

# Mean difference pyramid 영상의 점진적 전송을 위한 블록 적응 비트 배정

## (A Block Adaptive Bit Allocation for Progressive Transmission of Mean Difference Pyramid Image)

金鍾勳\*, 愼宰範\*\*, 沈英錫\*\*\*

(Jong Hoon Kim, Jea Beom Shin, and Young Serk Shim)

### 要約

본 논문에서는 mean pyramid 영상의 점진적 부호화에서 왜곡을 효율적으로 줄이기 위한 비트배정 방식으로서, 각 부분블록의 AC 에너지에 따라 AC 계수에 대한 양자화 비트를 먼저 배정한 후, 상위 계층에서의 양자화 오차 에너지가 하위 계층에서는 DC 계수 에너지로 나타나게 되는 것을 이용하여 각 계층에서의 DC 계수 에너지를 추정하여 DC 계수에 대한 양자화 비트를 배정함으로써 효율적으로 Mean pyramid 영상의 점진적 전송을 위한 블록적응 비트배정 방식을 제안하였다. 시뮬레이션 결과 최종 재생 영상의 경우 제안된 방식은 PSNR이 기존의 방식에 비하여 GIRL 영상의 경우 약 6 [dB], CRONKITE 영상의 경우 약 9 [dB] 정도 개선되었으며, 주관적인 화질도 전체적으로 상당히 개선됨을 볼 수 있었다.

### Abstract

In this paper, A progressive coding of mean difference pyramid by Hadamard transform of the difference between two successive pyramid levels has been studied. A block adaptive bit allocation method based on ac energy of each sub-block has been proposed, which efficiently reduces the final distortion in the progressive transmission of image parameters. In our scheme, the dc energy equals the sum of the quantization errors of the Hadamard transform coefficients at previous level. Therefore proposed allocation method includes the estimation of dc energy at each pyramid level. Computer simulation results show some improvements in terms of MSE and picture quality over the conventional fixed allocation scheme.

### 1. 서론

\*正會員, 蓮庵工業專門大學 電子科

(Dept. of Elec. Eng., Tech. Yonam Junior College)

\*\*正會員, 國防科學研究所

(Agency for Defense Development)

\*\*\*正會員, 生産技術研究院 電子情報시스템센터

(KAITECH, Elec. Information System Center)

接受日字: 1993年 11月 1日

영상을 pyramid 형태로 표현한 후 처리하는 것은 많은 영상처리 분야에서 이용되고 있으며, 특히 영상을 점진적으로 전송하는 분야에서 유용하게 사용되고 있는 방법 중에 하나이다. [1] pyramid 구조의 영상은 영상의 각 화소에 대하여 평균(mean)을 취하거나 필터를 통과시키는 것과 같은 특수한 과정을 거친후

계속 간축(decimation)된 영상을 얻음으로써 영상을 pyramid 형태로 표현할 수 있다. 간축된 영상은 화소의 수가 줄어들었지만 아직도 영상에 대한 많은 정보를 포함하고 있으며, 영상을 간축하는 과정에 각 계층 영상간의 차 영상(difference pyramid image)도 구할 수 있다. 그러므로, 점진적 영상부호화에서 송신측에서는 pyramid 구조의 최상위 간축된 영상부터 가장 먼저 전송하고 이어서 최상위 계층 영상과 다음 계층영상간의 차영상부터 역순으로 각 계층 영상간의 차영상을 전송하고, 수신측에서는 전송된 순서에 따라 간축된 영상을 보간하여 전송된 차영상을 더해 줌으로써 점진적으로 개선된 영상을 얻을 수 있다. 이러한 pyramid 영상구조에 의한 점진적 전송은 Tanimoto<sup>[2,31]</sup> 등에 의해 시도된 후 pyramid를 형성하기 위한 여러가지 방식들이 제안되어 있으며, 그 중에서 2x2 평균치 필터를 이용하여 영상을 간단한 mean pyramid 구조로 표현한 후, 최상위 계층 영상부터 점진적으로 전송하는 방식은 널리 사용되고 있는 기법 중의 하나이다.<sup>[4]</sup>

