

# 수정 블록 제로 트리를 이용한 영상 압축

권진수, 유지상  
광운대학교 전자공학과

## Image Coding Using Modified Block Zerotree

Jinsoo Kwon, Jisang Yoo Digital Media Lab. Department of Electronic Eng.

Kwangwoon Univ.

sunandsu@explore.kwangwoon.ac.kr jsyoo@daisy.kwangwoon.ac.kr

### ABSTRACT

웨이블릿 변환은 영상을 시간(위치정보)과 주파수 공간(주파수 정보)에서 동시에 표현함으로써 다른 변환 방식과는 큰 차이를 보여준다. 웨이블릿 변환된 2-D 영상은 인간의 시각 체계(Human Visual System)에 적절한 양자화 및 부호화를 위한 계층적 구조를 제공한다. 인간의 시각이 민감하게 감지하는 성분은 정확하게 부호화하고 다른 성분은 적절한 정보의 손실을 허용하는 원리를 이상적으로 적용할 수 있다. 이런 웨이블릿 변환의 통계적 특성을 이용한 제로 트리(zerotree)부호 매입 파일(embedded file)을 생성한다. 본 논문에서는 Shapiro가 제안한 EZW(embedded zerotree wavelet) 알고리즘을 개선하여 각 픽셀 단위가 아닌 Block 단위로 부호화 함으로써 좀더 나은 성능을 보여준다.

### 1. 서론

Shapiro가 제안한 제로 트리 부호화는 스케일에 따른 중요 계수(significant coefficient)의 부채를 예측할 수 있는 알고리즘이다[1]. 제로 트리는 웨이블릿 변환된 2-D 영상 개수들이 통계적 특징을 고려하여 고안해낸 방법으로 기존의 다른 기법들에 비해서 좋은 수행 결과를 보였다[2]. 제로 트리 기법의 특징은 예측 가능한 계수들을 한꺼번에 구조적 심볼로 부호화 함으로써 함축적 부호화가 가능하다는 것이다. 또한 매입 파일을 생성함으로써 압축 비율 조절이 용이하다는 큰 장점이다. 본 논문의 제안 알고리즘은 EZW에서 심볼화를 할 때 주변의 부호화를 해서 많은 비트를 소모하는데 이러한 부분들을 블록으로 분할하여 대표 심볼만을 전송한다는 것이다.<sup>1)</sup>

---

1) 본 연구는 한국과학 재단 주관의 특정기초 연구과제 (98-0701-0201-3)연구비 지원하에 수행되었습니다.

본 논문의 구성은 II장에서는 제로트리 부호화에 대해서 살펴보고 III장에서는 제안한 수정 블록 제로 트리 알고리즘을 설명하고, IV장에서 실험 결과를 제시하고 분석한다.

## II. 제로 트리 부호화

제로 트리 부호화를 위한 가장 중요한 전체 조건은 웨이블릿 변환 영상 계수들의 통계적 패턴으로부터 비롯된다[3]. 저주파수 부분으로 갈수록 웨이블릿 계수들의 크기는 커지고 계수들간의 변화폭(dynamic range)도 크다. 반면, 수직 수평 고주파수 부분으로 갈수록 웨이블릿 계수들의 크기가 작아지고 변화폭도 “0”을 중심으로 작아진다. 저주파수 부분을 coarse(성긴) 스케일이라 하고, 고주파수 부분을 finer(촘촘한) 스케일이라 한다. 제로 트리 부호화를 위한 전제는 이런 통계적 특성을 기반으로 한다. 전제는 다음과 같다. “Coarser 스케일에서 계수가 어떤 임계치에 대하여 중요한 의미를 갖지 않으면 finer 스케일의 같은 방향, 같은 위치의 모든 계수들도 같은 임계치에 대하여 중요한 의미를 갖지 않는다.” 제로 트리는 Parent-Children 관계로 구성되어 있는데 여기서의 정의는 다음과 같다.

