워터마킹 기술은 '마크'를 삽입하여 원 정보를 보호하기 위한 기법으로서 눈에 보이는 식별 가능한 가시적인 워터마킹(Visible Water marking) 기술과 비가시적인 워터마킹(Invisible Watermarking)기술로 나누어진다. 가시적인 워터마킹 는 원본에다 저작권 정보를 덧입히는 형태로 대체로 사용자가 무단으로 저작권 정보를 지울 수 없도록 하고 있지만 원본의 가치를 보존하기 어렵다는 단점이 있다. 이에 비해서 비가시적인 워터마킹 기술은 눈에 보이지 않기 때문에 원작품을 훼손시키지 않으면서도 저작권을 지킬 수 있다는 장점이 있으나 이미지에 전자적인 조작을 가하기 때문에 이미지가 망가지거나 인쇄, 복사 등의 과정에서 원본을 변형시킬 우려가 있다.

인터넷 시대의 저작권 보호를 위한 디지털 워터마킹 기술

최 종 욱

상명대학교 정보통신학부 교수

1. 인터넷의 폭발적 증가와 디지털 저작권 문제

98년 4월 미국 상무성의 발표에 따르면 인터넷 교통량은 1백일 단위로 100%씩 성장하고 있으며 이 같은 추세라면 인터넷 전자 상거래 규모가 2002년까지 연간 3,000억 달러를 넘어설 것으로 예측하고 있다. 미국에서 5천만명의 시청자 확보에 라디오는 38년, TV는 13년이 걸렸으나 인터넷은 이를 단 4년만에 달성하였고, 94년말 3백만명에 불과하였던 인터넷 사용자는 97년말에 이미 1억명으로 증가하였다. 국내의 경우, 인터넷 사용자는 99년말 이미 1,000만명을 넘어섰고 오래 말까지 1,600만명에 달하게 될 것으로 전망하고 있다.

이처럼 빠르게 성장하고 있는 인터넷을 통해서 현재는 텍스트정보와 정지영상 정보가 주로 유통되고 있으나 RealAudio, RealVideo, Shockwave, Vivolive, Streamworks 등의 비디오/오디오 전송매체의 확산으로 점차 오디오, 비디오의 인터넷 전송이 활발해지고 있다.

이미 KBS, MBC, SBS에서는 인터넷을 통해 드라마와 뉴스, 그리고 기획물을 전세계에 방송하고 있으며 인터넷 방송국과 VOD영화관도 상당수 서비스를 제공하고 있다. 현재는 인터넷상에서 무료로 운영되고 있는 신문, 잡지, 오디오,

라디오, TV, VOD, 전자도서관 등이 향후에는 유료로 전환하게 될 것으로 예상하고 있다. 이미 월스트리트 저널, 워싱턴 포스트 등의 신문이 유료화 되었으며 다수의 잡지사들이 유료화를 검토 중에 있다.

그런데 텍스트, 이미지, 비디오, 오디오 등의 멀티미디어 디지털 정보는 컴퓨터에서 다량의 복사가 가능하며 복사 후 원본과 동일하게 유지되므로 누구든지 인터넷에서 저자의 동의 없이 복사, 배포할 수 있는 문제점을 가지고 있다. 따라서 이러한 멀티미디어 디지털 정보의 저작권자는 사용자들의 불법 복제나 비합법적인 사용, 예를 들어 정보의 부분적 조작을 통한 원자료의 변형 또는 도용 등의 불법적인 유통을 막기 위한 장치를 개발할 필요가 있다 하겠다. 이러한 목적으로 개발되고 있는 기술이 디지털 워터마킹 기술로서 이 지적 재산권 보호 기술은 2000년대 정보화 시대, 지식사회에서 본격화될 지적재산권 전쟁에 대비하여 필요한 기술이다.

국내에서 디지털 컨텐츠의 불법 도용이 사회적인 문제로 처음 떠오른 것은 99년12월, 후이즈(WHOIS)라는 국내의 도메인 전문업체가 인터넷 플라자, 싸다콤, 디플러스 아이, 헬스인포 4개사를 상대로 55억원의 손해 배상 소송을 제기하면서부터 이다. 후이즈는 자사의 홈페이지에 올려져 있는 컨텐츠를 이들 4개사가 무단으로 도용하여 홈페지에 올려놓음으로써 저작권을 침해하였다는 주장이었다. 그러나 며칠 뒤 고소를 당한 인터넷 플라자는 오히려 늦게 설립된 후이즈사가 인터넷 플라자의 컨텐츠를 도용하였다면서 맞고소를 제기하였다. 시시비비는 법원에서 가려지겠지만 현재 기술로서는 누가 도용하였는지를 판정하기는 거의 불가능할 것으로 생각된다. 디지털 컨텐츠의 속성상 도장이 찍혀있지 않고 법원에 등록도 되었지 않기 때문에 어느 쪽이 도용하였는지 현재로서는 가릴 수 있는 방법이 전혀 없기 때문이다.

