

웨이블렛 변환 계수의 제로트리를 이용한 영상압축

Image Compression with using Wavelet Conversion Coefficients of Zerotree

서한석* 박세원** 임화영***
 (Han-Seog Seo) (Se-Won Park) (Hwa-Young Yim)

요약

임베디드 제로트리 웨이블렛(EZW : Embedded Zerotree Wavelet) 알고리즘은 원본 영상을 웨이블렛 변환하고 그 변환된 데이터를 이용하여 영상을 압축하는 기법으로써, 간단한 구조형태를 이루며 그 효율이 또한 매우 우수한 알고리즘이다. 본 논문은 이를 개선하여 압축 효율을 향상 시킨 것이다. 기본적으로 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘은 웨이블렛 변환된 데이터의 중요도를 판단하고, 그 중요도와 위치정보를 4가지로 분류하여 저장하게 된다. 이 부호는 P, N, Z, T로 나타내며 이 중 P,N은 데이터의 크기와 관련한 중요도를 의미하고, 그 위치 정보를 Z, T 부호로 나타낸다. 각각의 부호들은 주부호화 과정을 통해 저장되게 되는데 이때 Z, T의 정보가 중복저장 되어 데이터양이 증가하게 된다. 본 논문에서는 중복 저장되는 데이터 량을 줄이기 위해 기존의 부호에 중복 기능을 나타내는 4가지 부호를 추가한 수정된 임베디드 제로트리 알고리즘을 제안하고, 이를 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛(EZZW, Extended Embedded Wavelet) 알고리즘으로 명명하였다. 제안된 알고리즘은 다양한 영상을 대상으로 영상 품질을 정량적으로 표현한 PSNR(Peak Signal To Noise Rate) 수치를 비교하여 우수한 결과를 확인하였다.

Abstract

EZW, also known as Embedded Zerotree Wavelet, is a technique that allows transforming original images into wavelet, then again compressing images using the transformed data. This algorithm demonstrates a simple structure and remarkable effectiveness. This paper has reformed the EZW to improve a compression efficiency. Fundamentally, EZW evaluates the priority level of wavelet-transformed data and stores them into four different categories considering the priority level of the data as well as their location information. The four categories are represented as the symbols P, N, Z, and T. Here, P and N correspond to the volume of data and the priority level whereas Z and T show the location information of data. Each letter is stored through the process of dominant pass. However, here is when the data of Z and T are stored redundantly which lead to unnecessary increase of data volume. In this paper, we propose a modified version of Embedded Zerotree Wavelet algorithm, which is designed to efficiently reduce the volume of redundantly stored data using four additionally inserted symbols. We name it EZZW, Extended Embedded Zerotree Wavelet. The proposed algorithm demonstrates the efficiency verified by a number of image and confirms an outstanding result through the PSNR(Peak Signal To Noise Rate) values, which measure their quality of images.

Key words : EZZW, embedded, zerotree, wavelet, EZW

* 주저자 : 광운대학교 제어계측공학과 박사과정
 ** 공저자 : 일진전기
 *** 공저자 및 교신저자 : 광운대학교 로봇학부 교수
 † 논문접수일 : 2012년 4월 16일
 † 논문심사일 : 2012년 5월 14일
 † 게재확정일 : 2012년 5월 16일

I. 서 론

현재 가장 널리 이용되고 있는 정지 영상 압축 방식인 JPEG(Joint Photo Graphic Expert Group)등과 같은 기존의 표준은 8*8 블록에 대한 DCT(Discrete Cosine Transform)를 기반으로 하고 있어 낮은 비트율에서 블록의 경계가 두드러지는 블로킹 현상(Block Effect)이 단점으로 지적되고 있다[1][2][3]. JPEG의 DCT 변환을 대신해서 웨이블릿 변환 영상의 효율적인 부호화 방법 또한 연구가 진행되어 왔고, JPEG2000등에서 사용되고 있다. 입력 영상을 고주파 통과 필터와 저주파 통과 필터를 사용하여 다중 해상도 영상을 표현한다. 영상분석이나 압축 등의 여러 분야에서 많은 이점을 가진다[3][4][5].

