

---

# 웨이브렛 변환을 이용한 그레이-레벨 영상 워터마킹

민선진<sup>\*)</sup> · 정훈<sup>\*</sup> · 김정화<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>조선이공대학 전자정보과

<sup>\*\*</sup>조선대학교 전자공학과

## Gray-level Image Watermarking using Wavelet Transform

Sun-jin Min<sup>\*)</sup> · Hoon Chung<sup>\*</sup> · Chung-hwa Kim<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Dept. of Electronics & Information, Chosun College of Science & Technology

<sup>\*\*</sup>Dept. of Electronics, Chosun University

E-mail : jhdkim@mail.chosun.ac.kr

### 요 약

디지털 워터마킹 기술은 표준화된 저작권 정보의 확립과 함께 건전한 디지털 정보의 유통을 위해서 반드시 요구되는 기술로 평가받고 있다. 워터마크 방법은 데이터 압축과 같은 영상처리에 의해서 쉽게 워터마크 정보가 손실되는 문제점이 있으므로 디지털 워터마킹의 최우선 과제는 일반적인 영상처리에 의해 워터마크된 영상이 다양한 공격을 받더라도 소유권 주장을 할 수 있는 강인성이 요구된다.

따라서, 본 논문에서는 이산 웨이브렛 변환을 이용해서 그레이-레벨 워터마크 영상을 원영상에 비 시각적으로 삽입하면서 강인성을 유지시킬 수 있는 방법을 제안한다. 기존의 대부분 워터마킹 방법은 원영상에 비해 매우 작은 워터마크 데이터 또는 2진 영상 로고 데이터를 이용했지만, 제안한 방법은 256×256 그레이-레벨 영상을 삽입시킬 수 있는 방법이다.

시험결과 Low-pass Filter, JPEG압축과 같은 공격에 대해서도 소유권을 주장할 수 있는 고화질 영상 데이터를 추출할 수 있었다.

### ABSTRACT

With the establishment of the optimized copyright, digital image watermarking technique is demanded to identify the owner of a certain image and to avoid the unauthorized distribution of digital image copies. Also, a robust watermarking approach should survive several possible attacks, such as image processing and lossy image compression.

The proposed scheme distributes the 256 gray-level signature information in discrete wavelet transform domain of the host image where is very little visible distortion. While much of the previous work used signature data that is a small fraction of the host image, the proposed approach can easily handle gray-scale images.

As the result, stable reconstruction can be obtained even when the images are transformed, JPEG lossy compression or otherwise modified by low-pass filtering operations.

### 키워드

디지털 워터마킹, 이산 웨이브렛 변환, 그레이-레벨 Signature

1. 서 론

정보화사회의 출현과 함께 전자출판, 컴퓨터, 통신, 멀티미디어 기술의 비약적인 발전으로 오디오, 비디오, 이미지, 그리고 텍스트 등의 다양한 매체들의 데이터 형태가 아날로그에서 디지털의 형태로 변화되어 있으며, 인터넷을 통하여 많은 종류의 정보들이 대량으로 유통되면서 정보에 대한 보안 문제와 멀티미디어 콘텐츠에 대한 저작권 정보의 문제가 심각하게 부각되고 있는 현실이다. 이러한 현 시점에서 영상처리 분야에서는 영상 워터마크와 Signature를 위한 워터마크 알고리즘이 새롭게 출현하고 있다. 워터마크는 소유자의 소유권을 확인하기 위해 사용되고, 허가되지 않은 디지털 영상의 불법 복제 배포를 보호하는데 사용된다. 저작권 보호 목적을 위해, 워터마크는 은밀하게 삽입해야 하고 원영상과 워터마크가 삽입된 영상 사이에서 시각적 차이가 없어야 한다. 워터마크는 영상처리 등의 다양한 공격에서도 소유권을 주장할 수 있는 강인성을 가져야 한다.

