

비손실 라플라시안 피라미드 부호화의 최적 비트 배정

正會員 蔡 鍾 吉*

Optimum Bit Allocation for Lossless Laplacian Pyramid Coding

Jong Kil Chae* *Regular Member*

要 約

비손실 라플라시안 피라미드를 이용한 영상 전송에서 최종 재생 영상의 화질은 각 계층별 부호화율과는 상관없이 거의 일정하게 나타난다. 그러나 저 해상도를 갖는 상위 계층에서 재생 영상의 화질은 각 계층별 부호화율에 따라 큰 차이를 나타낸다. 본 논문에서는 상위 계층에서는 우수한 재생 영상을 얻으며, 최종 재생 영상에서는 왜곡을 최소화할 수 있는 계층별 최적 비트 배정 방식을 제안하였다. 제안된 방식에 의한 재생 영상은 기존의 방식에 비해 저 해상도를 갖는 계층에서의 높은 PSNR과 우수한 화질을 나타내므로 보다 효율적인 점진적 영상 전송이 가능하였다.

ABSTRACT

In the transmission of image using the lossless Laplacian pyramid coding, the image quality of the last hierarchy is almost same regardless of the bit rate of each hierarchy. However, at the higher hierarchy with low resolution, it is varied according to bit rate of each hierarchy. In this paper, optimum bit allocation to achieve better image at the higher hierarchy and minimize the distortion at the last hierarchy was proposed. More efficient progressive transmission was shown to be possible by experimental results of higher PSNR and better image quality at the hierarchy with low resolution.

I. 서 론

영상 신호는 고부가 가치의 정보임에도 불구하고 많은 데이터 양으로 인하여 실시간 처리의 실현에 상

당한 한계를 지니고 있다.^[1,3] 이러한 실시간 처리의 한계를 해결하기 위하여 데이터압축을 위한 영상 부호화에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다.^[2,3] 그 중에서 점진적 전송으로 수신할 영상을 초기 단계에 인식할 수 있는 대표적인 영상 부호화로는 계층 부호화^[4-9]가 있다.

계층 부호화는 Burt와 Adelson^[7]에 의해 제안된

*韓國通信 硏究開發團
Korea Telecom
論文番號 : 93-163

가우시안 필터를 이용하는 방법과 Yasuda 등^[5,6]에 의해 제안된 평균치 필터를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.^[1,4] Burt와 Adelson에 의해 제안된 방식은 Yasuda 등에 의해 제안된 방식에 비해 가우시안 필터를 사용하여 계층을 형성함으로써 하드웨어적으로는 조금 복잡하나 전체적으로 나은 성능을 보인다.^[4,9] 그러나 가우시안 필터를 이용하는 라플라시안 피라미드 계층 부호화는 점진적 영상 전송에 적합한 구조를 지니고 있으나, 양자화 잡음이 누적되기 때문에 비손실 전송이 불가능한 단점이 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 전단의 라플라시안 피라미드의 양자화 잡음을 다음단의 라플라시안 피라미드를 구할 때 케환하여 상위 계층의 양자화 잡음을 보상할 수 있도록 비손실 계층 부호화^[1,4,9]를 한다.

각 계층을 DCT 부호화 하는 비손실 계층 부호화에서 전체적인 부호화율이 동일할 때 최종 재생 영상의 왜곡 정도는 각 계층별 부호화율과는 상관없이 거의 일정하게 나타난다.^[1,4] 그러나 저 해상도를 갖는 계층에서의 재생 영상의 왜곡 정도는 각 계층별 부호화율에 따라 민감한 차이를 나타내므로 저 해상도를 갖는 계층에서 안정된 화질의 재생 영상을 얻는 것은 적은 정보로서 초기 인식을 하는데 매우 중요하다.

본 논문에서는 저 해상도를 갖는 계층에서는 우수한 재생 영상을 얻으며, 최종 재생 영상에서는 왜곡을 최소화 할 수 있는 계층별 최적 비트 배정 방식을 제안하였다. 즉, 먼저 케환이 없는 경우에 대한 계층별 최적 비트 배정을 한 후, 케환을 고려하여 비트 배정을 바꾸어 주고, 다시 이 비트 배정에 의한 양자화 잡음을 고려하여 비트 배정을 바꾸어 주는 반복 계산에 의해 각 계층에 대한 비트수를 배정하였다.