1979년 Yasuda는 256x256 원 영상을 32x32의 부분블록으로 나눈 후 각 부분블록에 대해서 2x2평균치 필터를 이용하여 계속 간축(decimation)함으로써 mean pyramid 구조의 계층영상을 얻은 후, 각 계층 영상간의 차영상(difference pyramid image)을 2x2 Hadamard 변환을 한 후 부호화하였으며, 이에 따른 비트 배정 문제, 재생시 임계값 사용문제 등에 관해 연구한 바 있다.<sup>[5,6]</sup> 계층구조 영상의 점진적인 부호화는 이전 계층의 양자화 오차가 다음에 전송될 계층 영상에 영향을 미치게 되고 이와 같은 오차의 영향이 계속해서 누적되는 단점이 있는데, Yasuda는 누적되는 양자화 오차를 줄이기 위하여 모든 블록에 대해서 AC 계수의 에너지에 따라서 AC계수에 대한 양자화 비트를 계층별로 동일하게 배정한 후, 시뮬레이션에 의한 시행착오 방식으로 각 계층별 DC계수에 대한 양자화 비트를 배정하였다. 이와 같은 방법으로 양자화 오차는 어느 정도 줄일 수 있었으나 비트배정을 최적화 하기 위한 노력이 없었다.

본 논문에서는 Yasuda가 제안한 방식에서 비트배정 방식의 결함을 보완하기 위하여 각 부분블록의 AC 에너지에 따라 AC 계수에 대한 양자화 비트를 먼저 배정한 후, 상위 계층에서의 양자화 오차 에너지가 하위 계층에서는 DC 계수 에너지로 나타나게 되는 것을 이용하여, 각 계층에서의 DC 계수 에너지를 추정하여 DC 계수에 대한 양자화 비트를 배정함으로써 효율적으로 mean pyramid 영상의 점진적 전송을 위한 블록적응 비트배정 방식을 제안하였다. 이때

DC 및 AC 변환계수는 모두 라플라스 분포로 가정하였다. 컴퓨터 모의실험 결과 최종 재생 영상의 경우 제안된 방식은 PSNR이 기존의 방식에 비하여 2.33 [bpp] 정도의 부호화율에서 GIRL 영상의 경우 약 6 [dB], CRONKITE의 경우 약 9 [dB] 정도 개선되었고, 주관적인 화질도 부호화율이 낮을 때부터 전체적으로 상당히 개선됨을 볼 수 있다.

본 논문은 서론에 이어서 2장 영상의 mean pyramid 구조형성, 3장 pyramid 영상의 부호화 및 복호화 과정, 그리고 4장 블록 적응 비트배정에 대하여 기술하고, 5장 모의실험 결과 및 검토, 6장 결론 순으로 기술한다.

## II. 영상의 mean pyramid 구조 형성

원 영상(256x256)을 먼저 부분블록(32x32)으로 나눈 뒤, 각 부분블록을 기본영상이라고 정의하고, 이를 mean pyramid형 계층구조로 형성하는 과정은 다음과 같다. 먼저 각 기본영상  $M_0(32x32)$ 에 대하여 2x2 화소의 평균을 취하는 2차원 저역통과 필터를 통과시킨후 간축(decimation)하여 1차 간축된 영상  $M_1(16x16)$ 을 얻는다. 1차 간축된 영상  $M_1$ 에 대해서도 같은 방법으로 2차 간축된 영상  $M_2(8x8)$ 를 얻는다. 이와 같은 과정을 5차 간축된 영상  $M_5(1x1)$ 을 얻을 때까지 반복하여 각 계층 영상을 만들어 나가 최상위 계층영상에서는 기본 영상  $M_0(32x32)$ 의 평균값으로 근사화된 영상을 얻는다. 이렇게 구성된 mean pyramid 계층 구조에서는 하위 계층영상은 상위 계층영상보다 더 많은 영상정보를 가지게 된다.

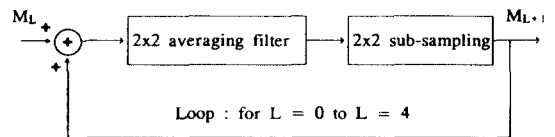


그림 1. 계층구조 형성에 대한 블록선도

Fig. 1. Block diagram of pyramid structure generation.

