

# 음원 및 사용자를 고려한 실시간 오디오 워터마킹 시스템

조정원<sup>1</sup>, 정승도<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 컴퓨터교육과, <sup>2</sup>한양사이버대학교 정보통신공학과

## Real-time Audio Watermarking System Considering Audio Source and User

Jungwon Cho<sup>1</sup> and Seungdo Jeong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Computer Education, Jeju National University

<sup>2</sup>Dept. of Information and Communication Engin., Hanyang Cyber University

**요약** 디지털 콘텐츠는 특성상 분배, 복제 및 조작이 용이하기 때문에 원 정보의 저작권 침해로 인한 재산권 침해 피해가 나날이 증가하고 있어, 막대한 비용이 투자된 디지털 콘텐츠의 무단도용을 방지하고 분쟁 발생 시 소유권에 대한 분쟁을 해결하기 위한 노력이 계속되고 있다. 본 논문에서는 디지털 콘텐츠의 소유권 및 저작권 보호와 불법 유통에 따르는 책임 소재를 파악할 수 있는 실시간 오디오 워터마킹 시스템을 설계 및 구현한다. 본 시스템은 저작권 보호에 대한 전문지식이 없는 일반 관리자도 용이하게 이용할 수 있는 사용자 인터페이스를 갖추고 있으며, 전통적인 워터마킹 시스템과 달리 불법 유통에 대한 사후 처리가 용이하도록 정보를 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다.

**Abstract** Distribution, duplication and manipulation of the digital contents are very easy due to the characteristics of the digital contents. Thus, damages of invasion of property right rapidly increase due to infringement of copyright for the digital contents. To prevent illegal use and to settle conflict about ownership of the digital contents, continuous efforts with enormous expense are devoted. In this paper, we design and implement real-time audio watermarking system to protect ownership and copyright for the digital contents. The proposed system also clarifies where the responsibility about the illegal distribution lies. The system has convenient user interface so that general administrator without an expert knowledge of the protection of copyright can use easily. In addition, unlike the traditional watermarking system, our system has merit to offer information about the illegal distribution for clear post-management.

**Key Words** : Watermarking, Copyright protection, Digital audio

### 1. 서론

네트워크의 두드러진 발전을 발판으로 디지털 콘텐츠 산업이 최근 괄목할만한 성장을 계속하고 있으며 디지털 콘텐츠 산업의 확장에 따른 지적소유권의 영역 확대에 의한 디지털 콘텐츠 정보의 저작권 및 소유권 보호가 절대적으로 필요한 시점이다[1,2].

정지영상, 사운드 등의 디지털 콘텐츠 정보는 인터넷상에서의 사용이 급증하고 있으며, 인터넷과 같은 네트워크를 통한 전자 상거래가 확대되고 있는 추세인

데 반해, 디지털 웹 콘텐츠 정보의 특성으로 인한 분배, 복제 및 조작이 용이하여 원 정보의 저작권자 및 소유권자에게 입히는 피해도 늘어가고 있다.

디지털 콘텐츠를 위한 워터마킹 기술은 위와 같은 저작권 및 소유권 보호를 위한 새로운 시대적 요구에 의한 기술로서 향후 디지털 멀티미디어 데이터에 대한 마지막 보루로까지 언급되고 있다.

워터마킹(Watermarking)이란, 저작권 보호를 위해 디지털 콘텐츠에 일정한 암호를 숨겨서 부호화하는 과정으로 설명할 수 있으며, 사용자의 고의적/비고의적인

\*교신저자 : 정승도(sdjeong@hycu.ac.kr)

접수일 09년 10월 09일

수정일 09년 11월 10일

재제확정일 09년 11월 12일

디지털 콘텐츠 변형(디지털 콘텐츠 압축이나 필터링, 확대/축소, 회전, 자르기 등)에서도 워터마크를 검출하는 것이 가능하도록 목표하고 있다. 또한 워터마크 기술은 주어진 디지털 콘텐츠에 중요한 기술적, 참고 콘텐츠를 추가하는 것이 가능하고, 주어진 콘텐츠에 추가적인 데이터나, 다국 언어 등의 정보 추가에 따른 주파수 대역폭과 저장 요구의 증가가 없어 대역폭을 절약할 수 있다는 장점도 갖고 있다[3,4].

