

양자화 영상 워터마킹을 이용한 제거 가능한 로고 기법

조동준, 최혁
서울시립대학교 컴퓨터통계학과
xjapan@infomark.co.kr

Removable Logo Technique using Quantization Image Watermarking

Dongjoon Cho and Hyuk Choi
Department of Computer Science and Statistics, University of Seoul

요 약

디지털 콘텐츠의 무분별한 복제와 유포로 인한 저작권 및 소유권에 대한 침해가 날로 급증하고 있다. 특히, 네트워크의 발달과 디지털 카메라의 손쉬운 이용으로 온라인 상에서 개인의 디지털 영상이 넘쳐나고 있지만 이에 대한 정보 보호 기술은 전무한 상황이다.

본 논문에서는 이와 같은 디지털 영상의 저작권을 보호하기 위한 기술로 양자화 영상 워터마킹을 이용한 제거 가능한 로고 기법을 제안한다. 즉, 디지털 영상에 인지 가능한 로고를 삽입하여 저작권을 보호하며, 로고에 의해 제거된 부분의 정보를 워터마킹으로 영상에 삽입하여 정당한 사용 시에는 로고를 제거하고 원영상을 복원할 수 있다.

제안된 방법을 실제 영상에 적용하여 실험해 본 결과, 워터마크가 삽입된 영상이나 로고에 의해 제거된 부분을 복원한 영상 모두 원영상과 차이를 느낄 수 없는 우수한 화질을 보였으며, 저작권 보호 측면에서도 삽입된 로고에 의한 저작권 인지력이 뛰어나 실용적으로 매우 우수한 방법임을 확인하였다.

1. 서론

네트워크의 발달 및 P2P 기술, 검색 엔진 기술 등 컴퓨터의 손쉬운 사용으로 인해 디지털 콘텐츠에 대한 불법 복제 및 사용이 매우 심각한 문제로 등장하고 있다. 이를 막기 위해 암호화를 이용한 DRM(Digital Right Management) 기술 및 디지털 워터마킹 기술이 개발되어 사용되고 있으나[1,2], 아직 시장 요구를 모두 만족시키지 못하는 미흡한 실정이며, 또 다양한 시장 상황에 따라 요구되는 기술 또한 변화하고 있다.

최근 디지털 카메라와 디지털 카메라가 장착된 휴대폰의 급격한 성장으로 인해 온라인 상에서 개인의 디지털 영상이 넘쳐나고 있으며, 각종 블로그, 포탈 사이트를 통해 이러한 개인 영상의 배포 및 확산이 두드러지고 있다. 그러나, 대부분의 경우에 이러한 개인 영상은 저작권에 대한 인식이 없으며 저작권을 보호하고자 하는 기술의 적용 또한 전무한 실정이다. 디지털 워터마킹은 인간의 시각에 거슬리지 않게 저작권 정보 등 콘텐츠 관련 정보를 워터마크로 하여 디지털 콘텐츠에 삽입하는 기술을 말하며, 삽입된 워터마크는 이후에 검출기를 통해 검출됨으로써 저작권 확인 등에 사용할 수 있다.

본 논문에서는 영상을 온라인 사이트에 공개하는 경우, 로고 및 워터마킹 기술을 이용하여 콘텐츠의 저작권을 보호할 수 있는 새로운 방법을 제안한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 영상의 저작권을 보호하기 위한 제거 가능한 로고 기법의 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 제안 방법을 실제 영상에 적용하여 성능을 평가한 결과를 제시하며, 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 제안 방법

영상을 온라인 사이트에 공개적으로 올릴 때, 저작권 정보를 표현하는 명확한 방법으로 로고 삽입이 있다. 그러나, 로고를 삽입하는 경우, 로고에 의해 원영상의 정보가 제거되기 때문에 콘텐츠의 가치를 저하시키게 되어 소유자 뿐만 아니라 영상을 보게 될 사용자에게도 콘텐츠 감상에 방해가 된다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 양자화 워터마킹을 이용한 제거 가능한 로고 기법을 제안한다. 즉, 로고의 효과를 살리면서 영상을 보게 될 사용자의 시각적 효과의 저하를 가져오지 않도록, 로고에 의해 제거된 영상 정보를 워터마킹으로 영상에 삽입한다. 사용자는 영상을 볼 때 자동적으로 검출된 워터마크 정보로 원영상과 차이가 없는 복원된 영상을 보게 되며, 이를 복사하여 가져가는 경우에는 로고가 삽입된 영상을 가지게 되므로 콘텐츠의 저작권을 보호할 수 있다. 제안 방법을 설명하면 다음과 같다.

