2001年度 第14回 信號處理合同學術大會 論文集 第14卷 1號

LSB 부호화를 이용한 실시간 비디오 워터마킹

°이상준*, *김강욱, *최동환, *황찬식
*경북대학교 전자 · 전기공학부

Real-time Video Watermarking using LSB coding

°Sang Jun Lee*, Kwang Wook Kim*, Dong Hwan Choi*, Chan Sik Hwang*
*School of Electronic & Electrical Eng., Kyungpook National University
neuclear_launch@hanmail.net

요약문

최근 정지영상, 동영상, 음성 등의 멀티미디어 컨텐트가 디지털화 되고 네트워크가 발달함에 따라 영상을 포함한 멀티미디어 데이터의 접근이 용이해 졌다. 이러한 데이터의 불법적 사용과 인위적인 조작으로부터 소유권과 저작권을 효율적으로 보호하기 위한 워터마킹 기술이 많이 연구되고 있다. 일반적으로 정지 영상 및 음성에 대한 워터마킹 기술은 많이 연구가 되었지만 이러한 방법을 동영상에 그대로 적용하기에는 실시간 처리에 적용하기가 힘들다는 큰 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 비디오 신호에서의 빠른 처리과정과 실시간으로 워터마크를 삽입하고, 원 영상 없이 워터마크를 추출 할 수 있는 새로운 방법(Blind Watermarking)을 제안하고자 한다.

제안한 방법은 대역확산을 근거로 하여 워터마크 은닉 과정에서 치환(Permutation) 과정과 LSB 부호화 방법을 이용하여 비디오 시퀀스의 모든 I-프레임에 은닉한다. 복원과정은 모든 I-프레임에서 LSB 복호화와 역 치환 과정을 거쳐 본래의 저작권 정보를 추출한다. 제안한 방법을 여러 가지 동영상 비디오에 적용해 본 결과 기존의 워터마킹 방법보다 효율적이고 시각적 손상이 없었으며 빠른 실시간 처리가 가능함을 볼 수 있었다

Ⅰ. 서 론

지난 몇 년간 디지털 멀티미디어에 대한 기술이 눈부시게 발전함에 따라 그에 대한 여러 가지 문제점도 등장하게 되었다. 그 중에서도 현재 가장 심각한 문제점으로 대두되고 있는 것이 멀티미디어 데이터에 대한 저작권 문제이다. 디지털 멀티미디어는 데이터의 열화 없이 무한정의 복제가 가능하기 때문에, 불법적인 복제로 인하여 멀티미디어 제작자나 컨텐츠 공급자에게는 심각한 금전적인 손실을 가져 다 주었다. 이 때문에 디지털 멀티미디어에 대한 불법적인 복제를 막기 위한 기술적인 연구가 시작되었다.

지금까지 디지털 영상 정보의 보호를 위해서는 기존의 공개키 암호화 알고리즘을 이용하여 주어진 영상 데이터를 암호화하여 전송함으로써 허가된 사용자만이 영상 데이터를 사용할 수 있도록 하였다. 하지만 인터넷 같은 네트워크 환경에서 어느 특정 이용자를 전제로 영상 정보를 제공하는 것은 무의미하고 암호화함으로써 영상 데이터의 크기가 커지는 문제점이 있다. 그래서 이러한 지적 재산권의 보호를 위한 방법으로 등장한 것이 멀티미디어 데이터에 디지털 워터마크를 삽입하는 것이다. 워터마크란 원본 데이터의 내부에 은닉하는 개인의 정보이며, 제거되지 않고(Unremovable), 강인하고(Robust), 인식되어지지 않도록(Imperceptible) 삽입되어지는 디지털 코드를 말한다. 최근에는 동영상에 대한 디지털 워터마킹 연구가 비약적으로 증가하고 있으며, 앞으로 더욱더 늘어날 전망이다. 본 논문에서는 멀티미디어 데이터 중 동영상 데이터에 삽입되어지는 워터마킹에 한하여 논하고자 한다. LSB 부호화 방법을 이용하여 기존 동영상 워터마킹의 문제점을 보완하고 개선

