

멀티미디어 데이터의 QoS 보장을 위한 디지털 워터마킹 기법 적용

류경하*, 김민수, 정호열, 정현열

영남대학교 정보통신공학과

A Method of QoS Measurement of Multimedia Data based on Digital Watermarking

Kyeung-Ha Ryu, Min-Su Kim, Ho-Youl Jung, Hyun-Yeol Chung

Dept. of Information and Communication Eng., Yeungnam University

E-mail: lady@yumail.ac.kr

요 약

디지털 워터 마킹은 일반적으로 지적 재산권의 보호를 위해서 콘텐츠 소유자가 자신의 콘텐츠에 저작권 정보를 나타내는 워터마크를 삽입하여 제 3자가 허가 없이 디지털 콘텐츠의 사용을 할 경우 불법적인 사용을 막아내는 데 사용된다. 본 논문에서는 워터마킹 기법의 새로운 적용 예로써 인터넷 또는 무선 환경을 통한 멀티미디어 데이터 전송 시 수신된 데이터의 품질을 사용자 측면에서 측정 할 수 있는 방안, 즉 디지털 워터마킹 기법의 새로운 적용 예에 대하여 고찰하였다. 제안하는 방법은 네트워크 상에서 발생하는 패킷 손실, 지연 등의 통계적 해석으로 수신 된 멀티미디어 데이터의 품질을 평가하는 척도로 사용하는 기존의 방법과는 달리 사용자 측면에서 눈으로 보이는 데이터의 일그러짐 정도나, 음질의 왜곡을 정량적인 측정치로 보여 줄 수 있음으로써, 오디오 데이터의 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위한 수단이나 수신품질에 따른 차별화 된 과금 결정 등에 활용할 수 있을 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 멀티미디어 데이터의 품질 측정을 위한 블라인드 워터마킹 기법을 적용하고 다양한 비트 에러율

(Bit Error Rate, BER)을 갖는 BSC(Binary Symmetric Channel)에 적용시켜 봄으로써 멀티미디어 데이터에 삽입된 워터마크 신호의 검출정도와 수신된 미디어 신호의 PSNR비가 선형적인 분포를 가지게 됨을 확인 할 수 있었다.

1. 서 론

디지털 기술의 발전은 멀티미디어 데이터의 재생산과 재전송을 쉽게 증가시켰다. 이러한 상황에서 디지털 데이터는 아날로그 데이터에 비해 다양한 이점을 제공해 주지만, 원본과 동일한 대량의 복사본이 불법적으로 배포될 수 있어서 디지털 데이터의 저작권 보호의 필요성을 증가시켰다. 일반적으로 디지털 워터마크의 목적은 각종 멀티미디어의 불법적인 사용을 막기 위해 저작권자의 고유 정보를 콘텐츠에 삽입하고, 차후 저작권 분쟁이 발생할 경우 삽입된 정보를 추출하여 저작권자의 소유를 입증할 수 있는 디지털 콘텐츠 저작권 보호 기술로서 주로 연구되어왔다.[1] 본 논문에서는 인터넷 또는 무선환경을 통한 오디오 또는 영상 데이터의 전송 시 데이터의 품질을 사용자 측면에서 측정 할 수 있는 방안으로서 디지털 워터마킹의 새로운 적용 방법 대해서 기술한다.

본 논문은 기존의 네트워크 환경에서 발생하는 패킷 손실, 지연 등을 통신환경 에러의 평가척도로 사용하는 기존의 방법과는 달리, 보다 사용자 측면을 고려한 방법으로, 사용자가 느끼는 화질 또는 음질을 정량적인 측정치로 보여줄 수 있으므로써, 멀티미디어 데이터의 QoS (Quality of Service)를 보장하기 위한 수단이나 수신품질에 따른 차별화된 과금 결정 등에 활용할 수 있을 것이다.

