

디지털 영상 감시 시스템의 영상 데이터 암호화

정회원 이 호 준*, 이 형 준**

Digital Data Encryption on Digital Video Recorder System

Ho-Joon Lee*, Hyung-Jun Lee** *Regiar Members*

요 약

정보통신의 발전으로 네트워크 상에서 많은 디지털 콘텐츠의 공유가 가능하게 되었고, 이에 따라 디지털 콘텐츠의 불법 복제 및 위변조가 성행하게 되었다. DVR 시스템에서 일반적으로 JPEG2000와 MPEG1,2,4, 등의 영상 데이터 압축 기법이 사용되는데 본 논문에서 암호화는 DC와 DPCM 계수를 이용해서 암호화를 제안했다. 모의 실험을 통해 MPEG의 동영상들은 DCT(Discrete Cosine Transform) 기반의 영상 콘텐츠를 위한 효과적인 블록수 감소로 암호화에 필요한 메모리의 저장 속도를 높일 수 있는 방법을 제시하였다.

Key Words : DVR, DCT, Video Encryption, DC, DPCM, MJPEG

ABSTRACT

In this paper, distribution of digital contents over the Information network makes it possible for users to have joint ownership and it make illegal copy and forgery of digital contents. We propose a digital image encryption method using DC and DPCM coefficient on DCT based to encryption methods which use MJPEG(Motion JPEG), JPEG2000 and MPEG1,2,4, in DVR(Digital Video Recorder). We encrypted image by the DCT processed 8x8 blocks of contents authorship. Experimental results show that proposed method can be used to digital image data encryption. Also the proposed algorithm is reduced blocks number on DCT and implemented high speed memory as encryption to video images.

I. 서 론

광대역 정보통신망이 구축되고 인터넷이 발전하면서 정보 압축 기술이 급속히 발전하고 있다. 정보 압축의 발전은 저장 장치의 대용량화에 힘입어 폐쇄회로 텔레비전(CCTV)이라고 하는 영상 감시 시스템이 디지털화 되면서 과거 아날로그 방식과 디지털 방식으로 나눌 수 있다. 아날로그 방식 감시 시스템은 VCR과 같은 기록 장치에 영상을 저장하기 때문에 오랜 반복 녹화와 재생을 하면 화질이 저하되고, 저장시간이 짧아 관리자가 자주 저장매체를 교체해 주어야 하는 불편한 단점이 있다.

디지털 비디오 녹화기(Digital Video Recorder)

개발로 저장 기록 장치는 하드디스크와 같은 저장 매체로 영상을 기록하면 우수한 화질을 보장할 수 있고 영상 압축 기술의 발전과 하드 디스크 용량의 확장으로 장시간 녹화가 가능하며 무인화가 가능하고 유지 보수가 간편해 질 수 있다. 최근에 디지털 데이터의 사용과 저장장치의 보급으로 인터넷을 통한 디지털 데이터를 원격에서 시스템을 관리할 수 있게 되었다. 인터넷 방송에서는 MPEG(Moving Picture Experts Group) 영상 서비스, 화상 채팅, 화상회의, 감시 카메라 등에서는 특정 대상인만 그 내용을 볼 수 있고 관련 없는 사람들에게는 보안상의 이유로 그 내용을 숨겨야 할 필요가 있는 것이 있다. 디지털 영상 데이터의 보안(Security) 문제에 대

* 한림성심대학 컴퓨터정보기술과 (hojoon@hsc.ac.kr), ** 한림성심대학 인터넷비즈니스과 (hjlee@hsc.ac.kr)
논문번호 : 07094-1120, 접수일자 : 2007년 11월 20일

한 관심이 높아지면서 오늘날 디지털 기록 시스템에 대한 연구가 활발하게 이루어지면서 암호화(Encryption)와 워터마킹(Watermarking), 전자서명(Digital signature), 디지털 미디어를 모두 총괄하는 시스템인 DRM(Digital Rights Management)은 디지털 저작권 권리라는 의미로 다양한 채널을 통해 유통되고 있는 디지털 콘텐츠를 암호화, 워터마킹 등의 여러 가지 기술들을 이용하여 불법 복제, 유통을 방지하고, 불법 사용으로부터 보호하고, 보호된 디지털 콘텐츠의 사용에 따라 발생한 저작권 관련 이익을 지속적으로 보호, 관리하는 기술과 서비스 시스템인 전자 상거래의 통합할 수 있는 시스템 개발이 진행되고 있다^{1,2)}.

