

칼라 이미지에 대한 digital watermarking 기술 연구

김종원* 조정석** 이한호*** 최종욱****

*주성대학 멀티미디어 정보통신
**한국의국어대학교 경영정보대학원 응용전산
***AIT 연구소
****상명대학교 정보통신학부,

A Digital Watermarking Technique for Color Image

Kim Jongweon*, Cho Jungsug**, Lee Hanho***, Choi Jonguk****

*Dept. of Multimedia Information Communications, Juseong College
**Dept. of Applied Computer Science, Hankook Univ. of Foreign Studies
***AIT Laboratory
****School of Information Communication, Sangmyung Univ.

요 약

본 연구는 인터넷과 같은 가상공간에서의 칼라 영상 데이터에 대한 지적재산권 보호를 위한 Watermarking 기술을 연구하였다. 이미지에 Invisible Watermark를 삽입하였으며, 칼라 이미지를 압축, Filtering, truncation등과 같은 처리에도 Watermark의 내구성을 높이는 기술 연구에 중점을 두었다.

I. 서 론

인터넷의 발전은 물리적으로 떨어진 전세계의 각종 정보를 컴퓨터 단말기를 통해 손쉽게 빠르게 획득할 수 있게 하였다. 또한 이러한 데이터들은 아날로그가 아닌 디지털의 형태로서 그 처리가 아날로그에 비해 손쉬우며 품질의 저하가 생기지 않는 고품질의 정보형태이다. 특히, 종이와 같은 매체에 의존하여 판매되었던 그래픽이나 출판물과 같은 데이터를 디지털 멀티미디어로 변환하여 인터넷과 같은 네트워크 상에서 판매할 수 있을 정도로 디지털 변환기술은 발전하였다.

최근, 복잡한 형태의 디지털 멀티미디어 데이터는 디지털 라이브러리나 사이버매거진과 같은 분야에서 응용 및

개발에 대한 연구가 진행되고 있으며, 전자상거래 분야에서 디지털 저작물에 대한 거래 및 지적 재산권 보호를 목적으로 연구되고 있다. 그러나 디지털 자체의 장점인 정보의 저장이나 변환의 용이성이 가상공간에서의 창작물과 같은 것의 지적재산권 보호를 어렵게 하는 가장 큰 요인이다. Digital Watermarking은 디지털 데이터의 지적재산권 보호를 위해 원 데이터에 보이지 않는 구조화를 시켜 이를 인증 및 지적재산 보호에 이용하는 기법으로 데이터의 변조와 위조를 탐지하고, 소유권을 주장할 수 있도록 하는 기술이다.[1][2]

II. Watermark 삽입 기술

Watermark를 삽입하는 방법은 Spatial Method,

Frequency Domain Method Spread Spectrum Communication을 이용한 방법 등 다양하다.[4]

Spatial Method는 공간적 측면에서 볼 때, 화면 화소 값(YIQ)에 미세한 변화를 Watermark로 사용하는 방법이다 spatial Method는 Watermark 삽입이 쉽지만, 손실 압축, Filtering 같은 이미지 처리에 약하다는 면이 있다.[2][3][5][6]

Frequency Domain Method는 Digital Data를 주파수 성분의 아날로그 신호로 변환하고 같은 변환방법으로 Watermark를 변환하여 삽입하는 방법이다. 일반적으로 DCT[5], FFT나 Wavelet Transform[11]등을 이용하여 이미지를 변환하여 watermark를 삽입한다. 이 방법은 삽입되는 Watermark 계수들이 Data의 전 영역에 분포하여 삽입된 watermark 삭제가 어렵다. 그러나 계수 값에 따라 일룩이나 찌그러짐과 같은 이미지 손실이 생기기도 한다.[7][8] Frequency Domain Method가 응용된 형태로 Spread Spectrum Communication을 이용한 방법은 최근 연구되고 있는 방법으로 Frequency Domain Method보다 손실 압축, Filtering과 같은 이미지처리에 대해 watermarking이 더욱 강력하다.[6][10]

기존의 연구방법들은 원 이미지에 대한 왜곡을 적게 하기 위해서 대부분 PRN(Pseudo Random Number)[12]을 Watermark로 사용하였다. 또한 그레이스케일의 이미지를 사용하여 워터마크를 적용할 수 있는 데이터의 형태를 제한하였다.[13]

본 연구에서는 칼라이미지를 원 데이터로 사용하였으며, 삽입하는 Watermark를 일반적인 이미지로 사용하여 mark의 생성이 용이하도록 하였으며, 또한 원 이미지에 대한 왜곡을 줄이고 비정상적인 공격에 강인하도록 이미지 변환을 Frequency Domain Method를 응용한 변환 기법을 사용하였다.