현재의 네트워크 환경에서는 각종 멀티미디어 전송 시 일어날 수 있는 각종 에러 상황을 포함 수 없으며, 또한 수신 단에서 적정한 오류 검출율을 알아낼 수도 없다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 오류 검출(error detection), 오류 은닉(error-concealment) 및 오류 강인화 기법(error-resilience)등이 많이 연구되고 있다. 한편 본 논문에서 제안하고자 하는 데이터 전송기술과 관련한 통신품질의 보장을 위한 방법은 H.263, MPEG의 기본구조에 쉽게 접목될 수 있도록 비디오 워터마킹 기술을 이용한 오류 검출 및 오류 복원방법에 영향을 받아 제안되었다.[2-4]

제안하는 방법은 수신 단 측에서 송신 단에서 미리 삽입한 워터마크 신호를 검출함으로써 워터마크신호의 검출 정도에 따라서 수신 데이터의 품질을 예측하는 방법이다.

본 논문에서는 정자 영상 신호에 워터마크를 삽입하여 수신 단에서 워터마크 신호검출율과 PSNR의 상관관계에 대한 유효성을 밝혔으며 오디오 워터마크 기술을 품질평가 방법으로 적용하였을 경우에도 통신 품질 평가 알고리즘으로서의 유효함에 대해서 고찰한다.

2. 디지털 워터마킹의 품질 측정을 위한 기술 응용

일반적인 디지털 워터마킹 기술은 삽입 방법과 검출 방법, 그리고 적용되는 디지털 매체에 따라 여러 가지로 나뉘어 볼 수 있다. 이들 중 이미지 워터마킹은 현재까지도 가장 활발히 연구되고 있는 분야이다. 대표적인 방법으로는 공간영역에서 LSB(Least Significant Bit)를 변형하는 방법, 영상을 주파수 영역으로 변환한 후에 변환계수에 삽입하는 방법이 있으며, 현재는 공간영역에서 삽입한 워터마크 신호는 대부분 압축이나, 필터링 등의 공격에 약한 단점이 있으므로 주파수 영역에서 삽입하는 방법이 많이 연구되고 있다

오디오 워터마킹은 이런 고음질의 음악과 오디오에서 저작권자의 정보를 원 신호의 사이드 밴드나, 홀 등에 내장시킴으로써 원본데이터와 워터마크된 데이터는 인간의 인지능력으로는 구분이 어려워야 하며, 통계적인 방법으로도 검출이 어려워 디지털 미디어 보호 문제에 부분적인 해결 방법을 제시하여야 한다. 따라서 오디오 워터마킹은 다른 비디오나 이미지, 텍스트 등에

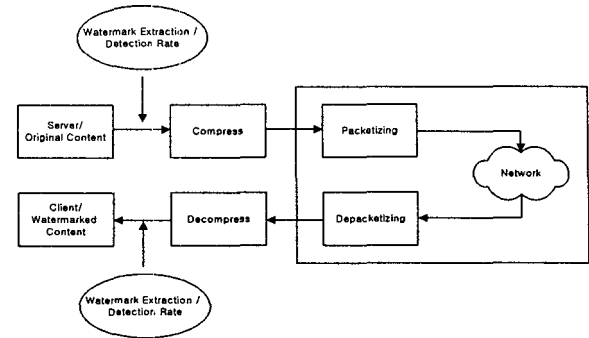


그림1. 멀티미디어 데이터의 품질측정을 위한 워터마킹 기법의 응용.

비해서 더욱 많은 연구가 필요한 분야이다.