하여 실시간 동영상 워터마킹과 워터마크 검출과정에서 원 영상 없이 추출할 수 있으며, 워터마킹된 동영상의 화질도 향상시킬 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 제안한 워터마킹 기술을 기술하고 3장에서 그 성능을 평가하며 4장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ . 제안방법

기존 동영상에 제안된 디지털 워터마킹방법 중에는 실시간으로 워터마크의 삽입과 검출에 어려움이 있고, 검출과정에서 원 영상을 사용하는 방법(non-oblivious watermarking)[3]의 단점을 나타내는 동영상 워터마킹이 있다. 그리고 삽입하려는 워터마크를 DCT나 DWT 등을 이용해서 사용하는 모든 동영상 워터마크 방법은 전처리 시간의 요구와 알고리즘의 복잡화를 유도할 수 있다. 본 논문은 동영상 워터마킹의 이런 요구조건을 보완하며, 구조가 간단하면서, 견고한 워터마킹을 제안한다.

2.1 워터마크의 삽입

워터마크를 삽입하는 과정은 다음과 같다.

Step 1. DCT 변환

그림1처럼 MPEG-1의 인코더 부분은 DCT, 양자화, 가변장 부호화를 통하여 압축을 하게 된다. 원본 데이터는 8*8 블록 형태로 DCT 된 후 양자화 되면서, 가변장 부호화를 거친다.

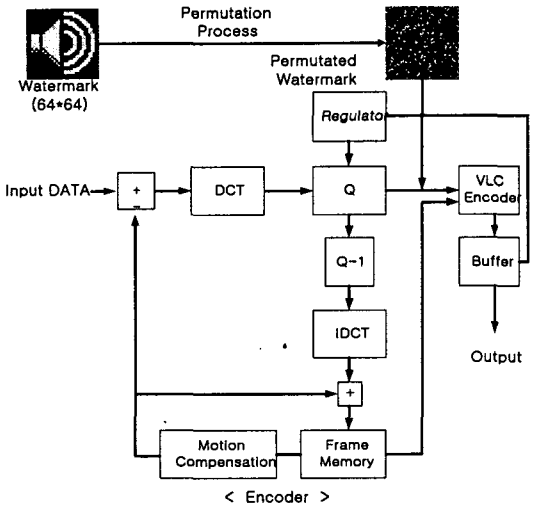

그림 1. MPEG-1 인코더에서의 워터마크 삽입과정

Step 2. 워터마크의 치환

그림2처럼 삽입하려고 하는 워터마크의 이미지(64*64)는 2비트 바이너리 정보로서, 삽입하려고 하는 데이터(Watermark)의 공간적인 관계성을 배제하기 위해서 워터마크 정보를 치환한다. 이 치환과정으로 인해서 워터마킹된 데이터의 화질열화를 어느 정도 줄일 수가 있다.

