

디지털 워터마킹을 이용한 다중계층 저작권 보호*

김종원[○], 이정수, 최종욱
㈜마크애니 부설 연구소
{jwkim[○], jslee, juchoi}@markany.com

A New Multi-layer Copyright Protection by using Digital Watermarking

Jongweon Kim[○], Jungsoo Lee, Jonguk Choi
MarkAny Research Institute

요 약

인터넷의 활성화로 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호에 대한 필요성이 점차 증대되고 있다. 본 연구에서는 디지털 워터마킹 기술을 이용하여 사용자 레벨에 따라 차별화된 콘텐츠 서비스를 제공하여 저작권을 보호할 수 있는 새로운 기술을 연구하였다. 여기서는 유료 사용자와 무료 사용자의 두 계층으로 분리하여 서비스를 할 수 있도록 하였으며, 유료 사용자는 고품질의 서비스를 무료 사용자는 저품질의 콘텐츠나 가시적인 로고가 들어가 있는 콘텐츠를 서비스 받도록 차별화할 수 있다. 디지털 워터마킹 기술은 콘텐츠의 품질을 높일 수 있는 정보를 은닉하는 데 활용된다.

1. 서 론

인터넷의 활성화와 초고속 정보통신망의 급속한 발전으로 컴퓨터 사용자들은 자신들이 보유하고 있는 멀티미디어 콘텐츠를 손쉽게 전달할 수 있는 환경에 놓이게 되었다. 사용자 입장에서서는 멀티미디어 콘텐츠의 취득이 매우 용이해졌고, 서비스 사업자 입장에서서는 멀티미디어 콘텐츠의 온라인 서비스가 가능해졌다는 장점을 가지고 있다. 그러나 고속의 네트워크는 적법한 콘텐츠 보다는 불법 콘텐츠의 유통을 활성화시키는 역기능을 발휘하게 되었다.

콘텐츠 창작자나 서비스 사업자는 불법 콘텐츠의 유통으로부터 자신들의 저작권을 보호하기를 원했으며, 이를 위해서 다양한 기술이 선을 보이게 되었다. 이 가운데 대표적인 기술로서는 디지털 워터마킹 기술과 DRM(Digital Rights Management) 기술을 들 수 있다. DRM 기술은 콘텐츠의 서비스에서 유통단계, 사용자의 사용단계에까지 직접적으로 개입하여 멀티미디어 콘텐츠에 대한 저작권을 보호 관리하는 기술로서 암호화 기술을 기반으로 하기 때문에 불법 유통되는 멀티미디어 콘텐츠는 암호를 해제할 수 있는 키를 구하지 못하면 해당 콘텐츠를 사용할 수 없도록 무력화 시키는 기술이다[1]. DRM 기술은 콘텐츠가 재생되기 이전까지는 매우 효과적이지만 일단 재생이 된 이후에는 암호화로 보호할 수 없다는 문제를 가지고 있으며, 이를 효과적으로 해결하기 위한 대책으로서 디지털 워

터마킹 기술이 제안되게 되었다.

디지털 워터마킹 기술은 1990년 Tanaka[2]등에 의해서 제안된 것으로 콘텐츠 자체에 공급자 정보나, 사용자 혹은 구매자에 대한 정보를 은닉하는 기술이기 때문에 콘텐츠에 항상 따라다니는 정보라는 장점을 가지고 있다. 또한 워터마킹 기술은 저작권 보호라는 측면에서 다양한 공격에 대한 강인성을 보유해야 하며, 디지털 워터마킹의 특성상 원본 콘텐츠를 손상시키면서 정보를 삽입하기 때문에 사용자가 감각적으로 워터마크의 삽입여부를 인지할 수 없어야 한다[3]. 저작권 보호를 위해 강인성에 초점을 맞춘 디지털 워터마킹 기술이 있는 반면에 많은 정보를 은닉하는 스테가노그래피, 위변조를 파악하기 위한 fragile 워터마킹 기술들도 활용되고 있으며, 최근에는 무손실 워터마킹에 대한 연구도 활발하다[4-5].

