사항이다. 기존의 비디오 워터마킹 알고리즘은

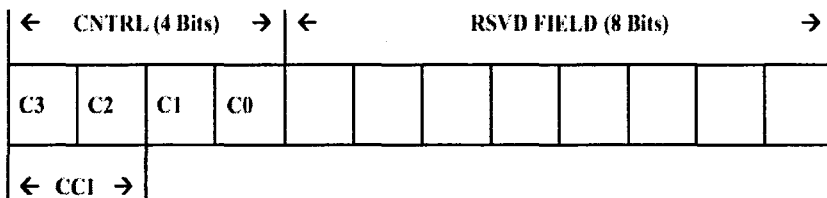


그림 3-1. 4C 12bits 워터마크 포맷

참 고 문 헌

실시간 처리가 대부분 불가능하였는데, 가장 큰 이유는 압축에 강인한 알고리즘을 개발하기 위해 삽입과 추출 과정이 계산량이 많은 주파수 공간에서 이루어지기 때문이다. 따라서 공간영역과 주파수영역에서 모두 처리하는 과정을 거치도록 하여 실시간 처리가 가능한 알고리즘이 필요하다. 먼저 워터마크를 푸리에 주파수 영역에서 변환하여 생성한 후, 이를 공간영역으로 역변환한 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 변화등의 다양한 공격에도 매우 강한 결과를 보여준다. 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 삽입방법의 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 변형시스템, 저작권 보호 및 관리시스템, 영상 복원 시스템 그리고 전용 재생장치로 등 종합 시스템으로 보호장치를 마련할 필요가 있다. 인터넷을 통해서 DRM이 적용되어진 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 보호시스템을 구성해야 한다.

- [1] 제1차 온라인디지털콘텐츠산업발전기본계획(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 원크샵 ISMC200 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, "Water marking applications and their properties," Proc. Of Int. Conf. on Information Technology: Coding and Computing 2000, pp.6-10, Mar. 2000.
- [17] <http://www.verance.com>,
- [18] Mauro Barni, Franco Bartolini "Watermarking Systems Engineering Marcel Dekker, Inc. 2003

송 학 현



1981년~1990년 철도청 무선관리소
1991년~1998년 정보통신부
전파관리국, 국제협력국
1998년 서울산업대학교 대학원
전자공학과(공학석사)

1999년~현재 정보통신연구진흥원 선임연구원
한국디지털컨텐츠학회, 한국해양정보통신학회 정회원
멀티미디어 기술사
연구분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 뉴로퍼지 응용,
IT 정책 등

김 윤 호



1983년 청주대학교 전자공학과
(공학사)
1986년 경희대학교 대학원
전자공학과(공학석사)
1991년 청주대학교 대학원
전자공학과(공학박사)

1992년~현재 목원대학교
컴퓨터멀티미디어공학부 교수
IEEE, 대한전자공학회, 한국통신학회 정회원
한국디지털컨텐츠학회, 한국해양정보통신학회
중심회원
멀티미디어 기술사
연구분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 뉴로퍼지 응용,
IT 정책 등