2001年度 第14回 信號處理合同學術大會 論文集 第14卷 1號

개선된 제로트리 구조를 이용한 웨이브릿 기반의 영상 부호화

한명수, 정영훈, 김재호
부산대학교 전자공학과

Wavelet image coding using an improved zerotree-structure

Myung-Su Han, Young-Hoon Jeong, Jae-Ho Kim
Department of Electronic Engineering, Pusan National University
E-mail : mshan9006@home.pusan.ac.kr

Abstract

An improved zerotree-structure based wavelet coding algorithm is proposed. When the descendants of a significant coefficient are all zerotree, its four-childs are coded respectively in conventional EZW. But in the proposed algorithm, a new symbol is assigned for the significant coefficient. Entropy for both methods are analyzed and new coding scheme is proposed. The experimental results show that the proposed algorithm has a better performance than the original EZW algorithm.

1. 서론

DCT기반의 JPEG[1]과 블록 경계현상이 발생하지 않는 웨이브릿 기반의 JPEG2000[2,3]등 정지 영상의 부호화가 많이 사용되고 있다.

특히 이러한 웨이브릿 기반 영상 압축 기법들 중에서 다양하고 복잡한 영상 부호화 알고리즘들은 블록간의 연관성 모델에 기반하여 제시되어 왔다[4~9]. 대표적인 예로 Jerome M, Shapiro의 EZW(Embedded Zerotree Wavelet) 부호화[7]와, Said & Pearlman의 SPIHT(Set Partitioning In Hierarchical Tree) 부호화[9] 방법등이 있다.

본 논문에서는 EZW 알고리즘에서 데이터를 심볼화 할 때 주변의 부호화 되는 심볼들이 같은 종류의 심볼인 경우에도 각각 별개로 부호화를 해서 많은 비트를 소모하는데 비하여 이러한 부분들(4개 화소)을 하나의 심볼로 할당하여, 통계적 분포에 의한 엔트로피를 계산하여 적응적 구간을 적용한 알고리즘을 제안하였다.

2. EZW 알고리즘

제로트리 부호화 방법은 저주파 대역으로부터 고주파 대역까지 문턱값보다 낮은 계수를 제로트리라는 하나의 표본치로 구성 할 수 있기 때문에 전송해야 하는 위치 정보의 수를 효과적으로 줄일 수 있다. 또한 제로트리 부호화 방법은 원하는 비트량을 만족시키며, 에너지가 높은 정보부터 순차적으로 전송을 하기 때문에 점진적 전송에 유리하다.

제로트리 부호화의 전체 단계 과정은 2단계로 나누

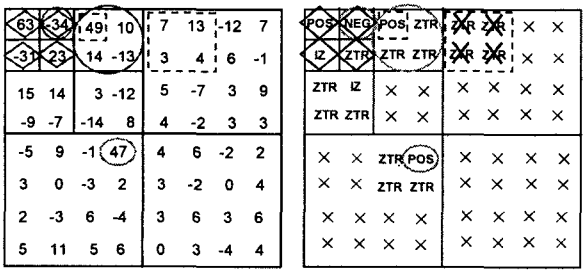
어지는데 주 과정(dominant pass)에서는 임계값을 기준으로 유효 계수(significant coefficient)를 가려내는 단계이다. POS(POSitive)는 어떤 임계치(threshold)보다 크며 계수값의 부호가 (+)일때, NEG(NEGative)은 임계치보다 크며 계수값의 부호가 (-)일때이다. IZ(Isolated Zerotree)는 계수값이 임계치보다 작지만 부모-자식간의 상관관계를 보고서 하위 밴드에서 임계치보다 큰 값이 있을 경우이며, ZTR(ZeroTree Root)는 임계치보다 작으며 부모-자식간의 상관관계에서 하위 밴드의 계수값도 임계치보다 모두 작을 때를 표시한다. 부 과정(subordinate Pass)에서는 주 과정에서 찾은 중요 계수들을 정렬 및 양자화하는 작업이 수행된다. 양자화는 연속 근사 양자화(SAQ)를 사용하여 수행한다[7].