기존의 디지털 콘텐츠 워터마크 기법들을 살펴보면, 다수의 콘텐츠에 사전에 정의된 일정한 패턴의 워터마크 신호를 첨가하는 방식이 주를 이룬다. 이는 디지털 콘텐츠에 대한 보호에 있어서, 원 저작자의 저작권 및 소유권 보호가 가장 중요한 부분이고 이러한 보호의 차원으로 설계된 것이라 할 수 있다[2,5].

그러나 전통적인 방식의 워터마크 시스템은 디지털 콘텐츠의 원 저작권 및 소유권을 보호하는 취지에는 적합할 수 있으나, 불법 유통에 따르는 피해에 대한 책임 소재를 명확히 하는 데는 어려움이 따른다. 불법 유통에 대한 사후 처리를 위해서는 디지털 콘텐츠를 초기에 적절한 방법으로 다운로드 한 사용자에게 관한 정보도 워터마크로 포함되어 배포되어야 할 것이다.

따라서 본 논문에서는 디지털 콘텐츠의 소유권 보호와 동시에 디지털 콘텐츠가 불법 유통될 경우 책임 소재를 분별할 수 있도록 하기 위하여, 음원 및 사용자 정보를 고려한 실시간 워터마크 시스템을 제안한다.

본 연구를 통해 개발된 디지털 워터마크 방식은 디지털 콘텐츠에 적용하여, 무단 도용 등의 피해를 예방하며 분쟁 발생 시 해결책으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 기술적으로도 산업 현장의 요구를 정확히 담은 보다 견고한 디지털 콘텐츠 워터마크 시스템이 될 것으로 기대된다.

## 2. 워터마크 시스템의 설계

유/무선 인터넷을 통한 디지털 멀티미디어 산업이 최근 괄목할만한 성장을 계속하고 있는 시점에서 멀티미디어 정보의 저작권 및 소유권 보호가 절대적으로 필요하다. 또한 지속적인 콘텐츠 유료화를 위해서는 콘텐츠가 인터넷을 통하여 불법적으로 유통되는 것을 막아야 한다. 그러나 이런 사전 보호를 위해서는 콘텐츠를 위한 특별한 암호화가 필요하며, 음악 파일의 경우 전용 코덱(Codec)과 전용 플레이어를 필요로 하게 된다. 이 경우 기존의 플레이어와 호환이 되지 않기 때문에 범용성에 문제가 있다. 따라서 이러한 접근 방식

은 콘텐츠의 불법적인 유통을 차단하는 기능은 있으나 사용자별 인증 기능에 어려움이 있으며 사용자가 새로운 플레이어를 사용해야 한다는 단점이 있다[3].

디지털 콘텐츠 소유권 보호와 사용자 인증에 또 다른 접근 방법으로는 워터마크를 들 수 있다. 이것은 워터마크라고 정의된 특정한 코드나 로고 등을 콘텐츠에 삽입하는 방식으로 삽입된 워터마크를 추출함으로써 콘텐츠의 소유권을 보호할 수 있다. 워터마크 기술은 원본 콘텐츠의 포맷을 그대로 유지한 상태로, 콘텐츠의 손상을 최소화하면서 워터마크를 삽입하기 때문에 기존 플레이어와의 호환성을 유지할 수 있다.[3]

그러나 앞서 지적한 바와 같이 전통적인 워터마크 시스템들은 불법적인 유통의 책임 소재를 분별하기 보다 원본 콘텐츠의 소유권을 보호하고자 하는 취지가 강하다. 이를 보완하기 위해서 본 연구에서는 서버의 데이터베이스와의 연계를 통한 MP3 파일을 식별함과 동시에 소유권자(파일을 구입한 사용자)를 식별할 수 있는 특정 코드(워터마크)를 삽입함으로써 MP3 파일이 불법으로 유통될 경우 책임 소재에 관한 사후 처리와 소유권 분쟁을 막을 수 있는 프로그램 개발을 목표로 한다.