지금까지 소개된 오디오 워터마킹 방법은 크게 4가지 방법이 있다. 반향 신호의 지연 정도를 다르게 하여 오디오 신호에 워터마크 정보를 삽입하는 에코 하이딩(Echo Hiding) 기법, 인간의 귀는 디지털 정보의 주파수 분해 성분 중에서 진폭성분에는 민감 하지만 위상성분에는 둔감한 특성을 이용하여 오디오 신호의 위상성분으로 워터마크를 삽입하는 기법, 그리고 삽입된 워터마크 신호의 블라인드 검출과 제 3자에게 잘 지각되지 않으면서 큰 에너지로 삽입 가능한 대역확산 기법(Spread Spectrum)기법, 마지막으로 Low Bit 코딩 방식 등이 있다.[1]

위에서 나열한 워터마킹 방법론 중에서 멀티미디어 데이터에 워터마킹 기술을 적용하여 디지털 데이터의 품질측정을 위한 기술로 응용하기 위해서 전송 전에 삽입한 워터마크 신호를 멀티미디어 데이터의 품질평가를 위한 기준신호로 하고 수신 단에서 워터마크 신호를 검출하여 수신 품질을 판단한다.

그림1.은 본 논문에서 제시하고 있는 멀티미디어 데이터의 품질측정을 위한 시스템의 개념도를 나타내고 있다.

이러한 응용을 위해서는 먼저 검출 방식에 있어서 오리지널 미디어 신호를 필요로 하지 않는 검출 방법을 택하고 있어야 하며, 저작권 보호를 위한 응용에 있어서 각종 공격에 강인한 워터마크 방법보다는 수신된 데이터의 품질과 검출율 사이의 상관성이 높은 방법을 사용하여야 할 것이다. 네트워크로 전송할 경우에는 압축된 비트열로 보내져야 할 것이므로 특히 압축공격에는 상당히 강인하도록 설계되어야 한다.

3. 워터마크 삽입과 검출 방법

입력된 디지털 미디어 신호를 주파수 영역으로 변환한 후에[8] 주파수 영역에서 워터마크 신호를 발생시켜 인간의 감각기관이 잘 감지하지 못하도록 삽입시킨다.

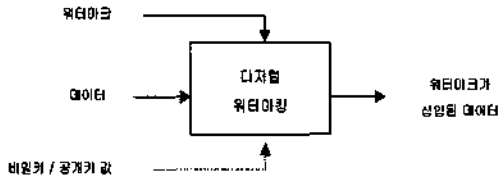


그림2. 워터마크 삽입 과정

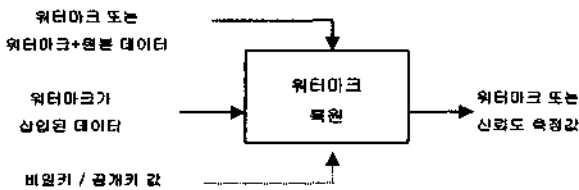


그림3. 워터마크 검출 과정

그림 2.와 3.은 일반적인 워터마크 삽입과 검출 과정을 보여주고 있다. [5]

워터마크 신호는, 평균이 0이고 분산이 1인 정규분포 $N(0,1)$ 과 같이, 주어진 확률 분포로 만들어진 N 샘플의 시퀀스 $\omega(n)$ 으로 구성된다. 워터마크는 입력된 오리지널 신호 $x(n)$ 에 삽입되어 워터마크가 삽입된 신호 $y(n)$ 을 만든다.

먼저 품질 측정을 위해 삽입 할 메시지 스트림은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$M = m_1, m_2, \dots, m_n, \text{ where } m_n \in \{1, -1\}, n \in N \quad \dots(1)$$

메시지 스트림 M 을 cr (chip rate)를 사용해 대역확산시킨다. (식(2,3))

$$s_j = m_j, jcr \leq i < (j+1)cr, \text{ where } i, j \in N \quad \dots(2)$$

$$w_i = \alpha s_i p_i, \text{ where } p_i \in \{-1, 1\}, i < N \quad \dots(3)$$

여기서 α 는 삽입되는 워터마크 신호의 크기를 결정하며, $x(n)$ 은 지각적으로 중요한 스펙트럼 성분이다. 비례상수 α 값을 웨이블릿 변환하여 얻어진 스펙트럼 성분에 따라 적응적으로 변화시켜서 인간의 감각기관에 덜 민감한 워터마크 신호를 만들 수 있다. 식(4)는 그 과정을 나타낸 식이다. $y(n)$ 은 워터마크 된 신호를 나타내고 $x(n)$ 은 오리지널 디지털 미디어 데이터를 나타낸다.

