

# 캡처링 공격에 강인한 오디오 워터마킹 방법

이승재\*, 이상광, 서진수  
한국전자통신연구원 디지털 콘텐츠 연구단 DRM 연구팀

## Robust Audio Watermarking Method Under Capturing Attacks

Seungjae Lee\*, Sangkwang Lee, Jin S. Seo  
DRM Research Team, Digital Contents Research Division  
Electronics and Telecommunications Research Institute  
E-mail: {\*seungjlee, sklee, jsseo} @etri.re.kr

### Abstract

In this paper, we propose a wavelet-based audio watermarking algorithm to be robust against capturing attack. Commercial capturing tools enable us to obtain audio contents without noticeable degradation in audio quality, and it is possible to be a source of illegal distribution. By adjusting mean values of the lowest subband in audio, the proposed method can survive after capturing attack including sampling rate conversion, random cropping and compression. By applying a simple human auditory model, the inaudibility of the watermark is achieved, and detection probability is improved based on the difference information. This is confirmed by experimental results.

### I. 서론

오디오 저작권 보호를 위해 암호화 기반의 DRM 이현재 적용되고 있다. DRM 은 인증된 사용자 혹은 기기에만 접근 권한을 주어 오디오 파일의 저작권을 보호하는 것을 말한다. 하지만, 오디오 파일이 재생되는 시점에 상용 캡처링 프로그램을 이용하여 원본과 음질의 차이가 없는 파일을 얻을 수 있어 저작권 보호에 있어 문제점이 존재한다. [1]

본 논문에서는 이러한 오디오 파일의 캡처링 시에 강인한 워터마킹 방법을 제안하고, 실험을 통해 캡처링에 강인함과 비인지성을 확인하였다.

### II. 본론

오디오 캡처링은 압축율, 파일 포맷, 샘플링 레이트 변환 등이 일어나며, 워터마크가 삽입될 경우 동기점 손실로 인해 워터마크 추출에 어려움이 발생한다. 또한 캡처링되는 기기 자체의 잡음이나 신호의 레벨에도 영향을 받게 된다.

본 논문에서는 웨이블릿 변환을 이용하여 최저대역 부밴드의 계수의 평균을 변화 시켜서 워터마크를 삽입하였다. 간단한 청각 모델을 적용하여 비인지성을 확보하고 동기신호를 통해 캡처링시 발생하는 동기손실에도 강인하도록 하였다.

본 논문에서 제안하는 워터마크 삽입기는 그림 1 과 같다.

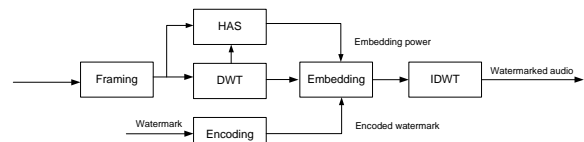


그림 1. 워터마크 삽입기

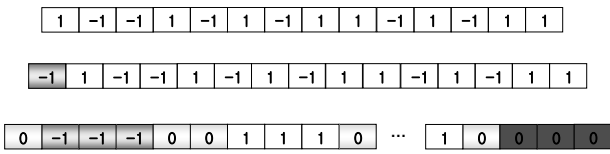


그림 2. 워터마크 인코딩

워터마크는 그림 2 와 같이 인코딩하고 DWT 의 최저 대역 계수의 평균값을 다음의 조건에 따라 변경하여 삽입하였다.

- 1 인 경우: 양의 값으로 변경
- -1 인 경우: 음의 값으로 변경
- 0 인 경우: 0 으로 변경

(b) 최상위 t

삽입 강도는 프레임과 워터마크 정보를 삽입 반복하고 각 대역밴드의 고주파 에너지를 이용하여 조절하였다.

본 논문에서 제안하는 워터마크 추출기는 그림 3 과 같다.



그림 3. 워터마크 추출기

워터마크를 추출하기 위해서 삽입시에 사용된 동기 신호를 다음의 수식의 최소값을 이용하여 찾는다.

$$h[n] = \alpha \cdot f[n] + \beta \cdot g[n] \quad (1)$$

$f[n]$ ,  $g[n]$ 은 인접하는 N 개의 서브 프레임간의 최저 대역 웨이블릿 계수의 평균과 분산이고  $\alpha, \beta$  는 최적 동기를 찾기 위한 계수이다. 동기를 맞춘 후에는 검출을 위해 최저대역 계수의 평균을 구하고 여러 프레임들 간의 평균값과 녹음레벨 혹은 노이즈에 대한 간섭을 줄이기 위해서 인접 워터마크 간의 차정보(difference)를 이용하여 워터마크를 추출하였다.

### III. 실험 결과

제안된 방법의 캡처링에 대한 강인성을 확인하기 위해서 먼저 오디오 캡처링 시에 발생할 수 있는 왜곡인 임의 시점에서의 재생, 압축, 샘플링레이트 변환과 실제 캡처링시에 강인함을 테스트 하였고, 또한 DRM 으로 보호되는 파일 재생시에 워터마크를 삽입할 수 있는 COM 기반 필터를 구성하여 재생시 캡처링을 위한 동기화

으로 여러 옵션을 주어 저장한 후, 추출기를 통해서 캡처링 이후에 워터마크가 추출됨을 테스트 하였다. 이 결과는 각각 표 1, 2 에 있다.

비인지성을 확인하기 위해서 워터마크가 삽입된 오디오 파일과 원본 파일 간의 선호도 조사를 실시하였고, 표 3 에서 보듯이 두 파일간의 음질차이를 느끼지 못함을 확인하였다

(a) 원본 워터마크 표 1. 강인성 테스트

	cropping <sup>1</sup>	compression <sup>2</sup>	resampling <sup>3</sup>	capturing <sup>4</sup>
classic	100%	100%	100%	100%
ballad	100%	100%	100%	100%
dance	100%	100%	100%	100%
rock	100%	100%	100%	87.5%
avg.	100%	100%	100%	96.8%

표 2. 강인성 테스트

	capturing <sup>1</sup>	capturing <sup>2</sup>	capturing <sup>3</sup>	capturing <sup>4</sup>
DRM 1	94.4%	100%	100%	100%
DRM 2	100%	99.4%	94.4%	100%
DRM 3	100%	100%	100%	94.4%
DRM 4	100%	99.4%	100%	100%
DRM 5	100%	100%	88.9%	100%

표 3. 비인지성 테스트

	A > B	A = B	A < B
classic	33.3%	50%	16.7%
ballad	50%	50%	0%
dace	16.7%	66.6%	16.7%
rock	50%	33.3%	16.7%
avg.	37.5%	50%	12.5%

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 캡처링에 강인한 오디오 워터마킹 방법을 제안하였고 실험을 통해서 비인성과 강인성을 확인하였다. 알고리즘 상에 보안성이 결여되어 있으므로 이를 보완하는 연구가 필요하다.

### 참고문헌

[1] J. Lee, and S. O. Hwang, S. Jeong, K. S. Yoon, C. S. Park, and J. Ryou, "A DRM Framework for Distributing Digital Contents through the Internet," *ETRI Journal*, vol. 25, no. 6, pp. 423-436, Dec. 2003.