임베디드 제로트리 웨이블릿(EZW; Embedded Zerotree Wavelet)알고리즘은 웨이블릿 변환된 영상을 효과적으로 부호화 하는 알고리즘이다[6]. 이 기법은 연속 근사 양자화(Successive Approximation Quantization), 제로트리 구조(Zerotree-structure), 임베디드 부호화(Embedded coding)와 같은 특성을 갖는 알고리즘으로 단순하면서도 압축효율이 높은 효과적인 기법이다. 임베디드 제로트리 웨이블릿 알고리즘을 수행할 때에 4개의 부호를 사용하여 부호화를 하는데, 4가지 부호는 중요한 계수를 나타내는 P, N과 중요 계수의 위치정보를 나타내기 위해 사용되는 Z, T로 나눌 수 있다. 제로트리 부호화 과정에서 피라미드 형태로 된 계수 값들은 부모와 자식 간의 관계를 이룬다. 부모와 자식 간의 관계를 반복적으로 검사해서 임계값을 기준으로 중요한 계수와 중요하지 않은 계수를 판별한다. Z부호는 현재 임계값에서는 중요하지 않은 계수이지만, 해당 계수의 하위 계층의 자식노드에는 중요계수가 존재한다. 따라서 중요한 계수의 검출을 위해서 항상 후손 계수를 부호화 하는 과정이 따른다.

본 논문에서는 기존 임베디드 제로트리 웨이블릿 알고리즘을 이용하여 주부호화 과정(dominant pass)에서 사용된 4가지 부호에 새롭게 4가지 부호를 추가한 향상된 알고리즘을 제시한다. 즉, 기존 임베디드 제로트리 웨이블릿 알고리즘에 사용하는

4가지 부호 P = positive coefficient, N = Negative coefficient, Z = isolate Zero, T = Zerotree와 제안된 확장 임베디드 제로트리 웨이블릿 (EEZW : Extended Embedded Zerotree Wavelet)에 새로 추가된 T_1 = Zerotree 1, T_2 = Zerotree 2, Z_1 = isolate zero 1, Z_2 = isolate zero 2의 4가지 부호를 추가한다. T_2 는 연속된 T 가 발생시 T 의 재 정의를 하여 압축률을 높이는 새로운 알고리즘이다. 예를 들어 순열이 $PNZT/PTTT/TZTT/TTTT/TPTT$ 라고 나왔을 때 반복되는 부호에 대한 TT 를 T_1 으로 TTT 를 T_2 라고 대체할 수 있다. 제안된 확장 임베디드 제로트리 알고리즘으로 주 부호화 과정을 통한 부호의 순열은 $PNZT/PT_2/TZT_2/T_2/TPT_1$ 로 대체된다. 기존 임베디드 제로트리 웨이블릿 알고리즘 보다 부호를 나타내는 비트수가 2비트에서 3비트로 증가를 했지만 주 부호화 과정에서 반복되는 부호에 대한 데이터 수를 새로운 부호로 대체하여 데이터의 수를 줄일 수 있다.

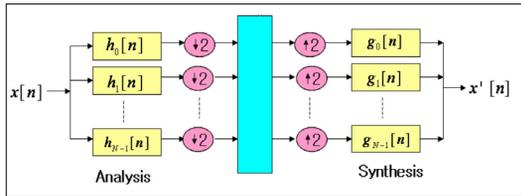
II. 임베디드 제로트리 웨이블릿(EZW) 알고리즘

웨이블릿을 기반으로 한 영상압축의 가장 효율적인 알고리즘의 하나인 임베디드 제로트리 웨이블릿 알고리즘(이하 EZW : Embedded Zerotree Wavelet)은 Shapiro가 제로트리(zerotree) 기법을 사용하여 효율 높은 압축 알고리즘을 제안 하였다. 이는 임계값(threshold)을 설정하여 계수(coeffcient)의 절대치가 주어진 임계치보다 작은 경우를 중요하지 않은 계수 (insignificant coefficient)로, 반대의 경우를 중요한 계수(significant coefficient)로 정의 하였다. 또한 중요하지 않은 계수로 구성된 공간트리를 제로트리로 정의하였다. 이를 기반으로 제안된 알고리즘이 EZW이다[6][8].

