

## Copyright Protection of Compression Video(MPEG-2) Using Watermark

辛 鎮 旭\*, 金 仁 澤\*\*

(Jin-Uk Shin, Intaek Kim)

**Abstract** - In this paper, an MPEG-2 based technique for embedding digital watermarks into MPEG-2 video is proposed. The technique hides watermarking information into the DCT coefficients of each frame from MPEG-2 video. Several experiments have been conducted to show the performance in different conditions: the location of embedding watermarks, the change of Bitrates, and relocation of I-pictures in the MPEG video.

**Key Words** : MPEG-2, Watermark, DCT, Bitrate, GOP

### 1. 서 론

최근 네트워크 기술의 발전과 멀티미디어 산업의 확장에 따라 디지털미디어 보호에 대한 관심이 부각되고 있다. 디지털미디어 보호를 위한 대표적인 기술로 암호화와 디지털 워터마크등을 예로 들 수 있다. 암호화는 일반에게 공개하기를 원하지 않는 내용을 주고받는 사람들, 즉 송신자와 수신자 사이의 약속(비밀키)을 이용하여 전송과정에 내용을 감추는 작업이다. 그러나 이와 같은 방법으로 송·수신자간에 정보를 전송하더라도 비밀키가 노출되는 경우는 그 목적을 도달하기 어렵다. 한편 디지털미디어의 전송에 있어 일반에게 공개되는 것은 허락하되, 외부인에 의하여 그 정보의 내용과 소유권에 관한 보호가 요구되는 경우는 디지털 워터마크가 사용될 수 있다.

디지털 워터마크는 디지털 데이터 특히, 영상, 소리, 동영상 등과 같은 멀티미디어 데이터의 저작권을 보호하기 위해 눈에 띄지 않는 정보를 삽입하는 기술을 말한다. 디지털 워터마크는 그 사용 목적에 따라 두 가지로 구분 할 수 있다. 첫 번째로 가장 먼저 손꼽을 수 있는 것은 강인 워터마크(Robust Watermark)이다. 이는 위조 또는 변조 등의 외부 공격에 대하여 워터마크의 내용이 손상되지 않고 저작권의 확인을 가능하게 하는 목적을 달성해야 한다. 다른 하나는 연성 워터마크(Fragile Watermark)로서 멀티미디어데이터의 손상여부를 확인하기 위한 방법으로 사용된다. 연성 워터마크는 공격받은 부분의 워터마크가 손상됨으로써 외부 공격의 여부를 판단할 수 있다.

워터마크를 삽입하는 방법은 그 대상에 따라 공간 영역과

주파수 영역으로 분류할 수 있다. 공간 영역에 워터마크를 삽입하는 방법은 원영상(host image)의 값을 워터마크의 정보에 의하여 변조시킨다. 일반적으로 변조되는 영역이 제한되어 있을 뿐만 아니라, 화소가 가진 그레이 레벨(gray level)을 변화시키게 된다. 따라서 주로 화소 값을 직접적으로 변화시키는 외부의 공격에 대하여 강인하지 않은 경우가 많다. 반면 주파수 영역에 워터마크를 삽입할 경우는 워터마크 정보가 영상 전반에 분포되어 있기 때문에 영상의 화질에 큰 변화가 없을 뿐만 아니라 외부의 공격에도 강인한 경향을 띄게 된다. 주파수 영역에 워터마크를 삽입하기 위해서는 여러 변환 방법(DCT(Discrete Cosine Transform), FFT, Wavelet Transform)을 원영상에 적용할 수 있다.

동영상에 워터마크를 삽입하기 위해서는 동영상을 연속된 여러 정지 영상들로 이루어진 프레임(frame)들의 집합으로 간주하고 각 프레임의 주파수 성분을 변조시키는 것이 기본 원리이다. 본 논문에서는 압축된 동영상을 사용하므로 매 프레임마다 그림 1과 같은 방법을 이용한다[2].

주파수영역에 워터마크를 삽입할 경우 DC성분 또는 AC성분에 워터마크 정보를 삽입한다.