### 2.1 제안하는 워터마크 시스템 개요

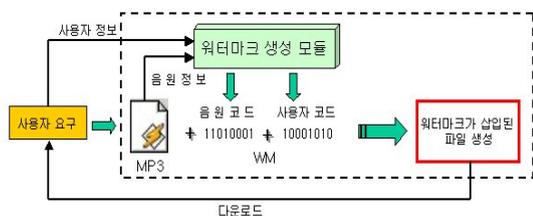
최근 음원에 관한 불법 유통 문제가 사회적 이슈 중의 하나로 부각되고 있다. 특히 대중가요의 경우 사용자들의 수요가 매우 큼에도 불구하고 불법 다운로드로 인한 피해가 매우 심각한 실정이다. 따라서 본 연구에서 제안하는 시스템의 대상이 되는 디지털 콘텐츠는 음악 파일 중 가장 대중적이고 널리 사용되는 MP3 파일을 대상으로 한정하고, MP3 파일의 헤더 정보를 손상시키지 않도록 설계함으로써 기존의 플레이어와 완벽한 호환성을 유지하도록 하였다.

디지털 콘텐츠의 불법 유통에 대한 책임 소재를 명확히 하기 위해서, 제안하고자 하는 워터마크 시스템은 사용자의 요청에 따라 개별적인 워터마크가 생성되어야 하고 빠르게 사용자의 요청에 응답해야 하는 제약사항을 만족해야 한다. 또한 광범위하게 유통되어 있는 MP3를 검색하고 워터마크의 존재 유무를 판단하기 위해서는 추출 알고리즘이 간단해야 한다.

이와 같은 제약사항들을 만족하기 위해서 제안하는 시스템은 음원 관리와 사용자 관리를 위한 데이터베이스와 사용자의 요청에 응답하고 사용자 정보를 전달하는 다운로드 관리 모듈, 음원 정보와 사용자 정보를 고려한 워터마크를 생성하고 삽입하는 워터마크 모듈로 구성하였다.

## 2.2 워터마크 생성

전통적인 워터마킹 시스템과 달리 제안하는 워터마킹 시스템은 사용자의 다운로드 요청이 있을 때 사용자 정보를 포함하는 워터마크를 생성한다. 사용자 요청에는 사용자 정보 및 다운로드를 원하는 음원 정보가 포함된다. 이를 분석하여 관리 데이터베이스로부터 미리 결정되어 있는 음원 코드와 사용자 코드를 로드하여 워터마크를 생성한다. 제안하는 워터마킹 시스템은 워터마크 추출 알고리즘의 효율성을 위해 고정 비트의 워터마크를 사용한다. 워터마크 코드를 가변 길이로 할 경우에 코드 길이에 관한 정보를 삽입하기 위한 부가적인 로드가 발생할 뿐만 아니라, 코드 길이에 대한 예러가 발생하면 잘못된 워터마크 정보를 추출하게 되는 문제가 있다.



[그림 1] 음원 및 사용자 정보를 고려한 MP3 콘텐츠 워터마크 생성 및 삽입 과정

그림 1에서 본 논문에서 제안하는 워터마크 생성 및 삽입 과정에 대한 흐름을 보이고 있다.

## 2.3 워터마크 삽입

사용자의 요청에 즉각적으로 대응하기 위하여 MP3 압축 상태에서 실시간으로 생성된 워터마크를 삽입하도록 하였다. 또한 워터마크 삽입 위치를 변경하고 반복적으로 코드를 삽입함으로써 에러 내성을 높였다.

