

論文2002-39SP-3-5

# 다중 기술에 근거한 임베디드 제로트리 웨이블릿 부호화

## (Embedded Zerotree Wavelet Coding Based On Multiple Description)

嚴日奎 \*

(Il Kyu Eom)

### 요 약

다중 채널을 위한 다중 기술 부호화는 복호기가 채널의 일부분의 정보만 수신함으로써 유용한 영상 복원을 할 수 있다. 본 논문에서는 새롭게 설계된 EZW 부호기를 이용하여 효율적인 다중 기술 부호기를 제안한다. 먼저 확장된 문턱값과 두 번의 부과정을 거치는 EZW 부호기를 설계하고, 이 부호기를 이용하여 두 개의 부호 채널을 가지는 다중 기술 부호기를 제안한다. 제안된 부호기의 성능을 평가하기 위하여 두 개의 채널과 두 개의 기술을 가지는 영상 압축 실험을 행하고 이를 최근에 보고된 결과와 비교하였다. 폴리 페이즈 변환을 사용한 결과와 비교하여 제안 부호기의 성능이 더 우수함을 볼 수 있었다.

### Abstract

Multiple description coding is source coding for multiple channels such that a decoder which receives an arbitrary subset of the channels may produce a useful reconstruction. This paper presents an efficient multiple description coder using a newly designed EZW coding method. We first propose EZW coder which has expanded threshold and two subordinate passes. And then we present multiple description coder which has two coding channels using the proposed EZW coders. To evaluate the performance of the proposed coder, we provide an image coding applications with two descriptions and compare multiple description image coding results reported to date. Simulation results show that the proposed method has a better performance than the polyphase transform method.

**Keyword :** Multiple Description Coding, Embedded Zerotree Wavelet, Threshold Overlap, Threshold Expansion, Error Resilient

### I. 서 론

다중 기술 부호화(Multiple Description Coding : MDC) 방법은 다양한 채널의 통하여 신호가 전송 또는 저장 될 때, 일부분의 채널이 유실되더라도 전송 또는

저장된 신호를 최대한 복구하고자 하는 새로운 기법이다.<sup>[1-6]</sup> 이를 위해서는 전송 또는 저장하고자 하는 신호에 부가 비트를 포함해야 한다. 부가적인 비트를 추가함으로써 비트율의 상승을 유발하게 되지만 추가적인 비트를 할당함으로써 채널의 일부가 유실되더라도 적절한 신호를 복구할 수 있는 것이 훨씬 유리하다고 볼 수 있다. 최근 인터넷 사용의 급격한 증가로 인하여 다중 기술 부호화의 중요성과 활용도가 높아지고 있으며, 대용량 데이터베이스를 위한 RAID 형태의 저장 매체에 대한 저장 방법으로 다중 기술 부호화 방법이 효율

\* 正會員, 密陽大學校 情報通信工學科  
(Dept. of Information and Communications, Miryang National University)

接受日字:2001年11月21日, 수정완료일:2002年4月4日

적으로 사용될 수 있다.

그림 1은 두 개의 채널과 세 개의 수신단을 가지는 전형적인 다중 기술 부호화 시스템을 나타낸다. 부호기는 입력 신호를 받아서 각 채널로 전송할 신호에 대하여 일반적으로 상이한 부호화를 수행하고, 이를 각 채널을 통하여 전송한다. 두 채널을 통하여 부호화된 신호를 모두 받았을 경우에는 중앙 복호기(decoder 0)가 두 신호를 조합하여, 최소의 오차를 가지는 신호를 복원한다. 한편 하나의 채널이 유실되고, 하나의 채널만 동작할 경우에는 부호기 1 또는 부호기 2가 동작하여, 전송된 신호를 복구한다.

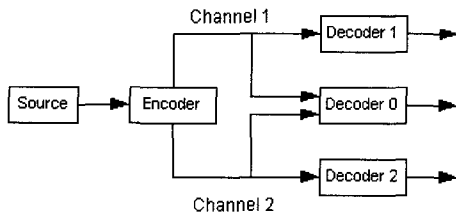


그림 1. 두 개의 채널과 세 개의 수신단을 가지는 다중 기술 부호화 시스템  
Fig. 1. A MDC system with two channels and three receivers.