제안된 방식에 의한 성능 평가는 객관적인 재생 영상의 PSNR을 사용하였고, 화질 검사에 의한 주관적인 성능 평가도 병행하여 사용하였다.

II. 계층 부호화기의 구조

Burt와 Adelson^[7]에 의해 제안된 라플라시안 피라미드를 얻는 과정은 그림 1에서 보는 바와 같이, 우선 원 영상 g_0 를 저역 필터를 한 후 2×2 간축으로 영상 g_1 을 얻고, 같은 방법으로 g_1 영상을 저역 필터를 한 후 간축 영상 g_2 를 얻는다. 이와 같이 N 차까지 간축된 g_{N-1} 영상을 얻는다. 간축 영상을 얻기 위한 저역 필터인 가우시안 필터는 창의 크기가 5×5 인 발생 커널(generating kernel) $w(m, n)$ 을 가지며 가분리

성 및 대칭성을 갖는 필터로 다음과 같다.^[7]

$$w(m, n) = w(m)w(n) \quad (1)$$

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} w(m) = 1 \quad (2)$$

$$w(i) = w(-i) \quad (3)$$

$$w(0) = a$$

$$w(-1) = w(1) = 1/4 \quad (4)$$

$$w(-2) = w(2) = 1/4 - a/2 \quad (5)$$

여기서 a 는 필터를 만들기 위한 상수이다.

가우시안 필터에 의해서 얻어진 g_0, g_1, \dots, g_{N-1} 은 해상도면에서 피라미드 구조를 형성하며, 가우시안 평면이라 한다. 이웃하는 가우시안 평면 사이의 차 영상인 라플라시안 평면 L_0, L_1, \dots, L_{N-1} 은 부호화하여 전송되고, 수신단에서는 역 과정에 의해 가우시안 평면을 형성한 후 원영상을 재생 한다.^[4,7,8]

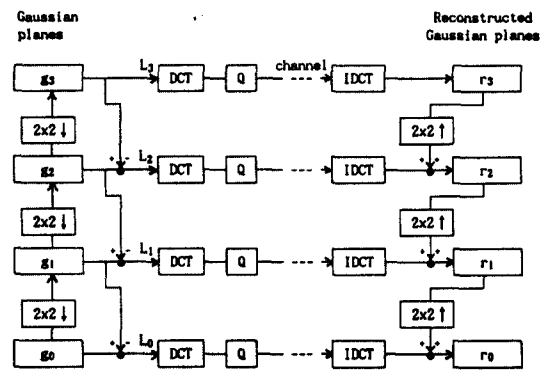


그림 1. DCT를 이용한 계층 부호화
Fig. 1. Hierarchical coding using DCT

비손실 계층 부호화는 그림 2에서 보는 바와 같이 하위 계층의 라플라시안 피라미드 평면을 형성하는 과정에서 상위 계층의 양자화 잡음을 보상할 수 있도록 케환이 이루어지도록 한다.^[1,9]

그림 2에서와 같이 얻어진 라플라시안 평면의 부호화는 고압축율을 얻기 위하여 DCT에 의해 상관성을

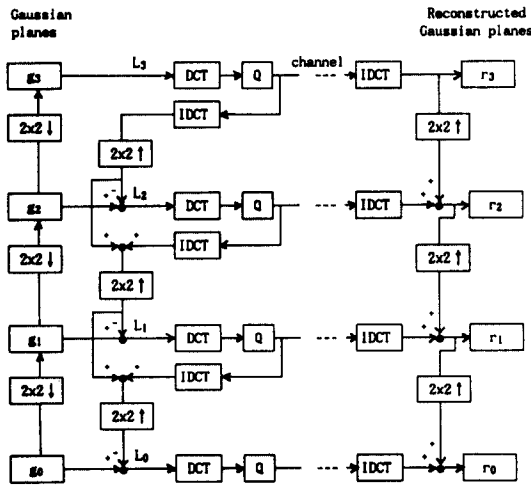


그림 2. DCT를 이용한 비손실 계층 부호화
Fig. 2. Lossless hierarchical coding using DCT

제거한 후 각 계층별로 부호화를 한다.^[1,9]

Ⅲ. 최적 비트 배정

DCT를 이용한 비손실 계층 부호화에서 전체적인 부호화율이 주어지면, 먼저 각 계층에 할당해야 할 비트수를 정한 후, 각 라플라시안 평면의 DCT 부호화를 위하여 변환 계수의 분산에 따라 비트 배정을 한다.^[1,7-9] 라플라시안 평균 구성시 L_k 평면은 $2^{-2} L_{k-1}$ 로 간축되므로,^[4,9] 각 계층에 배정된 부호화율이 R_k 일 때 전체 비트율 R_s 은 식(6)과 같다.

$$R_s = \sum_{k=0}^{N-1} 2^{-2k} R_k \quad (6)$$

여기서 N 은 계층의 수를 나타낸다.