- Parent : Coarser 스케일의 계수

- Children : 다음 finer 스케일에서 같은 방향, 같은 위치에 해당하는 모든 계수들

그림 1은 3단계 분할한 영상에서 Parent-Children 관계를 나타낸 그림이다. 작은 박스가 픽셀 값이라고 할 때 finer 스케일로 내려 갈수록 데이터의 수가 4배씩 증가한다. 점선 안의 연결된 구조를 트리 구조라 하고 Parent 노드에서 트리 구조의 루트(root)를 발견하게 되면 그에 해당하는 Children 노드들을 구조적으로 예측이 가능하게 된다.

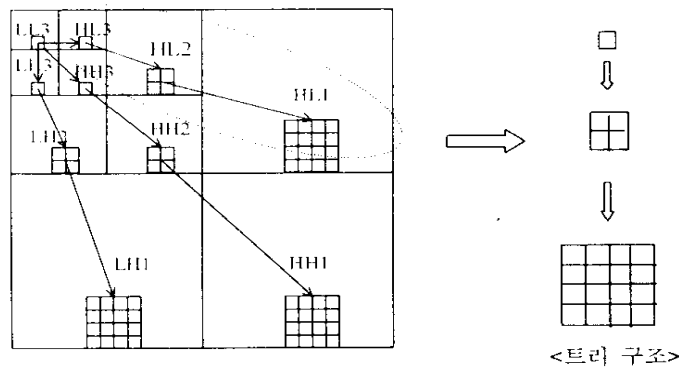


그림 1. 웨이블릿 변환된 영상에서의 트리 구조

Parent 노드에 관한 정보를 먼저 알고 있어야 함으로써 영상을 스캐닝하는 순서가 중요시 된다. 반드시 Parent에서 Children으로, 저주파수에서 고주파수로, coarser(성긴) 스케일에서 finer(촘촘한) 스케일로 읽는다. 그림 2는 밴드별로 영상을 스캐닝하는 순서를 나타낸다.



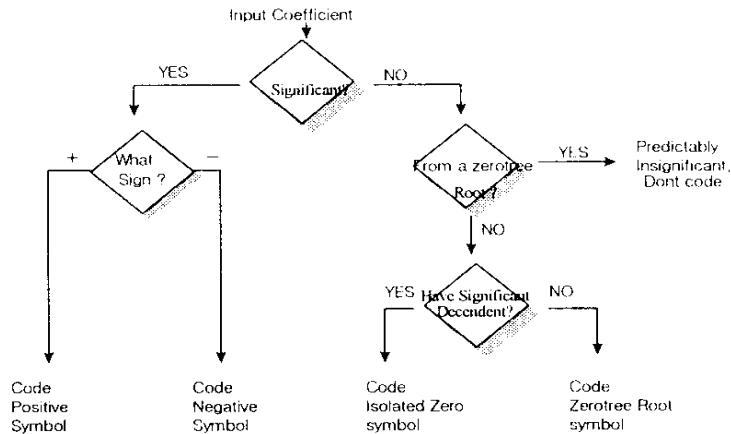


그림 3. Dominant Pass 부호화 순서도

“Subordinate Pass”에서는 Dominant Pass에서 찾은 중요 계수들을 정렬 및 양자화하는 작업이 수행된다. 양자화는 순차 근사 양자화(SAQ : successive approximation quantization)를 사용하여 수행한다. 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) 임계 값 설정 :  $T=2^n$ ,  $n=\log_2[\max(|M_{ij}|)]$ ,  $M_{ij}$  : 계수 값
- (2) 계수값과 임계값 비교 : 심볼 출력
- (3) 중요계수를 Refine : 값을 세밀하게 조정
- (4)  $T=T/2$ , Go to step (2)

