

# 웨이블릿 패킷을 적용한 의료영상의 워터마킹에 관한 연구

이승용\* · 김윤호\* · 류광렬\*

\*목원대학교 IT공학부

## A Study on Medical Image Watermarking with Wavelet Packet

Seung-yong Lee\* · Yoon-ho Kim\* · Kwang-ryol Ryu\*

\*Mokwon University

E-mail : soul@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문은 의료영상 워터마킹에 웨이블릿 패킷을 적용한 연구이다. 웨이블릿 패킷기법을 적용하여 저주파 대역에서 고주파 대역까지 손실을 최소화하므로 의료영상의 분해능을 향상시킨다. 비교분석 실험결과 PSNR은 0.1dB 이상 향상되었고 내구성 평가에서 압축률 60%에서 PSNR이 28dB 이상 얻었다. 결과적으로 의료영상의 화질이 향상되었으며 고의적인 영상왜곡 및 변형 등의 외부 공격에 대해 내구성을 유지하는 결과를 얻었다.

### ABSTRACT

The watermarking on medical images with wavelet packet is presented. The wavelet packet produces the enhancing the resolution from low to high band that minimize the loss on the band. The result on experiment is that PSNR is 0.1dB on image quality and PSNR is 28dB on the durability in compressed ratio 60% over. This proposal allows an enhancing and robust image to stand and oppose the distortion and modification by intention.

## I. 서 론

최근 이미지, 오디오, 비디오 등의 디지털 데이터의 무분별한 불법복제로 인해 저작권을 보호하려는 연구가 다각적으로 제시되고 있다.[1-3] 그중 한가지 방법으로 저자가 디지털 데이터에 소유권을 가려내기 위한 고유의 영상을 삽입하는 워터마킹기법이 있다. 워터마킹 처리기법은 공간영역과 주파수영역 기법으로 나뉘는데 상대적으로 다양한 영상신호처리에 워터마크를 쉽게 손실시키지 않는 주파수 영역 기법이 많이 사용된다.[5]

의료영상이나 위성영상은 고주파대역의 정보가 중요하다. 의료영상을 워터마킹하기 위해서는 저주파대역 뿐만 아니라 고주파 대역까지도 손실을 최소화하는 기법이 중요하다. 근래 제시된 연구 중에는 웨이블릿을 이용한 연구도 제시되고 있다.[4] 본 논문에서는 고주파 대역에서도 분해능이 높은 웨이블릿 패킷기법을 적용하여 고주파대역의 손실을 최소화할 수 있는 워터마킹기법을 제안하고자한다. 전개 방법으로는 원 영상에 웨이블릿 패킷을 적용하고 삽입 할 워터마크영상을

1차 웨이블릿 변환하여 각 서브밴드에 삽입한다. 워터마크 검출시에는 원 영상과 워터마킹된 영상을 웨이블릿 패킷으로 분해하고 서브밴드의 차신호를 추출하여 워터마크 영상을 검출한다. 제안된 워터마크기법의 성능을 검사를 위해 일반적인 웨이블릿 워터마킹기법과 웨이블릿 패킷기법을 실험을 통하여 비교 분석한다.

## II. 워터마킹 제안 기법

### 1. 웨이블릿 패킷

웨이블릿 패킷은 일반적인 웨이블릿 분해와 달리 저주파 대역에서 고주파 대역 모두를 분해한다. 따라서 고주파대역에서의 미세한 처리가 요구되는 분야에 유용한 알고리즘이다. 영상을 1레벨 웨이블릿 패킷으로 분해하게 되면 일반적인 웨이블릿과 같이 4개의 부대역을 얻게된다. 그러나 2레벨 이상으로 분해하면 고주파영역에서도 부대역들이 만들어진다. 분해된 부대역들을 바탕으로 최적화된 웨이블릿 기저를 찾기 위해 비유함수와 베스트 트리 알고리즘을 사용한다. 부모대

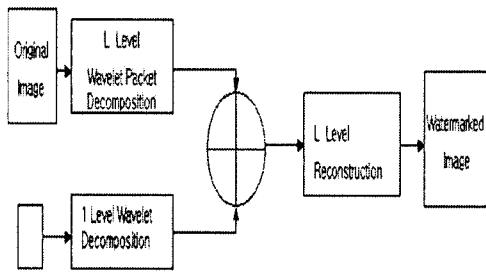
역과 자식대역의 엔트로피를 구하여 비용이 적은 즉, 엔트로피가 낮은 대역을 선택한다. 선택된 대역을 모아 베스트 트리를 얻는다.