영상 워터마킹 방법은 주파수영역 기술[1-4]과 공간영역 기술[5-8]로 분류될 수 있다. 주파수영역 기술은 DCT, 푸리에 변환, 웨이블릿 변환과 같은 변환된 계수값을 수정하는 반면에 공간영역 기술은 최소유효비트(LSB)안에 워터마크를 삽입하는 방법, 비밀 키를 의사랜덤 발생기를 이용하여 삽입하는 방법, 적응적 워터마킹 방법, 프랙탈을 기반으로한 방법 등과 같이 선택된 픽셀의 농도값이나 칼라값을 직접 수정하는 방법 등이 있다.

위의 워터마킹 방법은 원영상에 비해 매우 작은 워터마크 데이터 또는 2진 영상 로고 데이터를 이용하여 강인성을 유지하고 있다.

본 논문에서는 원영상을 이산 웨이블릿 변환한 후 저주파밴드의 계수값을 워터마크 데이터에 따라 공간적으로 삽입하였다. 따라서, 기존의 방법들보다 많은 워터마크 데이터를 삽입할 수 있고, LPF(Low Pass Filter),메디안 필터링과 손실 JPEG 압축과 같은 공격에 강인성을 유지 시킬 수 있는 방법이다.

II. 워터마킹 삽입 제안

본 논문에서 제안한 워터마크 삽입 방법은 원영상을 1단계 이산 웨이블릿 변환을 한다. 이때 네 개의 변환영역중 저주파 영역, 수평성분 영역, 수직성분 영역, 대각 영역을 각각 LL, LH, HL, HH 로 그림 1과 같이 나타낸다.

저주파 영역 LL의 계수값을 cA라 할 때, 워터마킹을 위해 cA를 픽셀당 선형적으로 24bit 표현으로 구성한다. 워터마크 영상 역시 각 픽셀당 선형적으로 24bit 표현으로 재구성한다. 이때 워터마크는 24bit의 선형변환된 데이터를 6bit씩 MSB에서 LSB까지 그림 1과 같이 새로운 네 개의 24BIT의 MSB(A', B', C', D') 공간에 배열시키고, 나머지 영역은 0으로 배열시킨다. 따라서, 한 픽

셀은 2x2 블록으로 확장되고, 이 확장된 워터마크를 원영상의 저주파 영역인 LL부분에 가중치  $\alpha$ 로 삽입 시킨다.

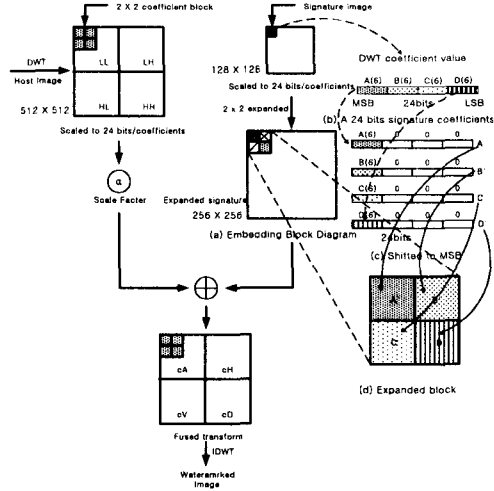


그림 1. 워터마킹 삽입 방법

본 논문에서 제안한 워터마킹 삽입 알고리즘은 그림 2 과 같다.