먼저, 부호화율 R_k 로서 L_k 의 DCT 계수를 양자화할 때 (u, v) 번째 계수에 배정되는 비트수를 $b_k(u, v)$ 라 하면, 이는 변환 계수의 분산치 $\sigma_k^2(u, v)$ 에 따라 식 (8)과 같이 주어진다.^[1,2,13-15]

$$R_k = \frac{1}{S \times S} \sum_{u=0}^{S-1} \sum_{v=0}^{S-1} b_k(u, v) \quad (7)$$

$$b_k(u, v) = R_k + \frac{1}{2} \log_2 \frac{\sigma_k^2(u, v)}{\left[\prod_{u=0}^{S-1} \prod_{v=0}^{S-1} \sigma_k^2(u, v) \right]} \quad (8)$$

여기서 S 는 DCT 부 블록의 크기이다.

일반적으로 균등 분포를 가지는 최상위 계층의 DC 성분과, 라플라시안 분포를 가지는 하위 계층의 DC 성분 및 AC 성분을 비트 배정표에 따라 Lloyd-Max 양자화기로 양자화 한다. 이때 균등 분포를 가지는 최상위 계층의 DC 성분은 8비트로 균등 양자화 한다.^[1,2,10-12]

1. 양자화 잡음의 보상이 없는 계층 부호화에서의 비트 배정

양자화 잡음 보상을 위한 제한이 없는 경우의 계층 간 최적 비트 배정에 대해 살펴보면, 계층 L_k 에 대하여 식 (8)에 의한 최적 비트 배정을 한 후 양자화 했을 때 양자화 잡음 D_k 는 $\sigma_k^2(u, v)$ 의 기하 평균 σ_{Gk}^2 를 이용하여 나타내면 식 (10)과 같이 근사화 된다.^[2]

$$\sigma_{Gk}^2 = \left[\prod_{u=0}^{S-1} \prod_{v=0}^{S-1} \sigma_k^2(u, v) \right]^{1/S \times S} \quad (9)$$

$$D_k \doteq \alpha \sigma_{Gk}^2 2^{-2R_k} \quad (10)$$

여기서 α 는 라플라시안 확률 분포 함수에 대하여 1.2315이다.^[1,2]

또한 전체적인 양자화 잡음은 각 계층의 양자화 잡음 D_k 의 합으로 식 (11)과 같이 주어진다.

$$D_{total} = \sum_{k=0}^{N-1} D_k \quad (11)$$

식 (6)을 제한 조건으로 하면서 전체적인 양자화 잡음인 식 (11)을 최소화하는 것을 Lagrange 승수법을 이용하여 정리하면 식 (12)와 같다.

$$\frac{\partial}{\partial R_k} \left[\sum_{k=0}^{N-1} \alpha \sigma_{Gk}^2 2^{-2R_k} + \lambda (R_s - \sum_{k=0}^{N-1} 4^{-k} R_k) \right] = 0 \quad (12)$$

식 (12)와 식 (6)을 이용하여 R_k 를 구하면 식 (13)과 같이 주어진다.^[16]

$$R_k = \gamma R_s + \frac{1}{2} \log_2 \sigma_{Gk}^2 - \frac{1}{2} \log_2 \left[\prod_{i=0}^{N-1} [\sigma_{Gi}^2]^{2^{-2i}} \right]^\gamma + \frac{N 2^{-2N}}{1 - 2^{-2N}} + k - \frac{1}{3} \quad (13)$$

여기서

$$\gamma = \frac{3}{4(1-2^{-2N})}$$

이다.