본 연구에서는 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호를 위해서 사용자 레벨에 따른 차별화된 서비스 제공을 위한 디지털 워터마킹 방식을 연구하였다. 이를 위해서 멀티미디어 콘텐츠가 다중계층으로 구성되도록 하였으며, 다중계층 구성을 위해서 디지털 워터마킹 기술을 이용하였다.

2. 디지털 워터마킹에 의한 다중계층 영상의 구성

디지털 워터마킹 기술은 정보를 은닉하는 스테가노그래피 기술의 응용분야이다. 특히, 디지털 워터마킹은 저작권 보호라는 측면이 강조되는 기술이기 때문에 외부공격

* 본 연구는 과학기술부 국가지정연구실 사업(2000N-NL-01-C-286)의 연구결과입니다.

에 대한 강인성을 키우기 위해서 극히 적은 정보만을 삽입하고 있는 것이 현실이다. 본 연구에서는 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호를 유료 사용자와 무료 사용자에게 대해서 각각 제한적으로만 콘텐츠를 사용할 수 있도록 하기 위한 다중계층 영상의 구성을 제안하고 있다.

멀티미디어 콘텐츠의 다중계층 구성은 일반적인 상태에서는 저품질의 영상이나 가시적인 로고가 삽입된 영상으로 보이도록 하고, 고품질 영상정보를 디지털 워터마크로서 영상에 은닉하여 제공되는 툴에 의해서만 고품질의 영상을 사용할 수 있도록 하려는 것이다. 이를 위해서는 고품질의 영상으로부터 일정량 이상의 정보를 디지털 워터마크로 전환함으로써 고품질 영상을 은닉하고 있는 저품질의 영상 혹은 원 영상 정보가 은닉된 가시적 로고가 있는 영상을 생성해 내는 것이다.

저품질의 영상은 은닉할 수 있는 정보량을 키울수록 더욱 저품질의 영상이 만들어진다. 저품질 영상의 생성을 위해서는 양자화 레벨을 줄이거나 손실압축을 통해서 정보 은닉 공간을 만드는 것이다. 양자화 잡음은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정에서 어쩔 수 없이 발생하는 오류성분으로서 원 영상에 오류성분 만큼의 잡음이 섞이는 것과 같은 것이다. 양자화에 의한 저품질 영상의 SNR(Signal to Noise Ratio)은 다음과 같다.

$$SNR = 20 \log_{10} \frac{I_m}{I_n} [dB] \quad (1)$$

여기서 I_m 은 저품질 영상이며, I_n 은 원 영상을 나타내며, m 은 저품질 영상의 양자화 비트 수를, n 은 원 영상의 양자화 비트 수를 나타낸다. 원 영상에 대해서 저품질의 영상이 1비트의 차이를 갖게 되면, 8비트 그레이 영상에 대해서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$SNR = 20 \log_{10} \frac{2^7}{2^8} = 20 \log_{10} 2^{-1} \approx -6 [dB] \quad (2)$$

결국, 원 영상에 비해서 1비트의 차이가 증가할 때마다 SNR은 6[dB]씩 차이가 나게되며, 그 차이만큼 원 영상에 대한 정보은닉을 위한 공간을 많이 확보할 수 있다.

표 1. 양자화에 의한 저품질 영상의 생성 기준표

Quantize Bits	7	6	5	4
SNR 차(dB)	6	12	18	24
은닉 정보량(bpp)	1	2	3	4

표 1에서는 SNR의 차이에 따른 픽셀 당 은닉이 가능한 정보량을 나타내고 있다. 이 방법은 무손실 압축에만 활용이 가능하므로, 본 연구에서는 JPEG 영상을 대상으로 정보를 은닉하고, 다중계층의 영상을 구성함으로써 효과적으로 저작권을 보호하고자 한다.