### III. 수정 블록 제로 트리 부호화

일반적으로 EZW를 이용한 알고리즘은 한 밴드 내에서의 연관성을 고려하지 않고 밴드간의 연관성만을 고려한 알고리즘이다[4]-[5]. 제안한 알고리즘은 밴드간뿐만 아니라 밴드 내에서의 상관관계를 이용하기 위하여 상위 밴드로 2×2 블록으로 균등 분할하였다. 예를 들어 기존의 EZW는 임의의 zerotree root 픽셀의 주변 픽셀 값을 고려하지 않고 모두 부호화하는 방식이다. 이때 주변의 픽셀의 심볼을 참조하여 주위 픽셀의 심볼 값이 모두 zerotree root인 경우는 대표 픽셀의 심볼 값을 전송하는 방법이다. 가장 Lowest band인 LL5 밴드는 블록으로 나뉘어진 상태에서 최대한으로 성능을 높이고 전송되는 비트량을 줄이기 위해 다음과 같이 부호화 하여 전송한다.

$$M_{(ij)} \div M_{cam} \times 100 \quad (1)$$

복원시에는

$$TM_{(ij)} \times 100 \div M_{cam} + 1 \quad (2)$$

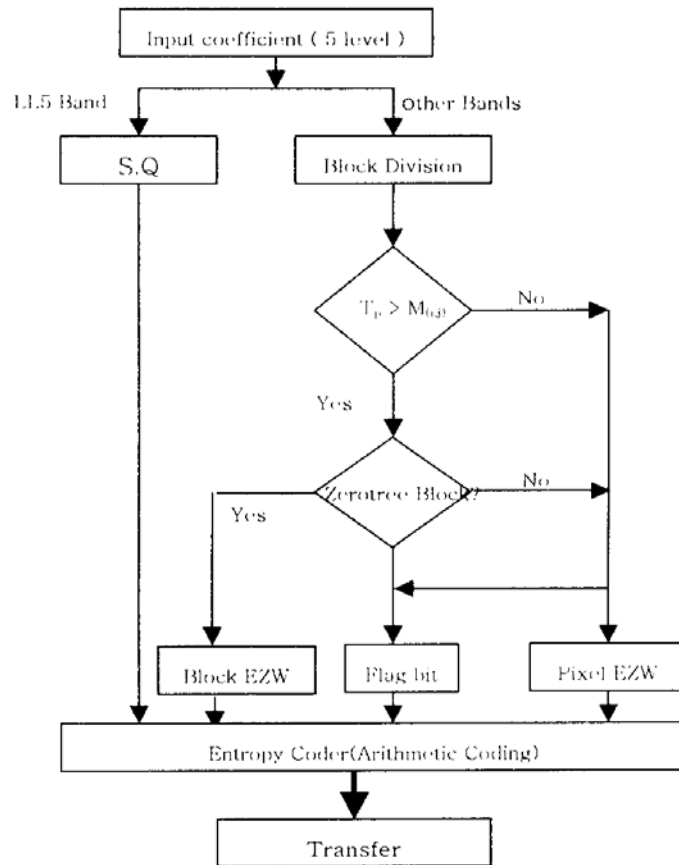
여기서  $M_{(ij)}$ 는 LL5 밴드내의 웨이블릿 변환 계수값이고  $M_{cam}$ 은 그 밴드 내에서 전체 계수 값의 평균값이다. 그리고  $TM_{(ij)}$ 은 전송되어서 복원된 계수 값이다. 식(2)에서 복원 오차를 줄이기 위해 “1”을 더해주었다. 다섯 레벨로 웨이블릿 변환된 영상의 계수 값들 중에서 LH5, HL5, HH5 밴드들의 계수 값을  $2 \times 2$  블록으로 균일하게 나눈 다음에 각각의 블록들 내의 계수 값의 절대 값 중에서 주어진 임의의 임계 값보다 큰 값이 존재하는지 검색하고 다음으로 공간적으로 같은 위치에 있는 하위 밴드들의 계수 값의 절대 값 중에서 앞에서 주어진 임계 값보다 큰 값이 존재하는지 조사한다. 만약에 위의 두 가지의 조건을 현재 블록이 만족하지 않으면 플래그 비트를 할당한다. 그러나 위의 두 가지 조건 중에 하나라도 만족하게 되면 일반적인 픽셀단위 제로 트리 부호를 실행한다. 그림 4는 제안한 알고리즘의 흐름도이다.

