

블록 정보를 이용한 칼라 정지영상 워터마킹

김희수, 이호영, 이호근, 하영호
경북대학교 전자전기공학부
전화 : 053-950-5535 팩스 : 053-957-1194

Color Image Digital Watermarking Using Block Information

Hee Soo Kim, Ho Young Lee, Ho Keun Lee, and Yeong Ho Ha
School of Electronic and Electrical Eng., Kyungpook National University
E-mail : yha@ee.knu.ac.kr

Abstract

In this paper, we proposed a digital watermarking for color still image using the characteristics of human visual system and the achromatic block information. We use a binary watermark signal and insert watermark signal in the chromatic component region of YCrCb color space. In order to extract the watermark signal, we extracted the watermark signal by presuming that modified pattern of chromatic saturation without using original an image. Experimental results show that the proposed watermarking method has a good performance to embed watermark signal and extract one.

I. 서론

인터넷의 급속한 확산으로 인하여 영상, 비디오, 음악, 문자, 프로그램 같은 다양한 종류의 디지털 멀티미디어 저작물들이 전세계의 많은 사용자들에 의해 급속히 전달되어지고 취급이 되고 있다. 디지털로 구성된 저작물의 사용은 저작권 보호라는 심각한 문제점들을 가지고 있다.^[1,2]

디지털 저작물에 대한 여러 가지 저작권 보호 기술들 중 눈에 거슬리지 않는 표시나 레이블 등과 같은 신호, 워터마크(watermark)를 디지털 저작물에 삽입하는 방법을 디지털 워터마킹(watermarking)이라 한다.

원 정보에 감추어진 워터마크 신호는 원 정보와 분리가 되지 않아야 하며 어떠한 공격에도 정보의 손실이 없이 영상에 남아있어야 한다. 디지털 워터마킹 기법은 불법적인 사용을 검사하는 기능뿐만 아니라 저작권을 보호하는 의식을 높이고 불법적인 사용을 저지함으로써 불법적인 사용을 막을 수 있는 기능을 가지고 있다. 디지털 워터마킹 기법의 가장 중요한 특성은 삽입된 워터마크 신호가 감지가 되지 않아야 하는 무인지성과 외부의 영상 처리에 대해서 삽입된 워터마크 신호가 남아 있어야 하는 강인성이다.^[3,4]

일반적으로 디지털 워터마킹 알고리즘은 보이는 워터마크 신호를 이용하는 시각적 워터마킹 방법과 보이지 않는 워터마크 신호를 이용하는 비시각적 워터마킹 방법의 두 종류가 있다. 워터마크 신호가 보이는 시각적 워터마킹 방법은 불법적인 복제나 변조를 경고하기 위해 존재하며, 이 방법의 단점으로는 영상의 화질이 떨어지는 것과 간단한 영상 처리에 쉽게 공격을 받는다는 것이다. 대조적으로 비시각적 워터마킹 방법은 다양한 신호처리 또는 전송시 왜곡이 발생하더라도 워터마크 신호가 여전히 존재하며, 영상에 대해서는 인지가 불가능하고, 저작권 정보를 확인하기 위해서는 영상으로부터 워터마크 신호를 검출하는 부가적인 과정이 필요하다. 이러한 워터마킹 방법들은 주로 저작권 보호와 정보 인증의 두가지 목적으로 고안이 된다. 이런 목적들 중에서 본 논문은 저작권 보호, 즉 영상의 적법한 소유권자의 판별을 위해 비시각적 워터마킹 방법의 응용분야에 대해 연구를 하였다.

비시각적 워터마킹 방법들은 최근 흑백 정지영상을 대상으로 많은 연구가 이루어졌으며, 현재 네트워크 상으로 전송되는 영상 대부분이 칼라 정보를 포함하고 있으며, 멀티미디어 영상 저작물 경우 약 90% 이상이 칼라 성분을 보유하는 통계를 감안할 때 흑백 영상에 대한 워터마킹 방법을 그대로 적용하기보다는 칼라 영상에 적합한 새로운 워터마킹 방법이 요구되고 있다.

본 논문은 특히 칼라 영상 특성 중 인간 시각 특성이 무채색과 유채색에 대한 공간적인 변화의 차이가 다르게 인지된다는 공간 시각 모델(spatial vision model) 특성을 이용하여 워터마킹 후에도 원영상의 변화를 최소화하고 다양한 공격에도 대비할 수 있는 효율적인 워터마킹 방법을 제안하였다.

II. 기존 칼라영상 워터마킹 방법들

2.1. Kutter *et al.* 방법^[5]

R, G, B 채널의 칼라 영상을 흑백으로 변경하였을 때 흑백영상에 미치는 효과가 가장 적은 채널이 B 채널이다. 이러한 성질을 이용하여 B 채널의 영상에 대해서만 임의의 한 점에 워터마크 신호를 삽입하였으며, 삽입된 워터마크 신호를 찾기 위해서 원영상을 필요로 하는 단점이 있다. 그리고 삽입되는 정보량을 늘리기 위해서 다중 워터마크 신호를 적용하였으나 결국 검출하는 방법이 명확하지 않다.