DC성분이란 DCT변환 계수 중 가장 좌측 상단에 위치한 DC성분을 가진 부분이며 AC성분이란 DCT변환 계수 중 DC성분을 제외한 부분으로 본 논문에서는 DC성분과 수평으로 인접한 부분을 의미한다. AC성분에 워터마크를 삽입하면 원영상의 손상을 줄일 수 있지만 영상을 압축할 경우 워터마크정보가 많이 파괴된다. 반면에 DC성분에 워터마크를 삽입할 경우 원영상의 손상이 많이 발생되지만 압축하더라도 워터마크정보가 많이 살아 남는다. 본 논문에서는 워터마크를 DCT 계수의 DC성분 또는 AC성분에 각각 삽입했을 때, 워터마크의 추출률과 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 계산한다. 그 결과에 따라 워터마크가 어느 위치에 삽입할 것인가를 결정한다. 또한 워터마크 강도의 세기를 변화시키며 추출률과 PSNR을 계산하여 최적화된 강도 상수를 조사한다.

\* 準 會 員 : 明 知 大 學 教 電 氣 情 報 制 御 工 學 部 碩 士 課 程

\*\* 準 會 員 : 明 知 大 學 教 電 氣 情 報 制 御 工 學 部 副 教 授

接 受 日 字 : 2001 年 12 月 6 日

最 終 完 了 : 2002 年 1 月 4 日

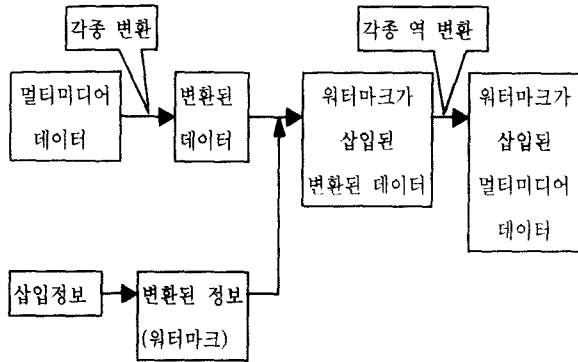


그림 1 주파수 성분 Watermark 삽입  
Fig 1. Embedding Watermark in Frequency Element

기존의 논문에서는 워터마크를 추출하기 위해서 원영상을 이용하였다[3]. 그러나 동영상미디어는 많은 수의 프레임이 존재하므로, 이러한 프레임을 모두 이용해서 워터마크를 추출한다면 많은 시간이 소요된다. 따라서 본 논문에서는 원영상을 사용하지 않고 워터마크를 추출하는 알고리즘을 제시한다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MPEG-2 압축 표준안에 대해 소개하고 3장에서는 동영상워터마크알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서는 제안된 알고리즘에 대해 여러 가지 모의 실험을 수행한다. 첫 번째 실험에서는 DC성분 또는 AC성분에 워터마크를 삽입하고 추출한다. 다음은 Bitrate를 변화시키며 워터마크를 추출하는 실험을 한다. 세 번째 실험에서는 I-Picture의 위치를 변화시키며 워터마크를 추출하여본다. 실험결과에 대한 결론을 5장에서 서술한다.

## 2. MPEG-2 압축 표준안[10][12]

동영상 정보의 부호화에 대한 표준화를 담당하는 MPEG(Moving Picture Experts Group)은 1988년에 ISO/TC97/WG9에서 처음으로 시작되었다. 정지화상 압축 부호화 표준인 JPEG에 비해 MPEG은 동영상 정보를 부호화하는 것으로서 동화상의 프레임과 프레임사이에 존재하는 정보의 여분을 줄여서 보다 높은 압축률을 얻도록 하고 있다.

MPEG-2 동영상 압축 표준안은 직교변환(Orthogonal Transform) 그리고 프레임간 예측 기술을 모두 이용한다. 직교변환 기술이라 서로 인접한 화소의 높은 상관도를 이용하여 불필요한 정보를 삭감하는 기술을 말한다. 직교변환으로 DCT을 사용한다. 프레임간 예측 기술은 프레임들 사이의 상관도를 이용하여 불필요한 정보를 삭감하는 것이다. MPEG-2에서 프레임간 예측방법은 화면을 일정한 크기의 단위로 나누어 단위마다 앞 화면의 어느 곳으로부터 움직여왔는지 움직임 벡터(motion vector)를 구하고 이를 이용하여 움직임 보상을 한다. 현 매크로 블록과 움직임 보상에 의해 얻어진 이전화면의 매크로 블록 간 차이만을 부호화함으로써 데이터량을 크게 줄인다. 수신측에서 영상재생에 쓸 수 있도록 움직임 벡터도 전송해야 하는데 이때 DPCM과 허프만 부호를 이용한다.