#### IV. 실험 결과 및 개선방향

본 논문에서는  $512 \times 512$  크기의 L둠, Barbara, Goldhill 영상을 가지고 테스트를 하였고, 웨이블릿 변환은 5 Level 변환을 하였으며, 여러 가지 다양한 웨이블릿 변환 필터들 중에서 Autonini(9,7) 필터를 사용하였다.

그림 5는 Lena 영상의 EZW와 제안한 알고리즘과의 PSNR 비교를 나타냈고, 그림 6은 Barbara 영상의 EZW와 제안 알고리즘과의 성능 비교를 나타내었다. 그림 7은 Goldhill 영상의 EZW와 제안 알고리즘과의 성능 비교하였다. 실제 약 0.2dB ~ 0.5dB 정도 EZW 보다 PSNR 성능이 개선되었지만, 그림 8의 256:1, 128:1로 각각 압축 복원한 영상들을 보면 그 차이가 미미하다.

앞으로의 개선 사항은 LL5 밴드의 계수 값들을 이용하여 하위 밴드의 중요성을 예측하여 본 논문의 알고리즘에서 발생하는 플래그 비트를 줄일 수 있는 방법을 찾는 것과 중요 계수 (significant coefficient)로 결정된 심볼들이 주변에 존재하면 이를 하나의 심볼로 부호화하는 방법을 찾는 것이다. 또한 부호화된 비트 스트림들 중에서 엔트로피 부호화를 하기 전에 같은 동일한 부호화 심볼이 4개 단위로 반복이 되는 현상을 볼 수 있는데, 이런 부호화 심볼을 하나로 대표하여 부호화를 하면 더욱더 전송되는 비트의 수를 줄이면서도 좋은 성능을 얻을 수 있으며, 복잡한 알고리즘의 계산량을 줄일 수 있는 최적의 알고리즘을 개발하는 것이 필요하다.