본 연구에서 제안하는 다중계층 영상의 구성 알고리즘은 그림 1과 같으며, 저품질 영상은 고품질 영상에 비해서 PSNR을 낮추고, 가시적인 로고와 같은 정보를 삽입함으로써 상용적 가치를 낮춘다. 그림 2는 저품질 영상으로부터 고품질 영상을 복원하는 과정을 나타내었다.

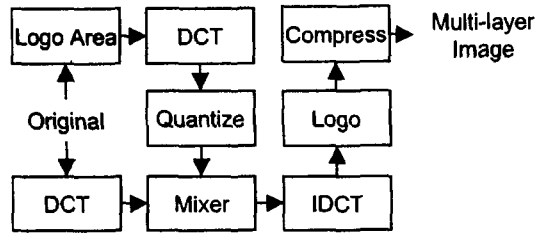


그림 1. 다중계층 영상의 구성

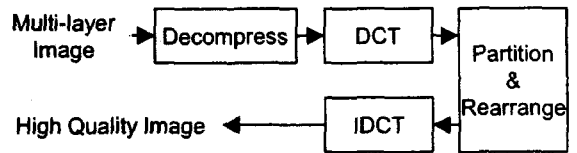


그림 2. 원 영상의 복원

3. 실험결과 및 고찰

본 연구에서 제안된 다중계층의 저작권 보호를 위해서 256*256의 8비트 그레이 영상 6개에 대해 알고리즘을 적용해 보았다. 그림 3은 실험에 사용된 영상들이다.



그림 3. 실험 영상들

6개의 실험 영상들에 대해서 JPEG으로 압축하였을 때 QF(quality factor)에 따른 PSNR을 표 2에 나타내었다.

표 2. 원 영상의 JPEG 압축에 따른 PSNR(dB)

Q-factor	95	75	85	65
Lena	44.406	36.405	38.720	35.075
Woman	43.544	35.213	37.395	34.022
Mandrill	42.451	31.015	34.224	29.331
Boat	44.167	35.215	37.679	33.822
Bridge	42.545	31.653	34.489	30.274
Pepper	44.144	36.856	38.910	35.608

표 3은 가시적인 로고가 삽입된 상태의 저품질 영상을 생성하였을 때 계산된 PSNR을 나타내고 있다. 그림 1의 과정에서의 마찬가지로 로고 영역이 은닉된 영상에 대해서 JPEG으로 여러 개의 QF로 압축하였을 때 얻어진

PSNR로서 전체적으로 약 20~24[dB]의 값을 갖고 있다.

그림 4는 QF=95일 때의 저품질 영상으로서 좌측 상단에 가시적인 로고가 삽입된 것을 확인할 수 있으며, 원본 화질에 비해서 15~20[dB]정도 품질이 저하된 것을 알 수 있다.

표 3. 정보 은닉 후의 PSNR(dB)

Q-factor	95	75	85	65
Lena	23.959	24.014	23.978	24.059
Woman	22.996	23.091	23.033	23.166
Mandrill	20.107	20.057	20.051	20.080
Boat	23.161	23.209	23.160	23.276
Bridge	21.104	21.106	21.042	21.200
Pepper	23.718	23.802	23.751	23.869

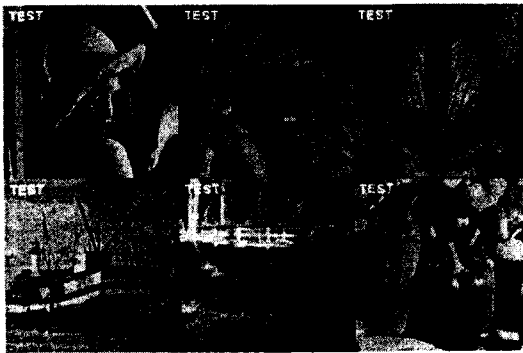


그림 4. 정보가 은닉된 JPEG 영상들(QF=95)

표 4. 복원 후의 PSNR(dB)