동영상 프레임들은 GOP(Group of Picture)들의 연속으로 되어 있다. 또한 GOP는 I, P, B-Picture로 이루어진다. MPEG-2 압축에서 I-Picture는 프레임 내에서 독립적으로 부호화된다. P-Picture는 I-Picture 또는 이전의 P-Picture를 참고하여 예측 부호화된다. 반면에 B-Picture는 I-Picture와 P-Picture의 쌍방향예측을 통해서 부호화 된다.

## 3. 동영상워터마크 알고리즘

동영상(MPEG-2)의 부호화 및 복호화과정은 신속히 이루어져야 한다. 따라서 동영상에 워터마크를 삽입 또는 추출을 할 경우 간단한 알고리즘을 이용하여 워터마크정보의 삽입과 추출이 부호화 및 복호화과정에 이루어져야 한다. 기존의 논문[5]에서는 워터마크정보의 삽입에 의한 영상의 손실을 줄이기 위해서 마스크(mask)기법을 사용하여 워터마크의 삽입위치 및 워터마크강도를 결정하였다. 그러나 많은 영상들로 이루어진 동영상을 영상 처리한다면 워터마크정보의 삽입 및 추출시 많은 시간이 소요된다. 따라서 복잡한 영상처리 없이 간단한 알고리즘으로 동영상(MPEG-2)에 워터마크정보를 삽입하고 추출하는 것이 중요하다.

지금까지 연구되어진 워터마크 알고리즘은 DCT계수를 워터마크정보에 의해 변조시키는 것이다. DCT계수를 변형시키는 방법은 여러 가지가 있다. 대표적인 예로는 Cox의 논문[2]에 많이 찾아 볼 수 있다. 이러한 방법들은 모두 원영상을 이용하여 워터마크를 추출하였다.

원 영상 없이 워터마크를 추출하는 방법으로 Max-Min알고리즘[11]을 들 수 있다. Max-Min알고리즘은 AC성분에 워터마크를 삽입하는 방법으로 워터마크를 삽입할 경우 압축 후 워터마크정보의 손실뿐만 아니라 원 영상의 정보도 많이 손실된다. 하지만 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 AC성분뿐만 아니라 DC성분에도 워터마크를 삽입할 수 있고 변조하고자하는 성분과 유사한 값으로 워터마크를 삽입하기 때문에 원 영상의 손실도 줄일 수 있다.

본 논문에서 제안하는 워터마크 알고리즘의 삽입방법은 워터마크강도로 DCT계수를 양자화시킨 후, 그 원래 값이 홀수 또는 짝수인지를 판별하여 그 값을 워터마크정보에 의해 1만큼 더해주거나 원래의 값을 유지시켜준다. 워터마크 정보에 의해 변조된 양자화 값은 워터마크강도로 역양자화하여 워터마크가 삽입된 DCT계수를 만든다. 워터마크가 삽입되기 위해서는 양자화를 수행시키는 과정에서 원 영상의 정보가 손실될 수 있다. 지금까지의 설명은 정지영상에 관련된 것이고 실제로 동영상워터마크를 하기 위해서는 아래와 같은 과정이 필요하다.

동영상에 워터마크를 삽입하기 위해서는 우선 동영상을 복호화 시킨다. 복호화 된 프레임 중 밝기 (Luminance)를 나타내는 Y 프레임만을 추출하여 각각의 Picture (I-Picture, B-Picture, P-Picture)에 아래에서 설명하는 방법으로 워터마크를 삽입한다. 워터마크가 삽입된 Y-frame들과 나머지 프레임들을 함께 부호화 시켜 워터마크가 삽입된 동영상을 만든다. 반대로 워터마크정보를 추출하기 위해서는 워터마크가 삽입된 동영상을 복호화 하여 Y 프레임중 I-Picture에서만 워터마크정보를 추출한다. 워터마크정보의 빠른 추출을 위해 I-Picture만을 사용한다.