디지털 영상 감시 시스템에서 영상 암호화의 가장 큰 목적은 영상 데이터의 기밀성에 있다. 즉, 인터넷을 통하여 원격지로 전송되는 영상 데이터나 압축되어 저장된 영상 데이터에 대해서 비인가자가 임의로 영상 데이터 내용을 관독할 수 없도록 하는 것이 큰 목적이라 할 수 있다. 디지털 영상 암호화는 원래의 영상을 특정한 암호 키에 의해 변형 또는 암호화함으로써 복호 키(Decryption)를 가진 수신자만이 원래의 영상을 복원 할 수 있도록 하는 기술이다.

최근 몇 년간 영상 데이터를 보호하기 위한 다양한 암호화 알고리즘에 대한 연구가 이루어지고 있다. I. Agi 와 L. Gong는 디지털 영상 암호화 방법으로 RSA, DES(Data Encryption Standard)와 같은 텍스트 데이터 암호화 를 영상 데이터에 직접적으로 적용하기 때문에 계산량이 많은 것이 문제가 되었다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 영상의 특징을 반영하여 영상의 내용 일부 판단을 하기가 어렵도록 중요 부분을 선택적으로 암호화하는 방법들이 소개되고 있다^{3,4)}.

L. Tang은 인트라 프레임에만 DES 암호화를 적용하여 전체적인 암호화 데이터 량을 줄이는 선택적 암호화 방법을 제시하였다. 이 방법은 인트라 프레임을 정상적으로 복원하지 못하면 예측 프레임에 해당하는 P, B 프레임은 무의미하다는 기본 아이디어가 적용되었다. 기존 DES나 RSA에 비해 상대적으로 빠르다는 장점이 있는 반면에 평균 공격에 취약하다는 단점이 있다^{5,6)}.

II. 디지털 영상 기록 시스템

정보통신 기기의 발전으로 디지털화가 급격히 진

행되면서 대용량의 멀티미디어 정보를 효율적으로 저장하고 전송하기 위한 기반 기술로서 정보 압축 기술이 급속히 발전하고 있다. 이러한 정보 압축의 발전과 저장 장치의 대용량화에 힘입어 영상 감시 시스템 분야에서도 디지털화가 급속히 확산되고 있다. 표 1에 아날로그와 디지털 감시 시스템의 장단점을 비교 하였다.

표 1. 아날로그와 디지털 감시 시스템 비교

항목	내용	VCR	DVR
기능성	녹화방식	아날로그	디지털
	녹화매체	비디오테이프	하드디스크
	영상화질	저화질	고화질
	다중녹화	외부 멀티플렉서	자체
편의성	검색	전체검색	간편
	영상자료출력	불편, 고가	프린터이용
	자료관리	인건비	간편
경제성	유지비	테이프관리	
	시스템관리	비효율성	효율적
기타	전체시스템 구성	복잡	간단

2.1 디지털 영상 저장 장치

디지털 영상 감시 시스템의 핵심의 요소는 다기능화, 고화질화, 대용량화되는 추세이며, 일반 통신망과 연계하여 원격지에서의 실시간 감시가 가능한 특징을 갖고 고급 제품이 많이 출시 되고 있다. 그림 1은 DVR의 일반적인 기능 블록도이다.