$$y(n) = x(n)(1 + \alpha \omega_i) \quad \dots(4)$$

워터마크 신호를 삽입하기 위하여 주파수 영역으로 변환하는 방법은 기본적으로 웨이블릿 변환 방식을 사용하였다[6].

워터마크 신호의 검출은 워터마크로 사용된 신호와 워터마크가 삽입된 신호의 상관계수 값의 부호를 판단하여 삽입한 워터마크 신호를 찾아낸다. 삽입한 워터마크 신호는 다음과 같은 과정을 통해 검출할 수 있다. 먼저 워터마크 신호를 삽입할 때 발생시킨 의사잡음수열을 다시 한번 발생시킨 다음 식(5)와 같은 방법으로 복조시킨다.[7] 즉 의사잡음과 워터마크 된 신호 사이의 상관계수를 구하여 상관계수의 부호를 삽입 메시지와 비교하는 것이다.

$$M'_i = \text{sign} \left(\sum_{n=0}^{N-1} p^* x(n)(1 + \alpha \omega_i) \right) \quad \dots(5)$$

이때 삽입 할 때 사용한 계수 α 값이 클수록 높은 검출 성능을 나타내었다.

4. 실험 결과 및 고찰

아래 그림 4, 5, 6의 실험결과는 멀티미디어 신호의 QoS를 측정하는 PSNR과 워터마크 검출율과의 적당한 상관성을 얻을 수 있었다. 실험환경은 정지영상을 가지고 JPEG2000 압축환경에서 BSC를 통과시킨 결과이며 제안된 워터마킹 기법은 쉽게 오디오로 확장시킬 수 있었다.

표 1 에서 알 수 있듯이 동일한 BER에서도 PSNR 값이 달라져 Bit Error Rte의 유효성이 어느 정도 입증되었다.

	J2K 1:2		J2K1:10		J2K1:20	
	PSNR	DR	PSNR	DR	PSNR	DR
No Error	38.4	0.91	35.53	0.91	33.72	0.85
1*10 ⁻⁴	17.56	0.63	19.66	0.69	18.50	0.66
5*10 ⁻⁵	21.64	0.72	23.34	0.73	23.00	0.71
1*10 ⁻⁵	24.91	0.77	27.96	0.79	26.75	0.77

표1. 압축률과 BER에 따른 수신된 신호의 PSNR 및 워터마크 검출율

이와 같은 조건을 만족하는 워터마킹 기술을 오디오 신호에 품질측정 QoS 방법으로 적용될 경우 사용자 입장에서 음질을 정량적인 측정치로 보여줄 수 있으므로 오디오 데이터의 품질을 보장하기 위한 수단이

나 수신 품질에 따른 차별화된 과금 결정 등에 활용할 수 있을 것이다.

