

# 저작권자의 로고를 워터 마킹하는 장치

남상엽<sup>o</sup>, 이천우, 김형배, 이상원, 박인정  
경문대, 우송정보대, 서울기능대, KETI 단국대학교, 단국대 전자컴퓨터학부  
r13337@unitel.co.kr nusephia@hanafos.com webcast@dku.edu

## Watermarking System That Inserts Copyright Holder's Logo

Sang-Yep Nam<sup>o</sup> Chun-Woo Lee Hyung-Bae Kim Sang-Won Lee In-Jung Park  
Kyung-Moon College, Woosong information college,  
Seoul information polytechnic college, KETI  
Dept. of Electronics Engineering, Dankook University

### ABSTRACT

This paper shows the watermarking system that inserts copyright holder's logo in music file. In other words, a sound file is able to have an image information like a logo or letters. The watermarking system converts a sound file into an image file using spectrogram. In the spectrogram domain, a logo is inserted using spread spectrum. The proposed technique shows that the verification of copyright is better than the method using PN-Sequence.

### I. 서론

고속인터넷망의 발달로 인터넷을 통한 전자상거래가 새로운 산업으로 각광을 받고 있다. 음반분야도 예외가 아니어서 인터넷을 통해 음반을 사고 파는 일은 그리 새로운 일이 아니다. 그러나, 고속인터넷을 이용하면 실시간으로 인터넷상에서 연주되는 음악을 들을 수 있고, 그 음악을 온라인 상에서 받아볼 수 있는 MP3 기술의 발달로 실제로, 인터넷상에서 MP3 음악을 파는 AOD 서비스가 늘어나고 있다. 이런 AOD 서비스에는 일단 판매된 음악의 경우에는 다시 인터넷을 통한 불법적인 재배포를 막을 수 없다는 단점이 있다. 그래서, 최근 한 음악 그룹이 MP3 검색사이트를 고소하는 사건이 발생하는 등 저작권에 관한 문제가 많이 발생하고 있다.

이러한 저작권 문제를 방지하기 위해서 여러 가

지 방법들이 제시되고 있으며, 가장 확실한 방법이 배포되는 음악에 저작권자만이 알 수 있는 표식(워터마크)를 삽입하여, 추후 저작권 분쟁과 같은 일이 발생했을 때, 워터마크를 찾아내, 불법음악의 최초 배포자를 찾는 등 분쟁을 해결할 수 있는 방법을 제시할 수 있다. 음향에 워터마크를 삽입하는 방법으로는 I.J.Cox 가 제시한 스펙트럼 확산에 의한 워터마킹 기법[1]이 많이 이용되고 있는데, 이 방법은 임의의 seed값에 의해 생성된 PN-Sequence를 음향의 주파수 영역에 삽입함으로써 미세한 잡음형태의 워터마크를 주파수 영역에 삽입할 수 있어 모든 주파수 영역에서 워터마크를 검출 할 수 있는 장점이 있다. 그러나, PN-Sequence에 의한 워터마크는 생성키인 seed값만이 의미있는 데이터라고 할 수 있으며, 그 양은 삽입되는 전체 워터마크에 비하여 매우 작은 양이 된다.

본 논문에서는 음향의 워터마킹기술에 2진 영상을 워터마크로 채용할 수 있는 공간변환 기법을 제시하고, 워터마크를 삽입하는 과정에서, 음향을 2차원 영상으로 변환한 후 각 주파수 영역에 워터마크를 삽입거나, 영상을 직접 워터마킹할 수 있는 스펙트로그램을 이용한 워터마킹 기법을 제안한다.

### II. 2진 영상의 공간변환과 스펙트로그램

PN-Sequence 가 워터마크의 재료로 주로 사용되어 온 이유는 먼저, 랜덤변수생성함수로 생성하

기 쉽고, 주파수 영역에 삽입시 모든 주파수 영역에서 끌고루 검출이 되므로, 주파수 변환 공격에 매우 강해진다. 이유는, 이러한 랜덤수열을 워터마크로 사용하는 방법은 워터마크가 가지고 있는 기능을 특정 키값을 숨기는 용도 외에는 의미가 없다. 이러한, 랜덤수열 워터마크를 2진 영상으로 대체할 수 있다면 워터마크의 역할이 매우 다양해 지고 워터마킹되는 수열 자체에도 의미를 부여할 수 있게 된다.