1. 2차원 영상의 웨이블릿 변환

영상을 웨이블릿 변환하게 되면 <그림 1>과 같이

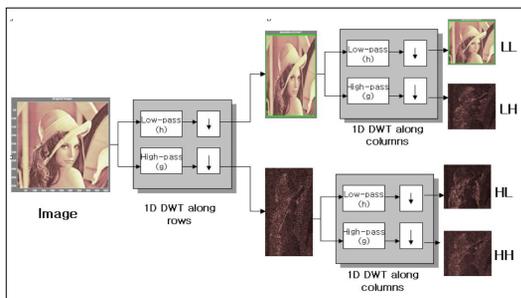
서로 다른 단계의 다중 해상도 부대역(Multi-resolution subband) 영상들로 나눌 수 있다. 영상 처리를 위한 2차원 웨이블릿 변환은 분석단에서 영상의 행을 따라 두개의 대역을 분할하는 필터를 사용하여 다운 샘플링을 하며, 열 변환으로 이 과정을 반복한다. $h[n]$ 과 $g[n]$ 은 필터를 의미하며 합성 단에서는 분석단의 반대 과정을 통해 $x'[n]$ 를 복원한다.



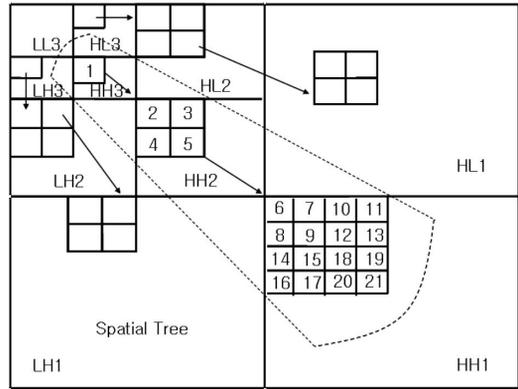
〈그림 1〉 부대역 블록도
(Fig. 1) Subband block map

부대역 부호화(Subband coding)는 <그림 2>와 같이 영상을 필터에 통과시켜 영상의 집합으로 만드는 것을 말한다. 각각의 부 영상은 공간적 주파수의 제한된 구간을 포함하고 있으며 이들 각각의 영상 집합을 부대역(subband)이라고 부른다.

이산 웨이블릿 변환(DWT : Discrete Wavelet Transform)은 필터 뱅크(Filter Bank) 개념으로 실행되는데 이 필터 뱅크는 원 영상을 <그림 3>과 같이 수평(HL: High Low), 수직(LH : Low High), 대각(HH :High High), 그리고 기본대역(LL : Low Low)의 부대역으로 분해된다. 각각의 부대역은 원 영상의 1/4 크기로 된다. 그리고 기본대역은 4개의 부대역으로 재분해할 수 있다.



〈그림 2〉 영상의 대역 분해
(Fig. 2) Subband decomposition image process



〈그림 3〉 부모-자식 종속관계
(Fig. 3) Parent-child dependencies of subband

2. 제로트리 구조 및 자기상과 관계

EZW 기법에서는 압축효율을 높이기 위해서 앞에서 말한 제로트리라 정의된 데이터 구조를 정의하였다. 이것은 어떤 스케일의 웨이블릿 계수의 절대 값이 임계 값 T보다 작으면, 그 계수를 중요도가 낮은 계수라고 하고, 나머지 하위 스케일에서 같은 방향 같은 위치에 나타나는 웨이블릿 계수들은 모두 임계값 T에 대하여 중요도가 낮다고 가정을 한다[6].