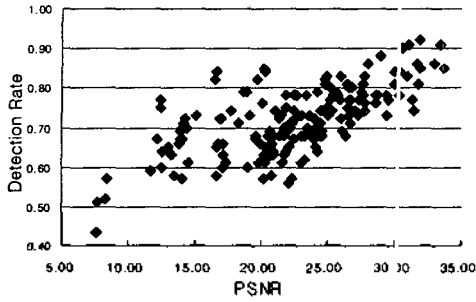


그림4. BSC를 통과시킨 정지영상 실험에 PSNR에 따른 워터마크 신호의 검출율

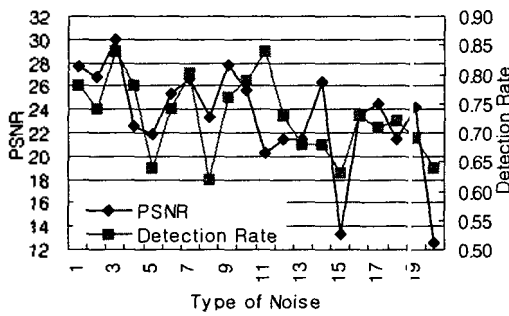


그림5. 1:10 압축 실험후에 BER 5×10^{-5} 을 갖는 BSC를 20회 통과시킨 영상 데이터의 PSNR 및 DR

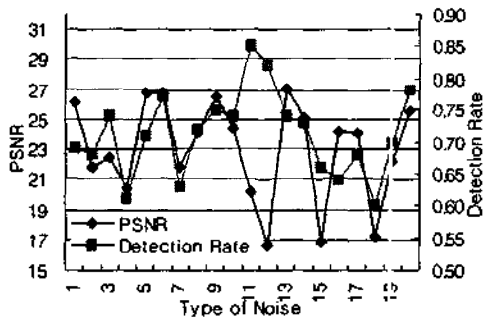


그림6. 1:20 압축 실험후에 BER 5×10^{-5} 을 갖는 BSC를 20회 통과시킨 영상 데이터의 PSNR 및 DR

5.결론

본 논문에서는 디지털 워터마킹의 새로운 적용방법으로 인터넷 또는 무선 환경을 통한 각종 멀티미디어 데이터의 전송 시 멀티미디어 데이터의 품질을 사용자 측면에서 측정 할 수 있는 방안을 제시하였다.

네트워크 상에서 발생하는 패킷 손실, 지연 등의 통

계적 해석으로 수신된 멀티미디어 데이터의 품질을 평가하는 척도로 사용하는 기존의 방법과는 달리 사용자 측면에서 눈으로 보이는 데이터의 일그러짐 정도나, 음질의 왜곡을 정량적인 측정치로 보여 줄 수 있으므로써, 멀티미디어 데이터의 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위한 수단이나 수신품질에 따른 차별화된 과금 결정 등에 활용할 수 있을 것이다.

멀티미디어 데이터를 표준 압축방법을 사용하여 압축한 후에 네트워크 에러를 가정하여 실험한 결과 이 방법이 멀티미디어 신호의 품질평가척도로서 어느 정도 유효성을 가짐을 확인 할 수 있었으며 향후 VoIP 상에서 음질평가를 위한 연구를 진행할 계획이다.

참고 문헌

- [1] W.Bender, D.Gruhl, N.Morimoto, A.IU. "Techniques for data hiding", IBM System Journal, VOL. 35, pp. 313-336, 1996
- [2] Jie Song and K. J. Ray Liu, "A Data Embedded Video Coding Scheme for Error-Prone Channels, *IEEE Trans. On Multimedia*, Vol. 3, No. 4, Dec 2001.
- [3] Teng Sing Wang, Pao-Chi Chang, Chih-Wei Tang, Hsueh-Ming Hang and Tihao Chiang, "Coding of Moving Pictures and Associated Audio," *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG99/N6340*, July 2000.
- [4] Minghua Chen, Yun He, Reginald L. Lagendijk, "Error detection by fragile watermarking," *Proceedings of PCS 2001*, pp.287-290, April 2001.
- [5] 이상광, 호요성, 캡스트림 영역에서의 오디오 워터마킹 방법", *방송공학회논문지* 2001년 제6권 제1호 pp13~19
- [6] H. Inou, A. Miyazaki, T. Araki, T. Katsura, "A digital watermark method using the wavelet transform for video data," *IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics Communications and Computer Sciences*, Vol. E83-A, No. 1, pp90-96, 2000.
- [7] Algorithms for Digital Signal Processing, Second Edition, Paul M., Embree. Damon Danieli