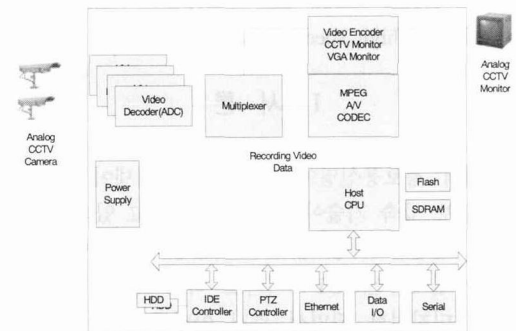


그림 1. DVR의 일반적인 기능 블록도

- 1) 동영상 압축기술 - 동영상 압축 기술은 위의 블록도에서 Audio/Video (A/V CODEC) 부분에 해당하는 것으로 DVR의 가격과 성능에 따라 MJPEG(Motion JPEG), Wavelet, JPEG2000, MPEG1/2/4, H.264 등 다양한 방식들이 사용되고 있다. 또한 국제 표준을 따르는 방식과 개발의

편리성을 위해 비표준 압축 방식을 사용하는 경우가 있다. 대부분의 업체들은 DVR 저장 영상의 특징에 바탕을 둔 변형 압축 방식(예를 들면 I 프레임 참조 방식 등)을 주로 이용한다. 이방식의 경우 구현이 간단하고 네트워크 전송에 유리하다는 장점으로 많이 쓰이고 있다. 국제 표준방식의 압축 방식을 사용하는 경우도 있다. 국제 표준 방식의 이점은 현재 보안 향후에 더욱 빛을 발할 것이다. 이는 IP Surveillance 시대에는 여러 가지의 IP 카메라, 비디오 서버 등과 상호 동작하여야 하기 때문이다. H.264 압축 기술을 적용한 제품의 경우 대만의 일부 업체에서 전시된 바가 있다. 압축 방식의 경우 일반적으로 압축률에 따라 고압축 방식을 모든 업체에서 사용할 것 같지만 압축은 JPEG or JPEG2000 네트워크 전송은 MPEG4 등을 혼용해서 사용하는 제품도 있다. 이는 시스템 비용이나 정지영상 기준 화질 등을 고려해 결정되는 것 같다.

2) 동영상 전송 기술 - 초기의 DVR에선 IP 네트워크 환경에서의 사용이 많이 고려되지 않아서 대부분 구현되지 않은 기능이였다. 그러나 원격 지에서의 감시등이 중요한 요소로 등장하고, IP 네트워크에 DVR이 수용되는 필요성이 대두되어 지금은 하나의 기능의 범주를 뛰어넘어 IP-감시 장치라는 또 하나의 제품군이 탄생하였다. 다수의 사용자와 또한 개별 사용자의 서로 다른 네트워크 환경을 고려한 스트리밍 기술의 구현이 필요하다. 일반적으로 한명의 사용자가 DVR에 연결해서 해당 데이터를 Play하는 속도와 여러 사용자가 동시에 이용했을 때의 속도 차이가 있을 것이다. 국내의 업체들은 이때의 속도 차이를 줄이기 위해 업체별로 고유의 기술들을 가지고 있다. 특히 동영상 전송 기술의 경우 DVR 뿐만 아니라 Video Server, IP Camera등에 사용되는 핵심 기술로서 동일하게 주어진 네트워크 대역폭에서 얼마만큼 빠르게 영상을 전송할 수 있는냐가 관건이 되는데 이는 압축 기술과도 관련이 있지만 스트리밍 기술 자체의 문제이기도 하다.

2.2 IP 기반의 영상 기록 시스템

영상 압축 기술은 DVR의 핵심 기술 중으로 하나로 초기 MJPEG(Motion JPEG)에서부터 H.264까지 끊임없이 발전하고 있다. 현재는 주로 MJPEG (또는 JPEG2000)이나 MPEG4가 동영상 코덱의 주

류를 이루고 DVR이 IP Network에 용화되면서 표준 방식의 코덱이 더 중요시 될 것이며 압축 성능이 좋은 H.264 코덱도 향후 주목을 받게 될 것이다.

