論文98-35S-3-18

2차원 매크로블록의 평균 양자화를 이용한 비트율 제어

(A Bitrate Control using Average Quantization of 2-D Macroblocks)

任 庸 淳 *, 李 根 泳 *

(Yong-Soon Im and Keun-Young Lee)

요 약

MPEG-2 TM5의 비트율 제어 방법에서는 현재 매크로블록의 Q_j, N_act_j 및 $mquant_j$ 값은 바로 이전 매크로블록으로 부터 예측하여 현재 매크로블록의 양자화값으로 사용함으로써, 현재 매크로블록의 급격한 변화가 초래하여 영상의 질을 떨어뜨린다. 제안한 방법은 현재 매크로블록과 인접한 매크로블록들의 Q_j, N_act_j 및 $mquant_j$값 각각에 대하여 평균을 취하여 적용하였다. 그렇게 함으로써 제안한 비트율 제어 방법은 현재 매크로블록이 인접 매크로블록과 비교하여 급격하게 변하지 않게됨에 따라 개선된 PSNR을 나타내었다.

Abstract

In bitrate control of MPEG-2 TM5, Q_j, N_act_j and $mquant_j$ of present macroblock are predicted from those of previous macroblock. It results in poor image quality because of abrupt change of them. We proposed a method predicting Q_j, N_act_j and $mquant_j$ of present macroblock by averaging those parameters of adjacent previous macroblocks. As a results, it shows improved PSNR compared to bitrate control of MPEG-2 TM5.

I. 서 론

최근 멀티미디어, 방송 및 통신에서의 핵심 기술인 디지털 동영상 압축 부호화 방법은 ISO/IEC 산하의 표준화 작업이 완료된 MPEG-1, 2와 ITU-T 전문가 그룹의 H.261, H.263 등이 있고, 동영상 압축 부호화의 기본적인 알고리듬은 영상 입/출력부, 움직임 추정 및 예측부, DCT/(적응적)양자화/가변길이 부호부, 역 DCT/양자화/가변길이 부호부, 비트 율 제어부 등으로 구분된다.[1]-[4]

가변 비트 율의 제어는 부호화에서 항상 일정한 율로 데이터를 전송하기 위해서 가상 버퍼를 사용한다. 그리고, 영상의 복호시 화질을 향상시키기 위해 가상 버퍼의 넘침(overflow)과 모자람(underflow)을 확인하여 손실을 최소화시킨다. 가상 버퍼의 상태를 일정하게 유지하기 위해 비트율의 변화가 필요하였다.[1][5]-[7]

일반적인 적응적 양자화는 양자화 계단 크기와 비트율 제어에서 얻은 양자화 파라미터($mquant$)에 의해 구한다. $mquant$는 (1~31)의 범위를 가지고, $mquant$가 주어지면 양자화 계단 크기는 $2*mquant$를 가지고 계산된다. 적응적 양자화는 인간의 시각적 오차에 민감하지 않게 반응하는 영역, 즉 활동도가 높은 영역이나 복잡도가 높은 영역에서는 양자화 값을 크게 하여 비트 수를 낮추고, 반면에 민감하게 반응하는 영역에

* 正會員, 成均館大學校 電子工學科

(Dept. of Electronics, Sungkyunkwan Univ.)

接受日字:1997年11月5日, 수정완료일:1998年3月10日

서는 양자화 값을 작게 하여 비트 수를 높여 주관적인 화질을 높이는 방식이 있었다. 현재 매크로블록(MB)에서 사용된 복잡도와 활동도에 의해 구한 양자화 파라미터는 다음 매크로블록의 양자화 계단 크기를 결정하여 변화시킴으로 블로킹 현상이 발생하여, 더욱 화질을 감소시키게 되었다.