다중 기술 부호화 방법은 스칼라 양자화를 이용한 방법<sup>[1-4]</sup>, 상관 변환을 이용한 방법<sup>[7,8]</sup>, polyphase 변환을 사용한 방법<sup>[5]</sup> 등으로 크게 나눌 수 있다. 스칼라 양자화를 이용한 방법은 인덱스를 할당하는 방법이 중요하고, 상관 변환을 이용한 방법은 비상관 변환된 계수에 대하여 상관 변환을 수행할 적절한 변환이 필요하게 된다. 위의 방법들은 시스템의 복잡도가 높고, 인덱스 할당과, 비상관 계수에 대하여 다시 한 번 상관 변환을 수행해야 하는 제약이 따른다. Polyphase 변환을 이용한 방법은 입력 신호를 polyphase 변환으로 나누고, 나누어진 두 개의 입력 신호에 대하여 낮은 비트율과 높은 비트율을 할당하여, 다중 기술 부호화를 수행하는 방법이다. 이 방법은 낮은 복잡도로 높은 성능을 실현할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 확장된 문턱값을 사용하는 새로운 EZW 방법을 제안한다. 제안된 EZW 방법은 한 번의 주과정과 두 번의 부과정을 거치는 EZW 방법으로 다중 기술 부호화를 수행하는데 적합한 방법이다. 제안된 방법을 이용하면, 간단한 구조를 가지고 우수한 성능의

다중 기술 부호화를 구현할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 EZW에 대하여 살펴보고, 복원값 및 최대 양자화 오차에 대한 이론적인 분석을 하며, 3장에서는 확장된 문턱값 레벨을 사용하는 새로운 EZW 방법을 제안하고 복원값 및 최대 양자화 오차에 대한 이론적인 분석을 수행한다. 4장에서 제안된 EZW 방법을 이용한 다중 기술 부호기 및 복호기를 설계하고, 5장에서는 실험 결과를, 6장에서는 결론을 맺는다.

## II. EZW 부호화

EZW 부호화 방법<sup>[6]</sup>은 각 웨이블릿 계수를 문턱값과 비교하여 POS(positive significance), NEG(negative significance), IZ(isolated zero), ZTR(zerotree root)라는 네 가지의 표본치를 생성한다. 표본치를 생성하기 위한 문턱값은 일반적으로 최초의 문턱값은 2의 승수배가 되도록 결정한다. 초기 문턱값을  $T_0$ , 마지막 문턱값을  $T_L$ 이라 하면 문턱값의 설정은 다음과 같다. 즉,

$$T_i = 2^{-i} T_0 \quad (i = 0, 1, 2, \dots, L) \quad (1)$$

EZW 부호화의 전체 과정은 주과정(dominant pass)와 부과정(subordinate pass)의 두 단계로 나누어진다. 주과정에서는 주어진 문턱값과 웨이블릿 계수를 비교하여 언급한 네 개의 표본치를 만들어낸다.  $i$ -단계에서 주과정에 대한 복원값  $D_{d,i}$ 는 다음과 같이 나타난다.

$$D_{d,i} = (-1)^{d_i} \frac{3}{2} T_i \quad (2)$$

여기서 표본치가 POS일 경우  $d_i = 0$ 이고, 표본치가 NEG인 경우에는  $d_i = 1$ 의 값을 가진다. 주과정에 대한 최대 양자화 오차  $E_{d,i}$  다음과 같다.

$$E_{d,i} = \pm \frac{1}{2} T_i \quad (3)$$

부과정에서는 POS 및 NEG 표본치에 대하여 값의 정밀도를 한 번 더 높인다. 부과정에서의 문턱값은 주과정의 복원값  $D_{d,i}$ 이며, 정밀도의 방향을 위한 표본치는 P와 N으로 표현한다. 이와 같이 만들어진 모든 표본치는 신호 부호화되고 정해진 비트수가 만족될 때까지 부호화 과정을 반복한다.