2. 양자화 잡음의 보상이 있는 비손실 계층 부호화에서의 비트 배정

양자화 잡음의 보상이 없는 경우에는 각 계층을 독립적으로 다룰 수 있어 식 (13)과 같이 최적 비트 배정이 이루어진다. 그러나 양자화 잡음을 보상하는 경우에는 상위 계층 L_{k+1} 에서의 양자화 잡음이 하위 계층 L_k 에 귀환 된다. 이때 L_{k+1} 계층에 배정된 비트수에 따라 L_k 계층에 귀환되는 양자화 에러는 L_k 계층의 배정 비트수를 변화시키게 되고, 최하위 계층까지 비트를 배정했을 때 전체 부호화율을 계산해보면 미리 정해진 값을 만족시키지 않으므로 반복적인 계산에 의하여 비트를 배정할 필요가 있다. 따라서 귀환되어지는 양자화 에러와 $j-1$ 번째 반복 계산 및 비트 배정 과정에서 얻어진 $\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)}$ 을 이용하여 계층별 최적 비트 배정을 한다. 계층 L_k 에서 계층 L_{k-1} 로 누적되는 양자화 에러는 매우 적어서 어느 계층에서의 양자화 에러는 바로 다음 하위 계층에만 영향을 미친다고 가정하면 j 번째 과정에서 계층 L_{k+1} 로부터 계층 L_k 에 귀환되는 양자화 잡음 q^2_k 은 식 (9)를 이용해서 나타내면 식 (14)와 같다.

$$q^2_k \doteq \alpha \sigma^2_{\hat{G}_{k+1}(j)} 2^{-2R_{k+1}} \quad (14)$$

이때 상위 계층으로부터 귀환되는 양자화 에러와 $j-1$ 번째 과정에서 얻어진 L_k 계층의 신호의 합의 산술적인 분산은 각각의 신호가 독립이라고 가정하면 각 신호의 산술적인 분산의 합이 된다. j 번째 과정에서 L_k 계층에 최적 비트 배정이 이루어지면 $j-1$ 번째 과정에서 얻어진 L_k 계층의 최소 양자화 잡음은 L_k 계층의 기하 평균 $\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)}$ 에 의한 것이 되고, 귀환 양자화 에러에 의한 것은 상위 계층의 기하 평균에 의해서 얻어진 것이므로 q^2_k 이 최소 양자화 잡음이 되므로 j 번째 과정에서 L_k 계층의 양자화 잡음은 이들의 합으로 근사화 할 수 있다. 따라서 j 번째 과정에서 L_k 계층에 나타나는 양자화 잡음은 식 (15)와 같이 나타낼 수 있다.

$$D'_k \doteq \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) 2^{-2R_k} \quad (15)$$

따라서 전체 양자화 잡음은 식 (16)과 같이 주어진다.

$$D'_{total} = \sum_{k=0}^{N-1} D'_k \quad (16)$$

식 (6)을 제한 조건으로 하여 식 (16)를 최소화하는 각 계층별 최적 비트 배정을 Lagrange 승수법을 이용하여 정리하면 식 (17)과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial R_k} \left[\sum_{k=0}^{N-1} \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k} + q^2_k) 2^{-2R_k} + \lambda(R_s - \sum_{k=0}^{N-1} 4^{-k} R_k) \right] \\ = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

식 (17)에서 첫번째 항의 항을 전개하면 식 (18)과 같다.

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{N-1} \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) 2^{-2R_k} &= \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_0} + q^2_0) 2^{-2R_0} \\ &+ \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_1} + q^2_1) 2^{-2R_1} + \dots + \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_{k-1}(j-1)} + \\ &q^2_{k-1}) 2^{-2R_{k-1}} + \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) 2^{-2R_k} + \dots \end{aligned} \quad (18)$$

식 (18)에서 q^2_{k-1} 은 R_k 를 포함하고 있으므로 식 (14)를 이용하여 나타내면 식 (19)와 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{N-1} \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) 2^{-2R_k} &= \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_0} + q^2_0) 2^{-2R_0} \\ &+ \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_1} + q^2_1) 2^{-2R_1} + \dots + \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_{k-1}(j-1)} \\ &+ \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j)} 2^{-2R_k}) 2^{-2R_{k-1}} + \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) \\ &2^{-2R_k} + \dots \end{aligned} \quad (19)$$

식 (19)에서 $\sigma^2_{\hat{G}_k(j)}$ 는 식 (15)의 관계로부터 $\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k$ 로 나타낼 수 있으므로 식 (19)에 대입하면 식 (20)과 같다.