**< 워터마크 삽입방법 >**

워터마크의 삽입은 원 영상을 블록 단위로 분리한 후, 각 블록을 워터마크 정보에 따라 변조시키는 과정을 거치게 된다. 이 과정은 아래와 같은 순서로 이루어진다.

1. 240×320의 화소를 이루어진 원 영상을 8×8개의 화소를 가진 블록(block)으로 쪼갠 후 각 블록에 DCT를 적용한다.
2. 비밀키를 이용해서 워터마크 정보를 의사 잡음(pseudo noise)으로 변환한다.
3. DC(U(0,0))성분 또는 AC(U(0,1))성분에서 선택되어진 계수(DCT\_C)를 워터마크 강도 α로 나누고 0.5을 더한다. 이 값(K)을 반올림하여 H를 얻는다.

$$K = \text{DCT\_C} / \alpha + 0.5$$

$$H = \text{int}[K]$$

4. 한 개의 화소에 표현할 수 있는 워터마크 정보를 S라고 설정한다. 삽입할 워터마크 정보와 mod(H,S)가 일치하면 q는 H를 취하고 그렇지 않으면 q는 H+1을 취한다.

$$\text{if}(W == \text{mod}(H,S))$$

$$q = H;$$

else

$$q = H + 1;$$

end

여기서 mod(H,S)는 H를 S로 나누었을 때 얻는 나머지를 말한다. 본 논문에서는 워터마크 정보가 이진값을 가지므로 S를 2로 정하였다.

5. 앞의 DCT\_C를 q×α 값으로 대체함으로써 원영상을 변조시킨다.
- $$\text{DCT\_C}' = q \times \alpha$$
6. DCT\_C'를 포함하고 있는 8×8블록에 IDCT(Inverse DCT)을 적용하여 워터마크가 삽입된 영상을 얻는다.

4번 과정에서 S라는 인자를 조정함으로써 워터마크의 정보가 binary 뿐만 아니라 더 많은 정보를 삽입할 수 있다. 예를 들면 S라는 인자를 2가 아닌 3으로 정하면 워터마크 정보가 0, 1, 2로 더 많은 정보를 삽입할 수가 있다. 즉 S라는 인자를 증가할수록 워터마크정보도 증가한다.

**< 워터마크 추출방법 >**

워터마크의 추출은 궁극적으로 앞에서 정의한 q로부터 워터마크 정보를 얻는 과정이다. 이 과정은 아래와 같은 순서로 이루어진다.

1. 워터마크가 삽입된 영상을 8×8의 화소를 가진 블록으로 나눈 후 각각에 DCT를 적용한다.
2. DCT\_C'를 α로 나누고 반올림하여 H를 얻는다.

$$H' = \text{int}[\text{DCT\_C}' / \alpha]$$

3. H'를 S로 나눈 나머지 값이 삽입한 워터마크 정보이다.

$$W' = \text{mod}(H', S)$$

4. 비밀키를 이용하여 추출한 워터마크 비트 정보 W'로부터 원래의 워터마크 정보를 추출한다.

**4. 모의실험**

본 실험에서는 주파수성분과 워터마크강도를 변화시키며 워터마크정보를 삽입 그리고 추출하는 실험을 수행한다. 또한 워터마크가 삽입된 동영상에 몇 가지의 공격을 적용하여 알고리즘이 견고한지를 살펴본다. 기존의 연구에서는 동영상의 공격으로 켈류전(Collusion), 클리핑(Clipping), 크기변환(Resize)등이 제시되었다[3]. 이러한 공격들은 정지영상에 적용했던 공격으로 동영상미디어 적용하기에는 복잡한 처리 과정이 필요하다. 따라서 본 논문에서 수행할 공격은 실제 동영상에 가해질 수 있는 방법으로 MPEG-2 부호화 요소들 가운데 Bitrate를 변화시키고 GOP에서 I-Picture의 위치를 변화시키며 부호화한다. Bitrate를 변화시키는 이유는 실제 동영상을 더 작은 크기로 압축할 경우 동영상 속에 은닉되어 있는 워터마크정보가 손상될 수 있기 때문이다. 한편 GOP에서 I-Picture의 위치를 변화되어 발생하는 Picture들의 상대적 위치의 변화가 은닉된 워터마크정보의 부호화 과정 중에 영향을 줄 수 있는지 살펴본다.