2진 영상을 워터마크로 사용하려면, 먼저 이진 영상을 수열로 만들 수 있어야 하고, 주파수 영역에서 검출되었을 때 키를 모르는 사람에게 원래의 워터마크 영상이 검출되어선 안된다. 그렇게 하기 위해 2진 영상을 식(1)을 이용하여 공간 변환하여 워터마크되는 수열로 사용하면, 사용자는 키가 없이 워터마크의 내용을 알 수 없게 되며, 키를 가지고 있는 저작권자는 식(2)를 이용한 역변환 과정을 통하여, 삽입된 2진 영상을 얻어낼 수 있다.[4]

$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ k & k+1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} \pmod{N} \quad (1)$$

식(1)은  $m \times m$  의 2진 영상의 좌표를  $N \times N$  의 공간 영역에 흩뿌리는 작용을 한다( $m \leq N$ ). 입력되는  $m \times m$  공간의 좌표( $x_n, y_n$ )을  $N \times N$  의 공간영역의 새로운 좌표( $x_{n+1}, y_{n+1}$ )로 맵핑시킨다. 이때, 식(1)을 반복하게 되면, 불안정한 좌표변환이 되어 매우 불규칙적인 값이 생성된다. 정수 연산을 통하여 계산되기 때문에 무질서한 값들이 다른 시작점의 좌표들과 겹쳐지지 않는다. 반환된 결과는 그림 1의 (b)와 같이  $N \times N$  의 전체영역에 끌고루 위치하게 되며, 원래의 2진 영상과는 관련성을 가지지 않는다.

역변환은 다음 식(2)을 이용하여 구해진다.

$$\begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ k & k+1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{pmatrix} \pmod{N} \\ = \begin{pmatrix} k+1 & -1 \\ -k & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{pmatrix} \pmod{N} \quad (2)$$

역변환을 할 경우에도 정수 연산으로 행해지며,

정변환과 같은 파라미터를 사용하면, 다시 그림 1의(a)의 영상으로 정확히 역변환된다. 이때,  $m \leq N$  의 조건만 만족하면, 얼마든지 큰 영상을 워터마크에 사용할 수 있다.



(a) (b)  
그림 1. 식(1)을 이용하여 공간변환된 영상

$m=64, N=256, k=13, \text{반복횟수}=7$   
공간변환된 워터마크영상을 워터마킹하기 위해서는 일차원 데이터로 나열하여 일반적인 스펙트럼 확산의 PN-Sequence 의 워터마킹처럼 삽입할 수 있으나, 본 논문에서는 스펙트로그램을 이용하여 삽입한다. 스펙트로그램은 1차원의 음향 데이터를 2차원의 영상으로 표현할 수 있는 방법으로, 일정 길이의 샘플링된 데이터를 DCT 변환하여 시간축으로 나열한 것이다.



그림 2. 음악파일 /사랑의 미로/의 스펙트로그램

이 스펙트로그램을 이용해 워터마크를 삽입하게 되면, 한 주파수에서 시간축으로 워터마크를 삽입할 수 있어, 주파수에 워터 마크의 강도를 쉽게 조절할 수 있게 되며, 영상에 적용되는 워터마킹기법을 음향에 쉽게 적용할 수 있게 된다.

### III. 워터마크 삽입 및 검출

본 논문에서 식(3)의 워터마크 삽입식을 이용하여 워터마크를 삽입한다.

$$Y = X + \alpha MW \quad (3)$$

여기서,  $X$ 는 원 음향의 스펙트로그램,  $\alpha$ 는 삽입 강도,  $M$ 은 심리음향모델,  $W$ 는 워터마크영상,  $Y$ 는 워터마크된 음향의 스펙트로그램이다.

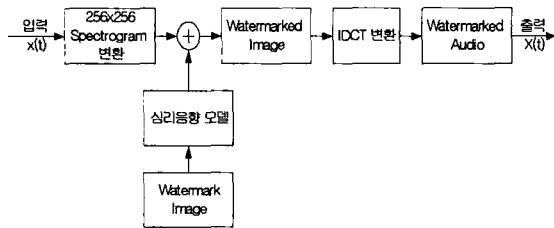


그림 3. 스펙트로그램을 이용한 워터마크의 삽입

본 논문에서 사용된 워터마크 영상은 64x64 2진 영상을 이용하였다. 실험에 사용된 음향은 EBU의 SQAM(Sound Quality Assessment Material) 중 Horn의 데이터를 사용하였다.