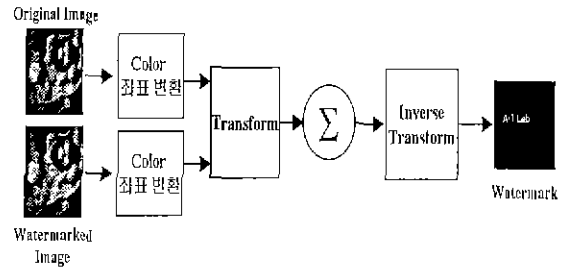
III. Watermarking Algorithm

본 연구에서 사용한 알고리즘을 간단한 식으로 표현하면 [공식 1]과 같다.

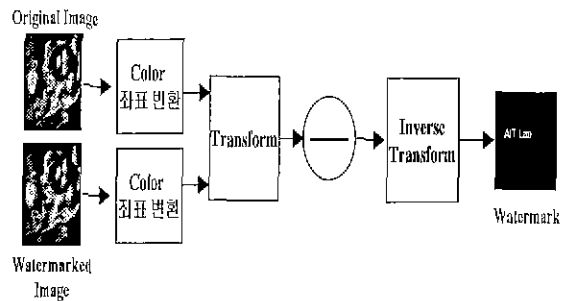
$$S' = S_i + \alpha W_i \quad \text{----- 1}$$

Original Image(S)에서 Watermark(W)를 삽입한 Watermarked Image(S')를 얻고자 할 때, scaling parameter인 α 를 이용하여 Watermarked Image(S') 품질을 결정할 수 있다. 그러므로 α 를 이용하여 S와 W 간의 일치성을 조절할 수 있다.

본 연구에서 사용한 방법의 장점은 항상 역 변환이 가능하다 그러므로 watermark가 삽입된 이미지(S')가 손실압축이나 필터링과 같은 이미지 처리가 되더라도 그 역 변환으로서 watermark추출이 가능하다. 이 식을 이용한 watermark 삽입알고리즘은 [그림 1]과 같다. 또한 watermark가 삽입된 이미지에서 watermark를 추출하는 알고리즘은 [그림 2]와 같다.



[그림 1] Watermark 삽입 알고리즘



[그림 2] Watermark 추출

이러한 과정을 통해 원래의 watermark(W)와 이미지(S')에서 추출한 watermark(W')간의 상관도는 95%이상으로 매우 추출이 잘 되었다. 본 연구에서 사용한 상관도 측정 방법은 다음과 같다.

$$C(\text{Correlation}) = \frac{W(i, j)}{\sqrt{W(i, i) * W(j, j)}} \quad \text{----- 2}$$

IV. 결 론

본 연구에서는 칼라이미지를 손실 압축 및 필터링과 같은 이미지 처리하여 실험하였으며 각각의 처리에 대해 Watermark의 내구성이 높았다 손실 압축 방법의 경우, JPEG의 Q팩터를 50, 40, 30, 20, 10, 5%로 하여 Watermark의 추출이 가능했으며 각각에서 추출한 watermark 이미지와[그림 3] 상관도 분석은[표 1] 다음과 같다.

손실압축과 같이 이미지 처리에 많이 사용되는 Lowpass/Highpass-filtering을 한 이미지에서도 watermark 추출에는 문제가 없었다. 또한 기타 Re-sampling, cropping 처리에도 Watermark를 추출할 수 있었다.