그림1은 4 진목을 이용한 영상의 피라미드 구조 형성에 대한 블록선도를 나타낸다. 여기서  $M_L$ 은 L차 간축된 영상을 나타내며,  $M_{L-1}$ 은 (L-1)차 간축된 영상  $M_{L-1}$ 의 각 화소의 1차 결합으로 표현되는데 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$M_L(m,n) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 W(i,j)M_{L-1}(2m-i+1, 2n-j+1) \quad (1)$$

여기서  $L = 1, 2, \dots, 5$  이고  $m, n = 1, 2, \dots, 2^{5-L}$  이다. (1)식에서 가중치  $W(i,j)$ 는  $2 \times 2$  화소의 평균을 취하는 2차원 평균필터의 응답으로서 그 값을 0.25가 되도록 선택했다.

### III. pyramid 영상의 부호화 및 복호화 과정

그림 2는 전체적인 부호화 과정을 나타내는 블록 선도이다. 여기서  $B(i,j)$ 는  $i,j$  번째 비트 배정표를 나타내고,  $\sigma_{mn}(i,j)$ 는  $m,n$  번째 부 블록의  $i,j$  번째 부 블록을 나타내며,  $\theta$ 는 부호화율을 조정하기 위한 양이다. 그리고  $M_L$ 은  $L$ 차 간축된 영상을 나타내며  $I_L$ 은  $L$ 차 보간된 영상을 나타낸다.  $L$ 차 계층에서 간축된 영상  $M_L$ 과 보간된 영상  $I_L$ 은 크기가 서로 다르므로 각 계층 영상간의 차영상  $D_L$ 은  $(L+1)$ 차 보간된 영상  $I_{L+1}$ 과  $L$ 차 간축된 영상  $M_L$  간의 차로써 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_L = I_{L+1} - M_L, \quad L = 4, 3, \dots, 0 \quad (2)$$

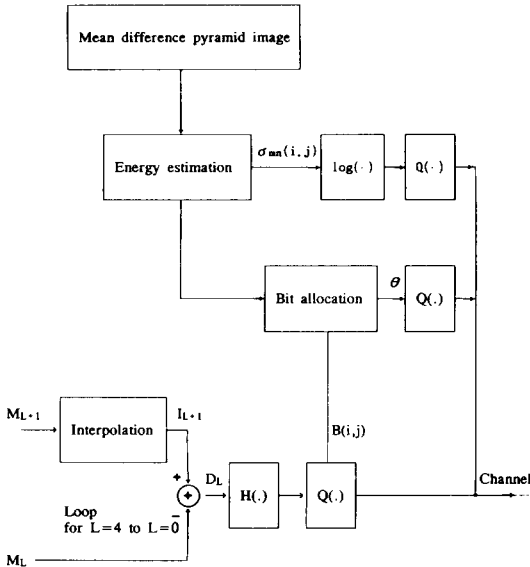


그림 2. 계층 영상간의 차영상의 부호화 과정

Fig. 2. A coding process of difference pyramid image.

부호화 과정은 피라미드 구조에서 부 블록의 평균 치인 최종 간축된 영상  $M_5$ 는 전체 부호화율에 미치

는 영향이 적기 때문에 8비트로 균등 양자화하여 별도로 전송하고, 그 다음부터는 그림 2에서 보는 바와 같이 최상위 계층영상  $M_5$ 와 다음 계층영상  $M_4$  사이의 차 영상부터 역순으로 각 계층 영상간의 차 영상  $D_L(L=4, 3, 2, 1, 0)$ 을 Hadamard 변환을 하여 각 변환계수들을 각 블록별로 배정된 비트표에 따라 양자화하여 수신측으로 전송한다. 이때 2차원 Hadamard 변환과 역변환은 다음식과 같이 정의된다. [7]

$$H(u,v) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) (-1)^{\sum_{i=0}^{u-1} b_i(x) b_i(y) + \sum_{j=0}^{v-1} b_j(x) b_j(y)} \quad (3a)$$

$$f(x,y) = \frac{1}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} H(u,v) (-1)^{\sum_{i=0}^{u-1} b_i(x) b_i(u) + \sum_{j=0}^{v-1} b_j(y) b_j(v)} \quad (3b)$$

여기서  $N = 2^n$  이고,  $u, v = 0, 1, 2, \dots, N-1$  이며  $b_i(x)$ 는  $x$ 를 2진수로 표현할 때  $i$ 번째 비트이다. (3)식에서  $2 \times 2$  Hadamard 변환인 경우 kernel을 보면 다음과 같다.

$$H_4 = \begin{bmatrix} + & + & + & + \\ + & - & + & - \\ + & + & - & - \\ + & - & - & + \end{bmatrix} \quad (4)$$