3. 제안하는 알고리즘

3.1. EZW 부호화 알고리즘 분석

EZW 알고리즘을 이용하여 웨이브릿 변환된 계수값의 부호화시 현 계수값과 주변 계수값들과의 연관 관계를 고려하지 않고 하위밴드와의 제로트리 형태의 구조로만 부호화를 하게 된다. 그러므로 동일 밴드 내에서 화소의 웨이브릿 변환된 계수 값들 사이의 연관성으로 인한 많은 중복 심볼이 발생한다.

그림 1은 기존의 EZW 알고리즘과 제안한 알고리즘의 예를 들어서, 심볼 생성을 나타낸 것이다. 그림 1의 (b)는 (a)의 웨이브릿 변환 계수 값을 임계값(threshold) 32를 기준으로 심볼을 발생한 결과이다.



(a) 계수값 (b) 심볼

그림 1. 제로트리 심볼 생성의 예(EZW, proposed)

3.2. 개선된 제로트리 알고리즘 설명 및 분석

본 논문에서 기존의 EZW 알고리즘을 바탕으로 새로운 한 개의 심볼을 할당함으로 중복 심볼 발생을 줄이고자 한다. 또한 입력 영상에 따라서 제안하는 알고리즘을 적응적 적용 방식을 채택함으로써 기존의 EZW보다 더욱 우수한 성능을 가짐을 볼 수 있다. 그림 2는 제안 부호화기의 전체 블록도이다. 입력 영상을 웨이브릿 변환을 한 후 최상위 밴드인 저해상도(LL_band)의 계수는 무손실로 복호기로 보낸다.

그림 3는 제안한 알고리즘으로 기존의 EZW내의 주 과정에서 계수값을 코딩하기 위한 흐름도를 나타내었다.

그림 1의 제안한 알고리즘의 예(threshold=32)에서 상위 밴드의 유효 계수(POS, NEG)에 대한 하위 밴드내 4개의 계수값들이 ZTR의 심볼을 가지고 있다. 이러한 유효 계수에 대해서 새로운 심볼(1비트)을 할당하므로

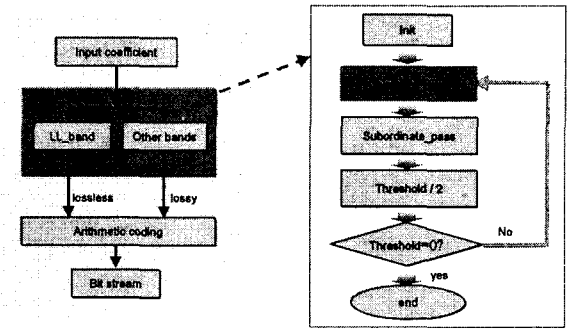


그림 2. 제안하는 알고리즘의 전체 블럭도(인코더)

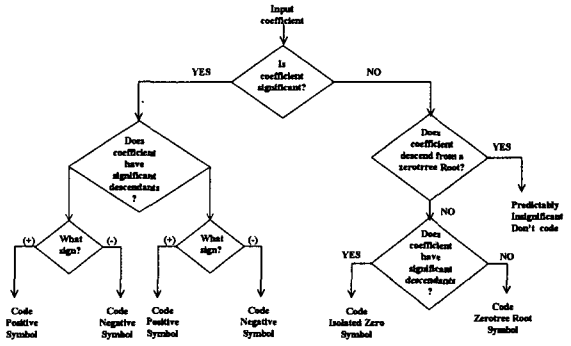


그림 3. 제로트리 부호화를 위한 흐름도(proposed)

하위 밴드의 심볼(4개의 ZTR)을 코딩하지 않아도 된다. 단, 최하위 밴드내의 유효 계수에 대해서는 적용을 하지 않는다.