2.2. Fleet *et al.* 방법^[6]

1800년대 헤링의 반대 색설(opponent color system)을 이용하여 RGB 칼라 영상을 백-흑(black-white), 황-청(yellow-blue), 적-녹(red-green)의 반대되는 3대적인 반응 과정을 일으키는 수용체가 존재한다고 가정하여 3가지의 대역으로 구분되었다. 이중 대역별 차단주파수가 가장 낮은 황-청 대역에 대해서만 워터마크 신호를 삽입하는 방법을 제안하였다. 물론 검출하는 방법에 대해서는 완벽한 해결점을 제시하지는 못한 상태였다.

2.3. Shiozaki *et al.* 방법^[7,8]

워터마크 신호를 ID 형태로 확장을 하여 공간상 여러 대역에 분포하도록 처리를 하였으며, RGB 영상 신호를 YUV 공간으로 색 공간 변환하여 R, G, B 채널 별로 삽입되는 워터마크 신호 크기를 다르게 조절하여 워터마크 신호의 비가시성을 향상시켰다. 이 방법도

여전히 원영상을 사용하여야 워터마크 신호를 추출할 수 있다는 단점을 가지고 있다.

III. 제안한 워터마킹 방법

3.1 워터마크 삽입과정

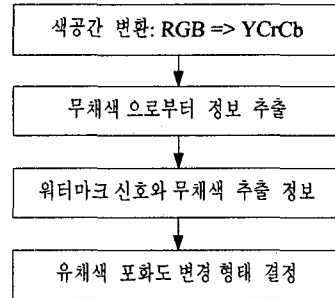


그림 1. 워터마크 삽입과정.

3.1.1 색 공간 변환

RGB 좌표계로 표현된 칼라 영상을 무채색과 유채색으로 구분하기 위한 과정으로써 색 공간 변환이라 하며 간단히 변환식으로 수행된다.

3.1.2 무채색 블록정보 추출

무채색 정보로부터 압축에 강인한 정보를 추출하기 위한 방법으로 제안한 방법은 8×8 블록 단위의 평균값과 같은 범위내 한 화소값의 상관성을 이진 정보의 형태로 추출하는 과정은 다음 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{If } \{ \text{Average}(\text{Block}) > Y(x, y) \} \\
 & \quad \text{then } AI = 1 \\
 & \text{else} \\
 & \quad \text{then } AI = 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 AI는 무채색 정보(achromatic information)를 나타낸다.

3.1.3 유채색 포화도 변경 형태 결정

앞에서 구한 무채색 정보와 워터마크 신호를 조합하여 유채색 포화도 변경 형태를 결정한다. 식 (2)로부터 유채색 포화도 변경 형태가 결정되며, 그림 2는 구체적인 형태를 분류한 결과다.

블록 정보를 이용한 칼라 정지영상 워터마킹

$$\begin{aligned} A \text{ 형태} &= W(1) \cdot AI(1) \\ B \text{ 형태} &= W(1) \cdot AI(0) \\ C \text{ 형태} &= W(0) \cdot AI(1) \\ D \text{ 형태} &= W(0) \cdot AI(0) \end{aligned}$$

(2)

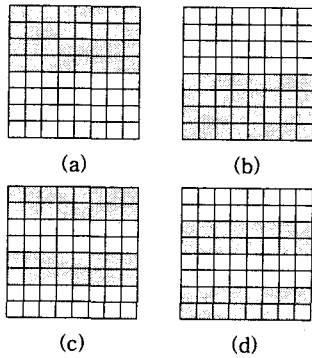


그림 2. 8×8 블록 단위 워터마크 삽입 형태.
(a) A형태 (b) B형태 (c) C형태 (d) D 형태

3.1.4 유채색 포화도 변경

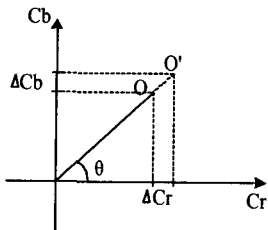


그림 3. Cr-Cb 색도 평면상 포화도 변경.

Cr-Cb 색도 평면상에서 한 점 O 는 그림 3처럼 표현할 수 있으며, 크기(magnitude) 성분을 변경하는 것이 화소값에 대한 워터마크 신호를 삽입하는 과정이다. 워터마크 삽입은 시각적으로 구분이 되지 않는 범위내에서 포화도 변경이 이루어진다.

3.2 워터마크 검출과정

그림 4는 워터마크 신호를 검출하는 단계를 설명하고 있으며, 검출하는 과정은 삽입 과정과 일부 유사하며 별도의 정보를 필요하지 않는 것이 제안한 워터마킹 방법의 장점이다. 제안한 워터마크 검출 방법에서는 블록내의 형태를 기반으로 Cr-Cb 색도 평면상 포화도 성분에 대한 8×8 블록 형태를 추정함으로써 삽입된 워터마크의 값을 검출할 수 있다.