<그림 3>은 영상에 대한 이산 웨이블릿 변환을 이용한 다중 해상도 분해를 보여준다. HH3 대역에 있는 계수 '1'은 직선 형태로 갖는 하위 대역의 HH2에 4개의 후손계수를 가지고, HH2의 하위 대역의 HH1에서는 16개의 후손 계수를 가지게 된다. 다른 상위 대역도 같은 형태를 가지는 후손계수를 가지게 된다. 이렇게 영상의 같은 위치를 복원하게 되는 부모-후손 계수들 간에는 서로 연관성을 가지고 있고 일반적으로 부모 계수에서 후손 계수로 갈수록 계수의 값이 작아지고, 부모계수의 값이 크면 후손계수의 값도 클 확률이 높고, 부모계수의 값이 작으면 후손계수들의 값도 작을 확률이 높다. 이것이 이산 웨이블릿 분해된 영상의 계수에 대한 자기상관관계를 말한다.

2. 부호화 과정

EZW 압축 방법은 제로트리 양자화의 부모-자식 관계를 이용하여 대응하는 웨이블릿 계수들을 예측한다. EZW 부호화에서 주 부호화 과정은 웨이블릿 변환된 계수에 대하여 임계값을 기준으로 중요도를 판별하고 계수를 부호화 시키는 과정이다.

부호화 혹은 복호화 과정에서, 웨이블릿 계수들은 2개의 분리된 목록인 중요 목록(dominant list)과 종속목록(subordinate list)을 갖는다. 즉 부호화 혹은 복호화 과정에서 발생한 중요 목록에는 아직까지 중요한 계수로 판명되지 않은 계수들의 좌표 값을 포함하고 있다. 종속 목록에는 중요한 계수로 판명된 계수들의 크기 값을 포함한다. 이와 같이 중요도 판별의 기준이 되는 임계값의 설정이 필요한데 초기 임계값(initial threshold, T_0)는 식 (1-1) 같이 정의 할 수 있다.

$$T_0 = 2^{\lfloor \log_2 (|C_{MAX}|) \rfloor} \quad (1-1)$$

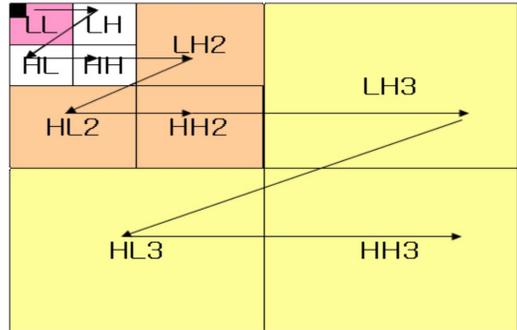
여기서 C_{max} 는 가장 큰 웨이블릿 계수 값으로 정한다.

1) 주 부호화 과정

주 부호 과정에서는 웨이블릿 계수를 부호화하기 위하여 제로트리 구조를 4가지의 부호로 표시했는데 각각의 부호에 대한 정의는 <표 1>과 같다.

주 부호화 과정에서 중요도를 판별하기 위한 검색 방법은 <그림 4>와 같은 Morton 검색 방법을 이용한다.

이는 영상의 정보가 많이 포함된 저주파 대역에서 시작하여 고주파 대역으로 진행하고, 웨이블릿의 계수 값과 임계값을 비교하여 <표 1>의 EZW 부호화를 수행한다. 부호화는 입력된 계수를 비교하여 중요한 계수로 판별 되어 부호화 되면, 그 계수의 크기 값은 '0'으로 변환한다. 보다 작은 임계값을 가지는 다음 주 부호화과정에서 제로트리 발생을 방지한다.