본 논문에서는 발생되는 블록킹 현상을 해결함으로 화질을 향상시키기 위하여 비트율 제어의 평균 양자화 파라미터 방법을 제안하고, 율 제어와 양자화 파라미터 조절 방법을 인접한 MB의 평균값으로 적용함으로써 우수한 성능(PSNR)을 얻을 수 있도록 한다. 본 논문의 구성은 Ⅱ장에서 MPEG-2 비트 율 제어에 의한 양자화, Ⅲ장에서는 제안한 비트 율 제어에 의한 양자화 방법, Ⅳ장에서는 시뮬레이션 결과, 끝으로 Ⅴ장에서는 결론을 맺는다.

Ⅱ. MPEG-2 비트율 제어에 의한 양자화

일정한 전송 채널을 이용하여 부호화된 영상의 비트스트림을 전송하기 위해서는 출력 비트를 전송 채널의 용량에 맞추어 일정하게 유지할 필요가 있다. DCT 및 양자화 후 가변 길이 부호화를 하면 영상 특성에 따라 비트 율을 할당한다. 그림 1은 MPEG-2 TM5의 비트 율 제어 구성도이다.

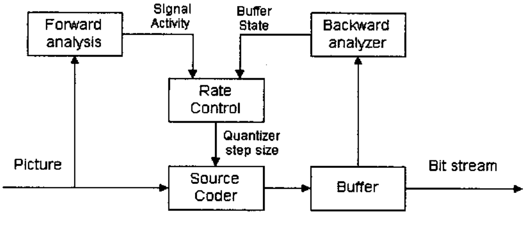


그림 1. 비트율 제어 구성도
Fig. 1. Block diagram of bitrate control.

발생 비트 율이 연속적으로 변화되는 부호화 비트스트림을 일정한 비트율로 출력하기 위해서 버퍼를 이용하여 순간적으로 심하게 변화하는 비트 율을 완충시키는 것과 버퍼의 넘침이나 모자람으로 비트 스트림을 손상하는 경우가 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다. 버퍼 넘침이나 모자람을 방지하기 위해서는 버퍼 상태를 연속적으로 검사하여 버퍼의 상태에 따라 버퍼로 입력되는 비트량을 조절해야 하는데, MPEG-2 부호화 방식의 경우는 양자화 단계 크기를 가변적으로 조절함으로써 비트량을 조절한다.

버퍼로 입력되는 비트량을 조절하는 원리는 VLC를 사용하는 부호화 방식에서 부호화의 결과로 만들어지는 비트량과 양자화 과정에서 사용되는 양자화 파라미터 값에 반 비례하기 때문에 버퍼 상태가 버퍼 넘침(모자람)의 위험이 있으면 양자화 파라미터값을 크게(작게) 해 줌으로써 버퍼의 상태를 일정한 범위내에 동작하도록 역방향 제어(backward control)를 이용하여 조절한다.

MPEG-2 TM5의 비트율 제어 단계는 목표 비트 할당, 율 제어 및 양자화 파라미터 조절의 세가지로 구성되어 있다.[1] [5]-[7]

비트율 제어 단계에서는 각 GOP(group of picture) 및 각 영상에 대한 목표 비트를 할당한다. 첫 영상(I영상)을 부호화하기 전의 GOP의 목표 비트값을 설정한다.

$$R = R_iN_i + R_pN_p + R_bN_b \tag{1}$$

여기서, R_i, R_p, R_b는 I, P, B 영상에서 사용된 비트 수이고, N_i, N_p, N_b,는 하나의 GOP내 I, P, B 영상의 수이다.

하나의 영상(I,P,B)이 부호화된 후 각각의 복잡도 ($X_{i,p,b}$)가 다음과 같이 갱신된다.

$$X_{i,p,b} = S_{i,p,b}\ Q_{i,p,b}, \tag{2}$$

여기서, $S_{i,p,b}$는 전 영상의 부호화에 따라 발생된 비트 수이고, $Q_{i,p,b}$는 전 영상의부호화에 사용된 MB 양자화 값들의 평균 값이다.