한 비트를 추가 하는 심볼을 A, 즉 하위 밴드 4개의 화소의 계수가 모두 임계값보다 작다면 '1'로 할당을 하고, D, 즉 하위밴드에 임계값보다 큰 한 개의 유효 계수가 존재한다면 '0'로 심볼을 할당한다. 그림 1에서의 간단한 예제(threshold=32)를 심볼로 나열하였다.

RESULT STREAM

The dominant pass
EZW : P N Z T P T T T T Z T T T T T T T P T T
NEW: P N Z T D D P T T T T Z T T A T P T T

상기의 제안된 알고리즘을 적용시 입력 영상에 따른 적응적 밴드 구간을 적용함으로서 산술 부호화 과정에서 압축률을 높일 수 있다[10]. 즉 그림 1에서처럼 유효 계수(POS, NEG)의 분포가 저해상도에서부터 고해상도로 갈수록(비트 플레인 상위 비트에서 하위 비트로 내려 갈수록) 나타나게 된다.

그림 4은 산술 부호화 과정을 고려해 적용 범위를 비트 플레인으로 나타낸 것이다. 즉 적용 구간을 정할 때에 엔트로피 부호화인 산술 부호화 과정을 위해서 각각 밴드내의 엔트로피를 계산해서 가장 최소의 엔트로피값이 나오는 영역에서는 제안하는 방법을 적용하고 그렇지 않은 영역에서는 기존의 EZW 알고리즘을 적용한다. 이 방법은 산술 부호화에서의 압축 효과를 향상시킨다. 또한 산술 부호화 과정을 위한 스캔 방법은 수평 방향과 대각선 방향에서는 위에서 아래로(수직 방향), 수직 방향에서는 왼쪽에서 오른쪽으로(수평 방향) 스캔하도록 최적화시켰다.

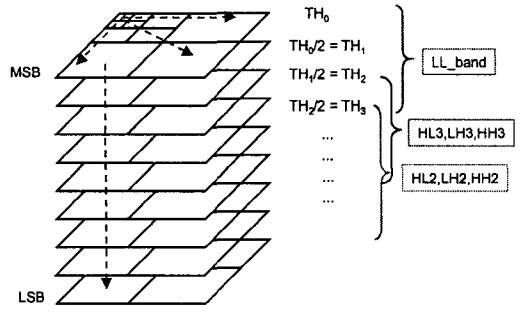


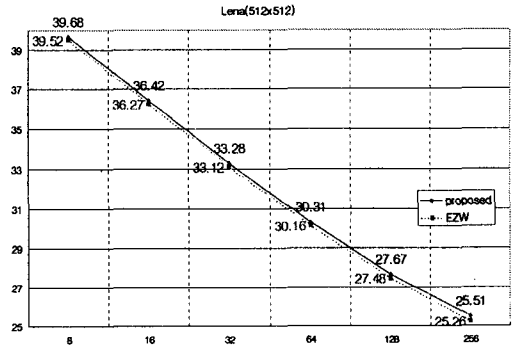
그림 4. 적용 임계 구간을 나타낸 비트 플레인

4. 실험 결과 및 고찰

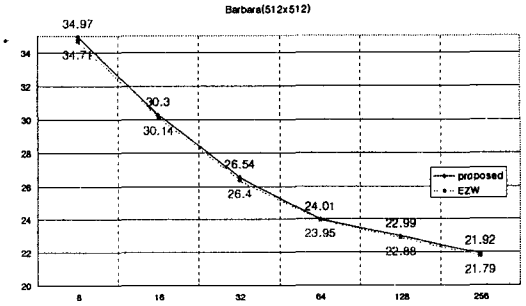
본 논문에서는 512x512 크기의 Lena, Barbara 등의 영상을 Bi-orthogonal 9-7탭 필터를 사용하여 여섯 레벨로 웨이브릿 변환을 하여 코딩하였다.

그림 5에서는 Lena, Barbara 영상을 사용하여, EZW와 제안한 알고리즘과의 PSNR을 압축비를 기준으로 나타내었다.

그림 6은 16:1, 64:1의 압축비에 대해 각각 원 영상과 압축 복원한 영상(EZW, 제안한 방법)을 보였다.