평가의 지표로는 식(4)를 이용하여 워터마크 삽입 전후의 SNR을 측정하고, 두 벡터의 Cross Correlation을 구하는 식(5)을 이용해 유사도를 측정한다.

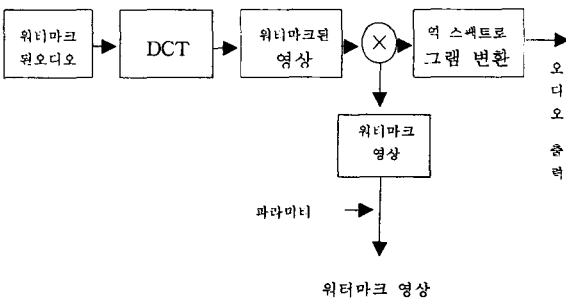


그림 4. 워터마크된 로고영상 추출하는 블럭도

$$SNR = 10 \log \frac{\sum_n x^2(n)}{\sum_n [x(n) - y(n)]^2} \quad [dB] \quad (4)$$

$$C(X, Y) = \frac{X \cdot Y}{\sqrt{X \cdot X} \sqrt{Y \cdot Y}} \quad (5)$$

### IV. 실험결과

그림 4는 공간변환을 통하여, 변환된 워터마크 영상을 삽입/공격 후 복원시킨 영상이다. 각각의 공격방법에 대하여 육안으로 식별 가능한 워터마크 영상이 나타났다.

그림 5에는 음악 파일/흔의 워터마크 삽입/검출 결과를 종합적으로 보여주는 사용자 그래픽 인터페이스 화면이 주어졌다.

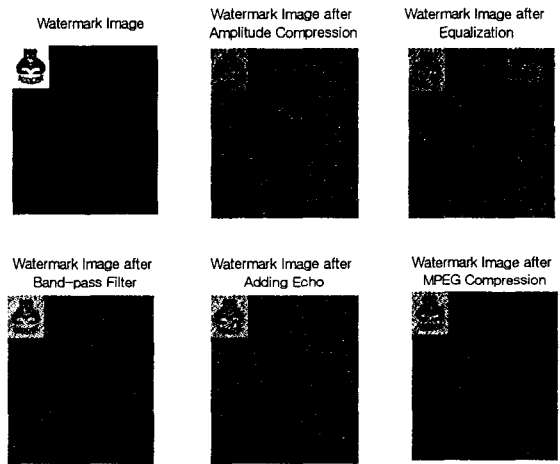


그림 5. 영상의 공간변환에 의한 워터마크 삽입/검출

표 1. 기존의 음향워터마크와 비교

공격방법	기존의 방법	제안된 방법
워터마크 생성방법	랜덤수열 생성기	2진 영상의 영상변환
생성키	seed, length	k, N, 반복횟수, 2진 영상
복원된 형태	랜덤수열	2진 영상
잡음 농도	50%	B/W의 비율
삽입방향	동 시간대의 주파수방향	동 주파수대의 시간방향

표 2는  $\alpha=1/10000$ ,  $seed=700$ 의 워터마크를 삽입하고 공격을 가한후에 나온 결과이다. 워터마크 삽입후의 SNR은 48.05 [dB]이다.

표 2. 스펙트럼확산기법 워터마크 검출 결과

공격 방법	SNR [dB]	Max Cross correlation (kHz)							
		~2.75	~5.5	~8.25	~11	~13.75	~16.5	~19.25	~22
1	-8.06	x	x	0.08	0.30	0.84	0.92	0.94	0.94
2	-0.87	x	x	0.13	0.38	0.63	0.68	0.74	0.81
3	19.15	x	0.08	0.58	0.91	0.99	0.99	0.97	0.87
4	6.31	x	x	0.091	0.34	0.77	0.81	0.79	0.68
5	39.27	x	0.20	0.53	0.74	0.87	0.60	0.20	x

위의 결과에 의하면 심리음향모델을 적용한 MPEG 압축공격에는 저주파 부분과 고주파 부분에서 손실이 크게 일어났으며, 다른 공격에는 저주파 부분을 제외하고는 양호한 검출 결과를 나타내었다.