2.1 로고 삽입 방법

인간의 시각 시스템에서 인간의 눈은 색상차보다 명암차를 더욱 잘 느끼므로, 영상의 저작권 정보 삽입을 위한 로고 생성에는 컬러 영상의 경우 먼저, RGB 신호를 YCbCr 신호로 변환한 뒤, Y 신호를 이용하였다. 즉, 영상의 중앙에 시각적으로 눈에 잘 띄는 흑백 로고를 Y 신호로 대체하며, 로고의 크기는 시각적으로 두드러지면서 삽입해야 하는 워터마크 정보량을 줄일 수 있도록 원영상과 비교하여 가로, 세로 각각 25%의 크기를 갖도록 하였다. 그림 1은 이와 같은 방식으로 로고를 영상에 삽입한 결과이다.

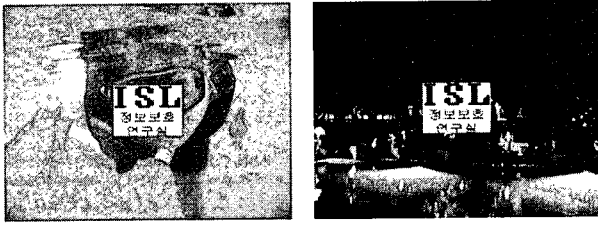


그림 1. 로고 삽입 결과

2.2 워터마크 삽입 및 검출 방법

로고에 의해 삭제된 영역의 Y 신호는 워터마크 정보로 사용되어 전체 영상에 삽입된다. RGB 원영상인 경우 워터마크 삽입 과정을 나타내면 그림 2와 같다. 이때 최종 영상 출력은 온라인 상에서 가장 널리 사용되는 JPEG 압축 포맷으로 압축되어 출력되는 것으로 가정하였다.

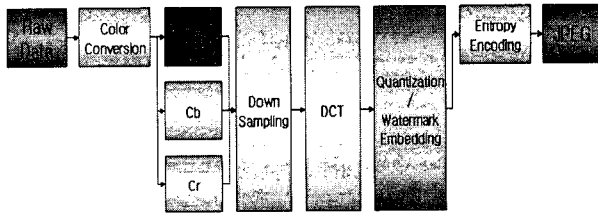


그림 2. 워터마크 삽입 과정 (RGB 영상의 경우)

워터마크 삽입 과정에서 워터마크는 로고가 삽입된 이후 전체 영상의 Y 신호에 삽입되며, Cb, Cr 신호는 변화가 없다. 워터마크 삽입 방법은 강인성 및 처리의 편의성을 위해 JPEG 압축 과정 중에 수행되며 양자화 워터마킹 방식을 사용하였다[3,4].

워터마크가 삽입되는 세부적인 과정을 살펴보면 먼저, Y 신호 영상을 8x8 블록으로 나누며, 각 블록에 DCT(Discrete Cosine Transform)를 수행한다. 변환된 DCT 계수는 JPEG 압축에서 양자화 과정과 유사하게 일정한 양자화 간격으로 나뉘어 그림 3과 같이 각각 0과 1의 정보를 할당하게 되며, 워터마크 삽입에 이용되는 픽셀들의 DCT 계수값을 워터마크 정보에 따라 가장 가까운 0 또는 1의 정보를 나타내는 DCT 계수값으로 변환시킨다.