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{N-1} \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) 2^{-2R_k} &= \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_0} + q^2_0) 2^{-2R_0} \\ &+ \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_1} + q^2_1) 2^{-2R_1} + \dots + \alpha(\sigma^2_{\hat{G}_{k-1}(j-1)} \\ &+ \alpha \sigma^2_{\hat{G}_k(j-1)} + q^2_k) 2^{-2R_k} 2^{-2R_{k-1}} \end{aligned}$$

$$+\alpha(\sigma^2\hat{c}_{k(j-1)}+q^2_k)2^{-2R_k}+\dots \quad (20)$$

식 (20)을 이용하여 식 (17)을 간략하게 표현하면 식 (21)과 같이 주어진다.

$$\frac{\partial}{\partial R_k} \left[\alpha \varphi^2_k 2^{-2R_k} + \alpha(\sigma^2\hat{c}_{k-1(j-1)} + \alpha \varphi^2_k 2^{-2R_k}) 2^{-2R_{k-1}} \right] = \lambda 4^{-k} \quad (21)$$

여기서

$$\varphi^2_k = \sigma^2\hat{c}_{k(j-1)} + q^2_k$$

이다.

식 (21)과 식 (6)을 이용하여 R_k 를 구하면 식 (22)와 같이 주어진다.

$$R_k = R_s + \frac{1}{2} \log_2(\sigma^2\hat{c}_{k(j-1)} + \alpha \sigma^2\hat{c}_{k+1(j-1)} 2^{-2R_{k+1}}) - \frac{1}{2} \log_2 \left[\prod_{i=0}^{N-1} [\sigma^2\hat{c}_{i(j-1)} + \alpha \sigma^2\hat{c}_{i+1(j-1)} 2^{-2R_{i+1}}]^{2^{-2i}} \right]^\gamma + \frac{1}{2} \log_2(\alpha + \alpha^2 2^{-2R_{k-1}}) - \frac{1}{2} \log_2 \left[\prod_{i=0}^{N-1} [\alpha + \alpha^2 2^{-2R_{i-1}}]^{2^{-2i}} \right]^\gamma + \frac{N 2^{-2N}}{1-2^{-2N}} + k - \frac{1}{3} \quad (22)$$

여기서

$$\gamma = \frac{3}{4(1-2^{-2N})}$$

이다.

식 (22)에 의한 계층별 최적 비트 배정 알고리즘은 다음과 같다.

Step 1. 식 (13)에 의하여 계층별 비트 배정을 한다.

Step 2. 궤환을 고려한 식 (22)에 의하여 비트 배정을 한다.

Step 3. $R = \sum_{k=0}^{N-1} 2^{-2k} R_k$ 와 R_s 를 비교하여

$R > R_s$ 이면 $R_k = R_k - \delta$ 로 하고 $\delta = \delta/2$ 로 둔다.

$R < R_s$ 이면 $R_k = R_k + \delta$ 로 하고 $\delta = \delta/2$ 로 둔다.

Step 4. $|R - R_s| \leq \epsilon$ 이면 계층별 비트 배정을 마친다.

$|R - R_s| > \epsilon$ 이면 Step 2로 가서 반복 수행한다.

위의 각 계층별 양자화 비트 배정 알고리즘에서 ϵ 은 실제 부호화를 R 을 부호화를 R_s 로 정확하게 조정할 수 없기 때문에 주어지는 오차 여유치이며, δ 는 부호화율을 조정하기 위한 수렴을 인자(convergence scale factor)이다.

IV. 실험 결과 및 검토

제안된 방법의 성능 평가를 위하여 8 비트 양자화된 256×256 크기의 화소를 갖는 영상을 사용하였다. 그리고 각 계층을 형성하기 위한 가우시안 필터의 발생 커널을 만들기 위한 상수 a 는 0.6으로 하였으며, DCT 부 블록의 크기는 8×8 로 하였다.