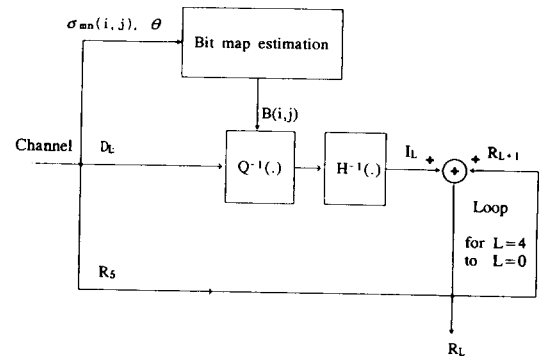


그림 3. 계층 구조를 이용한 복호화 과정

Fig. 3. A decoding process using hierarchical structure.

그림 3은 계층 구조를 이용한 복호화 과정을 나타낸다. 여기서  $I_L$ 은  $256 \times 256$ 크기로 보간된 영상을 나타내며,  $R_L$ 은 각 계층별로 재생된 영상을 나타낸다.

$$R_L = R_{L+1} + I_L, \quad (L = 4, 3, \dots, 0) \quad (5)$$

수신측에서는 전송된 양자화기 레벨과 양자화기 파라메타  $\log_2 \sigma_{mn}(i, j)$ 와  $\theta$  를 이용하여 변환계수를 역 양자화하고, 역 변환하여 보관된 영상  $I_L$ 을 얻고, 이전계층에서 재생된 영상  $R_{L-1}$ 과의 합으로써 각 계층에서의 재생 영상을 구성한다. 이와 같은 과정을 최하층까지 반복하여 재생 영상  $R_0$ 를 얻는다.

IV. 블록 적응 비트 배정

기존의 양자화 비트배정 방법<sup>[5,6]</sup>은 모든 블록에 대해서 AC 계수의 에너지에 따라서 AC 계수에 대한 양자화 비트를 계층별로 동일하게 배정한 후, 시뮬레이션에 의한 시행착오 방식으로 각 계층별 DC 계수에 대한 양자화 비트를 배정하여 양자화 오차는 어느 정도 줄일 수 있으나 불필요하게 많은 비트가 배정되는 경우가 있을 수 있었다.

본 논문에서는 mean pyramid 영상의 점진적 부호화에서 왜곡을 효율적으로 줄이기 위한 비트 배정 방식으로서, AC 계수의 비트배정은 각 부 블록의 AC 에너지에 따라 비트 배정을 달리하는 블록 적응 비트 배정(block adaptive bit allocation)방식을 시도하였으며, 또한 DC 변환계수의 양자화 비트배정은 이전 계층에서의 양자화 오차 에너지가 다음 계층에서는 DC 계수 에너지로 나타나게 되는 것을 이용하여 전체 부호화 비트 수가 정해지면 AC 계수에 대한 양자화 비트를 먼저 배정한 후, 이를 이용하여 각 계층에서의 DC 계수 에너지를 추정하여 DC 계수에 대한 양자화 비트를 배정하는 방식을 제안하였다. 이 방식에서는 AC 계수 에너지를 수신측으로 전송해야 되는 추가 정보가 필요한데, 본 논문에서는 AC 계수 에너지의 대수치(logarithmic value)를 6비트로 균등 양자화하여 전송하였다.

블록 적응 비트 배정에서는 배정된 일정 비트 수를 제한 조건으로 다음식에서 정의되는 오차 제곱 평균(mean square error) D가 최소로 되도록하는 블록별양자화 비트  $B_{mn}(i, j, L)$ 를 구한다.

$$D = \sum_{i=1}^5 \sum_{m=1}^8 \sum_{n=1}^8 \sum_{j=1}^2 \sum_{j=1}^2 [\sigma_{mn}^2(i, j) K[B_{mn}(i, j, L)]] \quad (6)$$

(6)식에서 m, n은 각 부블록을 나타내고,  $\sigma_{mn}^2(i, j)$ 은 m, n번째 부 블록의 i, j번째 변환계수의 분산치로서 각 계층별로 동일하다고 가정하였다.  $K[B_{mn}(i, j, L)]$ 은 단위분산 입력에 대한 스칼라 양자화의 왜곡률 함수(distortion rate function)이다. 화소당 평균 부호화율이  $R^*$ 라고 주어졌을 때 (7)식이 만족되어야 한다.