부과정까지에 대한 복원값  $D_{s,i}$ 는 다음과 같다.

$$D_{s,i} = D_{d,i} + (-1)^{s_i} \frac{1}{4} T_i \quad (4)$$

여기서 부과정의 표본치가 P일 경우  $s_i=0$ 이고, N인 경우에는  $s_i=1$ 의 값을 가진다. 부과정에 대한 최대 양자화 오차  $E_{s,i}$ 는 다음과 같다.

$$E_{s,i} = \pm \frac{1}{4} T_i \quad (5)$$

i-단계에서 시작하여 마지막 단계까지 복원값  $D_{s,L}$ 은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D_{s,L} &= D_{d,i} + (-1)^{s_i} \frac{1}{2} T_{i+1} + (-1)^{s_{i+1}} \frac{1}{2} T_{i+2} + \dots \\ &\quad + (-1)^{s_{L-1}} \frac{1}{2} T_L \\ &= D_{d,i} + (-1)^{s_i} \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} T_i + (-1)^{s_{i+1}} \frac{1}{2} \\ &\quad \cdot \frac{1}{2^2} T_i + \dots + (-1)^{s_{L-1}} \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2^{L-i}} T_i \\ &= D_{d,i} + \frac{1}{2} T_i \sum_{k=i}^{L-1} (-1)^{s_k} \left(\frac{1}{2}\right)^{k-i-1} \end{aligned} \quad (6)$$

### III. 확장된 문턱값을 가지는 EZW 부호화

제안된 확장된 문턱값을 가지는 EZW 부호화 방법은 기존의 EZW 방법에 비하여 2배 확장된 문턱값과 두 번의 부과정을 사용한다. 초기 문턱값을  $T_0$ , 마지막 문턱값을  $T_L$ 이라 하면 문턱값의 설정은 다음과 같다. 즉,

$$T_i = 2^{-2i} T_0 \quad (i=0, 1, 2, \dots, L) \quad (7)$$

예를 들어 초기 문턱값  $T_0=512$ 라면 문턱값은 계열은  $512 \rightarrow 128 \rightarrow 32 \rightarrow \dots$ 의 순서로 설정된다.

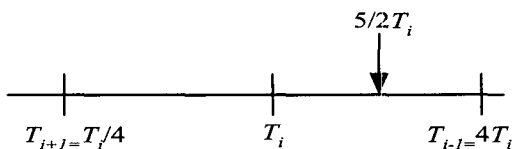


그림 2. 확장된 문턱값과 복원값의 관계  
Fig. 2. The relationship between the expanded threshold and the decoding value.

그럼 2는 문턱값의 변화를 설정할 경우 복원값을 나타내고 있다.

문턱값  $T_i$ 에 대하여 이전의 문턱값과 다음의 문턱값은 각각  $4T_i, T_i/4$ 이다. 이 때 주과정에 대한 복원값  $D_{d,i}$ 는 다음과 같다.

$$D_{d,i} = (-1)^{d_i} \frac{5}{2} T_i \quad (8)$$

최대 양자화 오차  $E_{d,i}$ 는 다음과 같다.

$$E_{d,i} = \pm \frac{3}{2} T_i \quad (9)$$

식 (9)에서 볼 수 있듯이, 확장된 임계값을 가지는 EZW 부호화 방법에서 주과정의 양자화 오차는 식 (3)과 비교하여 볼 때, EZW 부호화 방법보다 3배 크게 나타난다. 이러한 오차는 두 번의 부과정을 도입하여 줄일 수 있다.