각 영상에 할당될 목표 비트는 영상의 I, P, B 종류에 따라 각 영상의 상대적인 복잡도($X_{i,p,b}$)와 GOP에 남아 있는 비트수 등을 고려하여 결정된다. GOP내 다음 영상의 목표 비트값($T_{i,p,b}$)은 다음과 같이 설정된다.

$$T_i = \max\left\{\frac{R}{1+\frac{N_pX_p}{K_pX_i}+\frac{N_bX_b}{K_bX_i}},\ \frac{bit_rate}{8*picture_rate}\right\}$$

$$T_p = \max\left\{\frac{R}{N_p+\frac{N_bK_pX_b}{K_bX_p}},\ \frac{bit_rate}{8*picture_rate}\right\}$$

$$T_b = \max\left\{\frac{R}{N_b+\frac{N_pK_bX_p}{K_pX_b}},\ \frac{bit_rate}{8*picture_rate}\right\} \tag{3}$$

여기서, K_p와 K_b는 영상의 특성에 따라 조절할 수 있는 상수이다. 일반적으로 K_p = 1.0, K_b = 1.4로 사용된다. N_i = 1이고, N_p와 N_b는 GOP의 부호할 P-와 B-영상의 수이다. R은 GOP에서 설정된 비트 수이고, 한 영상을 부호화할 때 마다 갱신한다.

$$R = G + R$$

여기서, G = (GOP의 영상 수) * (전송 비트 수) / (단위 시간의 영상 수)이고, 초기 $R=0$ 이다.

전 영상에 남은 비트 수와 현재 영상을 부호화할 때 사용된 비트 수($S_{i,p,b}$)의 차를 얻어 남은 비트 수로 갱신한다.

$$R = R - S_{i,p,b} \tag{4}$$

율 제어 단계는 부호화할 GOP내 각 영상의 목표 비트가 할당되면, 매크로블록 단위로 비트율을 제어한다. 그림 2는 하나의 P영상의 j번째 매크로블록의 충만도의 변화 상태를 보여주고 있다.

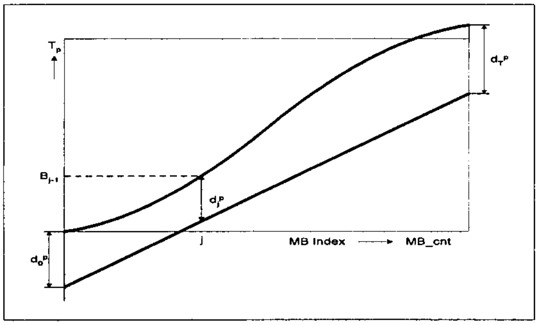


그림 2. P-영상의 율 제어
Fig. 2. Rate control of P-picture.

j번째 매크로블록을 부호하기 전에 가상버퍼의 상태값을 계산하면,

$$d_j^{i,p,b} = d_0^{i,p,b} + B_{j-1} - T_{i,p,b} * \frac{(j-1)}{MB_cnt} \tag{5}$$

여기서, $d_0^{i,p,b}$는 초기값, 또는 전 영상의 가상버퍼의 상태값이고, B_j는 j번째까지 부호화된 모든 매크로블록을 부호화했을 때 발생된 비트 수이고, MB_cnt는 영상내 매크로블록의 전체 수이다. 그리고 $d_j^{i,p,b}$는 j번째 매크로블록의 가상 버퍼의 상태이다. 가상버퍼의 상태($d_j^{i,p,b}$: j = MB_cnt)는 서로 같은 종류의 다음 영상을 부호화할 때 $d_0^{i,p,b}$로 사용된다. j번째 매크로블록의 기준 양자화 파라미터 Q_j의 계산은 다음과 같다.

$$Q_j = \frac{d_j^{i,p,b} * 31}{r} \tag{6}$$

여기서, r = 2*(전송 비트 수)/(단위 시간의 영상 수)이고, $d_j^{i,p,b}$는 식(5)의 가상버퍼의 상태값으로 식(6)의 기준 양자화 파라미터를 결정하는데 아주 중요한 변수이다.