(a) Lena



(b) Barbara

그림 5. EZW와 제안한 방법의 실험 결과

5. 결 론

본 논문에서는 기존의 제로트리 구조를 분석한 후 동일 밴드내의 심볼의 중복성을 하나의 대표 심볼로 할당함으로 기존의 알고리즘보다 효과가 있음을 알 수 있다 또한 각 비트 플레인별로 심볼 분포에 대한 엔트로피를

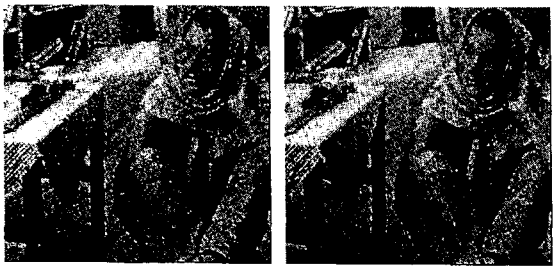
계산하여 적용 범위를 정하였고, 저해상도의 무손실과 산술부호화를 위한 스캔 방식을 최적화 시켰다.

실험 결과로 제안한 방법에서의 개선 효과는 기존의 EZW 알고리즘보다 0.2~0.3dB정도 높게 나타난다. 또한 주관적 화질면에도 개선되었음을 볼 수 있다.

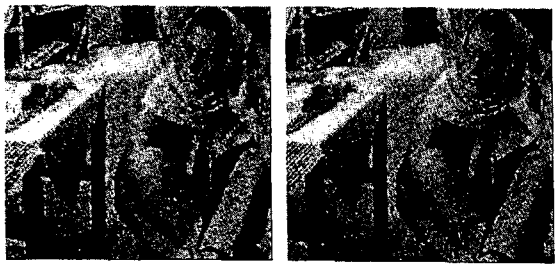
연구 사항으로 심볼들의 엔트로피를 계산하여 제안한 알고리즘의 적용 범위를 더욱 최적화 시킨다면 더 향상된 효과를 얻을 수 있을 것이다.

(a)EZW(0.5bpp) (b)제안한 알고리즘(0.5bpp)

(c)EZW(0.125bpp) (d)제안한 알고리즘(0.125bpp)



(e)EZW(0.5bpp) (f)제안한 알고리즘(0.5bpp)



(g)EZW(0.125bpp) (h)제안한 알고리즘(0.125bpp)

그림 6. Lean, Barbara 영상

참고 문헌

[1] G. K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard," *IEEE Trnas. On Consumer Electronics*, vol.38, no.1, Feb.,1992.

[2] M. Vetteri and J. Kovacevic, *Wavelet and and Subband Co*ding, Prentice Hall, 1995.

[3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG1, "JPEG-2000 requirements and profiles, ver. 5.04.1," Mar. 1999.

[4] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu and I. Daubechies, "Image coding using wavelet transform, " *IEEE Trans. on Image Processing*, vol.1, no.2, pp. 205-220, Apr. 1992.

[5] X. Wang and S. Panchanathan, "Wavelet transform coding using NIVQ," *Proc. of SPIE* vol. 2094, pp.1347-1356, 1993.

[6] J. N. Bradley, C. M. Brislawn, and T. Hopper, "The FBI wavlet/scalar qunatization standard for grayscale fingerprint image compression," *Proc. of SPIE*, Visual Info. II, pp.293-304, 1992.

[7] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," *IEEE Trans. on Signal Processing*, vol.41, no.12, pp.34445-3462,1993.

[8] L. J. Nelson, "Wavelet-based image compression : commercializing the capabilities." *Advanced Imaging*, pp.16-18,1996.

[9] A. Said and W. A. Pearlman, "A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierachcal trees," *IEEE Trans. Circuits syst. Video Technol*, vol.6, pp.243-250 Jun. 1996.

[10] I. Witten, R. Neal, and J. Cleary, "Arithmetic coding for data compression," Comm. ACM, vol. 34, pp.30-44, Apr. 1991.