국내의 유명 홈쇼핑 기업들이 늘 골머리를 앓는 것도 인터넷에서의 컨텐츠 도용이다. 홈쇼핑의 경우 제품을 팔기 위해서는 전문 디자이너들이 만든 그래픽 그림을 사용하는 경우가 많다. 허리를 돌리면서 웃고 있는 마네킹 그림이나 움직이는 고급 도자기 그림, 붓으로 그린 것 같은 상품 선전 증가하고 있는데, 이들 그래픽을 올리자 말자 소규모 홈쇼핑 사이트들이 복사하여 자신의 홈쇼핑 사이트에 올려놓고 있다. 하지만 이들 디지털 저작물이 자신의 소유하는 증거를 남길 수 없기 때문에 골머리를 썩히고 있는 것이다.

2. 디지털 워터마킹 기술

워터마킹은 텍스트, 이미지, 비디오, 오디오 등의 데이터에 원소유주만이 아는 마크(Mark)를 사람의 육안이나 귀로는 구별할 수 없게 삽입하고 이를 네트워크에서 제공한다.

만약 사용자들이 멀티미디어 디지털 정보를 불법 복제하여 정당한 대가나 허락 없이 상업용 혹은 기타 용도로 사용되었을 때에는 자신의 '마크'를 추출함으로써 자신의 소유임을 밝힐 수 있고, 이는 재산권 행사에 결정적인 증거가 된다.

원래 워터마크라는 용어는 지폐 제작과정에서 유래된 용어이다. 일반적으로 지폐 제작과

정에서는 젖어있는 상태에서 그림을 인쇄하고 이를 말린 다음 양면을 인쇄하게 된다.

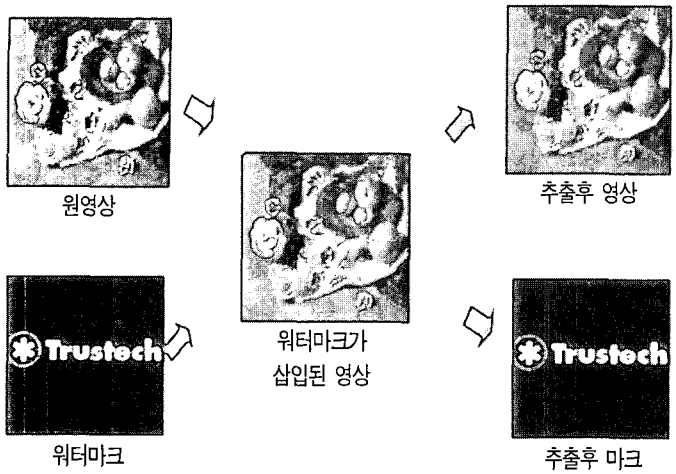
이처럼 젖어있는 상태에서 그림을 넣는 기술을 워터마크라 부른다. 그런데 젖어있는 상태에서 인쇄를 하게 되면 그림이 번지기 때문에 고난도의 인쇄기술이 필요하게 되는데 실제 이 공정은 지폐제작 과정에서 가장 어렵고 비용이 많이 드는 과정이다. 흔히 위조지폐 여부를 가리기 위해 지폐를 불빛에 비추어 보는데 이때 지폐의 안쪽에 보이는 것이 워터마크된 그림인 것이다.

좀 더 거슬러 올라가면 중세기 때 비밀스러운 연애편지나 유서, 혹은 군사목적의 통신문을 쓸 때 약품 처리를 하여 받은 사람이 특수한 처리를 해야 편지를 읽을 수 있는 처리과정도 일종의 워터마크 기술에 속한다. 즉, 비밀표시(마크)를 보통의 문서나 편지 속에 숨겨서 보낸다는 의미에서는 일종의 워터마킹이라고 할 수 있다. 현재 논의되고 있는 기술은 디지털 워터마킹 기술로서 인터넷이 빠르게 보급되고 있고 인터넷상에서는 책이나 그림, 음악 등의 저작물이 대량으로 복사되고 배포될 수 있기 때문에 중요한 기술로서 떠오르고 있다. 워터마크 기술은 결국 기존의 예술품에 화가의 도장이나 서명을 넣어두던 낙관이 디지털 시대에 그 형태가 바뀐 '디지털 낙관'이라고 할 수 있다.