기존의 방법인 계층간 임의 비트 배정의 한 예로 계층별 부호화율을 동일하게 한 경우와 제안된 방법에 의한 계층별 최적 비트 배정을 한 경우에 대한 재생 영상의 PSNR은 각각 표 1과 표 2와 같다. 여기서

표 1. 기존의 방법에 의한 성능(동일 비트 배정)

Table 1. Performance of the conventional method(constant bit allocation)

피라미드 계층	계층별 부호화율 [bpp]	전체 전송률 [bpp]	균등양자화 PSNR [dB]	비균등양자화 PSNR [dB]
L_3	0.75	0.011719	21.287	21.291
L_2	0.75	0.058594	24.649	24.671
L_1	0.75	0.250000	27.943	28.102
L_0	0.75	1.000000	32.198	32.459

표 2. 기존의 방법에 의한 성능(동일 비트 배정)

Table 2. Performance of the proposed method(optimum bit allocation)

피라미드 계층	계층별 부호화율 [bpp]	전체 전송률 [bpp]	균등양자화 PSNR [dB]	비균등양자화 PSNR [dB]
L_3	4.88622	0.076347	24.024	24.038
L_2	2.82655	0.253007	27.393	27.492
L_1	1.49235	0.626093	30.379	30.630
L_0	0.37391	1.000000	32.201	32.489

전체 전송율은 전 영상을 전송한다고 가정했을 때 현재 전송된 계층까지의 누적 전송율이다.

표 1과 표 2를 살펴보면 양자화기와는 상관없이 최종 재생 영상의 PSNR은 차이가 거의 없으나 계층의 해상도가 낮아짐에 따라 최적 비트 배정에 의한 것이 계층별 부호화율을 동일하게 한 것보다 PSNR이 약 2.4~2.8 [dB] 높게 나타난다.

그림 3과 그림 4는 제안된 방법을 포함한 여러 가지 비트 배정을 한 후 각각 균등 및 비균등 양자화한 경우에 대한 계층별 재생 영상의 PSNR을 나타낸 것이다.

그림 3과 그림 4에서 보면 제안된 방법은 각 계층별 동일 부호화율에 배정한 경우에 비하여 계층의 해상도가 낮아짐에 따라 PSNR이 약 2.4~2.8 [dB] 높

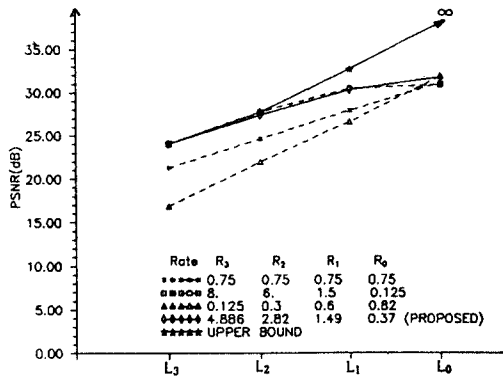


그림 3. 균등 양자화 한 경우의 PSNR 성능
Fig. 3. PSNR performance with uniform quantization

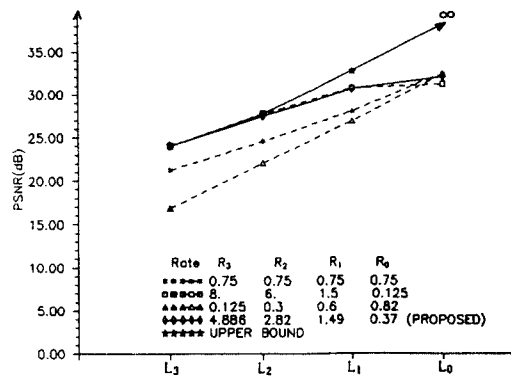


그림 4. 비 균등 양자화 한 경우의 PSNR 성능
Fig. 4. PSNR performance with non-uniform quantization