첫 번째 부과정을 위한 문턱값  $D_{d,i}$ 를 사용하여 부과정을 실시한 후의 복원값  $D_{s,i}$ 와 양자화 오차  $E_{s,i}$ 는 각각 다음과 같다. 즉,

$$D_{s,i} = D_{d,i} + (-1)^{s_i} \frac{3}{4} T_i \quad (10)$$

$$E_{s,i} = \pm \frac{3}{4} T_i \quad (11)$$

문턱값  $|D_{s,i}|$ 를 사용하여 실시한 두 번째 부과정 후의 복원값  $D_{s,i}$ 와 양자화 오차  $E_{s,i}$ 는 다음과 같다. 즉,

$$D_{s,i} = D_{d,i} + (-1)^{s_k} \frac{3}{4} T_i + (-1)^{s_k} \frac{3}{8} T_i \quad (12)$$

$$E_{s,i} = \pm \frac{3}{8} T_i \quad (13)$$

i-단계에서 시작하여 마지막 단계까지 복원값  $D_{s,L}$ 은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D_{s,L}^1 &= D_{d,i} + [(-1)^{s_i} \frac{3}{4} + (-1)^{s_k} \frac{3}{8}] T_i + \dots \\ &\quad + [(-1)^{s_{L-1}} \frac{3}{4} + (-1)^{s_{L-1}} \frac{3}{8}] T_L^1 \\ &= D_{d,i} + [(-1)^{s_i} \frac{3}{4} + (-1)^{s_k} \frac{3}{8}] T_i + \dots \\ &\quad + \frac{1}{4^{L-i}} [(-1)^{s_{L-1}} \frac{3}{4} + (-1)^{s_{L-1}} \frac{3}{8}] T_L^1 \end{aligned}$$

$$= D_{a,i}^1 + T_i^1 \sum_{k=i}^L \left[ \frac{3}{4} \cdot (-1)^{s_k} + \frac{3}{8} \cdot (-1)^{s_k} \left( \frac{1}{4} \right)^{k-i} \right] \quad (14)$$

주어진 문턱값에 대하여, 모든 웨이블릿 계수에 대한 표본치 할당이 끝났을 경우 제안된 확장된 문턱값을 가지는 EZW 방법은 기존의 EZW와 비교하여, 최대 양자화 오차보다 1.5배 만큼 크다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 최대 양자화 오차가 커지는 이유는 문턱값의 범위를 넓게 잡은 결과에 기인하며, 이러한 성질이 본 논문에서 제안하는 다중 기술 부호화 방법에 유용하게 사용된다.

#### IV. 중첩 문턱값을 이용한 다중 기술 부호화

2-채널 다중 기술 부호화기는 2개의 부호기를 가지며, 각 부호기는 서로 상관 관계를 가지고 있다. 다중 기술 부호화에서 상관 관계를 설정하는 방법이 가장 핵심적이며, 이에 따라 다중 기술 부호기의 성능이 결정된다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 III장에서 제안한 확장된 문턱값을 가지는 2개의 EZW 부호기와 문턱값 중첩을 사용한 2-채널 다중 기술 부호화기를 제안한다.

초기 문턱값을  $T_0$ , 마지막 문턱값을  $T_L$ 이라 하고, description 1 ( $D_1$ )에 대한 문턱값을  $T_1^1$ , description 2 ( $D_2$ )에 대한 문턱값을  $T_1^2$ 라 하면 각 문턱값은 다음과 같이 나타난다.

$$T_1^1 = 2^{-2i} T_0 \quad (15)$$

$$T_1^2 = 2^{-(2i+1)} T_0 \quad (16)$$

두 문턱값의 관계는 다음과 같다.

$$T_1^1 = 2T_1^2 \quad (17)$$

그림 3에서 볼 수 있는 바와 같이  $D_1$  및  $D_2$ 의 문턱값은 기존의 EZW의 문턱값과 비교하여 2배의 범위를 가진다. 또한  $D_1$  및  $D_2$ 의 문턱값은 서로 중첩된 영역을 가진다. 즉, 하나의 웨이블릿 계수는 두 문턱값에 대하여 두 번 작용을 하게되며, 이 작용에 의해서 상관관계가 발생하게 된다.