워터마크가 삽입된 음향을 SDMI(Secured Digital Music Initiative)에서 규정한 공격방법중 다음 5가지를 적용하였다.

- 1) Amplitude compression
- 2) Equalization
- 3) Band-pass Filtering
- 4) Addition Echo
- 5) ISO/IEC 11172-3:1993 Layer III (MPEG-1 Audio Layer 3)

## V. 결론

본 논문에서는, 기존의 의미 없는 랜덤함수로 생성되는 PN-Sequence를 2진 영상으로 대체하는 방법을 제시하고, 음향의 워터마크 삽입에 스펙트로그램을 도입함으로써, 워터마킹 방법과 워터마크 도입에 다양성을 꾀하였다. 실험 결과에 의하면, 2진 영상의 워터마크도 PN-Sequence와 같은 역할을 충분히 할 수 있으며, 특히, 워터마킹되는 잡음의 밀도가 PN-Sequence에 비하여 월등히 작음으로, 워터마크가 삽입된 음향의 SNR을 향상시킬 수 있었다. 또한, 음향의 워터마크에 영상을 도입함으로써, 음향 저작권자마다 각자의 심볼을 워터마크에 삽입함으로써 워터마크를 다양화할 수 있다.

멀티미디어 콘텐츠 보호의 방법으로는 대표적으로 데이터의 암호화와 워터마크 삽입이 있는데, 데이터의 암호화는 멀티미디어 데이터를 암호화하

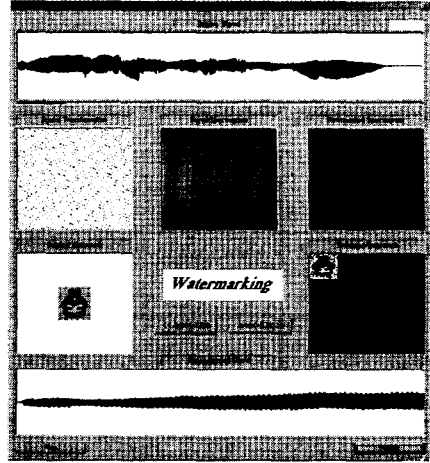


그림 6. 음악 파일/흔의 워터마크 삽입/검출 결과를 종합적으로 보여주는 사용자 그래픽 인터페이스

여 배포하고 암호를 알고 있는 사용자가 암호를 이용하여 암호화된 데이터를 푸는 방식이다. 그러나 한번 암호화가 풀린 데이터는 쉽게 복제가 이루어는 단점을 가지고 있다. 워터마크 삽입은 멀티미디어 데이터에 저작권자만이 알 수 있는 표식(워터마크)을 남겨서 배포하고, 기존의 재생기로 재생되고 복제도 할 수 있으나, 필요시에는 저작권자가 워터마크추출 알고리즘을 이용하여 자신의 권리를 보호받을 수 있게 한 것이다.

## 참고문헌

- [1] I.J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamon, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia," IEEE Trans. on Image Processing, 6, 12, 1673-1687, (1997)
- [2] H. Fletcher, "Auditory Patterns", Rev. Mod. Phys., pp.47-65, Jan. 1940
- [3] Terhardt, E., "Calculating Virtual Pitch", Hearing Research, pp. 155-182, 1. 1979
- [4] G. Voyatzis and I. Pitas, "Applications of Toral Automorphisms in Image Watermarking", 1996 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'96), Lausanne, Switzerland, vol. II, pp. 237-240, 16-19 September 1996
- [5] V. Basia and I. Pitas, "Robust Audio Watermarking in the time-domain", to appear in Proc. of EUSIPCO'98, September 8-11, Rhodes, Greece, 1998
- [6] Laurence Boney, Ahmed H. Tewfik, and Khaled N. Hamdy, "Digital Watermarks for Audio Signals," 1996 IEEE Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems June 17-23, Hiroshima, Japan, p. 473-480.
- [7] Michael Arnold, Sebastian Kanka, "MP3 robust Audio Watermarking"
- [8] 정종수, 강상구, 신재호, "MPEG-2 AAC 심리음향 모델을 이용한 오디오 워터마킹 기법", Proceedings of IEEK Summer Conference 1999, p. 716-719.