그림3은 베스트 트리가 구해진 것을 나타내며 트리에 따라 영상을 분해하면 그림4와 같다.

**2. 워터마크 삽입**

워터마크 삽입과정은 그림1과 같고 요약하면 다음과 같은 과정으로 이루어진다.

- ① 원 영상을 L level로 Wavelet packet 변환한다.
- ② 삽입 할 워터마크는 1 level Wavelet 변환한다.
- ③ 원 영상의 부 대역에 워터마크를 삽입한다.
- ④ 역 Wavelet packet 변환한다.



Watermark

그림1 워터마크 삽입 과정

256 x 256의 원 영상을 3레벨 웨이블릿 패킷으로 분해하면 그림2의 32 X 32크기를 갖는 64개의 부 대역 패턴으로 분리되며 각 부 대역에 비용함수를 적용하여 그림3과 같은 베스트 트리를 구한다.

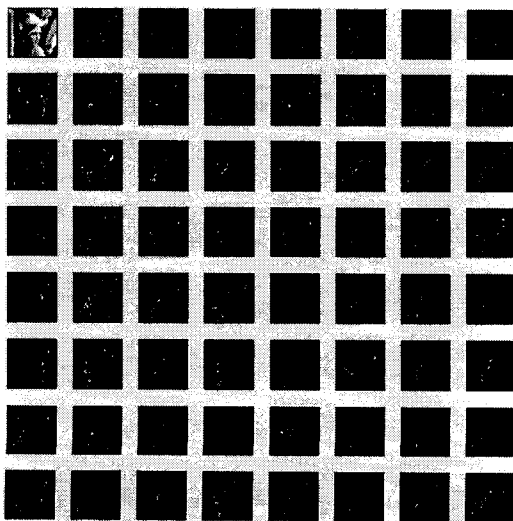


그림2 웨이블릿 패킷 분해 패턴

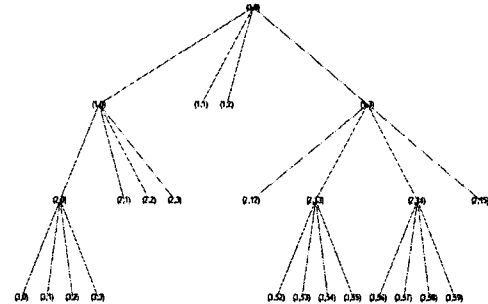


그림3 베스트 트리

원 영상에서 3레벨 웨이블릿 패킷분해된 베스트 트리에 구해진 4개의 서브밴드에 1레벨 웨이블릿 변환하여 워터마크를 삽입하고 다시 3레벨 역 웨이블릿 패킷변환 하여 워터마킹된 영상을 얻는다.

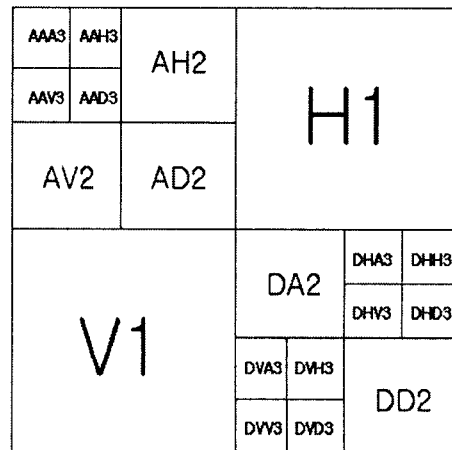


그림4 베스트 트리 영상 분해

**3. 워터마크 검출**

워터마크 검출과정은 그림4와 같고 검출방법은 다음과 같다.

- ① 원 영상과 워터마킹된 영상을 L level로 Wavelet packet 변환한다.
- ② 원 영상과 워터마킹된 영상의 부대역간의 차신호를 계산한다.
- ③ 삽입시 사용된 4개의 부 대역들로 1 level 역 Wavelet 변환하여 워터마크를 추출한다.