그림 4는 제안된 다중 기술 EZW 부호화기를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 웨이블릿 계수는 문턱값  $T_1^1$ ,  $T_1^2$ 에 의해서 각각 부호화되고, 산술부호화를 거

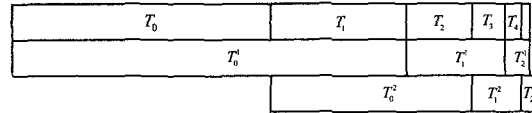


그림 3. 문턱값의 결정 방법

Fig. 3. The determination of the threshold.

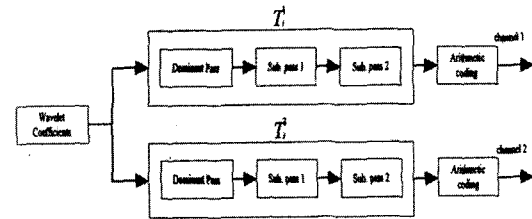


그림 4. 제안된 다중 기술 EZW 부호화기

Fig. 4. The proposed Multiple description EZW coder.

친 후, 채널 1과 채널 2로 각각 전송된다.

다중 기술 부호화 방법에서는 채널이 유실될 경우, 신호를 복원하기 위한 부가 정보를 결정하고, 이를 각 채널을 통하여 신호 정보와 함께 보내 주어야 한다. 본 논문의 방법을 사용하면, 부호화의 과정에서 웨이블릿 계수는 기존의 EZW와 비교하여 반의 해상도로 항상 두 개의 기술( $D_1$ ,  $D_2$ 의)에 포함되게 된다. 즉,  $D_1$ ,  $D_2$ 는 항상 상관관계를 가지며, 이 상관관계를 이용하여, 두 개의 채널에 대하여 적절한 영상 신호를 복원할 수 있게 된다.

두 개의 채널을 통하여 전송된 신호에 대하여, 다음과 같은 네 가지의 복원 조건이 존재한다. 이 때, 수신단에서는 어느 채널이 유실되었는지 알 수 있다고 가정한다.

- 1) 채널 1과 채널 2 모두 유실될 경우: 정보가 하나도 없기 때문에 영상 신호를 복원할 수 없다.
- 2) 채널 1로 전송된 신호는 도착하고, 채널 2는 유실될 경우:  $D_1$ 의 신호를 이용하여 채널 1로 전송된 신호로 영상을 복원한다.
- 3) 채널 1은 유실되고, 채널 2로 전송된 신호는 도착할 경우:  $D_2$ 를 이용하여 채널 2로 전송된 신호로 영상을 복원한다.
- 4) 채널 1과 채널 2 모두 전송된 경우:  $D_1$ 과  $D_2$ 를 적절하게 이용하여 영상을 복원한다.

1), 2)의 경우와 같이 하나의 채널만 유실될 경우는

기존의 EZW과 비교하여 낮은 화질의 영상을 복원하지만, 두 번의 부과정을 이용하여 식 (14)과 같이 양자화 오차를 최대한으로 줄일 수 있다.

채널 1과 채널 2 모두 동작할 경우에는  $D_1$ 과  $D_2$ 에 의해 복원된 값을 평균하여, 최대의 화질을 가지는 영상 신호를 복원할 수 있다. 각 기술에 대하여 마지막 문턱값을 각각  $T_L^1$ ,  $T_L^2$ 라 하면, 주과정 및 부과정의 최대 양자화 오차는 각각 다음과 같다.

$$\begin{aligned} E_{d,L}^1 &= \pm \frac{3}{2} T_L^1, \quad E_{s_1,L}^1 = \pm \frac{3}{4} T_L^1, \\ E_{s_2,L}^1 &= \pm \frac{3}{8} T_L^1 \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} E_{d,L}^2 &= \pm \frac{3}{2} T_L^2, \quad E_{s_1,L}^2 = \pm \frac{3}{4} T_L^2, \\ E_{s_2,L}^2 &= \pm \frac{3}{8} T_L^2 \end{aligned} \quad (19)$$

복원은  $D_1$ 과  $D_2$ 의 조건에 따라 9가지의 조건이 존재할 수 있지만 중요한 세 가지만 살펴보면 다음과 같다.