$$\frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^5 \sum_{m=1}^8 \sum_{n=1}^8 \sum_{j=1}^2 \sum_{j=1}^2 [(4^{5-L}) B_{mn}(i, j, L)] = R^* \quad (7)$$

여기서 N은 32이고,  $(4^{5-L})$ 은 계층별로 전체 부호화율에 미치는 기여도에 대한 가중치이다. 고정된 부호화율  $R^*$ 를 제한조건으로 하여 왜곡을 최소화하는 최적 비트배정은 다음식과 같은 J 값을 최소화하는 것이어야 한다.

$$J = D + \lambda \sum_{i=1}^5 \sum_{m=1}^8 \sum_{n=1}^8 \sum_{j=1}^2 \sum_{j=1}^2 [(4^{5-L}) B_{mn}(i, j, L)] \quad (8)$$

(8)식에서 두번째 항은 주어진 제한 조건식 (7)식을 만족시키기 위한 것이고,  $\lambda$ 는 Lagrange 승산자이다. (6)식에서 왜곡률 함수  $K[B_{mn}(i, j, L)]$ 는 변환 계수의 확률밀도 함수(probability density function)에 따라 다르므로 변환계수의 확률 밀도에 대한 통계조사가 뒤따라야 하나 왜곡-부호화율 함수를  $K[B_{mn}(i, j, L)] = b + a^B$ 로 근사화<sup>[8]</sup>하여 (8)식을  $B_{mn}(i, j, L)$ 에 관하여 편미분하면 최적 비트배정의 경우 다음식을 만족한다.

$$\frac{\delta J}{\delta B_{mn}(i, j, L)} = \sigma_{mn}^2(i, j) a^{-B_{mn}(i, j, L)} \log_e a - \lambda 4^{(5-L)} = 0 \quad (9a)$$

$$\lambda = a^{-B_{mn}(i, j, L)} \log_e a 4^{(L-5)} \sigma_{mn}^2(i, j) \quad (9b)$$

이 되고

$$a^{B_{mn}(i, j, L)} = \frac{\log_e a}{\lambda} 4^{(L-5)} \sigma_{mn}^2(i, j) \quad (9c)$$

(9-3)식을 만족하는 최적 비트배정은 아래 (10)식과 같다.

$$B_{mn}(i, j, L) = INT \left[ \frac{L-5}{\Delta} \log_2 \sigma_{mn}(i, j) + \theta \right] \quad (10)$$

여기서  $\Delta = \frac{1}{2} \log_2 a$  이다. (10)식에서  $\theta$ 는 부호화율을 조정하기 위한 양이며,  $1/\Delta$ 는  $K[B_{mn}(i, j, L)]$ 를 가우스 정보원의 최적 블록 코오딩시의 왜곡률 함수로 가정하면 1이 되는데, 라플라스 정보원인 경우는 0.83을 사용하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다.<sup>[8]</sup>

여기서 교류 계수 에너지는 상호 독립적이라 가정할 수 있으므로 위의 (10)식에 의해 비트 배정을 간단히 할 수 있지만, 각 계층에서의 DC 변환계수 에너지는 상위계층부터의 양자화 오차가 누적되므로 상위계층에 배정되는 양자화 비트의 양에 따라 그 에너지가 변한다. 따라서 적절히 비트를 배정하기 위해서

는 DC 계수 에너지에 대한 추정이 이루어져야 한다. 이에 본 논문에서는 각 계층에서의 변환 계수 에너지와 왜곡률 함수를 이용하여 다음식과 같이 DC 에너지를 추정하였다.

$$\sigma_{mn}^2(1,1,L+1) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 [\sigma_{mn}^2(i,j,L)K[B_{mn}(i,j,L)]] \quad (11)$$

여기서 L = 1, 2, 3, 4 이다. (11)식에서 DC 및 AC 변환계수의 에너지 분포를 모두 라플라스 분포로 가정하여 왜곡률 함수 K [B<sub>mn</sub>(i,j,L)] 를 라플라스 확률 분포에 대하여 구한 최적 비균등 양자화기<sup>[9]</sup>에 대한 것으로 사용하여 각 계층에서의 DC 계수 에너지를 추정하였다.

전체적인 비트 배정 알고리즘을 정리하면 다음과 같다.