특히 전자 상거래 시대에는 전자책(Electronic Book), 인터넷 신문과 잡지, TV, Video, MP3(동영상 압축기술인 MPEG에서 Audio 압축기술) 음악 등이 네트워크 상에서 거래되고 제공될 것으로 예상하고 있다. 그러나 정보기술의 발전으로 대량의 복사가 순식간에 가능해지고, 통신망의 발달로 공간 제약 없이 대량의 배포가 순식간에 가능하게 되어 그에 대한 대책이 필요한 실정이다. 실제로 네트워크에서 음악 파일을 다운로드 받을 수 있는 MP3 플레이어와 네트워크로부터 영상을 다운로드 받을 수 있는 영상 플레이어 장치의 경우 불법 복제 행위가 심각한 문제로 떠오르고 있다. 이러한 불법 사용자를 차단, 색출하기 위해서는 워터마킹 기술이 절실히 요구되고 있다.

워터마킹 기술은 '마크'를 삽입하여 원 정보를 보호하기 위한 기법으로서 눈에 보이는 식별 가능한 가시적인 워터마킹(Visible Watermarking) 기술과 비가시적인 워터마킹(Invisible Watermarking)기술로 나누어진다. 가시적인 워터마킹 기술에서는 원본에다 저작권 정보를 덧입히는 형태이므로 대체로 사용자가 무단으로 저작권 정보를 지울 수 없도록 하고 있지만 원본의 가치를 보존하기 어렵다는 단점이 있다. 이에 비해서 비가시적인 워터마킹 기술은 눈에 보이지 않기 때문에 원작품을 훼손시키지 않으면서도 저작권을 지킬 수 있다는 장점이 있으나 이미지에 전자적인 조작을 가하기 때문에 이미지가 망가지거나 인쇄, 복사 등의 과정에서 원본을 변형시킬 우려가 있다. 〔그림-1〕에서는 비가시적인 워터마크 기술을 보여주고 있다.

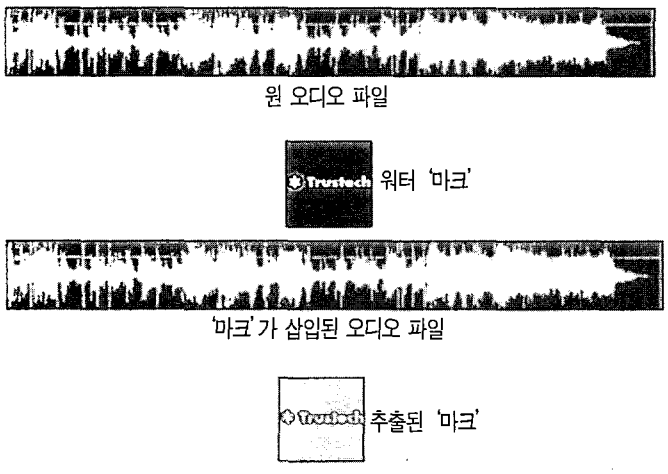
〔그림-1〕에서는 '트러스텍' 마크와 과일 정물화를 이용하여 워터마크 과정을 설명하고 있다. 원 이미지인 과일 정물화에 기업로고인 '트러스텍' 마크를 집어넣어 워터마크가 삽입된 이미지를 만들면 〔그림-1〕중간에 보이는 '워터마크된 이미지'가 생성된다. 만약 저작권 문제가 제기되면 원래의 이미지와 마크를 분리하여



〔그림-1〕 워터마크 삽입 및 추출

저작권을 주장할 수 있게 된다. 그런데 워커마크 기술에서 특이한 점은 왼편에 보이는 원래의 이미지와 중간에 보이는 워터마크된 이미지의 크기가 같다는 점이다.

그리고 추출시 분리하는 경우 워터마크가 삽입된 이미지와 추출과정에서 분리된 과일 정물화 이미지의 크기가 다시 같아진다는 점이다.



〔그림-2〕 오디오 파일에 적용한 워터마크 기술

이러한 워터마크 기술을 오디오에 적용하여도 같은 결과가 나타난다. 즉 〔그림-2〕에서 보여지는 같이 오디오에 '마크'를 집어넣는 경우에도 오디오 파일의 파형이나 크기가 전혀 달라짐이 없으며 마크가 들어간 오디오와 '마크'가 들어가기 전 오디오를 청취하는 경우 사람의 귀로서는 그 차이를 구분할 수 없다. 따라서 인터넷을 통해서 그림이나 오디오, 비디오 파일을 배포하여도 사용자들은 배포된 저작물 속에 '마크'가 들어 있는 지 여부를 전혀 감지할 수 없다. '마크'를 집어넣은 저작자라 할지라도 파일 이름을 바꾸기 전에는 마크를 집어넣기 이전의 파일과 워터마크가 들어간 파일과의 차이를 알 수 없다.