- 1)  $D_1$ 과  $D_2$  모두 부과정 2까지 전송된 경우 양자화 오차의 평균값은 아래와 같다. 즉,

$$\begin{aligned} E_{d,L}^{ave} &= \frac{(\pm \frac{3}{8})T_L^1 + (\pm \frac{3}{8})T_L^2}{2} \\ &= \frac{3}{16} (\pm T_L^1 \pm T_L^2) \end{aligned} \quad (20)$$

식 (20)에서 볼 수 있는 바와 같이 복원값의 최대 양자화 오차는 각 채널 복원값의 복원 방향에 따라 달라질 수 있다. 즉,  $D_1$ 의 오차의 방향이 양이고,  $D_2$ 의 오차의 방향이 음이면 최대 양자화 오차는 작아진다. 반면에 각 채널 복원값의 오차의 방향이 다르면 최대 양자화 오차는 커지게 된다. 오차의 방향이 서로 반대인 경우 양자화 오차는  $3/32 T_L^1$ 이다. 반대로 오차의 방향이 같으면 최대 양자화 오차는  $9/32 T_L^1$ 이 된다.

- 2)  $D_1$ 은 부과정 2까지 전송되고  $D_2$ 는 부과정 1까지 전송된 경우 양자화 오차의 평균값은 아래와 같다. 즉,

$$E_{d,L}^{ave} = \frac{(\pm \frac{3}{8})T_L^1 + (\pm \frac{3}{4})T_L^2}{2}$$

$$= \frac{9}{16} (\pm T_L^1 \pm T_L^2) \quad (21)$$

이 경우 최대 양자와 오차는 오차의 방향에 따라  $9/32 T_L^1$ 와  $27/32 T_L^1$ 이 된다.

- 3)  $D_1$ 은 부과정 2까지 전송되고  $D_2$ 는 주과정까지 전송된 경우 양자화 오차의 평균값은 아래와 같다. 즉,

$$\begin{aligned} E_{d,L}^{ave} &= \frac{(\pm \frac{3}{8})T_L^1 + (\pm \frac{3}{2})T_L^2}{2} \\ &= \frac{15}{16} (\pm T_L^1 \pm T_L^2) \end{aligned} \quad (22)$$

이 경우 최대 양자와 오차는 오차의 방향에 따라  $15/32 T_L^1$ 와  $45/32 T_L^1$ 이 된다.

제안된 다중 기술 EZW 부호화 방법은 기존의 단일 기술 EZW 방법과 비교하여 오차는 커지지만, 채널의 유실에 대하여 강건하게 적용할 수 있는 장점이 있고, 두 채널 모두 정상적으로 동작할 경우에도 크지 않는 오차의 증가를 초래하는 장점을 가지고 있다.

## V. 모의 실험 및 결과

제안된 다중 기술 영상 압축 방법을 이용하여 표준 영상(Lena, Barbara,  $512 \times 512$ , 8bpp)에 대하여 쌍직교 9/7 탭 웨이블릿 필터를 사용하여 모의 실험을 하였다. 웨이블릿 변환 단계는 6단계로 하고, 생성된 표본치에 대하여 산술부호화를 수행하였다. 또한 현재까지 보고된 다중 기술 부호화 방법 중 가장 우수한 결과를 나

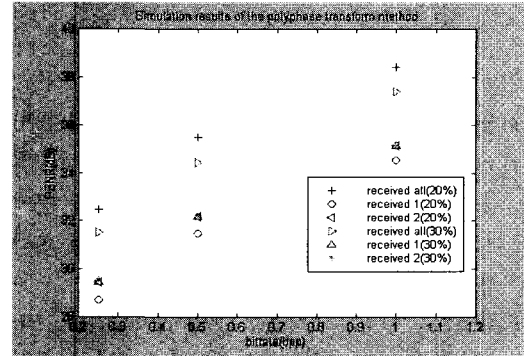


그림 5. Polyphase 방법에 의한 결과  
Fig. 5. The results of polyphase method.