고정된 위치에 워터마크가 삽입된다면 워터마크 삽입 위치에 대한 정보가 노출될 경우 손쉽게 워터마크를 제거하거나 변형을 가할 수 있게 된다. 이러한 공격을 피하기 위하여 워터마크의 삽입 위치를 코드에 따라 변경되도록 구성한다. 먼저 고정된 위치 코드를 초기값(seed)으로 하고, 의사 랜덤 코드 발생 알고리즘을 이용하여 음원 코드를 삽입할 위치를 계산한다. 또한 음원 코드는 사용자 코드 삽입을 위한 시드로 사용된다. 이로써 음원에 따라 음원 코드와 사용자 코드의 삽입 위치가 달라짐으로써 워터마크의 위치에 관한 정보를 은닉할 수 있다.

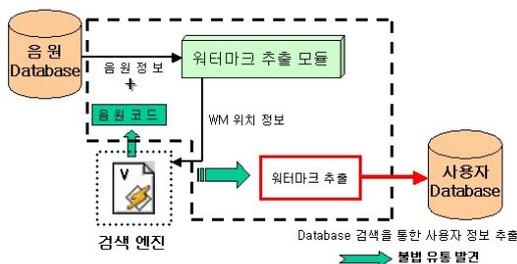
MP3 파일의 경우 프레임 구조로 이루어져 있으며, MP3 방식으로 부호화된 상태에서도 프레임 헤더 정보를 분석하여 각 프레임의 길이를 쉽게 파악할 수 있다. 따라서 워터마크 삽입 시 에러 내성을 향상시키기 위하여 다수의 프레임에 반복적으로 삽입하도록 설계하였다. 이 과정에서 프레임 헤더 정보에는 손상이 가지 않도록 삽입하며, 비트 연산만을 통하여 삽입함으로써 소요시간을 최소화하였다.

## 2.4 데이터베이스 연동

워터마크의 빠른 추출을 위해 음원 정보 및 워터마크 삽입 위치에 대한 코드를 음원 DB에 기록하고, 사용자에 따라 생성된 사용자 코드를 사용자 DB에 기록한다. 따라서 추출된 워터마크와 기록된 코드 비교를 통해 사용자 정보를 빠르고 효과적으로 검색할 수 있다.

## 2.5 워터마크 추출

워터마크 추출은 그림 2와 같이 검색 엔진에서 추출된 음원 코드와 데이터베이스의 음원 정보를 비교함으로써 이루어진다. 검색 엔진이 음원 코드를 추출하기 위한 위치 코드는 이미 데이터베이스에 저장되어 있기 때문에 대상 MP3 파일의 비트스트림을 읽음으로써 손쉽게 추출할 수 있으며, 이를 통해 추출 소요 시간을 최소화할 수 있다.



[그림 2] 워터마크 추출 과정

## 3. 오디오 워터마킹 시스템의 구현

본 시스템은 저작권 보호에 대한 전문지식이 없는 일반 관리자도 용이하게 이용할 수 있는 사용자 인터페이스를 갖추도록 그림 3과 같이 구현하였다. 오디오 파일을 로드하면 해당 MP3 파일의 헤더 파일을 해석하여 오디오 정보를 표시함으로써 정상적인 MP3 파일

인지 확인할 수 있으며 재생을 통해 음원의 상태를 확인할 수도 있도록 하였다.



[그림 3] 오디오 워터마킹 시스템 인터페이스

그림 4와 5는 워터마크를 삽입하고 추출하는 예를 보인 것이다. 그림 4에서 음원 코드와 사용자 코드는 관리 데이터베이스로부터 자동으로 획득하여 워터마크를 구성하고 워터마크 삽입(Insert Watermark) 메뉴를 실행해서 구성된 워터마크 삽입하면 워터마크가 삽입된 오디오 파일이 자동 저장된다. 음원과 사용자 정보를 고려한 워터마크 코드가 삽입되고 자동으로 저장된 MP3 파일이 최종적으로 사용자에게 배포된다.

