

웨이브렛 변환과 DCT를 이용한 digital watermarking 기법

김종원* 조정석** 이한호*** 최종욱****

*주성대학 멀티미디어 정보통신

**한국외국어대학 경영정보대학원 응용전산

***AIT 연구소

****상명대학교 정보통신학부

A Digital Watermarking Technique using Wavelet Transform and Discrete Cosine Transform

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

*Dept. of Multimedia Information Communications, Juseong College

**Department of Applied Computer Science, Hankook University of Foreign Studies

***AIT Laboratory

****School of Information Communication, Sangmyung Univ.

요 약

본 연구는 Wavelet Transform을 이미지 처리에 적용하여 지적재산권 보호를 위한 Watermarking 기술을 연구하였다. Watermark가 이미지에 Invisible하게 삽입되면서 압축, Filtering, truncation등과 같은 이미지 처리에도 강력한 Watermark 기술 연구에 중점을 두었다. 특히 완벽한 복원을 위하여 Wavelet Transform을 사용하였고, 또한 DCT기술을 접목시킴으로 해서 압축에 강력한 결과를 나타내게 되었다.

I. 서 론

정보 통신 기술이 빠르게 발전하면서 점차 데이터의 형태가 아날로그에서 디지털 형태로 변화하고 있다. 특히, 컴퓨터 그래픽과 같은 분야나 디지털 라이브러리과 같은 응용분야의 개발에 대한 연구가 빠르게 진행되고 있다. 또한 인터넷을 기반으로 전자상거래와 같은 가상 시장이 주목을 받고 있다. 디지털은 정보의 저장이나 변환이 편리하기 때문에 가상공간에서의 지적재산보호에 어려움이 있다.

일반적으로 디지털 영상정보의 보안조치로서는 암호화, Digital Watermarking, 시스템 보안장치들이 있다. 이중 암호화 방법은 공개키, 또는 비밀키를 사용하여 데이터를 전송 중에 제 3자가 가로채게 되더라도 이를 해독할 수 없도록 바꾸는 방법이며, Digital Watermarking은 데이터에 대해 보이지 않는 구조화를 시켜 이를 인증에 이용하는 기법으로 데이터의 변조와 위조를 탐지하고, 소유권을 주장할 수 있도록 하는 기술이다.[1]

즉, Watermark란 네트워크 상에서 사용 가능한 상태로 널리 분포, 유통되고 있는 지적 재산권의 보호 대상 성격을 지니는 자료(intellectual copyright property)에

대해 추가적인 정보를 삽입하여 정보를 보호하기 위한 기법으로서 Visible Watermark기술과 Invisible Watermark기술로 나누어진다.

II. 기존의 Watermark 삽입 기술

Watermark를 삽입하는 방법에는 여러 가지가 있다. 그 중에 Spatial Method는 공간적 측면에서 볼 때, 화면에 화소 값에 미세한 변화를 Watermark로 사용하는 방법이다 이 방법은 손쉽게 Watermark의 삽입이 가능하지만, 손실압축이나, Filtering 같은 작업에 약하다는 단이 있다.[2][3][4][7] Frequency Domain Method는 Digital 형태의 Data를 주파수 성분의 아날로그 신호로 변환하여 Watermark를 삽입하는 방법이다. DCT나 FFT, Wavelet Transform등을 이용하여 변환을 하게 된다 삽입되어지는 Watermark 역시 변환을 하게된다. 이 방법의 특징은 삽입되어지는 Watermark의 계수들이 Data의 전반에 걸쳐 분포하게 되므로 삭제가 매우 어렵다. 그러나 계수 값에 따라 이미지의 찌그러짐 현상 같은 이미지 손실이 일어나기도 한다.[5][6][8][9] 최근에 가장 관심을 모으고 있는 Spread spectrum communication 은 Frequency Domain Method의 한 부분이라고도 볼 수 있다. 주파수 형태로 변환시키는 것은 같지만, 신호의 주파수 대역을 넓게 분포시키는 방법이다. 이 방법은 Frequency Domain Method보다 손실 압축, Filtering과 같은 작업에 더욱 강력하다.[6][8][9]

기존의 연구자들이 원 이미지에 대한 왜곡을 적게 하기 위해서 일반적으로 사용한 Watermark는 PRN(Pseudo Random Number)이다. 본 연구에서는 Watermark를 일반 이미지로 사용하므로써 mark의 생성이 용이하도록 하였으며, 원 이미지에 대한 왜곡을 줄이고 비정상적인 공격에 강인하도록 DCT와 WT를 사용하였다

III. Watermarking Algorithm

Original Image(O)에서 Watermark(W)를 삽입한 Watermarked Image(O')를 얻고자 할 때, scaling parameter인 α 를 이용하여 O와 W 사이를 조절한다 얻을 수 있는 O'에 대한 식은 다음의 3가지가 있다.[6]

$$O'_i = O_i + \alpha W, \quad (1)$$

$$O'_i = O_i(1 + \alpha W_i) \quad (2)$$

$$O'_i = O_i(e^{\alpha W_i}) \quad (3)$$

여기서 식(1)은 항상 역변환이 가능하고 식(2)와(3)은 $O_i \neq 0$ 일 때 역변환이 가능하다. 따라서 식(2)와(3)은 모든 상황에 적용하기가 어렵다. 본 연구에서는 식(1)의 방법을 적용하였다.