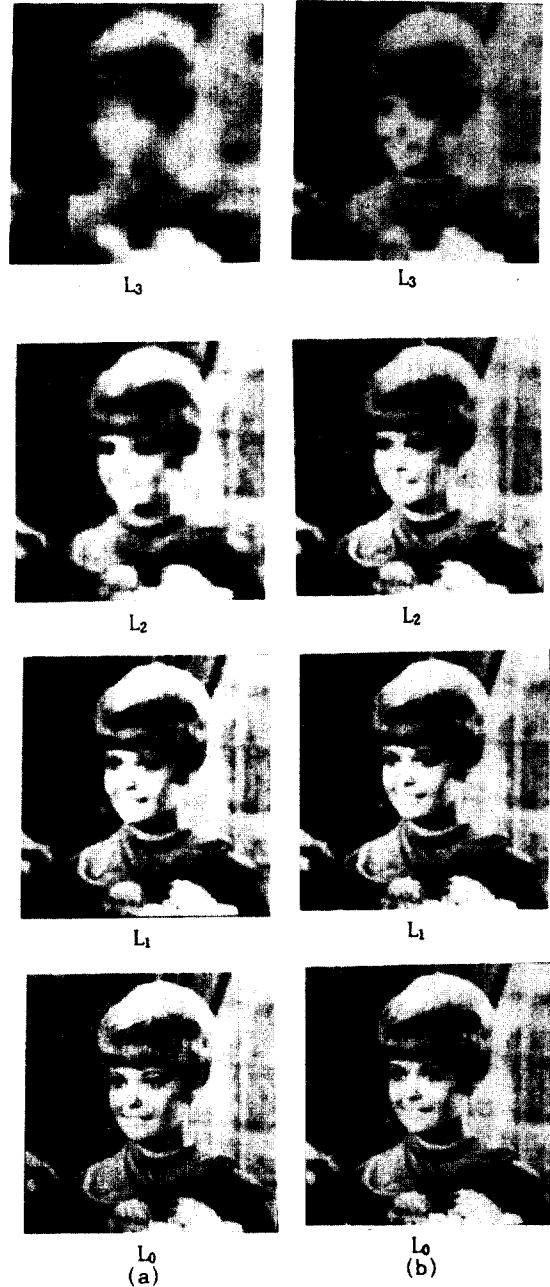


그림 5. 비 균등 양자화한 경우의 재생 영상
(a) 기존의 방법(동일 비트 배정)
(b) 제안된 방법(최적 비트 배정)
Fig. 5. Reconstructed images with non-uniform quantization
(a) the conventional method(constant bit allocation)
(b) the proposed method(optimum bit allocation)

게 나타나고, 상위 계층에 적은 비트를 배정하고 하위 계층에 많은 비트를 배정한 경우 보다는 해상도가 낮아짐에 따라 PSNR이 약 4.0~8.2 [dB] 높게 나타난다. 상위 계층에 많은 비트를 배정하고 하위 계층에 적은 비트를 배정한 경우에는 저 해상도를 갖는 계층에서는 제안된 방법과 비슷한 정도의 PSNR을 보이나 최종 재생 영상의 PSNR이 저하된다. 이와 같이 상위 계층에 많은 비트를 배정하면 저 해상도를 갖는 계층에서 제안된 방법보다 약간 더 높은 PSNR을 나타낼 것이나 상위 계층에 비효율적인 많은 비트 배정으로 인하여 하위 계층이나 최종 재생 영상의 PSNR은 떨어질 것이다. 그리고, 그림 3과 그림 4에서 상한치(upper bound)는 각 계층을 부호화 없이 재생한 영상의 PSNR이다.

그림 5는 모든 계층에 동일한 비트율을 배정한 경우와 제안된 방법에 의한 계층별 최적 비트 배정을 한 후 비균등 양자화기를 사용한 경우의 재생 영상을 나타낸 것이다.

그림 5를 살펴보면 최종 재생 영상의 화질은 차이가 없으나 저 해상도를 갖는 계층에서의 재생 영상의 화질은 기존의 방법보다 제안된 방법에 의한 재생 영상이 보다 우수한 화질을 나타냄을 알 수 있다.

V. 결 론

각 계층을 DCT 부호화 하는 비손실 계층 부호화에서 전체적인 부호화율이 동일한 때 최종 재생 영상의 왜곡 정도는 각 계층별 부호화율과는 상관없이 거의 일정하게 나타난다. 그러나 저 해상도를 갖는 계층의 재생 영상의 왜곡 정도는 계층별 부호화율에 따라 민감한 차이를 나타낸다.

본 논문에서는 저 해상도를 갖는 계층에서는 안정된 재생 영상을 얻으며, 최종 재생 영상에서는 왜곡을 최소화 할 수 있는 계층별 최적 비트 배정 방식을 제안하였다.