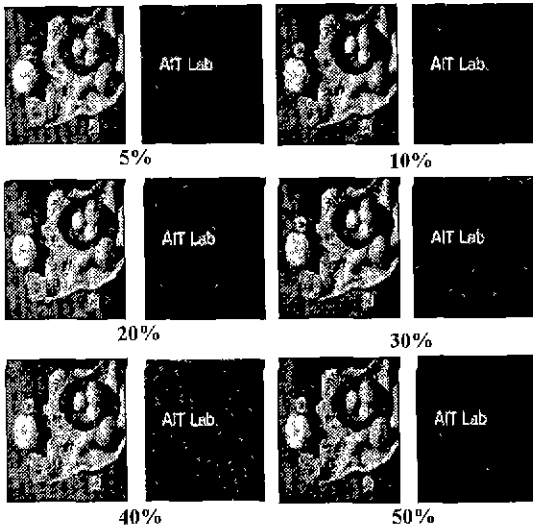


그림 3] JPEG 압축에 따른 Watermark 추출 결과

압축률(%)	5	10	20	30	40	50
상관도(%)	63.41	45.48	51.82	62.42	61.41	62.36

표 1] JPEG 압축률에 따른 상관도

본 연구에서는 기존의 watermark 기술들이 칼라이미지 처리[13]에 대해 약한 내구성을 나타내어 그 적용이 어렵거나 부분적으로 적용이 가능하였다. 본 논문에서 사용된 방법은 이러한 단점을 극복하고, 기존의 DCT나 Wavelet을 이용한 방법보다 향상된 성능을 얻었다. 다만 인간의 눈에 의존한 watermark 이미지 인식에서 원 이미지와 추출 혹은 삽입된 이미지와의 일치성을 수치적으로 알 수 있는 상관도 측정방법이 필요하다. 기존의 상관도 측정방법은 이미지 배경에 퍼져 있는 노이즈에 민감하게 나타나기 때문이다.

향후 연구되어야 할 부분은 이러한 칼라이미지에 대한 응용으로서 이미지 압축을 많이 사용하는 MPEG-4에 대한 적용이다 또한 Audio와 같은 멀티미디어 데이터에 Inaudible watermark를 삽입하는 기술에 대한 연구가 필요하다.

V. 참고문헌

[1] Ruanaidh, J.J.K , F.M. Boland and O.Sinnen, "Watermarking Digital Images for Copyright Protection", EVA'96, See http://cuiwww.unige.ch/~oruanaid/eva_pap.html.
 [2] Berghel, H. and L. O'Gorman, "Protecting Ownership Rights through Digital Watermarking," IEEE Computer , 29:7, pp. 101-103 (1996).

[3] Berghel, H and L. O'Gorman, "Digital Watermarking", See http://www.acm.org/~hbl/publications/dig_wu/dig_watr.html. 98-03-16.
 [4] Aura, T., "Practical invisibility in digital communication", See http://deadlock.hut.fi/stle/aura_ihw96.html. 98-03-21
 [5] A. Piva, M. Barni, F. Bartolini, V. Cappellini, "DCT-based watermark recovering without resorting to the uncorrupted original image", Proceedings of 4th IEEE International Conference on Image Processing ICIP'97, Santa Barbara, CA, USA, October 26-29, 1997. Vol I, pp. 520-523.
 [6] Cox, I. J., J. Kilian, T.Leighton and T. Shamoon, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Images, Audio and Video", Proc. 1996 International Conference on Image Processing. ICIP'96. Vol III. pp.243-246.
 [7] Bruyndonckx, O., J.-J. Quisquater and B. Macq, "Spatial Method for Copyright Labeling of Digital Images", See http://poseidon.csd.auth.gr/Worshop/papers/p_19_2.html. 98-03-28.
 [8] D. Kundur and D. Hatzinakos, "Digital Watermarking using Multiresolution Wavelet Decomposition," Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing, Seattle, Washington, vol. 5, pp. 2969-2972, May 1998.
 [9] D Kundur and D. Hatzinakos, "A Robust Digital Image Watermarking Scheme using Wavelet-Based Fusion," Proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing, Santa Barbara, California, vol. 1, pp. 544-547, October 1997.
 [10] Wolfgang, R. B and E. J. Delp, "A Watermark for Digital Images", proceedings of the 1996 International Conference on Image processing, Lausanne, Switzerland, Sept. 16-19, 1996, vol 3, pp219-222.
 [11] EJIMA, M., A. MIYAZAKI, and T. SAITO, "Digital Watermark based on the Dyadic Wavelet Transform and its Robustness on Image Compressing", Proceedings of ITC-CSCC'98, July 13-15, Sokcho, Korea, pp.125-128
 [12] Fridrich, J., "Methods for data hiding", See <http://ssiebinghamton.edu/~jfrif/resume.html#publications> 98-03-23.
 [13] M Kutter, F Jordan and F. Bossen, "Digital signature of color images using amplitude modulation", See <http://ltswww.epfl.ch/~kutter/publications/amt.html>