

DCT기반의 워터마킹 기술을 적용한 DVR 시스템 구현

김은식* · 최연성* · 채현석*

*군산대학교

Implementation of DVR system which applies watermarking technology based on DCT

Eun-sik Kim* · Youn-sung Choi* · Hun-seok Chae*

*Kunsan National University

E-mail : mydeniro@kunsan.ac.kr

요 약

컴퓨터의 발달로 여러 기기들이 아날로그 방식에서 디지털방식 변환되고 있는 가운데 보안감시 분야에의 DVR에 대해 알아보고 DCT기반의 워터마킹 기술을 이용한 DVR시스템을 제안 한다. 실제 DVR시장에서의 요구되는 빠른처리 능력과, 선명한 화질을 고려하여 구현한다. 여기에 저장된 DVR파일에 워터마크를 내장, 무결성을 보장하여 도난사건등의 증거자료로 사용될수 있도록 한다.

논문에서는 DCT 기반의 워터마킹 기법을 사용하여 DVR상에서 구현해 보았다.

ABSTRACT

In the process of various appliance changing analogical way into digital way, we look over DVR in the field of security and supervision, and then suggest DVR system which use watermarking technology based on DCT. It considers and embodies the ability of rapid processing and clear image which are required in real DVR market. At this point we have watermark in DVR file and guarantee none defectiveness so that it can be used as evidence of theft and etc.

키워드

DCT, Watermark, DVR, CCTV, MPEG-2

1. 서 론

컴퓨터와 인터넷 기술이 발달함에 따라 기존의 아날로그 방식에서 디지털 방식으로의 전환이 빠르게 이루어지고 있다. 실례로 비디오 대여점에서 비디오테이프를 빌려서 집에서 VTR을 통해 영화를 감상했지만 요즘은 DVD를 이용하여 선명한 화질과 깨끗한 음질로 영화를 감상하는 추세이다. 디지털화의 장점 때문에 보안감시 업계에도 디지털화가 이루어지고 있는데 DVR(Digital Video Recorder: 디지털영상저장장치)이 기존의 아날로그 제품인 CCTV를 대체하는 디지털 방식의 영상 감시 장비다. DVR의 가장 큰 장점은 선명한 화질과 검색이 빠르고 편리하다는 점이다. 그래서 현재 DVR은 정부기관, 은행 등을 중심으로 사용이 늘

어나고 있다. 미국의 시장조사기관인 JP 프리맨도 2005년에는 전체 보안장비 시장의 50% 정도를 DVR이 차지할 것으로 전망하고 있다.

DVR 기술이 발달함에 따라서 문제점 또한 나타나고 있는데 그중 가장 큰 문제점이 위/변조에 대한 문제점이다. DVR의 저장 파일은 디지털이기 때문에 비디오테이프에 기록한 아날로그 방식보다는 위/변조가 쉽다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서 요구되는 사항이 워터마킹 기법이다. DVR 저장 파일에 워터마크를 내장하여 변조를 방지함은 물론 변조된 파일의 변조된 시간까지 파악할 수 있도록 하는 추세이다.

본 논문에서는 기존의 DCT 기반의 DVR에 워터마킹 기법을 추가하여 사건, 사고 등의 발생시 그 녹화된 파일의 위/변조에 대한 문제 해결에 도움이 되도록 한

다. 워터마크 삽입 시 영상압축은 손실 부호화 기법의 하나인 DCT(Discret Cosine Transform)를 이용하여 압축 및 워터마크를 삽입한다. 2장에서는 DVR 시스템에 대한 최근 동향 및 DVR 구성에 대해서 설명하고, 3장에서는 DVR 시스템에 적용되는 워터마킹 기법에 대해서 구현하였다. 4장에서는 실제 DVR시스템에서 구현하였으며, 5장에서는 구현된 시스템의 효율과 문제점에 대해서 알아본다.

II. DVR시스템

DVR은 아날로그 영상 감시 장비인 CCTV를 대체하는 디지털 방식의 영상 감시 장비이다. CCTV에 비해 우수한 화질과 컴퓨터의 하드디스크를 저장 매체로 사용하여 녹화테이프를 교체할 필요가 없어 반영구적이며 인터넷을 통한 실시간 영상 전송 및 원격지 감시 기능이 있어 네트워크로 통합되고 있는 정부기관, 금융기관 및 기업체들에 최적의 영상 감시 시스템으로 평가받고 있다.

DVR은 카메라로부터 입력된 영상을 MPEG 등의 동영상 압축기술을 기반으로 컴퓨터의 하드디스크에 저장할 수 있으며 네트워크를 통해 원격지에 실시간으로 전송 및 저장할 수 있는 보안감시 장비이다.