S.Q : Scalar Quantization

$T_p$  : 현재 임계값

$M_{00}$  : (i,j)위치의 계수값

그림 4. 제안한 알고리즘 흐름도

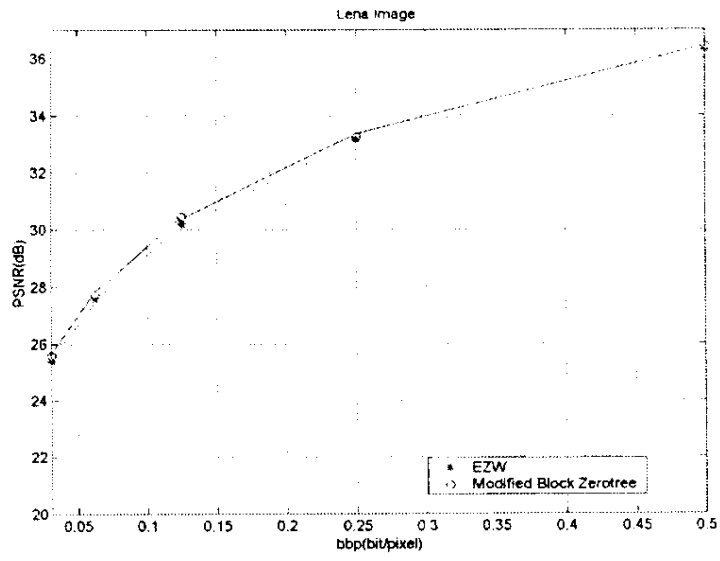


그림 5. Lena 영상의 PSNR

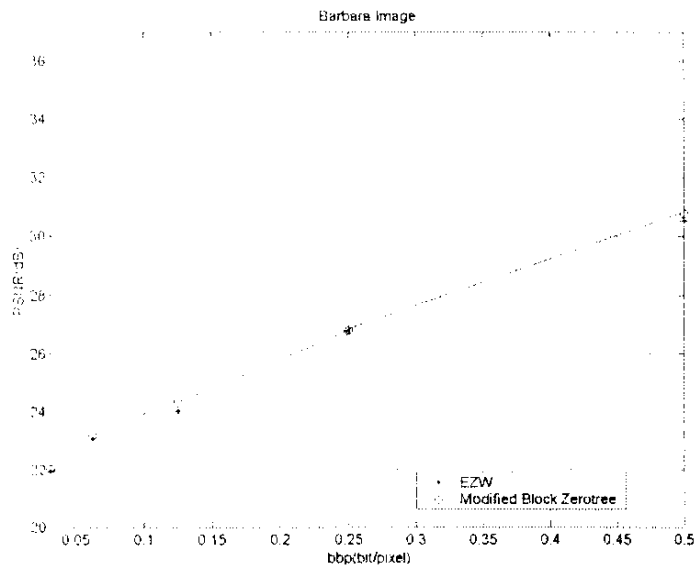


그림 6. Barbara 영상의 PSNR

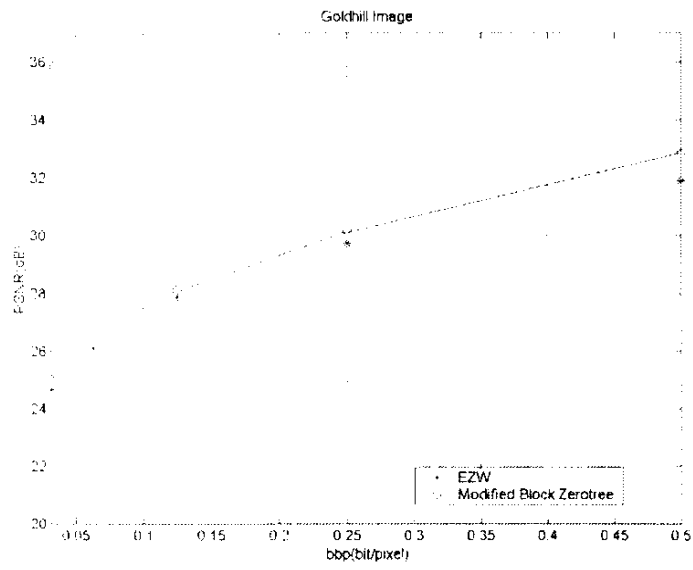


그림 7. Goldhill 영상의 PSNR





(a) 256:1



(b) 128:1



(c) 256:1



(d) 128:1



(e) 256:1



(f) 128:1

그림8. (a),(b) 각 압축 율에 따른 Lena 영상 복원 결과, (c),(d) 각 압축 율에 따른 Barbara 영상 복원 결과, (e),(f) 각 압축율에 따른 Goldhill 영상 복원 결과

## 참고문헌

- [1] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," IEEE Trans. Signal Processing, vol. 41, no. 12, pp. 3445-3463, Dec. 1993
- [2] M. Anconini, M. Barlaud, P. Maubien and I. Daubechies, "Image coding using wavelet, transform," IEEE Trans. Image Processing, vol. 1, no. 2, pp. 205-220, Apr. 1992
- [3] 지연숙, 유지상, 변혜란, “제로트리틀 이용한 웨이블릿 영상 부호화 설계”, 한국 정보과학회 추계 학술대회, 1998년 10월
- [4] 윤정필, 손광훈, 허영, “웨이블릿 변환으로 이용한 블록 기반 영상 압축 기법”, 한국 통신학회 논문지, 제 24권 제4B호, pp. 734-740, 1999년 4월
- [5] 박인성, 김난주, 안재형, “웨이블릿 변환 대역의 특성을 이용한 영상 압축” 충북 대학교 산업과학 기술 연구소 논문집, 11권 1호, pp. 195-203, 1997년