3. 디지털 조작과 워터마크 기술

이처럼 디지털 저작물에 저작자의 정보를 숨겨두지만 문제는 네트워크에서 가장 일반적으로 사용되는 데이터 압축이나 필터링, 리 샘플링(re-sampling), 회전, 일부 떼어내기 등의 디지털 조작에 의해서 '마크'가 훼손되면 저작권 주장의 의미가 없어지게 된다.

세계적으로 워터마크 기술 업체와 대학의 연구실에 이러한 워터마킹 기술이 여러 가지 디지털 조작에 얼마나 견딜 수 있는가 하는 강인성(Robustness)을 근거로 그 기술력

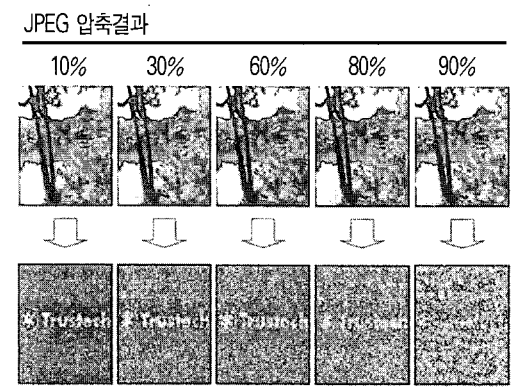
을 평가하고 있다.

워터마크 기술이 압축에 약한 경우, 데이터 압축 기술에 전적으로 의존하고 영상 전송이나 주문형 영화(VOD : Video on Demand)에는 사용이 어려워진다. 특히 데이터 압축에 대한 강인성은 오디오 파일의 경우 가장 심각하게 제기되고 있다. 최근 청소년층에서 빠르게 보급되고 있는 MP3오디오는 원 오디오 파일을 10분의 1정도로 압축한 것으로 원 오디오에서 '마크'를 삽입하여도 MP3파일로 압축후 살아남기 힘들며 더구나 MP3오디오가 실행(play)된후 다시 저장될 때는 원래의 형태와는 다른 파형으로 저장되기 때문에 워터마크 기술의 적용이 대단히 어려우며 이 분야를 중심으로 세계적인 경쟁이 치열하게 벌어지고 있다. 더구나 최근 AAC, WMA(Window Media Audio)등의 새로운 압축 파일형태가 계속 제안되고 있어 워터마크 기술의 압축 내구성이 세계적인 관심사가 되고 있다. 현재 제안되고 있는 오디오 부분의 워터마크 기술 대부분이 압축을 하더라도 삭제되지 않는 부분에 '마크'를 숨겨두고 있으나 지속적으로 새로운 압축 방법이 나타나고 있어 내구성이 떨어지고 있다. 또한 워터마크 기술이 일부 떼어내기(Cropping)에 약한 경우, 중요 부분을 삭제하게 되면 '마크'가 사라져 저작자 정보의 주장이 불가능해진다. 필터링에 약한 경우에도 원래의 컨텐츠는 남아 있으나 '마크'가 사라지는 경우가 많아 저작권 주장이 어렵게 된다.

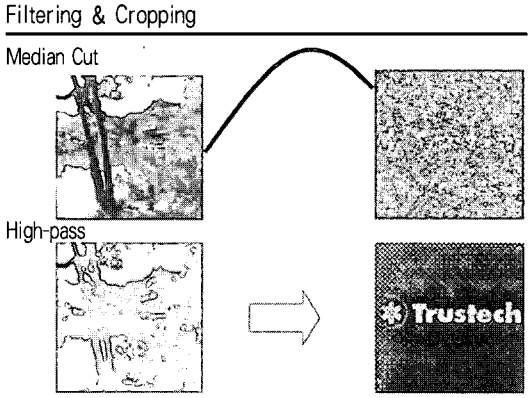
〔그림-3〕에서는 데이터 압축에도 견딜 수 있는 워터마킹 기술을 소개하고 있다. 90%까지 압축하더라도 추출시 삽입된 '마크'를 추출할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 그림에서 보는 것과 같이 압축 비율이 높아질수록 추출되는 '마크'의 선명도는 떨어지는데 이는 압축시 불필요한 정보를 가능한 많이 삭제하기 때문이다.