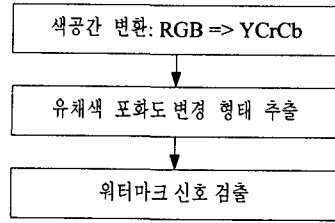


그림 4. 워터마크 검출과정.

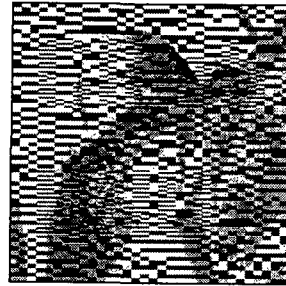


그림 5. 워터마크 검출전 형태기반 포화도 영상.

위의 그림에서 각 8×8 블록에 대한 워터마크 정보를 유채색 포화도 형태 정보를 이용하여 쉽게 추정할 수 있다.

IV. 실험 및 고찰

실험에 사용된 영상은 256×256 크기의 LENA 칼라 영상을 사용하였으며, 강인성을 평가하기 위해서는 32×32 크기의 이진 영상 워터마크를 사용하여 실험을 하였다.



(a) (b)
그림 6. 실험영상.

제안된 워터마킹 방법의 강인성 평가를 위해 압축과 영상 절단에 대해 실험을 하였으며, 결과는 각각 표 1과 표 2와 같다. 표 1의 결과는 제안된 방법이 JPEG 압축에 대한 강인함을 보여주고 있다. JPEG Quality

factor가 90까지 변화하여도 검출된 워터마크와 원본 워터마크의 유사도(similarity)가 급격히 감소하지 않음을 볼 수 있다. 표 2의 결과에서 영상이 잘려 나가도 PN 부호화함으로써 공간 영역 기반 워터마킹의 단점이 많이 보상됨을 볼 수 있다

표 1. JPEG 압축에 대한 강인성 실험결과.

JPEG Quality factor	30	50	70	90
워터마크유사도	0.90	0.86	0.84	0.73

표 2. Cropping에 대한 강인성 실험결과.

절단율(%)	6.25	25	50
워터마크유사도	0.97	0.94	0.72

V. 결론

제한한 칼라 영상의 디지털 워터마킹 방법은 기존 방법과 비교할 칼라 정보 전체를 고려함으로써 특히 비가시성을 효율적으로 구현하기 위해 인간 시각 특성 중 대조 민감도와 색차 개념과 포화도 성분 변형을 적용하였다. 그리고 제한한 알고리즘은 검출과정에서 외부의 부가적인 신호없이 워터마크 신호를 검출할 수 있다는 장점을 가지고 있으며 압축과 같은 공격에도 강인함을 보여주었다. 실험 결과 제안한 방법의 성능이 기존 방법들에 비해 비가시성 부분에서는 향상되었으나 강인성에 대한 비교는 기존 방법들의 구현이 아직 미비한 상태라 어려운 단계이다. 향후 칼라 정지 영상에 적용한 워터마킹 기법을 MPEG-2 동영상에 적용하기 위한 준비가 필요하며 디지털 방송 환경하에 적합한 동영상 워터마킹 알고리즘 개발이 필요한 상황이다.

References

[1] M. D. Swanson, M. Kobayashi and A. H. Tewfik, "Multimedia Data-Embedding and Watermarking Technologies," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, no. 6, pp.1064-1087, June 1998.
 [2] W. Bender, D. Gruhl, and N. Morimoto,

"Techniques for Data Hiding," *Proc. of SPIE*, pp. 2420-2440, Feb. 1995.
 [3] I. Pitas, "A Method for Signature Casting on Digital Image," *Proc. of IEEE International Conference on Image Processing '96*, pp. 215-218, Sept. 1996.
 [4] E. Koch and J. Zhao, "Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling," *Nonlinear Signal Processing Workshop*, pp.460-463, 1995.
 [5] M. Kutter, F. Jordan, and F. Bossen, "Digital Signature of Color Images Using Amplitude Modulation," *Proc. of SPIE-EI97*, pp.518-526, 1997.
 [6] D. J. Fleet and D. J. Heeger, "Embedding Invisible Information in Color Images," *IEEE International Conference on Image Processing*, vol. 1, pp. 532-535, Santa Barbara, 1997.
 [7] K. Hashida and A. Shiozaki, "A Method of Embedding Robust Watermarks into Digital Color Images," *IEICE Trans. on Fundamentals*, vol. E81-A, no. 10, pp.2133-2137, Oct. 1998.
 [8] A. Shiozaki, "Improvement to a Method of Embedding Robust Watermarks into Digital Color Images," *IEICE Trans. on Fundamentals*, vol. E82-A, no. 5, pp.861-864, May 1999.
 [9] J. Y. Hardeberg, *Transformations and Colour Consistency for the Colour Facsimile*, Diploma Thesis, The Norwegian Institute of Technology(NTH), Trondheim, Norway, April 1995.
 [10] K. Jack, *Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer*, HighText Publications, Inc., 1993.
 [11] C. S. Won *et al.*, "Efficient Color Feature Extraction in Compressed Video," *Proc. SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases VII*, vol.3656, Jan. 1999.