**4.1 삽입강도와 주파수 성분**

앞에서 제시한 DC성분과 AC성분에 각각 워터마크정보를 삽입하여 동영상(MPEG-2)으로 부호화하였을 경우 어떤 성분이 더 나은 결과를 발생하는지 알아본다. 그리고 다양한 워터마크 강도 상수를 적용하여 최적화된 강도 상수를 결정한다.

워터마크의 삽입위치를 각 프레임들의 DC성분 및 AC성분으로 정해놓고 실험하였다. 즉 DC성분이란 DCT계수들 가운데 좌측상단에 위치한 계수로 정의하였고 AC성분은 DC성분과 인접한 계수로 정의하였다. 또한 워터마크강도는 8, 16, 24, 32로 정의하여 각각을 알고리즘에 적용하였다.

**< 실험방법 >**

- 1) MPEG-2 파일을 복호화 하여 Y, U, V 프레임들을 생성한다.
- 2) 생성된 Y, U, V프레임 중 Y 프레임만 선택하여 DC 성분 또는 AC 성분에 워터마크 정보를 삽입한다.
- 3) 삽입된 Y 프레임들과 나머지 U, V프레임들을 합쳐 워터마크가 삽입된 동영상(MPEG-2)을 부호화한다.
- 4) 워터마크가 삽입된 동영상을 다시 복호화하여 생성된 Y프레임의 I-Picture에서만 워터마크를 추출한다.

동영상의 손상정도를 측정하기 위해 다음과 같은 방법으로 평균 PSNR을 계산하였다.

**평균 PSNR(Peak Signal-To- Noise Ratio)계산법**

- 1) 복호화 하여 생성된 Y프레임들의 PSNR을 식 (1)을 적용하여 계산한다.

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \frac{255}{\sqrt{\frac{\sum (W - W')^2}{240 \times 320}}} \quad (1)$$

W : 원본 영상

W' : Watermark가 삽입된 영상

- 2) 각각의 Y프레임의 PSNR을 더하고 Y프레임 수로 나누어서 평균값을 산출한다.  
 워터마크의 추출률을 측정하기 위해 다음과 같은 방법으로 평균 BER을 계산하였다.

**평균 BER(Bit Error Rate) 계산 방법**

- 1) 각각의 I-Picture에서 워터마크의 BER을 계산하였다. 식(2)와 같은 Bit 수를 이용해서 Bit Error Rate를 구하였다.

$$W = 1010000101, W' = 1001000101$$

$$BER(\text{Bit Error Rate}) = (1 - \frac{8}{10}) \times 10 = 20\% \quad (2)$$

- 2) I-Picture에서 구한 BER들을 더하고 총 I-Picture수로 나누어 평균을 산출한다.

본 실험에서는 MPEG-2 Parameter들을 다음과 같이 정해놓고 실험하였다.

- Frame=180
- GOP=15
- Frame rate=30 frames/sec
- Horizontal Size=320 pixels
- Vertical Size=240 pixels
- Bitrate=100k, 250k, 500k, 1M (단위: bps)

실험결과 표1과 표2에서는 Bitrate이 감소하게 되면 PSNR이 감소하게 되었다. 그러나 삽입위치나 워터마크강도에는 PSNR이 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있다. 반면에 추출률을 비교해보면 각 프레임의 삽입위치를 DC성분 그리고 워터마크강도를 24 또는 32로 정하였을 때 BER(Bit Error Rate)이 감소하는 것을 그림 2와 3에서 확인할 수 있다.