NVR은 DVR 이후 부상하고 있는 차세대 영상 저장장치를 말한다. 기존 DVR이 카메라로 촬영한 아날로그 영상을 디지털로 변환해 저장하는 장치라면 NVR는 IP 카메라를 통해 전송되는 영상을 저장하는 기능을 한다. IP 카메라로부터의 영상 데이터는 이미 압축되어 있으므로 NVR에는 별도의 압축 장치는 필요하지 않다. 다만 압축된 데이터를 복원하고 화면을 구성할 수 있는 장치(Decoder 및 화면 분할 장치) 필요하다. IP 전용 저장장치기 때문에 아날로그를 디지털로 변환하는 장치 및 다중화 장치가 필요 없어 가격이 일반 DVR보다는 싸다는 특징이 있다^[7,8].

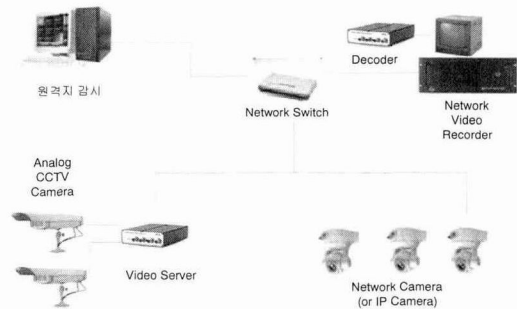


그림 2. IP 연동하는 감시 시스템의 구성도

2.3 DVR에 적용한 압축 및 암호화 방식

국내의 DVR 및 관련 기술은 DVR 종주국으로서의 위상을 뒷받침할 수 있을 만큼 독보적이며 상당한 기술 우위에 있다. 지금도 많은 업체에서 새로운 기능의 DVR 전용 칩들이 개발되고 있다. 다른 산업 기술과 마찬가지로 제품이 모두 하드웨어 칩만으로 구성될 수는 없다. 여기에는 소프트웨어적인 기술도 있고 시스템 레벨의 기술도 있다. 또한 DVR의 가장 기본적인 부품이라 할 수 있는 하드 디스크 드라이버나 모든 전기적 제품에 공용으로 사용되는 전원 공급 장치도 핵심 기술 중의 하나이다. 이장에서는 업계 경쟁력을 좌우하는 DVR의 핵심 기술을 동영상 압축 기술(녹화 화질), 동영상 처리(다중화) 기술, 동영상 전송 기술(네트워크 전송 기술), 임베디드 프로그래밍 기술(안정성), 동영상 해석 기술, HDD 관리 기술 등으로 국한하고 관련 기술 현황 등이 중요한 요소로 나타나고 있다.

압축 방식의 경우 일반적으로 압축률에 따라 고 압축 방식을 모든 업체에서 사용할 것 같지만 압축 은 JPEG or JPEG2000 네트워크 전송은 MPEG4 등을 혼용해서 사용하는 제품도 있다. 이는 시스템 비용이나 정지영상 기준 화질 등을 고려해 결정되 는 것 같다⁹⁾.