Algorithm 은 그림 1과 같이 나타낼 수 있고, 추출은 삽입과정의 역 과정이다

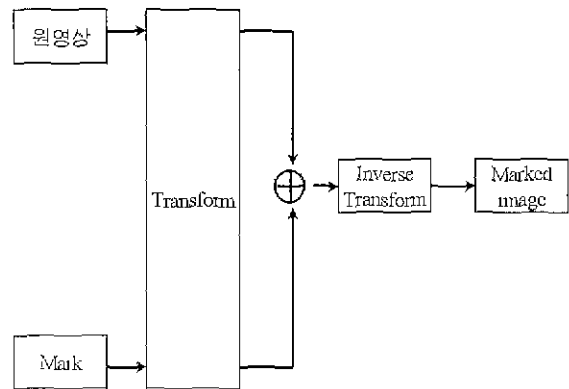


그림 1 Watermark 삽입 과정

IV. 결론

본 연구에서 사용한 Watermark 삽입 Algorithm은 손실 압축 및 기타 이미지 프로세싱 방법들에 대해서 우수한 결과를 얻었다. 손실 압축 방법의 경우 Jpeg를 4가지로 압축해서 테스트했다. Jpeg의 Q팩터를 50,30,20,10%로 실험해 본 결과, Watermark의 추출이 모두 가능했다. 또한, Lowpass-filtering, median filtering 등과 같은 이미지 처리에서도 문제가 없었으며, 기타 Resampling 과 Cropping 처리에도 Watermark를 추출할 수 있었다. DCT와 Wavelet을 복합적으로 사용한 본 연구의 결과는 기존의 DCT나 Wavelet을 단독으로 사용했던 방법보다 향상된 것으로 나타났다. 그러나 Correlation이 낮게 나타난 것은 측정 방법이 Watermark배경의 노이즈에 민감하기 때문이다.

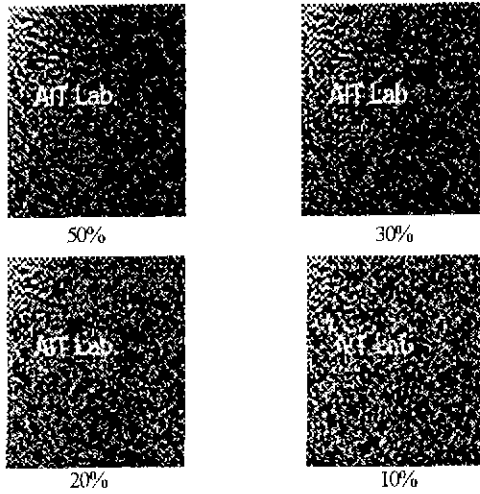


그림 2 Jpeg에서 추출된 Watermark

| Quality Factor | 50% | 30% | 20% | 10% |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| Correlation | 8.85% | 8.23% | 7.30% | 6.30% |

표 1 Jpeg에서 추출된 Watermark의 상관도

향후 디지털 멀티미디어 데이터(Audio, 동영상 등)에 대한 watermark삽입 기술에 대한 연구가 필요하다

참고문헌

[1] Ruanaidh, J.J.K., F.M. Boland and O.Sinnen, "Watermarking Digital Images for Copyright Protection", EVA'96, See http://curwww.unige.ch/~oruanaid/eva_pay.html.

[2] Langelaar, G.C., J.C.A. van der Lubbe and J. Biemond, "Copy Protection for Multimedia Data based on Labeling Techniques", See http://www-it.et.tudelft.nl/html/research/smash/public/benelux_cr.html, 98-03-21.

[3] Berghel, H. and L. O'Gorman, "Digital Watermarking", See http://www.acm.org/~hlp/publications/dig_wtr/dig_watr.html, 98-03-16.

[4] Aura, T., "Practical invisibility in digital communication", See http://deadlock.hut.fi/stc/aura_ih

w96.html 98-03-21

[5] Petitcolas, F. A. P., R. J. Anderson and M. G. Kuhn, "Attacks on copyright marking systems", See <http://www.cl.cam.ac.uk/~fapp2/papers/ih98-attacks/nod-cl.html>, 98-03-23.

[6] Cox, I. J., J. Kilian, T. Leighton and T. Shamon, "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/Workshop/papers/p_19_2.html, 98-03-28

[8] 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.

[9] 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.

[10] Fridrich, J., "Methods for data hiding", See <http://ssie.binghamton.edu/~jirif/resume.html#publications>, 98-03-23.