- [단계 1] (10)식에서  $\theta = 0$  으로 놓는다.
- [단계 2] (10)식에 따라 각 AC 변환계수에 대하여 계층별로 비트를 배정한다.
- [단계 3] (11)식에 의해 추정된 각 계층 DC 변환 계수에 대하여 (10) 식에 의해 비트를 배정한다.
- [단계 4]  $R = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{l=1}^2 \sum_{m=1}^2 [(4^{L-l})B_{mn}(i,j,L)] \Rightarrow R^*$  를 판단하여, Y N
- R>R\* 이면  $\theta$  는  $\theta - \delta$  로 두고,  $\delta$  는  $\delta / 2$  로 둔다.  
R<R\* 이면  $\theta$  는  $\theta + \delta$  로 두고,  $\delta$  는  $\delta / 2$  로 둔다.
- [단계 5]  $|R - R^*| \leq \epsilon$  이면 양자화 비트 배정을 마친다.

$|R - R^*| > \epsilon$  이면 [단계 2] 로 가서 반복 수행한다.

위의 양자화 비트 배정 알고리즘에서  $\epsilon$  은 실제 부호화율 R을 우리가 원하는 부호화율 R\*로 정확하게 조정할 수 없기 때문에 주어지는 오차 여유치이며,  $\delta$  는 부호화율을 조정하기 위한 수렴 인자(convergence factor)이다.

V. 모의실험 결과 및 검토

제안된 방법의 성능 평가를 위하여 256레벨을 갖는 256x256 크기의 시험 영상 GIRL 과 CRONKITE 에 대하여 컴퓨터 모의실험을 행하였다. 부호화 성능의 객관적인 평가 척도로 (12)식에 나타낸 것과 같은 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하였으며, 처리된 영상을 디스플레이 장치에 출력시켜 사진에 의한 화질 검사도 병행하였다. (12)식에서 N은 256이고 O(i,j)는 원 영상이며, R(i,j)는 재생된 영상이다.

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N [O(i,j) - R(i,j)] \quad (12)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad (13)$$

표1과 표2는 시험영상 GIRL과 CRONKITE 에 대하여 기존의 방법과 같은 부호화율에서 성능을 평가하기 위하여 제안된 방법의 평균 부호화율을 2.33 [bpp] 정도로 조정하여 시뮬레이션한 결과를 나타낸 것이다. 기존의 Yasuda 방식에서는 전체블록에 대하여 동일하게 계층별 양자화 비트 배정표로 DC 변환 계수에 대해서는 2 비트, AC 변환 계수에 대해서는 각각 2, 2, 1 비트로 고정된 비트표를 사용하였다. 그 결과 최종 재생영상의 경우 제안된 방식은 PSNR 이 기존의 방식에 비하여 GIRL 영상의 경우 약 6dB, CRONKITE 영상의 경우 약 9dB정도 개선됨을 보인다.

그림 4와 그림 5는 표 1과 표 2의 결과를 부호화율에 따른 왜곡을 그래프로 나타낸 것이다. 그래프에 나타난 바와 같이 부호화 과정이 진행됨에 따라 기존의 방식에 비하여 제안된 방식의 왜곡이 각 부호화율에서 상당히 줄어들음을 볼 수 있다. 그림 6는 Yasuda 방식에 의해 각 계층별로 재생된 GIRL 영상을 나타낸 것이고, 그림 7은 제안된 블록적용 비트 배정 방식에 의해 각 계층별로 재생된 GIRL 영상을 나타낸 것이다. 제안된 방식의 재생된 영상의 화질이 기존 방식에 의하여 전체적으로 상당히 개선됨을 볼 수 있다.

표 1. 시뮬레이션 결과 (GIRL)  
Table 1. Simulation Result (GIRL).

| # of div. | Yasuda |       | Block Adaptive |       |
|-----------|--------|-------|----------------|-------|
|           | PSNR   | BPP   | PSNR           | BPP   |
| 64        | 19.7   | 0.013 | 20.5           | 0.044 |
| 128       | 21.9   | 0.040 | 23.1           | 0.107 |
| 192       | 24.4   | 0.150 | 26.1           | 0.301 |
| 256       | 27.5   | 0.587 | 30.5           | 0.870 |
| 320       | 31.8   | 2.337 | 37.9           | 2.335 |

표 2. 시뮬레이션 결과 (CRONKITE)