- 1) MJPEG - 영상들을 시간적으로 나열한 형식이 다. JPEG과 동일한 압축률로 1:10 ~ 1:30까지 가능하고 압축률은 떨어지지만 프레임 단위의 편집이 가능하기 때문에 보안 감시 분야에서 많이 이용된다.
- 2) Wavelet - 최근에 정지영상 압축용으로 가장 각광받고 있는 알고리즘이다. M-JPEG에 비하여 압축률이 상대적으로 다소 높음 Analog Devices사에서 ADV6xx 시리즈 칩을 저렴한 가격에 제공하고 있기 때문에 이 칩을 사용하여 제품을 출시하고 있다.
- 3) Motion JPEG2000 - 미래의 알고리즘으로 기대를 모으고 있는 압축 기술이다. Wavelet 방식을 이용하여 구현하며 표준화가 완료되고 여러 업체에서 칩 솔루션이 발표되면 1~2년 이내에 응용사례가 확산 될 것으로 예상된다.
- 4) MPEG-4 - 대역폭이 적은 통신매체에서도 전송이 가능하고 양방향 멀티미디어를 구현할 수 있는 A/V(Audio/Video) 표준 부호화 방식 64kbps급의 초저속 고압축을 실현을 목적으로 구현되고 있다. 객체지향 대화형, 고능률 압축, 범용을 할수 있는 장점이 있다.
- 5) H.264 - H.264는 MPEG-4 Advanced Video Coding (AVC)이라고 말하며, MPEG-4 Part-10 표준이다.MPEG-2와 MPEG-4에 비해서 상당히 개선된 성능을 제공하며, 특히 다른 표준에 근거한 코덱에 비해서 압축을 50% 이상할 수 있다는 장점이 있다.
- 6) 오디오 압축 기술 - 초기 대부분의 DVR은 동영상만을 대상으로 압축하여 저장하였다. 그렇지만 지금의 DVR들은 기본적으로 오디오 압축 기능까지 포함되어 있고 더 나아가 양방향의 음성 통신 기능을 제공한다. 현재 DVR에서 주로 사용되는 오디오 압축 기술은 PCM(ADPCM) 방식이나 MPEG-1 Audio 압축 방식을 사용한다. G.726으로 표준화된 ADPCM의 경우 32kbps의 대역폭을 차지하므로 IP 네트워크 상에서 음성을 전송하기 위해서는 고 압축률을 압축 방식이 사용되어야 한다.

III. 제한한 영상 데이터 암호화

3.1 제한한 DCT의 블록 DC 계수 암호화

본 논문에서는 JPEG와 MPEG 등은 DCT 블록 기반의 영상 콘텐츠를 위한 효과적인 암호화 방법을 제안한다. 코덱 및 암호화에 따른 많은 연산량을 고려하여 DCT 영역에서 중요한 정보를 갖고면서 인접 블록 및 프레임으로 파급효과가 큰 DC 및 DPCM 계수들을 부분적으로 암호화 하였다. 그 결과 암호화에 필요한 데이터와 연산 시간을 효과적으로 감소시키는 계기가 되었다. 본 논문에서는 DPCM 값을 구한 후의 8x8 블록을 적응적인 인터리빙과 서플링을 이용하여 불규칙하게 섞었다^{10,11)}.

- 1) DC 계수 암호화 - JPEG와 MPEG에서는 영상을 DCT 블록 단위로 수행하는데 이때 DC 계수는 블록의 명함 성분에 대한 중요한 정보를 담고 있다. 특히 MPEG의 B 또는 P 프레임에서는 생략된 매크로 블록들이 존재하고 이들 매크로 블록의 재구성시는 참조 프레임의 동일한 매크로 블록 주소에 있는 데이터를 그대로 복사하게 된다. 따라서 인트라 매크로 블록의 DC 계수를 암호화 한다면 그것들을 참조해야만 하는 생략된 매크로 블록과 모션이 적용된 매크로 블록들에게 암호화 효과를 전파시킬 수 있다. 표 1. GOP 안의 생략된 매크로 블록과 모션이 적용된 매크로 블록 수를 비교한 것이다. 따라서 인트라 매크로 블록의 DC 계수만 암호화 시키더라도 GOP의 매크로 블록의 90%를 암호화한 효과와 같다.

복호화를 고려하여 무손실 압축과정인 양자화 후에 암호화 한다면 전체 영상의 암호화시킬 데이터량을 1/64 정도로 감소시키면서 우수한 암호 효과를 얻을 수 있다.

표 1. GOP 안의 생략된 매크로 블록과 모션이 적용된 매크로 블록 수 비교.Salesman (352x288)

LSB	Saturated MB	Ration(%)
1 bit	30.1	2.2
2 bit	60.9	4.6
3 bit	312.3	23.1
4 bit	768.2	57
5 bit	1200	89

3.2 제안한 DCT 블록의 DPCM 계수 암호화 인접 블록간의 DC 계수의 유사성을 이용한 DPCM을 불규칙하게 하므로 압축율을 감소시킬 수 있다. 실험에서는 압축률을 변화시키지 않는 암호화 방법을 제시한다. 암호화 한다면 인접 블록의 DC 계수에도 영향을 주게 되므로 암호화에 필요한 연산시간을 줄일 수 있고, 암호화 후에 압축률은 감소하지 않는다. DPCM 계수의 모든 비트를 암호화 한다면 양자화 단계 후 역 양자화 계수가 포화되므로 충분한 암호화 효과를 기대할 수 없게 된다.