**표 1** 삽입 강도와 삽입위치에 따른 PSNR & BER (DC 성분에 워터마크 삽입)

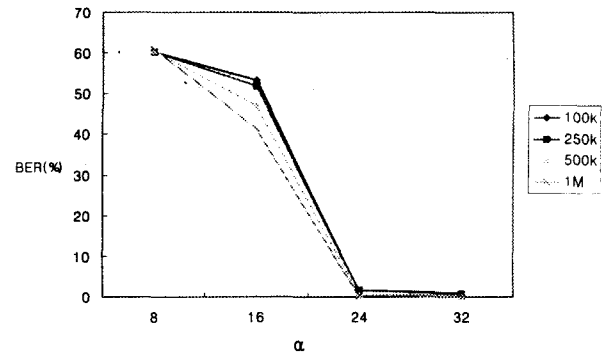
**Table 1.** PSNR and BER for various bit rates and Q (watermark in DC Component)

Bit Rate(bps)	$\alpha$	8	16	24	32
100k	PSNR(db)	30.75	30.78	30.56	30.34
	BER(%)	68.79	64.3	1.66	1.59
250k	PSNR(db)	30.96	30.93	30.69	30.45
	BER(%)	68.74	63.63	1.63	1.49
500k	PSNR(db)	34.71	34.46	33.88	33.35
	BER(%)	68.99	56.08	0.64	0.38
1M	PSNR(db)	39.15	38.65	37.41	36.32
	BER(%)	69.67	45.49	0.33	0.08

**표 2** 삽입 강도와 삽입위치에 따른 PSNR & BER (AC성분에 워터마크 삽입)

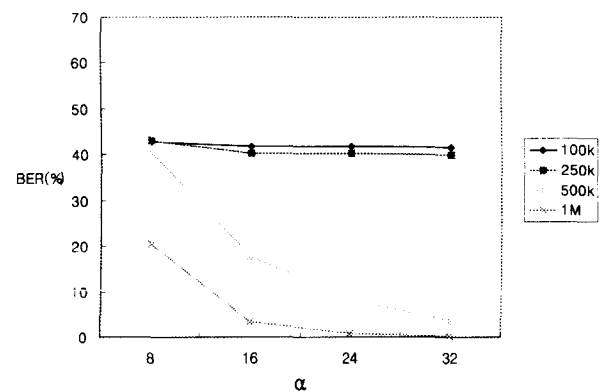
**Table 2.** PSNR and BER for various bit rates and Q (watermark in AC Component)

Bit Rate(bps)	$\alpha$	8	16	24	32
100k	PSNR(db)	30.83	30.78	30.72	30.72
	BER(%)	42.78	41.71	41.69	41.47
250k	PSNR(db)	30.97	30.91	30.85	30.85
	BER(%)	43.08	40.21	40.21	39.87
500k	PSNR(db)	34.77	34.54	34.18	34.18
	BER(%)	40.46	17.78	8.29	3.59
1M	PSNR(db)	39.16	38.48	37.62	37.62
	BER(%)	20.40	3.33	0.85	0.18



**그림 2** DC성분에 워터마크 삽입할 경우 BER

**Fig. 2.** BER for embedding watermark in DC element



**그림 3** AC성분에 워터마크 삽입할 경우 BER

**Fig. 3.** BER for embedding watermark in DC element

그림 4는 워터마크정보를 삽입하기 전에 영상이며 그림 5는 워터마크강도를 24로 정하고 DC성분에 워터마크정보를 삽입한 후의 영상이다. 그림 5의 PSNR은 39db로써 영상의 질은 많이 손상되진 않았다. 하지만 그림 4와 그림 5를 자

세히 관찰하면 그림 4에 비해 그림 5는 블록화 현상이 일어나는 것을 볼 수 있다.



그림 4 원영상 (Host image)  
Fig. 4. Host image

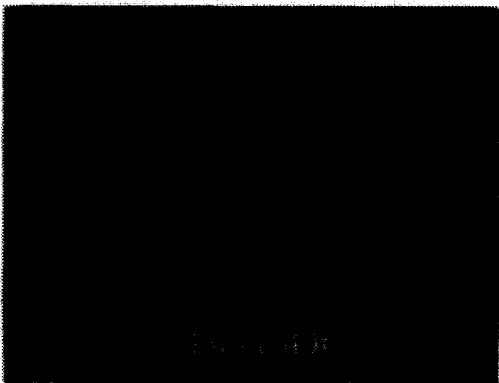


그림 5 워터마크가 삽입된 영상  
Fig. 5. Watermarked Image

**4.2 Bitrate 변화에 따른 추출률과 PSNR**

본 실험에서는 워터마크가 삽입된 동영상에 Bitrate를 변화시켜 다시 부호화한 후 그 결과를 살펴보도록 한다. 수행한 실험에서는 1M(bps)로 부호화된 동영상(MPEG-2)을 복호화하고 다시 500k, 750k, 2M (bps)으로 부호화하여 실험하였다.