Table 2. Simulation Result (CRONKITE)

| # of div. | Yasuda |       | Block Adaptive |       |
|-----------|--------|-------|----------------|-------|
|           | PSNR   | BPP   | PSNR           | BPP   |
| 64        | 18.1   | 0.013 | 18.8           | 0.044 |
| 128       | 20.3   | 0.040 | 22.3           | 0.106 |
| 192       | 23.2   | 0.150 | 26.5           | 0.301 |
| 256       | 26.3   | 0.587 | 31.4           | 0.857 |
| 320       | 29.4   | 2.337 | 38.4           | 2.338 |

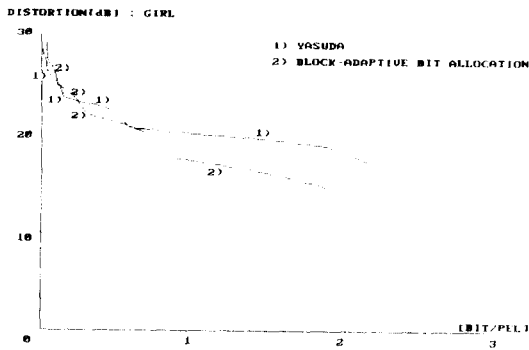


그림 4. 부호화율에 따른 왜곡 (GIRL)

Fig. 4. graph of distortion vs bit rate.

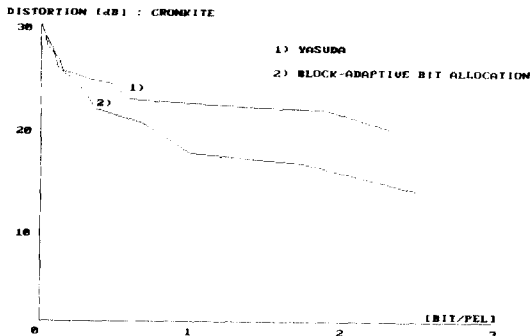


그림 5. 부호화율에 따른 왜곡 (CRONKITE)

Fig. 5. graph of distortion vs bit rate.

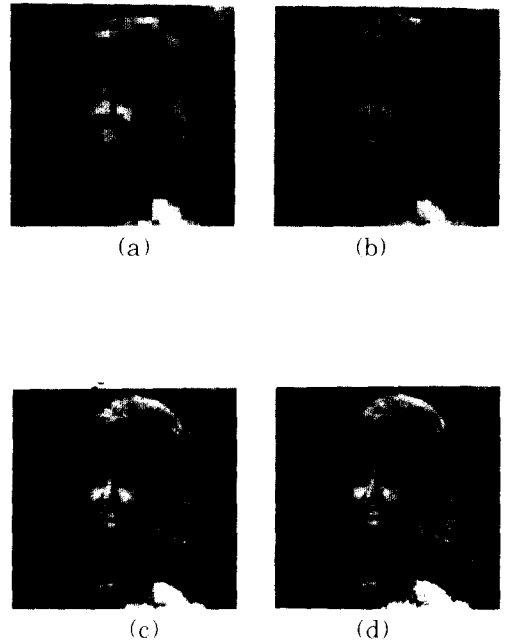


그림 6. 각 계층별 재생된 GIRL 영상 (YASUDA)

(a) 0.040 [bpp]

(b) 0.150 [bpp]

(c) 0.587 [bpp]

(d) 2.337 [bpp]

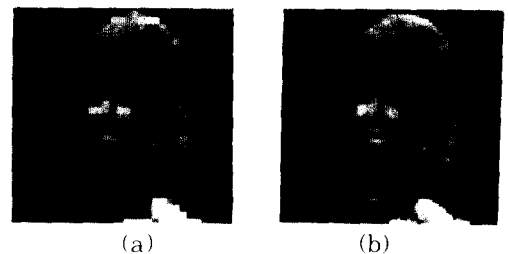
Fig. 6. Reconstructed GIRL images in each stage (YASUDA).