표 1. DVR과 CCTV의 비교

	CCTV(아날로그)	DVR(디지털)
주요 기능	· 화상녹화	· 화상녹화 · Motion Detection · 인터넷 원격감시/제어
녹화 방식	· 연속녹화	· 연속녹화 · Sensor · Motion Detection
저장 매체	· 비디오테이프 · 보존이 어렵고 공간이 많이 차지	· HDD, CD, DAT, DVD · 반영구적 보존가능
영상 검색	· 테이프를 재생하며 순차적으로 검색	· 날짜별, 시간대별, 카메라별 검색
재생 화질	· 테이프의 열화로 노이즈발생, 화질저하	· 디지털방식으로 선명한 화질
움직임 감지	· 제공 안함	· S/W상의 움직임 영역을 설정, 움직임 발생시 녹화
네트워크	· 제공안함	· 네트워크 영상전송 기본 내장

1. DVR의 기술

DVR의 핵심 기술은 고화질로 녹화하여 저장을 하면서 그 저장된 파일의 사이즈가 적어야한다는 점이다. 저장되는 파일을 고화질로 하기 위해서는 화소를

세밀하게 하고 초당 프레임수를 늘려줘야 하는데 프레임수를 무조건적으로 늘리다보면 파일사이즈가 너무 커지게 되어 하드디스크 용량증가 및 많은 프레임 처리로 인한 CPU의 부하가 증가되어 컴퓨터의 안정성에 문제가 된다.

DVR의 주요 핵심 기술은 다음과 같다.

1) 동영상 압축 : MPEG, JPEG, Wavelet, H.263, H.323

2) 하드웨어상의 구현 : 16채널 분리, 30FPS

3) 데이터 전송 : PSTN, ISDN, LAN, TCP/IP

이밖에도 최근에는 인터넷으로 감시하며 카메라의 방향도 제어가 가능한 기술까지 적용되고 있다.

2. DVR의 구성

본 논문에 사용된 DVR의 비디오 압축은 MPEG-2를 사용하였으며 압축율은 1/10 ~ 1/80 파일사이즈는 프레임당 0.7kb ~ 7Kb 이다. 압축율과 파일사이즈가 가변적인 이유는 사용자의 옵션에 따라 화질 조절이 가능한 방식을 채택하고 있기 때문이다.

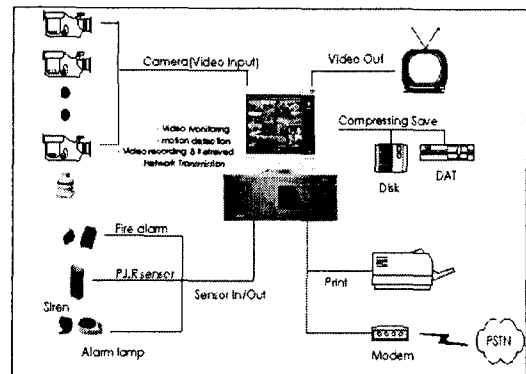


그림 1. DVR 시스템 구성도

DVR은 주로 4채널, 16채널의 제품이 많이 사용되며 컴퓨터기반이기 때문에 어떠한 주변기기도 연결 가능하며 네트워크도 연결 및 제어가 쉽다.

III. 워터마킹 기법

1. 워터마킹

디지털 워터마킹은 정지 영상, 오디오, 동영상등과 같은 디지털 지적 소유권 및 저작권 보호를 위한 방법으로 현재 많은 연구가 이루어지고 있다. 일반적으로 워터마킹 기법은 워터마크(watermark)라고 하는 다른 사람들이 알 수 없는 비밀 정보를 디지털 데이터에 은닉시켜 둬으로써 다른 사람이 자신의 정보를 복제하였

을 경우와 같은 저작권 분쟁 등이 발생하였을 경우에 자신의 저작권을 보호하는 방법이다[1].

2. 워터마킹의 기술적 요구조건

- 1) 비디오의 화질이나 오디오의 훼손이 없어야한다.
- 2) 워터마크가 압축효율에 영향을 미쳐서는 안된다.
- 3) 워터마크 추출 시간이 오래 걸리지 않아야 한다.
- 4) 워터마크의 제거 또는 변형 등의 공격에 강해야 한다.
- 5) bit stream 영역에서의 워터마킹은 비트율을 증가시키서는 안 된다[2].

3. 워터마킹 기법

워터마킹을 삽입하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 공간 영역(Spatial Domain)에 삽입하는 방법은 영상의 화질에 손상이 거의 없는 비트에 추가적인 정보를 삽입하여 영상의 화소 자체를 조작하는 방법으로 계산량이 적고 손쉽게 워터마크 삽입이 가능하다는 장점이 있지만 잡음에 약하고 JPEG 압축에 적용하기 힘든 단점이 있다.