양자화 파라미터 조절에서는 매크로블록별 영상의 국부적인 특성을 반영하여, 율 제어 단계에서 얻한 양자화 파라미터 값을 조절한다. j번째 매크로블록내 휘도 신호 블록의 분산값 중 최소값을 구하여 활동도(act_j)를 결정한다.

$$act_j = 1 + \min(\text{4개의 휘도신호 블록의 분산값}) \tag{7}$$

act_j값과 전 영상의 평균 양자화 파라미터(avg_act) 값의 활동도 정도에 따라 가중치(N_act_j)를 계산한다.

$$N_act_j = \frac{2 * act_j + avg_act}{act_j + 2 * avg_act} \tag{8}$$

$$mquant_j = Q_j * N_act_j \tag{9}$$

율 제어 단계에서 얻은 기준 양자화 파라미터(Q_j)와 N_act_j에 의해 적응적 양자화 값($mquant_j$)을 구한다.

즉, 기존의 비트 율 제어 방법의 각 단계를 살펴보면, 먼저 목표 비트 할당 단계에서는 GOP의 각 영상(I, P, B)에 비트를 할당한다. 가능하면 B모드 보다, I 혹은 P모드에 많은 비트를 할당하면서 가상 버퍼의 넘침(overflow)과 모자람(underflow)이 발생하지 않도록 결정해야 한다.

다음, 율 제어 단계에서 할당된 비트를 영상 내 MB 단위로 처리하므로 전 MB에 많은(적은) 비트가 할당되면, 현재 MB에는 적은(많은) 비트가 할당되도록 조정한다.

그러므로 목표 비트 할당 단계에서 얻은 GOP와 각 영상의 비트 양은 한정된 범위를 벗어나지 않도록(넘침/모자람) 결정되며, 현재 수행하는 MB의 변화가 다음 MB의 변화를 결정한다. 그래서 현재 MB의 연속적인 변화는 다음 MB의 비트 할당과 화질(PSNR)의 결정에 아주 커다란 영향을 미치게 되었다.

Ⅲ. 제안한 비트율 제어에 의한 양자화 방법

본 논문에서는 앞에서 제시된 문제점을 최소로 하는 방법을 제안한다. 한 영상의 각 MB은 인접한 MB과 서로 밀접한 관계를 가지고 있다. 그래서 이미 계산된 인접한 MB과 현재 처리되는 MB의 관계를 계산하여 평균값을 적용함으로써 연속적인 변화를 좀더 완만하게 하는 방법을 제안한다. 제안한 방법을 MPEG-2 TM5 비트율 제어의 목표 비트 할당된 비트량을 이용하여, 율 제어와 양자화 파라미터 조절 단계에 적용시킴으로써 높은 화질(PSNR)을 얻을 수 있다.

제안한 방법의 Q의 계산 구조는 그림 3과 같이 구성되어 있다. 기호는 GOP내 각 영상의 매크로블록의 위치를 표현하고, 현재 수행하는 비트율 제어의 MB의 양자화 계수 $Q_{x,y}$이고, 이미 수행된 4개의 인접 MB의 양자화 계수는 계산된 $Q_{x-1,y-1}$, $Q_{x,y-1}$, $Q_{x+1,y-1}$, $Q_{x-1,y}$으로 나타낸다.