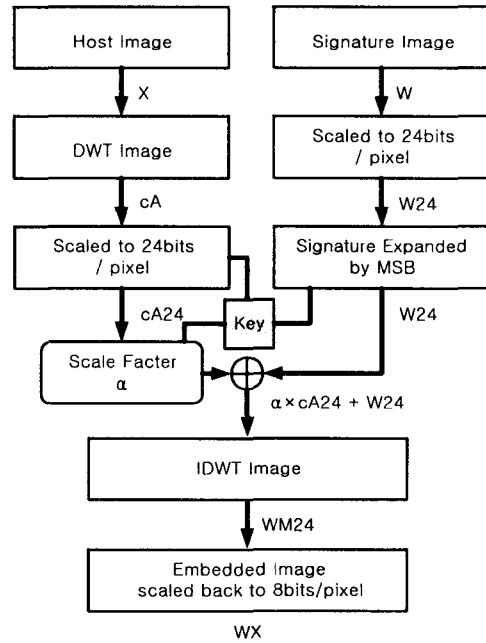


그림 2. 워터마킹 삽입 알고리즘

### III. 워터마크 추출

삽입된 워터마크의 추출은 원영상을 필요로 한다. 추출 순서는 워터마크를 삽입하는 절차의 역으로 다음과 같다.

본 논문에서 제안한 워터마크 추출 방법은 워터마크가 삽입된 영상을 이산 웨이브렛 변환하여 저주파 영역의 LL밴드의 계수를 얻은 후 그 계수를 픽셀당 24bit로 선형변환하여 변환계수값을 구성한다. 그리고 원영상 역시 저주파 영역(LL)의 계수값을 픽셀당 24bit로 선형변환한다. 이 재구성된 영상 데이터와 저주파 영역에 가중치( $\alpha$ )를 준 영상 데이터간에 차영상 데이터를 추출하게 된다. 이 추출된 차영상 데이터를 역 이산 웨이브렛 변환을 하여 각 픽셀당 선형적으로 8bit표현으로 구성함으로써 원래의 그레이-레벨 로고 워터마크(W)를 추출할 수 있다. 워터마크 추출 알고리즘은 그림 3과 같다.

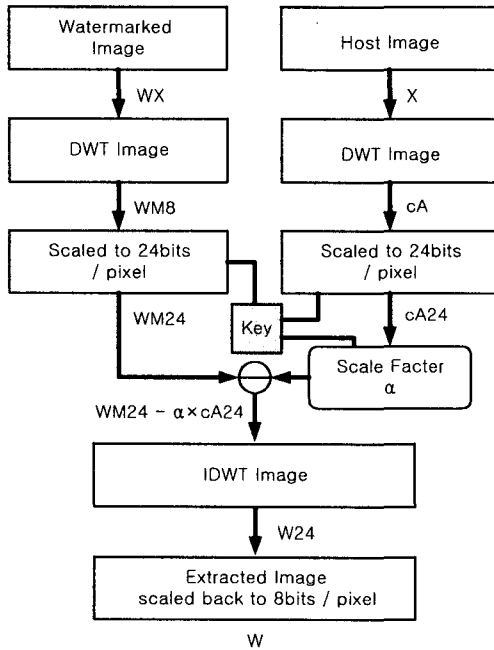


그림 3. 워터마크 추출 알고리즘

### IV. 실험 결과

이 장에서는 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안된 워터마킹의 강인성을 검증하고자 한다.

그림 4(a)는 크기 512×512인 그레이-레벨(8bits)의 원영상이고, 그림 (b)는 크기 128×128인 그레이-레벨(8bits) 워터마크 영상이다.



(a) Lena 영상 (512×512) (b) 워터마크 영상 (128×128)

그림 4. 원영상과 워터마크 영상

그림 5(a)는 워터마크가 삽입된 영상이고, 그림 5(b)는 추출된 워터마크 영상이다.



(a) 워터마크가 삽입된 영상(PSNR 32.38)dB  
(b) 추출된 워터마크

그림 5. 워터마크가 삽입된 영상과 추출된 워터마크

표 1은 제안된 워터마킹 기술이 다양한 영상처리와 손실 JPEG 영상 압축과 같은 공격으로 인해 다소 화질 손실이 발생했지만 이와 같은 공격에서도 충분히 소유권을 주장할 수 있는 강인성을 유지시킬 수 있음을 보여준다. 그림 6(a)는 JPEG 80% 압축된 영상이며, 그림 6(b)는 Low-pass Filter 처리를 한 영상이다. 그림 7은 다양한 영상 처리에 의해 추출된 워터마크 영상이다.