<그림 4> 부분 대역의 검색 순서
<Fig. 4> Scanning order of subband

<표 1> EZW 부호화에 사용된 4가지 부호
<Table 1> Four codes used in EZW coding

Symbol	Definition
P (Positive Coefficient)	계수의 절대값이 T 보다 크며, 부호가 양수인 경우
N (Negative Coefficient)	계수의 절대값이 T 보다 크며, 부호가 음수인 경우
Z (Isolate Zerotree)	계수의 절대값이 T 보다 작지만 하위 계층에 T 보다 큰 계수가 존재하는 경우
T (Zerotree Root)	계수의 절대값이 T 보다 작고, 하위 계층에 T 보다 큰 계수가 존재하지 않는 경우

2) 종속 부호화 과정

종속 부호화 과정은 종속 목록에 포함 되어진 값들을 검색 하면서, 복호화기 에서 복원될 값을 부가의 비트 정밀도를 갖도록 보다 세밀히 양자화한다. 이는 종속 부호화 과정 동안에, 복호화된 값의 불확실 구간(uncertainty interval)을 결정하는 양자화 스텝의 크기를 절반으로 줄이는 효과가 있다. 이를 통하여 양자화 값과 실제 계수의 차이에 대해 실제 계수 값이 불확실 구간의 상위에 포함된 것을 나타내기 위해 부호 '1'로 부호화 하고, 실제 계수의 값이 하위 구간에 포함된다는 것을 나타내기 위해 부호 '0'으로 부호화 한다. 종속 부호화 과정이 끝나면, 종속 목록의 크기 값들을 내림차순으로 정렬한다.

III. 웨이블렛 변환 계수의 제로트리를 이용한 영상압축 알고리즘

주부호화 과정에서 주요한 부호인 P, N 은 계수의 절대값이 임계값 보다 큰 데이터를 표현하는 부호로써, 임의의 2차원 데이터에 대해 임의의 비트율에서 정지하지 않는 완전 복원 압축의 경우에 식 (2-1) 같은 최대값을 가지게 된다.

$$\sum P, N_{j \leq m \times n} \quad (m: \text{행의 갯수}, n: \text{열의 갯수}) \quad (2-1)$$

하지만 T 는 주부호화 과정의 종료인자로서 반복 추가되고, Z 는 자식 계수의 데이터가 임계값을 넘어 섬에 따라 반복적으로 추가된다.

따라서, 본 논문에서 이러한 반복적으로 들어가는 T, Z 의 계수의 수를 줄이기 위해 2bit의 부호화 데이터의 크기를 3bit로 확장하고, 추가되는 부호를 통해 T, Z 의 수를 줄여줌으로써, 압축효율을 향상시킬 수 있는 수정된 임베디드 제로트리 알고리즘을 제안하고 이를 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛(EEZW : Extended Embedded Zerotree Wavelet) 알고리즘이라고 명명한다.

1. 부호의 확장

2bit의 데이터 크기를 3bit로 확장하게 되면 추가로 표현할 수 있는 부호의 개수는 4개가 늘어난다. 이때 4개의 확장된 부호를 <표 2>와 같이 확장한다. 또한, 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘의 주부호화 데이터 순열의 특징을 반영한 것으로 T, Z 부호의 반복성을 고려하여 선정하였다. Z_1 은

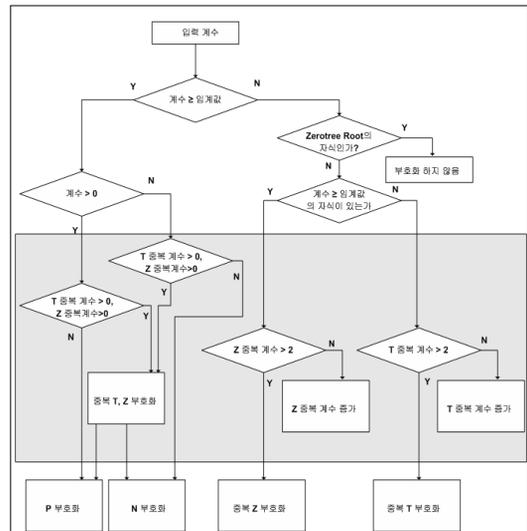
<표 2> EEZW에 추가된 부호 및 표현 방법
(Table 2) Additional codes in EEZW and Representation method of extended codes

기존 EZW 부호 / EZW	EEZW 부호(추가된 부호) / EEZW
P : positive / ZZ	Z_1 : isolate zero 1
N : negative / ZZZ	Z_2 : isolate zero 2
Z : isolate zero / TT	T_1 : zerotree root 1
T : zerotree root / TTT	T_2 : zerotree root 2

자신은 Z 를 의미하고 다음 데이터가 Z 임을 의미하는 추가된 부호이다. 이와 같은 방법으로 T_2 는 자신은 T 이고 다음 2개의 데이터가 T 임을 표현한 부호이다. 다음과 같이 데이터를 줄일 수 있다.