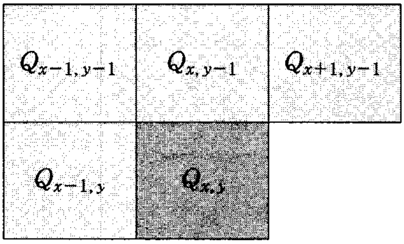


그림 3. 인접 매크로블록들을 이용한 양자화 값 계산
Fig. 3. Quantization calculation using adjacent macroblocks

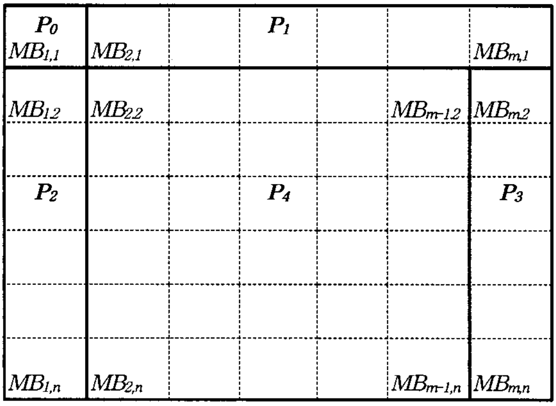


그림 4. 영상의 영역 분할
Fig. 4. Partition of a image frame.

그림 4는 한 영상을 인접한 MB들의 위치에 따라 5개의 MB들의 영역(P_0, P_1, P_2, P_3, P_4)으로 분할하고, 아래와 같은 방식으로 평균치를 취하여 $Q_{x,y}$로 설정한다.

MPEG-2 TM5 비트율 제어 방법의 얻은 한 영상 내 MB의 Q_j, N_act_j 및 $mquant_j$ 값에 평균 방법을 각각 적용하여 보자.

MPEG-2 TM5의 비트율 제어에서 얻은 현재 MB의 Q_j에 적용해 보면, 먼저 Q_j를 $Q_{x,y}$로 놓고, 현재 MB의 위치가 5영역($P_0 \sim P_4$)중 어느 영역에 속하는지에 따라 해당한 아래 식을 이용하여, 현재 MB과 인접 MB의 평균값을 계산한다. 그리고 계산되어 얻은 $Q_{x,y}$값을 Q_j에 놓음으로써 하나의 MB이 처리된 것이다. 계산 방법은 다음과 같다.

P_0영역이면, $Q_{x,y}$

P_1영역이면, $Q_{x,y} \leftarrow (Q_{x,y}+Q_{x-1,y})/2$

P_2영역이면, $Q_{x,y} \leftarrow (Q_{x,y}+Q_{x,y-1}+Q_{x+1,y-1})/3$

P_3영역이면, $Q_{x,y} \leftarrow (Q_{x,y}+Q_{x-1,y}+Q_{x-1,y-1}+Q_{x,y-1})/4$

P_4영역이면, $Q_{x,y} \leftarrow (Q_{x,y}+Q_{x-1,y}+Q_{x-1,y-1}+Q_{x,y-1}+Q_{x+1,y-1})/5$

마찬가지로 N_act_j와 $mquant_j$에 대해서도 위와 같은 방법을 적용하여 얻는다. MPEG-2 TM5의 비트율 제어에서 얻은 MB의 Q_j, N_act_j 및 $mquant_j$ 값과 제안한 인접 MB에 대한 평균치로 사용함으로써 부호화할 때의 양자화 파라미터 변화를 최소화할 수 있다. 그래서 변화가 작으면 작을수록 부호화 하는 영상의 PSNR을 높일 수 있다.

그리고 그림 4에서 분할된 영역은 MB 단위로 처리함으로써 처리된 인접 mquant 값을 임시 저장시킬 기억소자(혹은 변수)가 필요로 하고, 가로축의 수 (m+1)가 필요로 한다. 현재 $MB_{2,2}$를 계산할 때 $MB_{1,1,\ 2,1,\ 3,1,\ 1,2}$이 필요하고, 수행하지 않은 (m-3)개의 $MB_{(4,1\sim m,1)}$을 임시 저장시킬 기억소자가 필요하다. 그래서 전체 요구되는 기억소자는 $MB_{(1,1\sim m,1)}$과 $MB_{1,2}$의 수, (m+1)을 필요로 한다. 그리고 추가되는 간단한 계산을 사용 하고, 병렬처리나 하드웨어적으로 구현이 용이하다는 장점이 있다.