표 2. LSB 암호화에 따른 포함된 매크로 블록수

Frame	Skipped MB	Ratio(%)	Motion applied MB	Ratio(%)
P1	920	68	294	22
P2	774	57	442	33
P3	872	65	360	27
P4	734	54	461	34
P5	748	55	464	34
average	809.6	60	404.2	30

3.2 제안한 DCT 블록에서 선택적인 암호화 DC와 DPCM 계수를 비트 스트림으로 출력하므로 하나의 블록이 암호화되면 슬라이스 내의 연이어 뒤따르는 블록들이 모두 암호화에 대한 영향을 받게 된다. 제안한 DC 계수의 암호화 방법은 암호화로 인해서 압축률이 감소하게 되지만 암호화 효과는 우수하다. 제안한 DPCM 계수의 암호화 방법은 암호화 강도는 다소 약하나 암호화 시 필요한 연산시간을 줄일 수 있고 암호화로 인한 압축률은 변하지 않는다. 따라서 암호화 강도와 암호화로 인한 압축률 간의 Trade Off를 고려하여 두 가지 암호화 방법을 병행하여 사용한다면 매우 효율적이다. 한 개의 슬라이스 내에서 DC 계수만 암호화 시킬 블록간의 간격을 N 이라고 할 때 $N \sim (2N-1)$ 내에 있는 모든 블록은 DPCM 계수의 LSB 두 비트만 암호화 시킨다.

IV. 모의 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘을 비롯하여 MPEG-2인 인코더 및 디코더를 DVR 장치에 적합한 알고리즘 실험을 했다. Salesman(352x288) 컬러 동영상을 대상으로 Windows XP 환경의 펜티엄-4 PC(Clock=3.0 GHz, 1.5Gbyte)에서 수행하였다.

그림 3(a)는 Salesman의 원영상이고, (b)는 I 프레임의 인트라 매크로 블록의 DC 계수만 암호화한 영상을 비교하였다. 그림 4(a)는 Stefan의 원영상이고, (b) I 프레임의 DPCM 계수를 암호화 한 영상이다.

암호화 시에 걸리는 연산 시간은 인터리빙의 반복 횟수에 따라 조금씩의 차이가 있었는데 연산시간이 평균적으로 MPEG 영상을 수행했을 때보다 매크로 블록수를 최대 89%까지 감소하게 된다. 이는 원영상과 암호화시킬 때의 인트라 매크로 블록의 DC 계수와 DPCM 계수를 암호화 하는 영상을 비교하였고 암호화 과정에서 생기는 메모리 연산의 $(1/64 \times 4 \times N)$ 결과에 기인한다.