삽입된 워터마크가 제대로 되어 있는지 확인할 수 있도록 추출 알고리즘을 동일한 인터페이스에 구현하였다. 실제 추출 알고리즘은 검색 엔진에 포함될 수 있도록 독립된 클래스로 구현하였다. 삽입된 워터마크를 확인하는 과정을 그림 5에 보였다. 워터마크가 삽입된 오디오 파일을 열고, 워터마크 추출(Extract Watermark) 버튼을 이용하여 삽입된 워터마크를 추출할 수 있다. 추출된 정보는 관리 데이터베이스로 보내지고 데이터베이스 검색을 통해 음원과 다운로드한 사용자 정보를 확인할 수 있다.



[그림 4] 워터마크 구성 및 삽입



[그림 5] 워터마크 추출

## 4. 결론

본 논문에서는 웹의 주요 콘텐츠라 할 수 있는 디지털 오디오 MP3 파일의 저작권 및 소유권 보호, 불법 유통에 대한 책임 소재를 구분할 수 있는 디지털 오디오 워터마킹 시스템을 설계 및 구현하였다. 디지털 오디오 콘텐츠는 미디어의 특성상 분배, 복제 및 조작이 용이하여 원 정보의 저작권자 및 소유권자에게 입히는 지적재산권 침해 피해가 향후 더욱 커질 것으로 예상된다.

본 논문에서 제안하는 디지털 오디오 워터마킹 기술을 오디오 콘텐츠에 적용하여 무단 도용 등의 피해를 예방할 수 있을 뿐만 아니라 불법 유통에 관한 분쟁 발생 시 책임 소재를 명확히 할 수 있는 정보를 제공할 수 있으며, 이러한 기술을 적용함으로써 궁극적으로는 콘텐츠 제작 의뢰자로 하여금 제작 의지를 강화하여 제작 의뢰 건수가 증가될 수 있을 것이다.

향후 MP3 파일의 비트 스트림의 특성을 고려하여 음원 코드와 사용자 코드가 정상적인 MP3 파일에서 임의적으로 추출되는 비트스트림과 차별화 될 수 있도록 설계하는 연구를 진행할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] 김영준, 김태운, “MP3 저작권 보호를 위한 AOD 시스템의 설계”, 한국정보처리학회 논문지 D, 제9-D권, 제2호, pp. 323-328, 2002.
- [2] 김연정, 오현오, 윤대희, 석종원, 홍진우, “MPEG 오디오 부호화 과정을 고려한 오디오 워터마킹”, 한국정보보호학회지, 제12권 1호, 2002.
- [3] 석종원, 홍진우, “워터마크를 이용한 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호”, 전자통신동향분석, 제14권, 제6

호, 2001.

- [4] 장공수, 이홍진, 윤주승, 박용수, “디지털 / 소프트웨어 워터마킹 기술 동향 및 전망”, 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, 제35권, 제1(D)호, pp. 10-14, 2008.
- [5] 오현오, 윤대희, 석종원, 홍진우, “방송 콘텐츠 보호를 위한 디지털 오디오 워터마킹”, 한국방송공학회논문지, 제6권, 제1호, pp. 3-12, 2001.

## 조 정 원(Jungwon Cho)

[종신회원]



- 1996년 2월 : 인천대학교 정보통신공학과(공학사)
- 1998년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 2004년 2월 : 한양대학교 전자통신전파공학과(공학박사)
- 2004년 10월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터교육과 조교수
- 2007년 6월 ~ 2008년 7월 : 미국 퍼듀대학교 방문학자

<관심분야>

정보교육, 멀티미디어 정보검색, 유러닝, 정보윤리

## 정 승 도(Seungdo Jeong)

[종신회원]



- 1999년 2월 : 한양대학교 전자전자통신전파공학과(공학사)
- 2001년 2월 : 한양대학교 전자통신전파공학과(공학석사)
- 2007년 8월 : 한양대학교 전자통신전파공학과(공학박사)
- 2009년 7월 ~ 현재 : 한양사이버대학교 정보통신공학과 전임강사

<관심분야>

멀티미디어 정보검색, 증강현실, 텍서 기반 응용