MPEG-2 TM5에서 얻은 양자화 값($mquant$)에 제안 방법을 적용함으로 평균 양자화 값을 구하고, 얻은 양자화 값으로 목표 비트 량 내에서 비트를 결정하여 할당한다. 또한 얻은 값을 바로 이전 MB의 양자화

값과 비교하여 같으면 1 bit를, 다르면 5 bit를 할당하여 양자화 값을 전송하게 되는데 국제 표준의 비트 스트림 방법을 사용하는 호환성을 가지고 있다.

Ⅳ. 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 MPEG-2 TM5와 제안한 모델을 비교하여 평가하였다. 사용된 영상 데이터는 4:2:0 SIF (352*288)인 Calendar, CIF(352*240)인 Football, Tennis, Flower garden이고, 각 실험에서 30 면을 사용하였다.

그림 5, 6은 Calendar와 Tennis의 각각 한 영상에서 TM5와 제안 방법을 실험하여 얻은 매크로블록의 양자화 파라미터 값을 비교하였다.

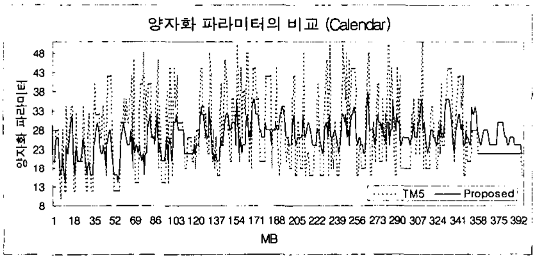


그림 5. 양자화 파라미터 비교 (Calendar)
Fig. 5. Comparison of quantization parameter. (Calendar)

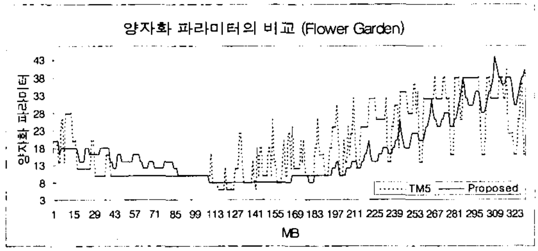


그림 6. 양자화 파라미터 비교 (Flower Garden)
Fig. 6. Comparison of quantization parameter. (Flower Garden)

그림 5는 Calendar 영상으로 배경의 변화가 많았으며, 그 영상에 대한 한 영상의 양자화 파라미터가 점선처럼 빠르게 변화한다. 반면에 제안한 방법을 적용한 경우, 실선처럼 연속적으로 완만한 변화를 얻을 수 있었고, TM5 보다 향상된 화질(PSNR)을 얻을 수 있었다.

그리고 하나의 영상에서 얻은 양자화 파라미터값의 분산값을 계산하면 각각 TM5에서는 103.5, 제안 방법에서는 18.2이었다. 제안 방법으로 얻은 값이 TM5보다 분산 값이 아주 작았다. 즉, 한 영상에 있는 *MB*의 평균 값을 중심으로 *MB*의 양자화 파라미터의 변화가 작다는 것을 얻게 되었다.

그림 6은 Flower Garden 영상으로 TM5는 점선으로 양자화 파라미터 값을 표현하고, 변화가 있는 점의 양자화 파라미터 값이 순간적으로 많이 변화 하였다. 반면에 제안한 방법을 적용함으로 실선과 같이 좀 더 완만하게 변화됨으로 양자화 파라미터 값의 변화를 완만하게 하였다. 그래서 향상된 화질(PSNR)을 얻을 수 있었다. 그리고 하나의 영상에서 얻은 양자화 파라미터값의 분산 값을 보면, 각각 TM5에서는 100.8, 제안 방법에서는 78.5이었다. 제안 방법이 얻은 값이 TM5보다 분산 값이 작았다. 즉, 한 영상에 있는 *MB*의 평균 값을 중심으로 *MB*의 양자화 파라미터의 변화가 작다는 것을 알수 있다.