2. 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛(EEZW)을 이용한 영상 압축 알고리즘의 구현

제안된 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘은 주부호화 과정에서 T, Z 부호에 대해 부호의 중복도를 저장하는 변수의 추가와 각부호의 저장 전에 기존의 T, Z 부호의 중복도 변수에 대해 적용하는 부분을 추가함으로써, 기존의 주 부호화 과정 알고리즘의 큰 변화 없이 구현할 수 있다. <그림 5>는 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘의 구현 블록도이다. <그림 5>의 각 부호의 부호화 과정 전에 Z, T 의 중복 계수를 판단하는 부분만을 추가하여 기존의 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘의 구조를 수정 할 필요 없이 간단하게 구현할 수 있다. 주 부호를 복원하는 과정에서는 각 중복 계수 부호만큼 부호를 추가해 주면서 복원하면 추가 과정 없이 알고리즘을 구현할 수 있다.



<그림 5> 확장 임베디드 제로트리(EEZW)알고리즘의 구현 구조
(Fig. 5) Structure of Extended Embedded Zerotree Algorithm

3. 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛(EZSW)과 임베디드 제로트리 웨이블렛(EZW) 알고리즘의 주부호화 데이터 비교

<표 3>은 주 부호화 데이터를 이용한 확장 임베디드 제로트리 알고리즘으로 어느 정도의 중복성을 줄일 수 있는 지를 표현하고 있다. 변환된 데이터는 실제로 다음과 같이 데이터가 축소됨을 확인 할 수 있다.

주요한 특징은 주부호의 데이터의 개수가 전체적으로 37% 줄어들고 있다. 데이터의 총 비트수는 6.5% 정도 줄어들고 있다. <표 3>의 결과는 기본 데이터의 비트(bit)수가 2에서 3으로 확장됨으로써, 데이터 자체를 표현해야 할 데이터의 양이 늘어나는 단점이 있으나 주 부호화 과정과 종속 부호화 과정이 증가 할수록 전체적인 비트수는 줄어든다. 끝에 정렬이 되도록 정렬을 양쪽 배분으로 한다.

IV. 실험

실험은 기존의 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘과 본 논문에서 제안된 확장-임베디드 제로트리 웨이블렛(3bit) 알고리즘을 이용하여 Lena, Barbara, Goldhill, 영상에 대한 부호화 과정 후 복호화 과정까지 수행한 결과물을 사용하여 제안한 방법이 제대로 복호화가 가능한지를 비교하고 성능을 확인하는 순서로 진행하였다[8].

본 논문의 실험에 사용된 영상은 모두 256*256 크기의 흑백 (Grayscale, 8bit) 영상을 사용하였으며, 이산 웨이블렛 변환 분해를 6번 시도한 후 실험에 적용하였다. 실험에 사용된 영상의 원본은 실제 Lena, Barbara, Goldhill 영상에 EEZW를 적용함에 있어 3bit경우와 4bit경우의 결과를 비교 검토해 보았다. 각각의 영상은 256*256의 흑백(Grayscale, 8bit)데이터이며, 6단계 이산 웨이블렛 변환을 적용한 결과를 확장 임베디드 제로트리 웨이블렛 알고리즘에 적용한 것이다.

사용한 성능지표는 오차의 제곱의 평균에 대한 상대적인 수치인 PSNR(PSNR : Peak Signal To Noise Rate)을 사용한다. 식 (3-1)은 PSNR의 수식이다.