표 1. Lena 영상에 대한 실험 결과 (a) polyphase 방법(redundancy rate = 30%), (b) 제안 방법

Table 1. Simulation results for Lena image (a) polyphase method(redundancy rate = 30%), (b) the proposed method.

Lena		Bit Rate(bpp) redundancy rate = 30%		
		0.25	0.5	1.0
PSNR(dB)	all received	31.53	34.44	37.38
	description 1	29.45	32.18	35.14
	description 2	29.50	32.23	35.15

(a)

Lena		Bit Rate(bpp)		
		0.25=0.12+0.13	0.5=0.28+0.22	1.0=0.42+0.58
PSNR(dB)	all received	31.48	34.73	37.79
	description 1	29.88	32.74	35.64
	description 2	29.68	32.73	35.62

(b)

표 2. Barbara 영상에 대한 실험 결과 (a) polyphase 방법(redundancy rate=30%), (b) 제안 방법

Table 2. Simulation results for Barbara image (a) polyphase method(redundancy rate = 30%), (b) the proposed method

Barbara		Bit Rate(bpp) redundancy rate = 30%		
		0.25	0.5	1.0
PSNR(dB)	all received	24.86	27.24	31.28
	description 1	23.84	25.47	28.47
	description 2	23.92	25.38	28.49

(a)

Barbara		Bit Rate(bpp)		
		0.25=0.15+0.10	0.5=0.2+0.3	1.0=0.57+0.43
PSNR(dB)	all received	25.62	28.34	32.01
	description 1	23.30	25.65	29.52
	description 2	23.45	25.74	29.43

(b)

타내는 polyphase 방법<sup>[5]</sup>과 비교하였다.

Polyphase 방법은 웨이블릿 영상을 polyphase 변환을 하고 변환된 두 웨이블릿 영상에 대하여 교차로

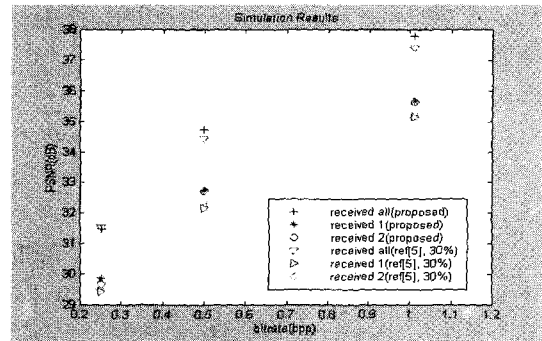


그림 6. Polyphase 방법과 제안방법의 비교 결과  
Fig. 6. The comparison results between the proposed method and the method of polyphase.



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 7. Lena 영상에 대한 실험 결과 (a) 원영상, (b) 채널 1 전송(32.74dB), (c) 채널 2 전송(32.73 dB), (d) 두 채널 모두 전송(34.73dB)

Fig. 7. The simulation results for Lena (a) original image (b) channel 1 received(32.74dB), (c) channel 2 received(32.73dB), (d) both channel received(34.73dB).

EZW 부호화를 수행하는 방법이다. 이 때 교차되는 부호의 양을 조절하여 부가 비트로 삼는다. 그림 5는 부가 비트량이 각각 20%, 30%인 경우의 Lena 영상에 대한 결과이다.

그림 5에서 볼 수 있는 바와 같이 부가 비트율이 높을 수록 한 채널이 유실되더라도 복원되는 영상의 화질이 높다. 반대로 부가 비트율이 낮으며, 한 채널이 유

실될 때, 복원되는 영상의 화질은 낮아진다. 두 채널 모두 전송될 경우에는 부가 비트율이 낮을수록 복원 화질은 좋아지게 된다. 이것은 일종의 선택의 문제로서 채널의 특성과 전송되는 영상의 용도를 고려하여 적절히 선택되어야 한다.