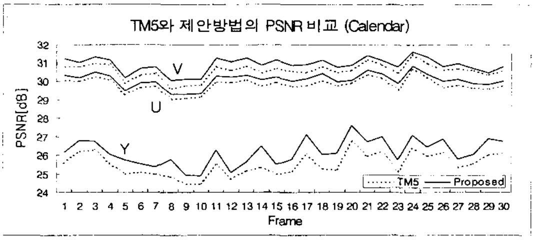


그림 7. PSNR 비교 (Calendar의 Y, U, V)
Fig. 7. Comparison of PSNR. (Y,U,V images of Calendar)

그림 7은 TM5와 제안 방법으로 Calendar 영상의 PSNR을 얻어서 비교하였다. Y, U, V 영상의 평균 PSNR을 비교할 때, 제안 방법의 실선 결과가 TM5의 점선보다 높은 0.64, 0.25, 0.31 dB의 증가를 얻게 되었다.

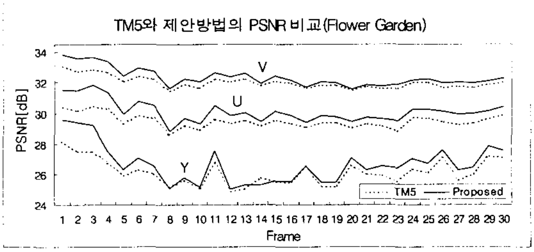


그림 8. PSNR 비교 (Flower Garden의 Y, U, V)
Fig. 8. Comparison of PSNR. (Y,U,V images of Flower Garden)

그림 8은 TM5와 제안 방법으로 Flower Garden 영상의 PSNR을 얻어서 비교하였다. Y, U, V 영상의 평균 PSNR을 비교할 때, 제안 방법의 실선 결과가 TM5의 점선보다 높은 0.51, 0.62, 0.33 dB의 증가를 얻게 되었다.

Q_i(방법 A), N_act_j(방법 B) 및 $mquant_j$(방법 C)에 적용할 때 각각의 영상은 효과적인 화질(PSNR)을 얻게 되었고, 결과는 표 1에 나타내었다. 표 1에서는 각각 30면으로 구성된 Football, Calendar, Tennis, Flower garden 영상의 휘도(Y)에 대한 PSNR 결과이다. (x : 적용하지 않음)

표 1. TM5와 제안방법의 PSNR 비교
Table 1. PSNR comparison of TM5 and proposed method.

제안방법		Calendar	Tennis	Football	Flower Garden	영상 평균 PSNR
TM5		25.511	31.644	29.033	26.119	28.0768
A x x	평균	25.464	31.603	29.038	26.086	28.045
	차	-0.047	-0.041	0.005	-0.033	-0.029
x B x	평균	**26.153**	31.840	**29.393**	26.594	28.495
	차	**0.642**	0.196	**0.360**	0.475	0.418
A B x	평균	26.122	**31.932**	29.33	26.509	28.475
	차	0.611	**0.288**	0.305	0.390	0.399
x x C	평균	25.984	31.831	29.295	26.435	28.386
	차	0.473	0.187	0.262	0.316	0.310
A x C	평균	25.922	31.781	29.254	26.322	28.320
	차	0.411	0.137	0.221	0.203	0.243
x B C	평균	26.134	31.925	29.31	**26.629**	**28.500**
	차	0.623	0.281	0.277	**0.510**	**0.423**
A B C	평균	26.018	31.648	29.282	26.407	28.339
	차	0.507	0.004	0.249	0.288	0.262

제안 방법을 세가지 Q_i, N_act_j 및 $mquant_j$에 대하여 선택적으로 실험하였는데, 평균은 각 영상마다 7가지 방법 중 하나에 대한 평균 PSNR이고, 차는 TM5의 평균 PSNR과의 차이다. 그리고 오른쪽의 영상 평균 PSNR은 4가지 영상에서 얻은 평균 PSNR의 평균 값이다.