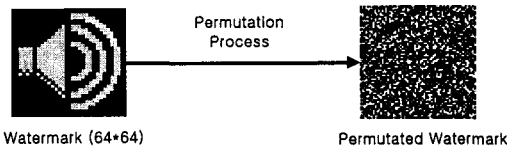

그림 2. 워터마크 데이터의 치환

Step 3. LSB코딩을 이용하여 워터마크 삽입

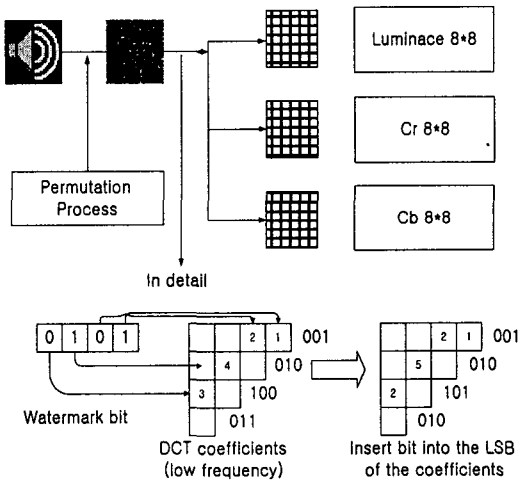

그림 3. MPEG-1 인코더에서의 LSB 코딩과정

우선 LSB 코딩은 워터마크의 마지막 비트가 0일 때 워터마킹 할 원본 영상의 마지막 비트와 0을 AND 연산하고, 워터마크의 마지막 비트가 1일 때에는 원본 영상의 마지막 비트와 1을 OR 연산하여 워터마크를 삽입한다. 그림1에서 보면 원본 데이터가 DCT와 양자화 과정을 거친 부분에서 치환된 워터마크를 그림3처럼 각 I-frame의 휘도(Luminance) 부분과 칼라 부분(Cr,Cb)에 나누어 삽입한다. 이때는 그림3과 같이 LSB 코딩을 이용하여 마지막 비트에 워트마크를 삽입한다. 이런 식으로 LSB 코딩방법을 동영상에 사용하면, 기존의 워터마크 신호를 DCT 하는 방식보다 더 간단한 알고리즘을 만들 수 있고, 처리시간도 줄일 수 있으며, 워터마크

검출 과정에서는 원 영상을 사용하지 않는 방법(Blind Watermarking)도 구현할 수가 있다. 또 각 I-frame의 휘도 부분과 칼라 부분에만 독립적으로 워터마크를 삽입함으로서 프레임을 자르는 공격에 대해서도 워터마크의 약화를 방지할 수 있으며, 복잡도(Complexity)도 줄일 수가 있다. 그리고 워터마크 정보를 칼라 부분까지 나누어 삽입하였기에 기존에 휘도 부분에만 삽입하는 방식보다는 더 좋은 화질의 향상을 볼 수가 있다.

2.2 워터마크의 검출

워터마크를 검출하는 과정은 다음과 같다.

Step 1. DCT 데이터 추출

그림 4처럼 워터마킹된 데이터가 MPEG-1 디코더에 들어오면, 역 양자화와 IDCT를 하기전의 데이터에서 I 프레임에 해당하는 DCT데이터를 추출한다.

Step 2. LSB 복호화

각각의 I 프레임에 해당하는 추출한 데이터의 마지막 비트는 무조건 1과 AND 연산을 행하여 순서대로 64*64의 형태로 만든다.

Step 3. 역 치환

64*64형태의 2비트 바이너리 정보를 다시 역 치환하면 인코더에서 삽입한 워터마크 정보를 다시 복원할 수 있다.

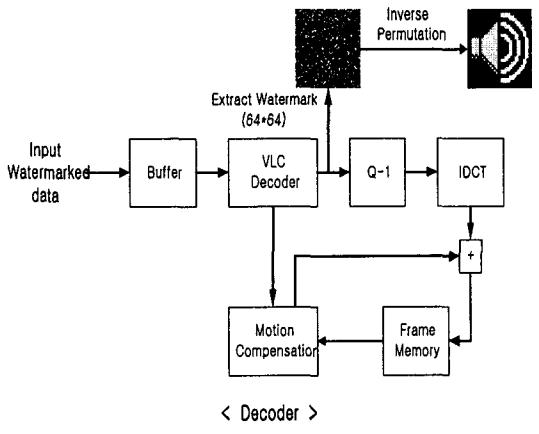

그림 4. MPEG-1 디코더에서의 워터마크 검출과정

Ⅲ . 실험결과

실험은 3가지 각각 특색이 있는 비디오 시퀀스(Video Sequence)를 사용하였다. 움직임이 적은 데이터 순서로 크기가 352*288인 SUSIE, TENNIS, BBC를 사용하였는데, GOP(Group Of Picture)는 12이고, 총 프레임 수는 50프레임이며, 간략한 실험을 위해 GOP 내에는 I와 P 프레임만 존재하는 MPEG-1 포맷을 따랐다. 워터마크 정보는 그림 2처럼 64*64(4096비트)로 이루어진 바이너리 정보를 사용하였다.