다른 방법은 주파수 공간(Frequency Domain)에 삽입하는 방법으로 압축이나 잡음에 크게 영향을 받는 고주파 영역을 제외하고 시각적으로 큰 의미를 갖는 저주파 영역에 워터마크를 삽입하는 기법으로 주파수 영역은 공간영역보다 계산이 단순하면서도 좋은 성능을 보이기 때문에 최근 많이 쓰이고 있다. 또한 영상을 DCT(Discrete Cosine Transform) 또는 웨이블릿(Wavelet Transform)을 하여 적당한 중간 대역의 계수값에 워터마크를 삽입하는 기법들이 요즈음 많이 연구되어지고 있다[3]. 최근에는 워터마크 검출 시 원 영상을 요구하지 않는 기법들도 연구되어지고 있다.

초기의 워터마크 기법은 공간영역에서의 워터마크를 삽입하는 방식이었다. 그 방법의 하나로 영상의 화질에 영향이 적은 화소의 LBS(least significant bit)를 '0'을 '1'로 만든 후, 랜덤한 비트열을 LSB에 넣는 방법으로 이 방식은 일반적인 영상처리에도 쉽게 손상이 되고, 사용된 비트열 위치에 다른 비트열을 넣을 경우 워터마크가 쉽게 변환 된다는 점이 단점이다.

Wong은 이러한 단점을 보완하기 위하여 암호화기법을 사용하여 LBS에 워터마크를 첨가하였다. 그 결과로 영상 자료에 대한 저작권 인증과 무결성을 증명하였다[4].

공간 영역의 방법들은 공격에 취약하고 영상에 대한 손실 압축, 변형 등에 워터마크가 손상되어 워터마크를 검출하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 공간 영역에서의 단점을 보완 하기 위한 방법으로 주파수 영역의 방법이 제시 되었다. 그 방법은 DCT나 웨이블릿을 이용하여 영상을 변환한 다음 중간 대역의 주파수

계수 값을 변환하여 워터마크를 첨가하는 방법이다[5].

4. 구현 기법

워터마크 삽입방법은 다음과 같다.

워터마크를 비디오와 같은 크기의 2차원신호로 배열하여 2차원 워터마크 신호를 8×8 단위로 DCT변환한다. 더해진 DCT에 대해 비트로 부호화한다. 워터마크가 삽입 부호화된 비트의 길이와 워터마크가 삽입되지 않은 비트의 길이를 비교하여 비트의 길이가 증가하지 않는 경우에만 워터마크가 삽입된 비트를 사용하고 그렇지 않으면 원래의 비트를 그대로 유지한다.

위 과정에서 삽입되는 워터마크 수식은 다음과 같다.

$$Y(u,v) = X(u,v)(1 + \alpha w(u,v)) \quad \dots\dots(1)$$

x : 원영상, X : x의 DCT 계수
 y : 워터마크 Y : y의 DCT 계수
 w : 워터마크

추출 과정은 삽입의 역 과정을 통해서 추출할 수 있다. 이 방법은 모든 비디오 데이터에 워터마크를 삽입되므로 워터마크가 누적되어 가시화되는 단점이 있다. 워터마크 추출 수식은 다음과 같다.

$$w^*(u,v) = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{Z(u,v)}{X(u,v)} - 1 \right] \quad \dots\dots(2)$$

워터마크를 검출하기 위해서는 압축된 비디오의 압축을 푼다음 공간영역에서 워터마크 패턴과의 상관관계를 계산한다.

IV. 실험 및 고찰

위 에서 언급하였던 DCT 기반의 워터마킹 기법을 적용한 DVR 시스템을 구현하였다.

실험 환경은 윈도우즈 2000 Pro에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 구현하였다. 사용된 DVR spec은 표 2와 같다.

표 2. 사용 DVR Spec.