<표 3> EEZW, EZW 주부호화 데이터
<Table 3> Dominant pass data of EEZW, EZW

Path	변환 방법	데이터	개수
1	EZW	PNZT/PTTT/TZTT/TTTT/PTT	20
	EEZW	PNZT/PT ₂ /TZT ₂ /T ₂ /TPT ₁	13
2	EZW	ZTNP/TTTT/TTTT	12
	EEZW	ZTNP/T ₂ T ₂ /T ₁	7
3	EZW	ZZZZ/ZPPN/PPNT/TNNP/TPTT/NTTT/TTTT/TPTT/TPTT/TTTT/TTTP/TTTT/TT/TT/TTTT	56
	EEZW	Z ₂ Z ₁ /PPN/PPNT ₁ /NNP/TPT ₁ /NT ₂ /T ₂ T ₁ /PT ₂ /PT ₂ /T ₂ /T ₂ P/T ₂ T ₂ /T ₂ /T ₂	30
4	EZW	ZZZZ/ZZZT/ZTZN/ZZZZ/P TTP/TPPT/PNPT/NTTT/TTP T/PNPP/PPTT/TTTP/TPTT/TPNP	56
	EEZW	Z ₂ Z ₂ /ZT/ZTZN/Z ₂ Z/PT ₁ P/T PPT/PNPT/NT ₂ /T ₁ PT/PNPP/PPT ₂ /T ₁ P/TPT ₂ /PNP	41
5	EZW	ZZZZ/ZTZZ/ZZZT/PZZZ/T TPT/TTTN/PTPP/TTPT/TTN P/PNTT/TTPN/NPTT/PTTP/PTTT	56
	EEZW	Z ₂ Z ₁ /TZ ₂ /Z ₁ T/PZ ₂ /T ₁ PT ₂ /T N/PTPP/T ₁ PT ₂ /NP/PNT ₂ /T PN/NPT ₁ /PT ₁ P/PT ₂	36
6	EZW	ZZZT/TZTT/TZTT/TTTN/NTTT	20
	EEZW	Z ₂ T ₁ /ZT ₂ /ZT ₂ /T ₁ N/NT ₂	10

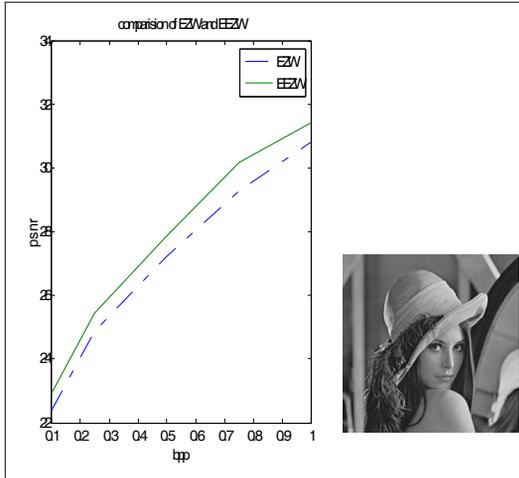
다. 동일한 형식으로 결론을 작성한다. 식 (3-1)은 PSNR의 수식이다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) [dB] \quad (3-1)$$

평균자승오차(MSE : Mean Square Error)는 원래의 영상과 복원된 영상의 화소값 간의 평균자승 오차이다. 본 지표는 높을수록 원본과 가까운 영상임을 나타낸다.

개별적인 영상에 있어 정량적인 PSNR 수치의 증가는 확연히 드러나고 있다. 또한, 영상의 전영역

의 향상은 아니지만 부분별로 영상의 복원력이 증강되었음을 확인 할 수 있었다.



<그림 6> Lena 영상, EZW, EEZW의 동일 bpp에 대한 PSNR수치

<Fig. 6> PSNR of same bpp for a Lena image between EZW and EEZW

주요한 특징은 주부호의 데이터의 개수가 전체 <표 4>에 3가지 영상별 고정된 bpp값의 변화에 대한 EZW, EEZW 알고리즘의 PSNR수치를 비교하여 <표 4>에 나타냈다. 이들 결과로부터 확인해 보면, 모든 경우에 EEZW가 높은 PSNR 수치를 보이는 것을 확인 할 수 있다.