Q-factor	95	75	85	65
Lena	41.401	35.250	37.349	33.924
Woman	40.136	34.156	36.087	33.023
Mandrill	37.871	30.527	33.178	28.995
Boat	41.500	34.168	36.505	32.848
Bridge	38.076	30.910	33.327	29.606
Pepper	40.350	35.381	37.109	34.312

표 4는 그림 4로부터 복원된 고품질 영상에 대한 PSNR을 구한 것이다. 표 2의 원 영상에 대한 JPEG 압축 시의 PSNR과 비교했을 때 1~5[dB]차이로 고품질의 영상이 얻어진다.

표 5는 원 영상을 JPEG 압축하였을 때의 파일 크기를 나타내고 있다. 256*256에 8비트 그레이 영상이므로 원 영상의 크기는 65,532바이트이지만 JPEG 압축에 의해서 표 5와 같이 줄어들었으며, 저품질 영상은 표 6에서 보는 것과 같이 압축된 파일의 크기는 1.5Kbyte 이내의 차이만을 보이고 있다.

표 5. 압축에 따른 파일크기 변화(원 영상:byte)

Q-factor	95	75	85	65
Lena	24,765	10,361	13,799	8,738

Woman	27,786	11,318	15,348	9,389
Mandrill	38,380	17,353	23,044	14,260
Boat	27,106	11,664	15,465	9,763
Bridge	38,365	17,137	22,893	14,101
Pepper	25,851	10,699	14,213	8,952

표 6. 압축에 따른 파일크기 변화(저품질 영상:byte)

Q-factor	95	75	85	65
Lena	25,279	10,569	14,012	8,900
Woman	28,264	11,476	15,562	9,450
Mandrill	39,732	18,290	24,140	15,205
Boat	27,475	11,881	15,782	9,792
Bridge	39,279	17,755	23,718	14,628
Pepper	27,044	11,418	15,058	9,516

4. 결 론

본 연구에서는 인터넷으로 서비스되는 영상의 효과적인 저작권 보호를 위해서 고품질 영상이 은닉된 다중계층의 저작권 보호 방법을 제안하였다.

제안된 알고리즘은 저품질 영상은 20[dB]에서 25[dB]의 낮은 PSNR을 나타내고 있지만, 복원된 고품질 영상은 저품질 영상에 비해서 15~20[dB]가 개선된 PSNR을 나타내고 있다. 또한, 저품질 영상에서는 가시적인 로고를 사용함으로써 저작권을 표시하고 있으나, 고품질 영상으로의 복원 시에 가시적인 로고를 제거할 수 있다. 따라서, 제안된 알고리즘을 이용하면, 영상을 다중계층으로 구성이 가능하며, 다중계층으로 구성된 영상은 사용자에 따라서 차별화된 서비스 제공을 가능하게 할 수 있다.

향후, 저품질 영상을 보다 가변적으로 조절할 수 있는 방법과 보다 많은 로고영역을 은닉할 수 있는 알고리즘에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] J. Dubl and S. Keborkian, " Understanding DRM Systems," IDC White Paper, 2001.
- [2] K. Tanaka, Y. Nakamura, and K. Matsui, " Embedding secret information into a dithered multi-level image," in Proc. 1990 IEEE Military Communications Conf., pp.216-220, Sep. 1990.
- [3] G. C. Langelaar, I. Setyawan, and R. L. Lagendijk, " Watermarking Digital Image and Video Data," IEEE SP Mag., Vol.17, no. 5, pp.20-46, Sep. 2000.
- [4] J. Fridrich, M. Goljan, and R. Du, " Lossless data Embedding-new paradigm in digital watermarking," EURASIP Journ. Appl. Sig. Proc., vol. 2002, no. 2, pp. 185-196, Feb., 2002.
- [5] M. U. Celik, G. Sharma, A. M. Tekalp, and E. Saber, " Reversible Data Hiding," IEEE ICIP2002, no. 2, pp. 157-160, 2002.