Camera Input	4ch(BNC) NTSC/PAL
Rec Speed	25 - 30fps(MAX)
화면분할	1, 4
압축률	1Frame : 0.7kb ~ 7kb
압축방법	Software MPEG-2

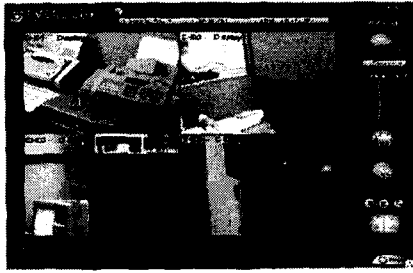
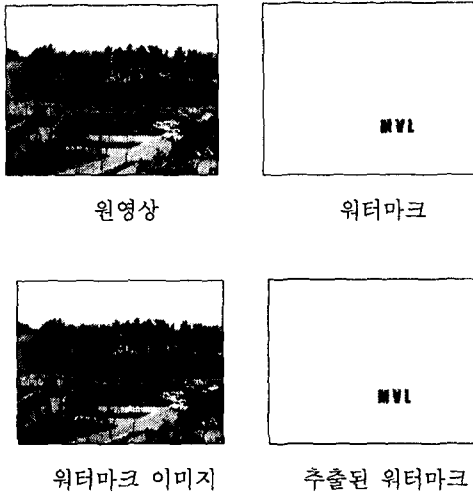


그림2. 실험에 사용된 DVR

구현된 DCT 기반의 워터마킹 삽입과 추출은 다음과 같다.



원영상

워터마크

워터마크 이미지

추출된 워터마크

그림 3. 워터마크의 삽입과 추출

위의 그림에서 보는 것처럼 DVR 시스템의 저장시에 MVL이라는 워터마크 이미지를 MPEG-2의 I-Frame에 삽입하여 실험하였다. 삽입된 워터마크 이미지는 저장 후 재생시킨 DVR 영상의 손상이 없었고, 추출과정 역시 MVL이라는 워터마크가 추출되었다.

공격을 하기 위해서 압축율을 높여서 실험 워터마크 이미지가 추출되었다.

그러나 다 채널 사용시에는 CPU의 점유율이 상승하였고, 파일의 용량이 증가하였다. 그림4의 결과처럼 1채널 사용시에는 평균 53% 점유율을 보였으나 채널수가 증가함에 따라 4채널 사용시에는 100%에 가까운 점유율을 보였다.

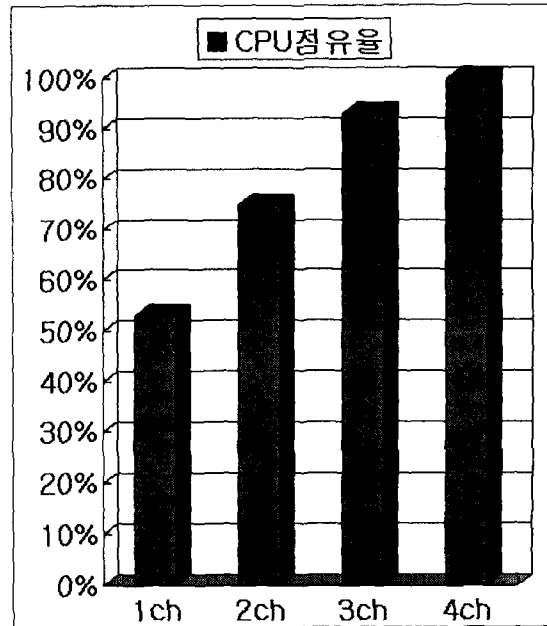


그림4. 채널수에 따른 CPU점유율

V. 결 론

본 논문에서는 DCT 기반의 워터마킹 기법을 사용하여 DVR상에서 구현해 보았다.

결과적으로 CPU의 점유율이 상승하기는 했지만 효율적인 워터마킹 삽입을 통해서 보다 보안성이 강한 DVR 시스템을 구현할 수 있었다.

향후 과제로는 워터마크 삽입 연산을 보다 효율적으로 수행하여 CPU의 점유율을 낮추어야 할 것이고, 파일의 용량 또한 적당한 수준으로 낮추어야 할 것이다. 앞으로의 DVR의 영상압축 방법이 MPEG-4를 사용하는 연구가 이루어지고 있기 때문에 웨이블릿을 기반으로 한 DVR시스템도 연구해야 될 것이다.

또한 여러 가지 기타 공격에 대해서도 보다 강인한 워터마크가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] Ingemar J. Cox, Joe Kilian, F. Thomson Leighton, and Talal Shamoan, "Secure spread spectrum watermarking for multimedia," IEEE Trans. Image Processing, vol. 6, no. 12, pp. 1673-1687, Dec. 1997.

[2] D. Kundur and D. Hatzinakos, "Digital watermarking using multiresolution wavelet

- decomposition," Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. 5, May, 1998.
- [3] P. W. Wong, "A watermark for image integrity and ownership verification." in Proc. IS& T Pic conference, May 1998.
- [4] D. Kundur, D. Hatzinakos, "A Robust Digital Image Watermarking Method using Wavelet-Based Fusion," Proceedings of ICIP'97, Santa Barbara, CA, USA, Oct., 26-29, Vol. I, pp. 544-547, 1997.