<표 4> bpp에 대한 각 알고리즘의 PSNR수치
<Table 4> PSNR for each algorithm at fixed bpp

bpp	Lena (256*256)		Barbara (256*256)		Goldhill (256*256)	
	EZW	EEZW	EZW	EEZW	EZW	EEZW
0.10	22.3726	22.9107	19.8430	20.0100	23.5803	23.8467
0.25	24.8687	25.4340	20.8530	21.0534	25.8851	26.2228
0.50	27.2161	27.8476	22.6377	22.8990	27.6642	28.2482
0.75	29.2901	30.1707	23.5070	23.7544	29.4496	29.9589
1.00	30.8116	31.4335	24.2490	24.7757	30.5054	30.9491

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 임베디드 제로트리 웨이블릿(EZW : Embedded Zerotree Wavelet) 알고리즘을 개선하여 웨이블릿 변환 계수를 이용한 영상 압축을 위한 확장-임베디드 제로트리 웨이블릿(EEZW : Extended Embedded Zerotree Wavelet)을 새로이 제안하였다. 본 연구의 알고리즘은 기존의 임베디드 제로트리 웨이블릿 알고리즘의 주 부호화 과정에서 발생하는 동일한 부호의 중복을 기호화 하여 수록 용량을 축소하는 방법을 제시함으로써, 압축 효율을 증가시킬 수 있었다.

본 논문의 영상 압축을 위한 확장-임베디드 제로트리 알고리즘을 통해 다양한 영상에 적용하여 기존 알고리즘 보다 성능의 우수함을 입증해 보였다. 실험에 적용한 모든 영상에 대해 대략 0.5dB의 PSNR(Peak Signal To Noise Rate)수치 증가를 보였으며, 각 영상이 동일한 압축율을 갖는 경우에도 PSNR수치의 증가를 보임으로서 향상된 기법임을 객관적으로 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] K.R Rao and J.J Hwang, "Techniques & standards for Image for Video & Audio coding," prentice Hall, 1966.
- [2] W.B pennebarker and J.L Mitchell, "APEG Still Image Data Compression Standard," Van Norstrand Reinhold Publishers N. Y, 1993.
- [3] Sidney Burrus C, Gopinath R A and Guo Haital. "Introduction to wavelets and wavelet transform," New Jersey : Prentice-Hall, 1988.
- [4] M. Antonini, M.Barluad, P Mathieu and I Daubechies, "Image coding using wavelet transform," IEEE Trans. Image Processing, vol. 5, pp. 4-15, Jan.1966.
- [5] E.Yeung, "Image compression using Wavelet," IEEE CCECE'97, vol. 1, pp.241-244, May. 1997.
- [6] Jerome M. Shappiro, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients," IEEE

- Trans. on signal Processing, vol. 41, no. 12, July, 1989.
December 1993.
- [7] S.G Mallat, "A theory for multi-resolution signal decomposition the wavelet representation," IEEE Trans.Patt Analy Mach.Intell, vol. 11, pp.674-693, [8] J.M Shapirro, "An Embedded Wavelet Hierarchial Image Coder," IEEE ICASSP'92, vol. 4, pp.657, 660, Mar. 1992.

저자소개



서 한 석 (Seo, Han-Seog)
2011년 : 광운대학교 박사과정 수료(제어계측전공)
2008년 2월 ~ 현 재 : 광운대학교 공학석사(제어계측전공)



박 세 원 (Park, Se-Won)
2007년 : 광운대학교 석사과정 수료(제어계측전공)
2007년 8월 ~ 현 재 : 일진전기 재직중



임 화 영 (Yim, Hwa-Young)
1984년 : 한양대학교 박사과정 수료(전기공학전공)
1984년 2월 ~ 현 재 : 광운대학교 로봇학부 교수