(a) 손실 JPEG 압축 (b) Low-pass Filter

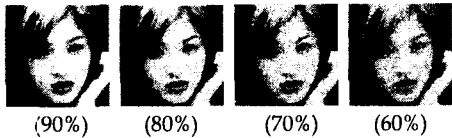
그림 6. 손실 JPEG 압축과 Low-pass Filtering 된 영상

표 1. 다양한 공격 후 추출된 워터마크

가중치	$\alpha=5$	$\alpha=7$	$\alpha=9$	$\alpha=11$	$\alpha=13$	$\alpha=15$	
삽입된 영상	24.95	27.33	29.36	31.00	32.38	33.57	
JPEG	90	29.19	26.99	25.26	23.89	22.66	21.62
	80	25.88	23.53	21.82	20.54	19.43	18.58
	70	23.52	21.49	20.08	18.87	17.88	17.01
	60	21.80	20.12	18.87	17.55	16.42	15.51
	50	20.73	19.21	17.70	16.42	15.24	14.39
	40	19.85	18.02	16.35	15.25	14.25	13.39
	30	18.39	16.32	14.88	13.76	12.97	12.23
	20	15.81	14.13	13.01	11.99	11.16	10.54
10	12.77	11.33	10.41	9.68	8.97	8.48	
Loss-pass Filter	14.75	14.15	13.61	13.09	12.62	12.20	
Median Filter	16.61	15.94	15.27	14.63	14.05	13.54	
Scale down & up	57.74	54.36	54.48	55.45	55.30	62.70	

참고문헌

- [1] Chiou-Ting Hsu, Ja-Ling Wu, "DCT-based watermarking for video", IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 1, Feb 1998, pp. 206-216.
- [2] MARE schneider and Shih-Fu Chang, "A robust content based digital signature for image authentication", Proceedings of IEEE International Conference on Image Processiog, 1996, pp. 227-230.
- [3] J J K. O'Ruanaih, W J. Dowling, and F M. Boland, "Phase waghermarking of digital images", Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 3, 1996, pp. 239-242
- [4] J. Ohnishi and K. Matsui, "Embedding a seal into a pecture under orthogonal wavelet transform", in Proceeding of Multimedia, 1996, pp. 514-521.
- [5] R. G. van schyndel, A. Z. Tirkel, and C. F. Osbone, "A digital watermark", Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 1, 1994, pp. 86-90.
- [6] K. Matsui and K. Tanaka, "Video-Steganography: How to Embed a Signature in a Picture", in Proceedings of IMA Intellectual Property, Jan. 1994, Vol. 1, No. 1, pp. 187-206.
- [7] I. Pitas, "A method for signature casting on digital images", Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 3, 1996, pp. 215-218.
- [8] P. Davern and M. Scott, "Fractal based image staganography", in Proceedings of First International Workshop on Infromation, Hiding, 1997, pp. 279-294.



(90%) (80%) (70%) (60%)



(50%) (40%) (30%) (20%)

(a) 손실 JPEG 압축



(b) Low-pass Filter (c) Median Filter (d) Scaling

그림 7. 다양한 영상처리 후 추출된 워터마크

V. 결 론

본 논문에서는 그레이-레벨 로고 영상을 삽입하는 워터마킹을 제안했다. 원영상을 이산 웨이브렛 변환하여 저주파 영역을 픽셀당 선형적으로 24bit 표현으로 구성하고, 워터마크는 이산 웨이브렛 변환을 하지 않고, 각 픽셀당 선형적으로 24bit 표현으로 구성하여 워터마크를 원영상에 삽입 하였다. 또한 워터마크의 추출은 제안한 알고리즘에 의해서 실행하였다.

실험적 결과를 통해 워터마킹된 원상은 다양한 공격 등에 대해 강인성을 유지시킬 수 있어 소유권을 주장할 수 있음을 증명하였다.