일반적인 영상이 저주파 부분에 주로 분포되어 있으므로 삽입된 워터마크 신호가 JPEG과 같은 영상 압축에 강인하도록 워터마크 삽입에는 영상의 저주파 신호들을 이용한다. 표 1의 음영 부분의 DCT 계수값들이 워터마크 정보가 삽입되는 부분이며, 양자화 간격은 JPEG에서 사용되는 양자화 테이블을 변형하여 표 1과 같이 결정하였다.

양자화 간격은 JPEG 압축과 유사하게 주어진 양자화 테이블에 적절한 화질을 가지도록 q-팩터를 곱한 값으로 최종 결정되며 그 크기에 워터마크의 강도가 비례한다고 할 수 있다. 워터마크 삽입에 이용된 양자화 테이블과 q-팩터는 워터마크 검출시에도 동일하게 적용되어 워터마크 정보를 검출하게 된다.

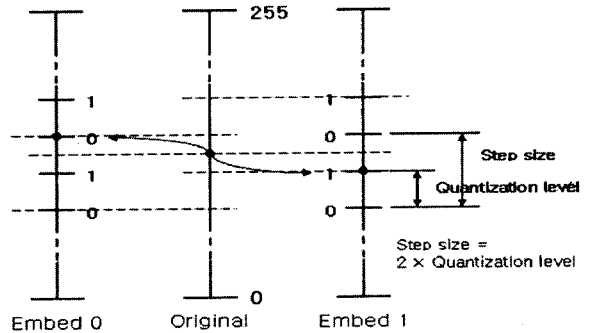


그림 3. 양자화 워터마킹

16	6	5	8	12	20	26	61
6	6	7	10	13	29	60	55
7	7	8	12	20	57	69	56
7	9	11	15	51	87	80	62
9	11	19	56	68	109	103	77
12	18	55	64	81	104	113	92
25	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

표 1. 양자화 테이블 및 워터마크 삽입 위치

$$q_factor = 1, \quad (quality \leq 0)$$

$$q_factor = 100, \quad (quality > 100)$$

$$q_factor = \frac{5000}{quality}, \quad (0 < quality < 50)$$

$$q_factor = 200 - quality \times 2, \quad (50 \leq quality < 100)$$

$$\text{make all the table entries 1,} \quad (quality = 100)$$

JPEG 압축에서는 위의 q-팩터를 양자화 테이블에 곱하고 양자화 처리를 하는데, 이에 따라 영상의 압축 정도가 달라진다. 예를 들어 JPEG 화질 75%의 경우에는 q-팩터가 0.5가 된다.

원영상이 압축되어 YCbCr로 저장된 JPEG 영상이라면 Huffman decoding과 de-quantization을 통해 부분적으로 복호화된 DCT 계수를 얻어낸 뒤 위의 워터마크 삽입 과정과 동일한 방식으로 진행하면 로고 및 워터마크가 삽입된 영상을 얻을 수 있다.

3. 실험 결과

JPEG 압축에서는 컬러 성분인 Cb와 Cr 신호에 대한 많은 압축을 지원하기 위해 많은 경우 이들 컬러 신호에 대한 추가적인 샘플링을 수행하고 압축 과정을 거치기 때문에 워터마크 정보 삽입에 적합하지 않다. 결과적으로 2장에서 설명된 바와 같이 로고 삽입 및 워터마크 삽입에는

영상의 Y 신호를 이용하였으며 컬러 성분에는 변화를 주지 않았다.

제안 방법의 성능을 평가하기 위해 MATLAB을 이용하여 실제 영상에 제안 방법을 적용하여 실험을 수행하였다. 먼저, RGB 영상을 YCbCr 영상으로 변환한 뒤, Y 신호 영상의 중앙 부분에 가로, 세로 각각 1/4 크기의 흑백로고를 삽입하였으며, 로고에 의해 제거된 Y 신호들 (각 픽셀당 8bit 정보)을 워터마크 정보로 하여 전체 영상의 Y 신호에 삽입하였다. 삽입 방법은 2장에서 설명된 바와 같이 영상을 블록들로 분할하고 각 블록에 DCT를 수행한 뒤 DC 성분을 제외한 저주파 성분 27개 DCT 계수에 양자화 방식으로 워터마크를 삽입하였다.