표와 같이 N_act_j에만 적용했을 때 Calendar, Football 영상의 PSNR이 0.642, 0.360 dB로 가장 높았다. N_act_j와 $mquant_j$에 적용했을 때에는 Flower garden 영상의 PSNR은 0.510 dB이 가장 높았다. Q_i와 N_act_j에 적용했을 때에는 Tennis 영상의 PSNR이 0.288 dB로 얻을수 있었다. 그리고 4가지 영상의 평균 PSNR에서는 N_act_j와 $mquant_j$에 적용했을 때 높은 0.423 dB의 PSNR를 얻을 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 영상 부호화의 화질 성능 개선을 위한 비트율 제어 방법을 제안하였다. 비교 평가한 MPEG-2 TM5의 비트율 제어 방법에서는 목표 비트 할당 방법에서 GOP와 각 영상에 한정된 범위내에서 비트를 할당하였다.

본 논문에서는 화질 향상을 위하여 MPEG-2 TM5에서 얻은 목표 비트 할당 값을 사용하였고, 율 제어와 양자화 파라미터 조절에서 얻은 현재 MB의 Q_i, N_act_j 및 $mquant_j$와 인접 MB의 값을 평균치로 적용하는 방법을 제안하였다.

제안한 방법은 기존의 방법에 비하여 양자화 값의 변화를 최소화하였고, 우수한 성능(PSNR)을 얻을 수 있었다. 이 방법은 다른 동영상 압축 부호화 방법(MPEG-1, 2와 H.261, 263등)의 비트율 제어를 위한 양자화 파라미터 결정에 효과적으로 적용될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC/JTC 1/SC29/WG11, "*MPEG-2 Test Model 5*", Jul., 1993.

[2] MPEG-1 ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11/N11172, "*Information Technology Coding of Moving Picture and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5M bot/s*", Aug., 1993.

[3] ITU-T Recommendation H.261, "*Video Codec for Audio Visual Services at p*64kbit/s*", Dec., 1990.

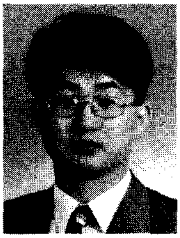
[4] ITU-T Draft H.263, "*Video Codec for Low Bitrate Communication*", May, 1996.

[5] Wei Ding, Bede Liu, "*Rate Control of MPEG Video Coding and Recording by rate-Quantization Modeling*", IEEE Trans. on CSVT, vol. 6, no. 1, Feb., 1996.

[6] Limin Wang, "*Bit Rate Control for Hybrid*

DPCM/DCT Video Codec", IEEE Trans. on CSVT, vol. 4, no. 5, Oct., 1994.
[7] C.A. Gonzales, E. Viscito, "*Motion Video Adaptive Quantization in the Transform Domain*", IEEE Trans. on CSVT, vol. 1, no. 4, Dec., 1991.

저 자 소 개



任 庸 淳(正會員)
1964년 10월 22일생. 1988년 2월 성균관대학교 공과대학 전자공학과(공학사). 1993년 8월 성균관대학교 산업대학원 전자공학과(공학석사). 1997년 2월 성균관대학교 대학원 전자공학과(박사과정수료). 1998년 5월 ~ 1990년 2월 LG전자 VIDEO연구소 근무. 1998년 3월 ~ 현재 평택공업전문대학 전자계산과 전임강사. 주관심 분야는 영상통신, 멀티미디어, 컴퓨터그래픽, 신경회로망 등

李 根 泳(正會員) 第 35卷 S編 第 1號 參照