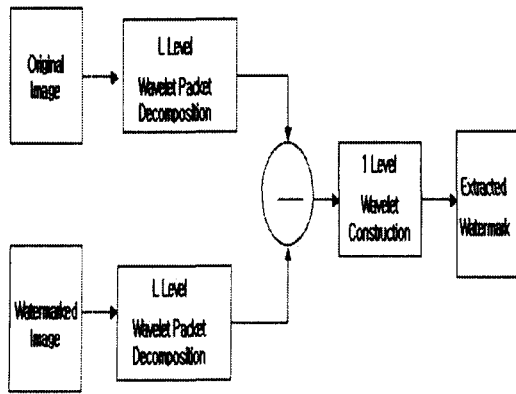


그림5 위터마크 검출 블록다이어그램

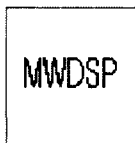
원 영상과 위터마크된 영상을 삽입했을 때와 동일한 레벨로 웨이블릿 팩킷 분해한 후 각 부 대역들의 차 신호를 계산한다. 또한 원 영상의 베스트 트리를 구하여 64개의 부 대역 중 위터마크가 삽입된 4개의 서브밴드를 찾는다. 4개의 서브밴드는 1레벨 웨이블릿 역 변환하여 위터마크를 검출한다.

### III. 실험 및 고찰

웨이블릿 팩킷기법에 대한 평가를 위해 일반적인 256 x 256 Lena 그레이영상과 64x64 이진 위터마크 영상을 실험하였다. 또한 의료영상에서의 평가를 위해 brain, lib, pelvis 등의 256 x 256 영상을 사용하여 위터마크 삽입후의 PSNR값을 비교하였다.



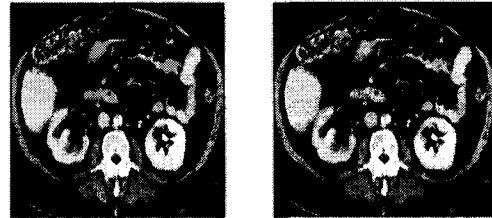
(a)원영상 (b)위터마크된영상



(c)위터마크

그림6 일반영상의 위터마킹

그림 6,7은 일반샘플영상과 의료샘플영상을 웨이블릿 팩킷 위터마킹 기법으로 위터마크를 삽입한 결과이며 일반적인 웨이블릿 기법을 적용하여 위터마크된 일반샘플영상과 의료샘플 영상의 PSNR을 계산하여 비교한 결과 웨이블릿 팩킷기법이 0.1dB이상 향상된 영상을 얻었다.



(a)원영상 (b)위터마크된영상

그림7 의료영상의 위터마킹

표1 영상별 PSNR값(dB)

Image \ Method	Lena	Brain	Pelvis	Abdominal
Wavelet Packet	43.24	42.03	42.73	40.59
Wavelet	43.18	42.01	41.50	40.49

위터마크된 영상의 내구성을 평가하기 위해 JPEG 손실압축과 median filtering을 하였다. JPEG의 압축률은 0%-90%를 가변해서 실험하였고 3x3의 median filtering mask를 사용하여 실험하였다. JPEG 압축실험은 표2와 같이 60%정도의 압축률까지 위터마크를 검출 할 수 있었다. 위터마크된 영상을 median filtering한 영상에서 위터마크를 검출한 영상의 PSNR은 25.63dB을 얻었다.

표2. JPEG손실압축

압축률	압축영상 PSNR	검출결과
0%	43.24	검출
20%	39.13	검출
40%	34.47	검출
60%	28.32	검출
80%	26.80	미검출
90%	25.92	미검출

#### IV. 결 론

웨이블릿 패킷에 의한 워터마킹기법을 평가한 결과 일반 웨이블릿 기법에 비해 PSNR이 0.1dB이상 향상되었다. 고의적인 영상왜곡 및 변형에 대한 내구성 평가에서 JPEG 손실압축은 60%의 압축률에서 28.3dB의 PSNR값을 갖으며 워터마크검출이 가능하였다. 또한 median filtering에서도 워터마크가 검출되었다. 따라서 웨이블릿 패킷기법은 기존의 웨이블릿 기법보다 향상된 영상과 강한 내구성을 갖는다.

#### 참고문헌

- [1] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods , "Digital Image Processing", Prentice Hall, 2002
- [2] Michel Misiti, Yves Misiti, Georges Oppenheim, Jean-Michel Poggi, "Wavelet Toolbox Uesr's Guide", MathWorks, inc, 1997
- [3] I. J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shmoon, "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", IEEE Trans. Image Process, vol. IP-6, no. 12, pp. 1673-1687, Dec. 1997.
- [4] D. Kundur, D. Hatzinakos, "A Robust Digital Image Watermarking Method using Wavelet-Based Fusion", Proc. IEEE ICIP, Santa Barbara, California, Vol. 1, pp. 544-547, 1997.
- [5] X.-G. Xia, C. G. Boncelet, and G. R. Arce, "A Multiresolution watermark for digital images," in Proc. Int Conf. Image Processing 97, vol. I, pp. 548-551, Santa Barbabr, CA, USA, Oct. 1997.