그림 4는 원영상, 그림 5는 로고 및 워터마크가 삽입된 영상을 도시하고 있다. 삽입된 로고에 의해 영상의 저작권을 명확히 확인할 수 있음을 알 수 있다.

제안 방법에 의해 처리된 영상은 합법적인 사이트에서는 삽입된 워터마크를 검출할 수 있는 검출기가 제공되어 워터마크 정보를 확인할 수 있는데 검출된 워터마크 정보를 로고 영역의 Y 신호로 대체하여 보여줌으로써 영상을 보고자 하는 사용자에게 원영상과 차이가 없는 영상을 제공할 수 있다. 그림 6에서 워터마크 정보를 검출하여 복원된 영상을 볼 수 있으며, 원영상과 비교하여 시각적으로 차이가 없는 우수한 화질을 제공할 수 있다.



그림 4. 원영상

그림 5. 처리영상

그림 6. 복원 영상



그림 7. 확대 비교(원영상 로고영역, 로고, 복원영상 로고영역)

좀더 자세한 비교를 위해 로고가 삽입된 영역을 확대한 그림 7에서도 복원 영상은 원영상을 잘 표현하고 있음을 알 수 있다. q-팩터를 조절하여 삽입되는 워터마크의 강도를 조절할 수 있는데, q-팩터를 변화시켜 워터마크를 삽입한 결과를 그림 8에 도시하였다.

로고 영역을 확대하고자 하는 경우에는 삽입되는 정보량을 늘려야 영상을 복원할 수 있는데, 이를 위해 각 블록에서 워터마크를 삽입하는 계수 영역을 늘리거나 컬러 신호를 워터마크 삽입에 이용하는 방법이 있을 수 있으며, 삽입되는 워터마크 정보를 압축하여 삽입하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다.

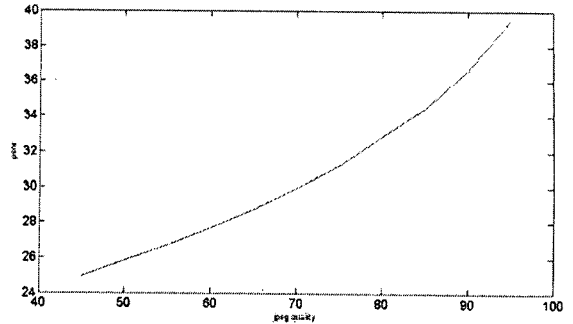


그림 8. 워터마크 삽입 강도(quality)에 따른 영상 PSNR 결과

4. 결론

본 논문에서는 디지털 영상에 저작권 확인을 위한 로고를 삽입하고 로고에 의해 지워진 영상 정보를 양자화 워터마킹으로 영상에 삽입함으로써 이를 이용하여 로고를 제거한 복원 영상을 얻어낼 수 있는 새로운 저작권 보호 기술을 제안하였다. 제안된 방법으로 처리된 영상은 합법적인 사이트에서는 주어진 워터마크 검출기를 이용하여 영상에 삽입되어 있는 워터마크를 검출하고 이를 이용하여 원영상을 복원하여 볼 수 있으며, 영상을 불법적으로 복사하여 가는 경우에는 로고가 삽입된 영상만을 얻게 되어 저작권 확인에 매우 효과적이다.

참고문헌

- [1] I.J.Cox, M.L. Miller and J.A. Bloom, Digital Watermarking, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- [2] Cox, I.J. Kilian, J. Leighton, F. T. Shamoan, T., "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", Image Processing, IEEE Transactions on, Volume: 6, Issue: 12, pp. 1673~1687, Dec. 1997.
- [3] B. Chen and G.W.Wornell, "Dither modulation: a new approach to digital watermarking and information embedding," Proc. of SPIE Vol. 3657: Security and Watermarking of Multimedia Contents, pp. 342 - 353, San Jose, Ca, USA, January 1999.
- [4] J.J. Eggers, R. B. Auml, R. Tzschoppe and B. Girod, "Scalar Costa Scheme for Information Embedding," submitted to IEEE Transactions on Signal Processing, 2002.