(a) 0.040 [bpp]

(b) 0.150 [bpp]

(c) 0.587 [bpp]

(d) 2.337 [bpp]



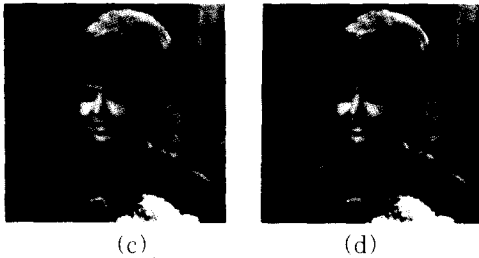


그림 7. 각 계층별 재생된 GIRL 영상 (블록 적응 비트 배정)

- (a) 0.107 [bpp]
- (b) 0.301 [bpp]
- (c) 0.870 [bpp]
- (d) 2.335 [bpp]

Fig. 7. Reconstructed GIRL images in each stage (block adaptive bit allocation).

- (a) 0.107 [bpp].
- (b) 0.301 [bpp].
- (c) 0.870 [bpp].
- (d) 2.335 [bpp].

## VI. 결론

본 논문에서는 mean pyramid 영상의 점진적 부호화에서 왜곡을 효율적으로 줄이기 위한 비트 배정 방식으로서, 각 부분 블록의 AC 에너지에 따라 AC 계수에 대한 양자화 비트를 먼저 배정한 후, 상위계층에서의 양자화 오차 에너지가 하위 계층에서는 DC 계수 에너지로 나타나게 되는 것을 이용하여, 각 계층에서의 DC 계수 에너지를 추정하여 DC 계수에 대한 양자화 비트를 배정하는 블록적용 비트배정 방식 (block adaptive bit allocation)을 제안하였다.

제안된 방식의 성능평가를 위하여 시험영상 GIRL 과 CRONKITE에 대하여 기존의 방법과 같은 2.33 [bpp] 정도의 부호화율에서 컴퓨터 모의실험을 통하여 객관적인 평가척도로 부호화에 따른 신호 대 잡음비와 왜곡을 조사하고, 주관적인 평가로 사진에 의한 화질 검사도 병행하였다.

그 결과 최종 재생 영상의 경우 제안된 방식은 PSNR이 기존의 방식에 비하여 GIRL 영상의 경우 약 6 [dB], CRONKITE 영상의 경우 약 9 [dB] 정도 개선되었으며, 주관적인 화질도 전체적으로 상당히 개선됨을 볼 수 있었다.

## 參考文獻

- [1] K.H.Tzou, "Progressive image transmission : a review and comparison of techniques," *Optical engineering*, vol.26, no. 7, pp.581-589, July 1987.
- [2] K.R. Sloan and S.L. Tanimoto, "Progressive refinement of raster images," *IEEE Trans. Comput.* C-28 (11), 871-874, 1979.
- [3] S.L. Tanimoto, "Image transmission with gross information first," *Comput. Graph. Image Proc.* 9, 72-76, 1979.
- [4] M. Goldberg and L. Wang, "Comparative performance of pyramid data structures for progressive image transmission", *IEEE Trans., on Commun.*, vol. 39, no.4, April 1991.
- [5] Y. Yasuda, "Progressive coding of still image," *Proc. Int. Workshop on Image Coding, Seoul Korea*, pp. 129 - 177, Aug. 1987.
- [6] Y. Yasuda, M.Takagi, and T. Awano, "Hierarchical coding of still images," *1979 Picture Coding Symposium at Ipswich England*, no.3-2, July 1979.
- [7] R.C. Gonzalez, and P. Wintz, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, pp. 128-148, 1992.
- [8] 심영석, 황찬식, "DCT 영상 부호화에서의 효율적인 비트 배정," 경북대학교 논문집, 제46집 pp.97-101, 1988년 12월 31일
- [9] R. C. Wood, "On optimum quantization," *IEEE Trans. Infomation Theory*, vol.IT-15., pp.248-252, Mar. 1969.

著 者 紹 介



金 鍾 勳 (正會員)

1958年 11月 19日生. 1980年 10月 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1984年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1993年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1981年 1月 ~ 1982年 2月 금성정밀 연구소 연구원. 1984年 3月 ~ 현재 연암공업전문대학 전자과 부교수. 주관심분야는 디지털 및 영상 신호처리, 음성인식 등임.



慎 宰 範 (正會員)

1966年 1月 26日生. 1988年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1990年 2月 경북대학교대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1990年 3月 ~ 현재 국방과학 연구소 연구원. 주관심 분야는 디지털 및 영상 신호처리, 수중 유도 무기 신호처리 등임.

沈 英 錫 (正會員) 第 28 卷 B 編 第 3 號 參 照  
현재 생산기술연구원 근무