실험결과 표 3에서 보여 주듯이 Bitrate의 변화에도 워터마크의 추출에는 큰 영향을 주지 않았다. 따라서 이번 실험은 본 알고리즘이 Bitrate 변화에도 강인하다는 것을 확인하였다.

표 3 Bitrate 변화에 따른 추출률  
Table 3. BER for changing bit rates

$\alpha$	24		
Bitrate(bps)	1M/500K	1M/750K	1M/2M
BER(%)	0.33/0.80	0.33/0.54	0.33/0.35
$\alpha$	32		
Bitrate(bps)	1M/500K	1M/750K	1M/2M
BER(%)	0.08/0.49	0.08/0.26	0.08/0.10

**4.3 I-Picture의 위치변화에 따른 추출률**

동영상(MPEG-2)으로 부호화할 경우 GOP의 개수에 따라 I-Picture의 위치가 바뀐다.

그림 6에서 GOP 개수가 7일 때 I-Picture의 위치를 보여준다. I-Picture는 동영상 압축에 가장 중요한 Picture이다. 만약 I-Picture의 위치가 변동되면 참고되는 Picture가 변하게 되므로 삽입된 워터마크는 손상될 수가 있다.

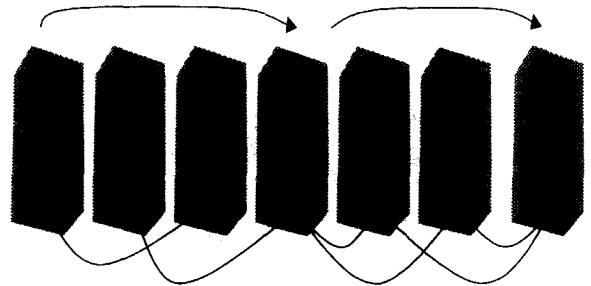


그림 6 GOP에서 I-Picture의 위치  
Fig. 6. Relocation of I-Picture in GOP

GOP의 개수가 각각 15와 12 일 때, I-Picture의 위치는 아래와 같다.

GOP=15 : 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 179

GOP=12 : 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144, 156, 168, 179

실험에서는 GOP 개수가 15로 부호화된 워터마크 동영상을 GOP 개수가 12로 다시 부호화하여 실험하였다. 실험결과 표 4에서 보여주듯이 I-Picture의 위치가 변하여도 워터마크 추출률은 워터마크 강도를 24로 하였을 경우 0.33%에서 4.61%로 그리고 32로 하였을 경우 0.08에서 2.73%로 많은 차이 없이 추출되었다.

표 4 I-Picture의 위치변화에 따른 추출률  
Table 4. BER for relocating I-Pictures

$\alpha$	24	32
Bitrate(bps)	1M	1M
GOP=15	BER = 0.33(%)	BER = 0.08(%)
GOP=12	BER = 4.61(%)	BER = 2.73(%)

**5. 결 론**

본 논문에서는 동영상(MPEG-2)에 워터마크알고리즘을 적용하여 여러 가지 실험을 하였다. 첫 번째 실험에서는 워터마크삽입 위치를 결정하기 위해서 DC성분 또는 AC성분에 워터마크 정보를 삽입하였다. AC성분에 워터마크를 삽입하였을 경우 대체로 낮은 추출률을 보였고 DC성분에 워터마크정보를 삽입하였을 경우에는 높은 추출률을 보였다. 또 다양한 워터마크 강도를 가지고 실험을 해본 결과 24, 32일 때 높은 추출률을 보였다. 따라서 본 절에서 수행한 알고리즘은 워터마크강도가 24, 32 일 때 그리고 AC성분 보다