표 1과 표 2는 Lena 영상 및 Barbara 영상에 대하여 각각 polyphase 방법과(부가 비트량 30%) 제안 방법의 PSNR을 비교한 것이다. 표 1 및 표 2에서 볼 수 있는 바와 같이 제안 방법의 결과가 채널의 유실에 관계없이 거의 모두 우수한 것을 알 수 있다.

그림 6은 Lena 영상에 대하여 polyphase 방법의 결과와 비교한 경우이다. 그림 6에서 볼 수 있듯이 부가 비트율이 30%일 경우에는 거의 모든 경우에 대하여 우수하며, 부가 비트율이 20%인 경우에는 채널이 유실되었을 경우에는 우수한 결과를 두 채널 모두 동작할 경우에는 낮은 PSNR을 보이고 있다.

그림 7은 0.5bpp에서 Lena 영상에 대한 결과이다. (a)는 원 영상을 (b)는 채널 1만 전송되었을 경우를 (c)는 채널 2만 전송되었을 경우를 나타내며, (d)는 두 채널이 모두 전송되었을 경우를 나타낸다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 확장된 문턱값을 사용하는 새로운 EZW 방법을 제안하였다. 제안된 EZW 방법은 한 번의 주과정과 두 번의 부과정을 거치는 EZW 방법으로 다중 기술 부호화를 수행하는데 적합한 방법이다. 제안된 EZW 방법을 문턱값이 중첩되도록 하는 두 개의 기술로 구성하여 다중 기술 부호화에 적용하였다. 제안된 압축 방법은 인덱스 할당 또는 웨이블릿 계수에 대한 비상관 변환의 도입 없이 간단하게 구현될 수 있는 장점을 가지고 있으며, 간단한 구조를 가지고 우수한 성능의 다중 기술 부호화를 구현할 수 있다.

제안된 다중 기술 부호화의 방법을  $M$ -채널을 가지는 다중 기술로 확장하여 일반화하는 것과 polyphase

방법과 제안 방법의 결합을 시도하는 것이 앞으로의 과제이다.

## 참 고 문 헌

- [1] V.A. Vaishampayan, "Design of Multiple Description Scalar Quantizers," IEEE Trans. Info. Theory, vol. 39, no. 3, pp. 821-834, 1993.
- [2] S.D. Servetto, K. Ramchandran, V.A. Vaishampayan, and K. Nahrstedt, "Multiple Description Wavelet Based Image Coding," Proc. IEEE Int. Conf. Image Proc. 1998.
- [3] Z. Zang and T. Berger, "Multiple description source coding with no marginal rate," IEEE Trans. on Info. Theory vol. 41, no. 2, pp. 349-357, 1995.
- [4] J.C. Batllo and V.A. Vaishampayan, "Asyptotic Performance of Multiple Description Codes," IEEE Trans. Info. Theory, vol. 43, no. 2, pp. 703-707, 1997.
- [5] W. Jiang, and A. Ortega. "Multiple Description Coding via Polyphase Transform and Selective Quantization." Proc. VCIP, pp.998-1008, 1999.
- [6] J. M. Shapiro, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients," IEEE Trans. on Signal Processing, vol.41, no.12, pp. 3445-3462, 1993.
- [7] Y. Wang, M. Orchard, and A.R. Reibman, "Multiple Description Image Coding for Noisy Channels by Paring Transform Coefficients," Proc. IEEE First Workshop on Multimedia Signal Processing, pp. 419-424, 1997.
- [8] V.K. Goyal, and J. Kovacevic, "Optimal Multiple Description Transform Coding of Gaussian Vectors." Proc. IEEE DCC, pp. 388-397, 1998.

## 저 자 소 개



嚴日奎(正會員)

1990년 : 부산대학교 전자공학과 졸업(학사). 1992년 : 부산대학교 전자공학과 졸업(석사). 1998년 : 부산대학교 전자공학과 졸업(박사). 1997년~현재 : 밀양대학교 정보통신공

학과 조교수. <주관심분야 : 신호처리, 영상처리, 다중기술 부호화 등>