제안된 방법은 각 계층별 동일 부호화율을 배정한 경우에 비하여 계층의 해상도가 낮아짐에 따라 PSNR이 약 2.4~2.8 [dB] 높게 나타나고, 상위 계층에 적은 비트를 배정하고 하위 계층에 많은 비트를 배정한 경우 보다는 해상도가 낮아짐에 따라 PSNR이 약 4.0~8.2 [dB] 높게 나타났다. 상위 계층에 많은 비트를 배정하고 하위 계층에 적은 비트를 배정한 경우에는 저 해상도를 갖는 계층에서 제안된 방법과 비슷하거나 약간 높은 PSNR이 나타날 수 있지만 상

위 계층에 할당된 비효율적인 과다 비트 배정으로 인하여 하위 계층이나 최종 재생 영상의 PSNR은 떨어질 것이다. 전체적으로 비손실 계층 부호화에서 최종 재생 영상의 화질은 거의 차이가 없으나 저 해상도를 갖는 계층에서 제안된 방법에 의한 재생 영상이 기존의 방법에 의한 것 보다 우수한 화질을 나타내므로 보다 효율적인 점진적 영상 전송이 가능하다.

참 고 문 헌

1. K. R. Rao and P. Yip, *Discrete Cosine Transform*, Academic Press, San Diego, CA, 1990.
2. N.S. Jayant and P. No11, *Digital Coding of Waveforms*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984.
3. A.K. Jain, "Image data compression: A review," *Proc. IEEE*, vol. 69, pp.349-384, Mar. 1981.
4. K.H. Tzou, "Progressive image transmission: A review and comparison of technique," *Optical Engineering*, vol. 26, pp.581-589, Jul. 1987.
5. Y. Yasuda, M. Takaki and T. Awano, "Hierarchical coding of still images," *Picture Coding Symposium at Ipswich England*, No. 3-2, Jul. 1979.
6. Y. Yasuda, M. Takaki, S. Kato and T. Awano, "Step by step images transmission and display from gross to fine information using hierachical coding," *Trans. IECEJ*, vol.63-B, pp.379-386, Apr. 1980.
7. P.J. Burt and E. H. Andelson, "The Laplacian pyramid as a compact image code," *IEEE Trans. on Commun.*, vol. COM-31, pp.532-540, Apr. 1983.
8. C.H. Chen, "Laplacian pyramid image data compression," *IEEE Proc. ICASSP-87*, vol.2, pp. 737-739, Apr. 1987.
9. E. Dubois and J.L. Moncet, "Encoding and progressive transmission of still pictures in NTSC composite format using transform domain methods," *IEEE Trans. on Commun.*, vol. COM-34, pp.310-319, Apr. 1986.
10. W.C. Adams and C.E. Giessler, "Quantizing characteristics for signals having Laplacian amplitude probability density function," *IEEE*

- Trans. on Commun.*, vol. COM-26, pp.1295-1297, Aug. 1978.
11. J. Max, "Quantizing for minimum distortion," *IRE Trans. on Inform. Theory*, vol. IT-6, pp. 7-12, Mar. 1960.
 12. S.P. Lloyd, "Least squares quantization in PCM," *IEEE Trans. on Inform. Theory*, vol. IT-28, pp.129-137, pp.129-137, Mar. 1982.
 13. K. H. Tzou, "A fast computational approach to the design of block quantization," *IEEE Trans., on Acoust., Speech, Signal Processing*, vol. ASSP-35, pp.235-237, Feb. 1987.
 14. A. Segall, "Bit allocation and encoding for vector sources," *IEEE Trans. on Inform. Theory*, vol. IT-22, pp.162-169, Mar. 1976.
 15. Y. Shoham and A. Gercho, "Efficient bit allocation for an arbitrary set of quantizer," *IEEE Trans. on Acoust., Speech, Signal Processing*, vol. ASSP-36, pp.1445-1453, Sep. 1988.
 16. J. L. Sarinas and R. L. Baker, "Laplacian pyramid encoding: Optimum rate and distortion allocations," *IEEE ICASSP*, pp.1957-1960, Jun. 1989.



蔡 鍾 吉(Jong Kil Chae) 準會員

1961年 3月 2日生

1987年 2月:慶北大學校 電子工學
科 卒業(工學士)

1989年 2月:慶北大學校 大學院 電
子工學科 卒業(工學碩
士)

1990年 4月:韓國通信 研究開發團
專任研究員

1992年 2月:慶北大學校 大學院 電子工學科 博士課程修了

※主關心分野:映像信號處理, HDTV, Digital 通信