DC 성분에 삽입했을 때 좋은 결과를 유도한다. 두 번째 실험에서는 Bitrate를 변화시켜서 추출률을 구하였다. 실험결과 Bitrate의 변화에 BER의 차이가 미세하다는 것을 알았다. 따라서 Bitrate 변화에 본 알고리즘은 견고하다는 것을 알 수 있었다. 세 번째 실험으로 I-Picture의 위치가 변했을 때 본 알고리즘의 견고성을 알아보았다. 실험결과 I-Picture가 변하여도 알고리즘 수행에 많은 영향을 주지 않음을 알아냈다. 지금까지 여러 가지 실험한 결과 본 논문에서 제안한 알고리즘은 원본영상 없이 워터마크 정보를 추출할 수 있었고 우리가 제안한 동영상 공격에도 견고하였다. 그러나 워터마크를 동영상에 삽입하였을 경우 블록화 현상을 볼 수 있었다. 앞으로 이러한 블록화 현상을 줄일 수 있는 알고리즘을 개발할 것이다.

**참 고 문 헌**

[1] I. Cox, M. Miller, "A review of watermarking and the importance of perceptual modeling," Proceeding of SPIE Conf. on Human Vision and Electronic Imaging Vol. 3, pp. 92-99, Feb. 1997.

[2] I. J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamoan, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia," Tech. Rep. 95-10, NEC Research Institute, 1995.

[3] Chiou-Ting Hsu, Ja-Ling Wu, "DCT-BASED WATERMARKING FOR VIDEO," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 1, February, 1998

[4] G. Langelaar, I. Setyawan, and R. Lagendijk, Watermarking Digital Image and Video Data, IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 17, No. 5, pp20-46, September, 2000.

[5] T. Chung, M. Hong, Y. Oh, D. Shin and S. Park, "Digital Watermarking for Copyright Protection of MPEG2 Compressed Video," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 44, No.3, pp. 895-901, August, 1998.

[6] H. Inoue, A. Miyazaki, T. Araki, T. Katsura, Digital Watermark Method Using the Wavelet Transform for Video Data, IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E83-A, No. 1, pp. 90-96, Jan. 2000.

[7] H. Ogawa, T. Nakamura, A. Tomika, and Y. Takashima, Digital Watermarking Technique for Motion Picture Based on Quantization, IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E83-A, No. 1, pp. 77-89, Jan. 2000.

[8] M. Ejima and A. Miyazaki, Digital Watermarking for Images and Video by Using Wavelet Packets, Proceedings of ITC-CSCC 99, Sado, Niigata, Japan, pp. 1354-1357, 1999.

[9] S. Katzenbeisser and F. A. P. Petitcolas, Ed., Information Hiding: Techniques for Steganography and digital watermarking, Artech House, 2000

[10] 후지와라 히로시, 최신 MPEG, 교보문고, pp. 117-156, 2000.

[11] F.Y. Duan, I. King, L.W. Chan. and L. Xu. Intra-block algorithm for digital watermarking. In 14th International Conference on Pattern Recognition (ICRP'98) Brisbane, Queensland., Australia, 17-20 August 1998.

[12] Joan L. Mitchell, William B. Pennebaker, Chad E. Fogg, and Didiler J. LeGall, "MPEG VIDEO COMPRESSION STANDARD", Chapman and Hall, New York, pp. 1997.

**저 자 소 개**



신진욱 (辛鎭旭)

1975년 3월 2일생, 2000년 명지대 전기전자공학부 졸업. 2002년 동 대학원 전기정보 제어공학과 졸업예정(석사). 현재 동 대학원 전기정보 제어공학과 석사과정.  
Tel : 031)330-6475  
E-mail : jinugi@mju.ac.kr



김인택 (金仁澤)

1960년 12월 25일생, 1984년 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업, 1986년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업 (석사), 1992년 Georgia Institute of Technology, 전기공학과 졸업 (공학박), 1993년 - 1995년 LG 전자기술원 선임연구원, 2002년-현재 명지대학교 전기정보 제어 공학부 부교수.  
Tel : 031) 330-6475  
E-mail : kit@mju.ac.kr