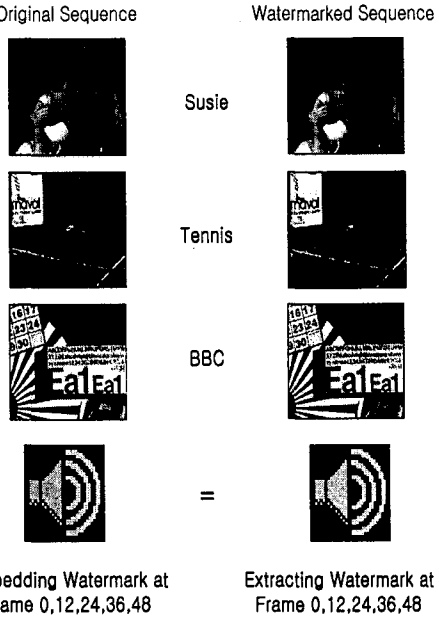

그림 5. 워터마크 삽입과 검출

원본 영상	제안한 방법	PSNR
		49.26 (dB)
		44.65 (dB)
		42.24 (dB)

그림 6. 원본 영상과 제안한 방법의 PSNR 비교

그림5는 본 논문이 제안한 방법을 그대로 적용해서 실험 해 보았다. MPEG-1의 인코더에서 각 실험 동영상의 50프레임 내에 존재하는 모든 I 프레임(0, 12 ,24 ,36 ,48 프레임)의 특정 휘도 부분과 칼라 부분에 워터마크 정보를 삽입한다. 이때 LSB 부호화 방법을 이용하여 기존의 방법보다는 좀 더 효과적인 방법으로 실제의 2진 워터마크 정보(64*64)를 삽입한 후에 전송하였다. 디코더에서는 다시 모든 I 프레임에서 각각의 워터마크정보를 LSB 복호화 해서 추출해보았다. 예상대로 디코더의 모든 I 프레임에서는 인코더에서 삽입한 정보를 원 영상 없이 완벽하게 추출하였다. 워터마크를 삽입하고, 검색해 본 결과 기존의 워터마크를 DCT, DWT 하는 방법보다는 간단하면서도 처리시간의 단축과 완벽한 동영상 워터마킹을 구현할 수 있었다. 그리고 워터마크를 삽입한 영상과 원래의 영상을 세 가지 특징이 있는 각각의 데이터로 비교해 보았는데, 움직임이 적은 Susie 영상에서 가장 좋은 PSNR을 나타내었다. 갈수록 움직임이 많은 동영상에서는 조금씩 PSNR이 떨어졌지만, 인간의 눈으로 확인 할 때는 그리 큰 차이점을 나타내진 못했다. 결과적으로 그림 6처럼 실험 동영상 모두가 40(dB) 이상의 우수한 결과를 볼 수가 있었다.

Ⅳ . 결론

본 논문에서 제안한 LSB 부호화 방법을 이용한 워터마킹을 MPEG-1 동영상에 적용하여 본 결과 실시간으로 동영상의 워터마크를 삽입하고, 추출하는 것이 가능하며, 알고리즘의 단순화와 빠른 처리효과를 볼 수 있었으며, 워터마크 검출 과정에서는 원 영상이 없이도 추출할 수 있었다.

그리고 치환과정을 이용한 워터마크의 전 처리 과정과 워터마크를 모든 I 프레임에서 휘도 부분과 칼라 부분에 분산해서 삽입함으로서 워터마킹된 동영상과 원본 동영상의 차이도 극히 미소하다는 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

[1] Shinfeng D. Lin and Chin-Feng Chen, "A Robust DCT-based Watermarking for Copyright Protection", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 46, No. 3, AUGUST 2000

[2] Hitoshi KIYA and Yoshihiro NOGUCHI, "A Method of Inserting Binary Data into MPEG Video in the Compressed Domain", IEICE TRANS. Fundamentals, Vol.E82-A, No.8 AUGUST 1999

[3] Chiou-Ting Hsu and Ja-Ling Wu, "DCT-based Watermarking for Video", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 1, February 1998

[4] Gerrit C. Langelaar and Reginald L. Lagendijk, "Optimal Differential Energy Watermarking of DCT Encoded Images and Video", IEEE Transactions On Image Processing, Vol. 10, NO. 1,January 2001

[5] Ingemar J.Cox, Joe Kilian, F. Thomson, and Talal Shamoon, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 6, No. 12, December 1997

[6] Matthew Holliman and Nasir Memon, "Counterfeiting Attacks on Oblivious Block-wise Independent Invisible Watermarking Schemes", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 3, March 2000

[7] Xiamu Niu, Shenghe Sun and Wenjun Xiang, "Multiresolution Watermarking for Video based on Gray-level Digital Watermarking", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 46, No. 2, May 2000