〔그림-4〕에서는 일부 떼어내기를 하는 경우와 고주파 필터링을 하더라도 '마크'가 살아남을 수 있음을 보여주고 있다. 고주파 필터링의 경우 '마크'의 손상이 거의 없이 추출이 가능하다.

이는 대부분의 정보가 저주파대역에 들어있기 때문이다. 저주파 대역 필터링을 하는 경우



〔그림-3〕 워터마크가 삽입된 이미지를 압축한 뒤 '마크'를 추출하는 과정



〔그림-4〕 그림의 중간을 잘라낸 경우와 고주파 필터 처리된 경우

에도 '마크' 데이터의 상당부분 복원이 가능하다. 그러나 저주파 필터를 통과시킨 경우 '마크'의 삭제가 컨텐츠 내용물의 삭제로 이어지기 때문에 실제 적용은 어렵게된다.

4. 국내의 워터마킹 연구

현대적인 의미의 디지털 워터마크 기술은 영국의 캠브리지 대학에서 시작되었다는 것이 일반적인 인식이다. 캠브리지 대학은 디지털 이미지 워터마크 기술에 중점을 두어 공간적 워터마크 기술(Spatial Watermark)을 개발하였으나 최근에는 주파수 변환 방법을 사용하고 있다. 전세계적으로 90년대 후반부터 대부분의 워터마크 기술이 이산 코사인 변환(DCT), 웨이브렛 변환(WT) 등의 주파수 변환 방법을 사용하고 있는데 이러한 연구에는 미국과 독일, 일본뿐만 아니라 핀란드, 이태리, 싱가포르 등도 가세하고 있다.

미국에서는 NEC가 1996년 DCT를 이용한 워터마크 기술을 제안하면서 주도권을 잡기 시작하였고 독일은 브라운 호퍼 연구소를 중심으로 오디오 워터마크 분야에서 두각을 나타내고 있다. 일본은 최근 동경대학, 호카이도 대학 등에서 워터마크 연구가 활발해지고 있으나 아직은 산업체의 대응이 미국에 비해 늦은 편이다. 이미 IBM은 90년대 중반 비즈니스 모델(BM)특허를 전세계에 출원하고 있으며 정보통신 관련 학회마다 30편 이상의 논문이 워터마킹에 관련하여 쏟아져 나오고 있다.

산업계에서는Digimarc, SysCoP, JKPGS, Signum Technologies, EIKONAmark, Dice(digital-watermark) 등 10개사가 워터마크 기술을 선보이고 있으나 암호화 기술과 DCT 변환에 의존하고 있어 워터마크 기술의 대중화가 늦어지고 있다. 이들 기존 기업들의 문제는 DCT(이산 코사인 변환)혹은 WT(웨이브렛 변환)에만 의존하고 있기 때문에 삽입하는 데이터량이 한정되어 있다는 점이다.

대부분이 '마크' 데이터로 '00011100..' 과 같은 이진수 48비트, 혹은 많게는 98비트까지 삽입하고 있으나 이러한 이진수(Binary Code)로서는 저작권 주장에 무리가 있다. 그리고 이미지를 넣은 경우에도 DCT 혹은 WT에만 의존하고 있어 추출이 불가능하다는 점이다. 이러한 점에서 워터마크 기술은 아직 초기수준에 있으며 국내기술로서도 세계진출이 가능하다.

국내의 워터마크 기술은 90년대 후반부터 상명대, KAIST, 충남대, 한양대, 강원대, 동국대, 그리고 삼성전자와 한국통신, 전자통신 연구소(ETRI)를 중심으로 각축전을 벌여왔으며 최근에는 기업에서도 워터마킹 기술 개발이 활발해지고 있다. 국내에서 가장 앞선 워터마크 기술은 상명대와 KAIST, 전자 통신 연구소(ETRI)로서 상명대에서 개발한 DCT와 WT를 혼용하는 워터마크 기술은 기존의 워터마크 기술보다 한 단계 앞선 기술로 알려지고 있다. 상명대에서 개발한 기술은 '마크' 추출에 원본이 반드시 필요하다는 점에서 보안이 강화된 반면, 일부대학과 기업에서 개발하는 기술에서는 원본을 필요로 하지 않는 Scrambling방식을 쓰고 있다. Scrambling방식에서는 사용자의 키(Key), ID 등이 필요하고 숨겨지는 정보의 량은 키 값에 의존하는 경우가 많다. 이러한 스크램블링 기술은 필터링이나 압축에 잘 부서진다는 단점이 있다.