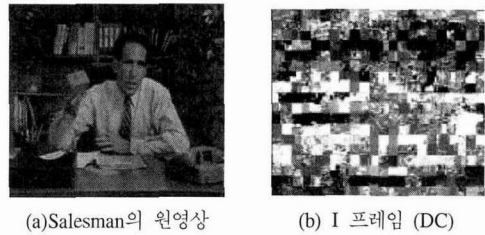


그림 3. Salesman의 제안한 암호화 영상

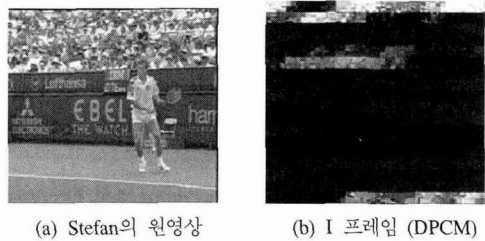


그림 4. Stefan의 제안한 암호화 영상

V. 결론

본 논문에서는 제안한 JPEG와 MPEG 등에서 DCT 기반의 영상 이미지를 대상으로 DCT 영역에서 실험을 해 보았다. DCT는 인접 블록 또는 프레임간의 파급 효과가 크고 중요한 정보를 갖는 DC 및 DPCM 계수를 코덱 및 블록 암호 알고리즘의 연산을 고려해서 암호화를 함으로써 암호화 데이터량은 실험을 통해서 얻은 결과의 $(1/64 \sim 1/64 \times 4 \times N)$ 결과를 얻어 저장 속도를 높였다. 암호화 블록수를 감소하여 암호화에 필요한 메모리의 저장 속도를 높일 수 있는 방법을 찾아냈다. 향후 동영상의 암호화에서 8x8 매크로 블록을 대상으로 유효

데이터를 가진 동영상 시스템에서 유효한 콘텐츠 보호 할 수 있는 솔루션에 적용할 수 있는 계기가 되었다. DCT 계수의 런-길이 부호화나, 허프만 부호화 등을 계수화해서 테이블 형태의 매칭을 하면 메모리의 사용량을 줄일 수 있는 연구도 가능 할 것이다.

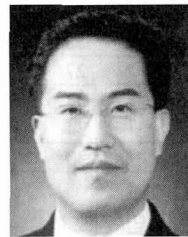
참 고 문 헌

[1] <http://www.alogics.co.kr>
 [2] L.Qiao and K. Nahrstedt, "Comparison of MPEG Encryption Algorithms," inter. Journal on Computer & Graphics, Special Issue on Data Security in Image Comm. and Network, 22(3), 1998.
 [3] T.B. Maples and G.A. Spanos, "Performance Study of a Selective Encryption Scheme for the Security of Networked, Real-time Video," Proc. ICCCN, Las Vegas, Nevada, September 1995.
 [4] I.Agi and L.Gong, "An Empirical Study of Secure MPEG Video Transmissions," The Internet Society Symposium on Network and Distributed System Security, Feb. 1996.
 [5] W.Puech, J.M.Rodrigues, "Cryptocompression of Medical Images by Selective Encryption of DCT," Proc. EUSIPCO'05, Turkey, September 2005
 [6] L.Tang, "Methods for Encrypting and Decrypting MPEG Video Data Efficiently," Proc. the Fourth ACM Internal Multimedia Conference, pp.219-229, 1996.
 [7] G. Liu, T. Ikenaga, S. Goto and T. Baba, "A Selective Video Encryption Scheme for MPEG Compression Standard," IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E89-A, No.1 Jan. 2006.

[8] Changgui Shi, Bhargave B, "An Efficient MPEG Video Encryption Algorithm," Reliable Distributed Systems, 1998. Proceeding. Seventeenth IEEE Symposium on 20-23. pp. 381-386. Oct. 1998,
 [9] Shi, C., S.Y.Wang, and B. Bhargava:1999, "Fast MPEG Video Encryption Algorithms," Purdue University, USA.
 [10] Jennifer Seberry, Josef Pieprzyk, "Cryptography: An Introduction to Computer Security," 1989, Prentice Hall.
 [11] J. Watkinson, "MPEG-2," 1999, Focal Press.

이 호 준 (Ho-Joon Lee)

정회원



1988년 2월 광운대학교 전자통신 공학과 학사
 1992년 2월 광운대학교 전자통신 공학과 석사
 2003년 2월 광운대학교 전자통신 공학과 박사
 1996년~현재 한림성심대학 컴퓨터정보기술과 재직

<관심분야> 동영상, 워터마킹, 암호화, DVR 코덱

이 형 준 (Hyung-Jun Lee)

정회원



1982년 2월 광운대학교 전자통신 공학과 석사
 1995년 2월 광운대학교 전자계산 기과 박사
 1983년 1월~1992년 2월 삼성전 자중합연구소ASIC설계 센터선 임연구원

1993년~현재 한림성심대학 인터넷비즈니스과 재직
 <관심분야> IT SoC설계, 음성신호처리