

화질 개선을 위한 DCT 계수의 동적 제어

(Dynamic Control of DCT Coefficients for Image Quality Improvement)

任庸淳*, 李根泳**

(Yong Soon Im and Keun Young Lee)

요 약

일반적으로 비디오 부호화 방법에서는 비트율 제어에 의해 얻은 양자화 파라미터를 사용하면 DCT 계수의 특징을 잃어버리게 되어 화질에 많은 영향을 미치게 되었다.

본 논문에서는 동영상 부호화에서 DCT 계수의 동적 제어를 위한 블록의 DCT 특성을 나타내는 블록 계수를 얻었다. 이것을 영상의 각 화소 블록에서 평균(AS) 값을 구하고, 평균값과 영상의 각 화소의 차(DABP)의 평균값을 구하고, DABP와 DCT 계수를 이용하여 블록 계수(BC)를 얻는다. 실험을 통하여 제안한 방법에 의해 동영상의 화질을 개선시킬 수 있었다.

Abstract

Generally, video coding method will come to lose the features of DCT coefficients of a block if the method uses the quantization parameter depending on the bitrate control, and consequently it influence the image quality of video.

In this paper, we propose a new method using the following three steps : calculating an averaging (Averaging of Sum, AS) value in each pixel's block of images, earning an average value of differences between each pixels and AS (Differential Averaging Block Pixels, DABP), and finally achieving an improved coefficient values by the DABP and DCT coefficients. Simulation results show that the quality of moving picture could be improved by the proposed method.

I. 서 론

컴퓨터를 이용한 멀티미디어, 방송 및 통신 분야에서 문자, 음성, 정지영상, 동영상 등의 정보를 전달하는데 여러 부호화 방법을 필요로 하고있다. 그 방법에는 디지털 동영상 압축 부호화 방법인 ISO/IEC 산하

의 표준화 작업이 완료된 MPEG-1, 2^{[1,2]}}와 ITU-T 전문가 그룹의 H.261, H.263^{[3,4]}} 등이 있다. 동영상 압축 부호화의 기본적인 알고리즘은 영상 입/출력부, 움직임 추정 및 예측부, DCT/(적응적)양자화/가변길이 부호부, 역 DCT/양자화/가변길이 부호부, 비트 율 제어부 등으로 구분된다.

일반적으로 동영상 부호화내에서 화질에 영향을 주는 것은 움직임 예측과 DCT 계수에 대하여 비트율 제어와 양자화 값을 이용하여 조정하는 방법을 들 수 있다.^{[8,9]}} 또한 비트 율의 제어는 채널 용량에서의 VBV 버퍼의 충만도와 영상의 복잡도에 대한 각 영상의 목표 비트 할당, 목표 비트율을 맞추기 위한 기준 양자화 파라미터를 설정하고 영상의 기본 단위인 매크

* 正會員, 京文大學 情報通信科

(Department of Information & Communication, Kyungmoon College)

** 正會員, 成均館大學校 電子工學科

(Department of Electronics, Sungkyunkwan Univ.)

接受日字:1999年3月18日, 수정완료일:1999年6月22日

로 블록(Macro Block, MB)의 활동도를 고려하여 양자화 값이 변화하는 것이다.^[5, 6, 7] 부호화에서 항상 일정한 율로 데이터를 전송하기 위해서 가상 버퍼를 사용한다. 그리고, 영상의 복호시 화질을 향상시키기 위해 가상 버퍼의 넘침(overflow)과 모자람(under-flow)을 확인하여 손실을 최소화시킨다. 따라서 가상 버퍼의 상태를 일정하게 유지하기 위해 비트율의 변화가 필요하다.

양자화 계단 크기와 비트율 제어에서 얻은 양자화 파라미터(*mquant*)에 의해 구한다. 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 영역에서는 양자화 값을 작게 하여 비트 수를 높여 주관적인 화질을 높이는 방법이다. 현재 매크로블록(MB)에서 사용된 복잡도와 활동도에 의해 구한 양자화 파라미터에 따라 다음 매크로블록의 양자화 계단 크기를 결정함으로써 블로킹 현상이 발생하여, 화질을 감소시킨다. 그래서 지금까지의 표준인 MPEG-2 TM5에서는 표준화된 하나의 양자화 파라미터를 사용하였으나, 요즘은 양자화 파라미터를 특성에 맞게 변화시키거나 그 계수 값을 구성하는 방법을 제시하고 있다. 하지만 기본적인 계수와 요구되는 비트수, 계산 방법에 따른 시간이 많이 소요되었다.

본 논문에서는 동영상의 화질을 향상시키기 위해 양자화 파라미터를 사용하여 DCT 계수의 고주파 성분의 값을 변화시키는 방법을 제시한다. 이렇게 블록당 블록내 DCT 계수의 특성을 나타내는 계수를 추가함으로써 0.11~0.38 dB의 화질 향상을 얻을 수 있었다.

본 논문의 구성은 II장에서 표준 변환 부호화 방법, III장에서는 제안한 DCT 계수의 동적 제어, IV장에서는 실험 결과, 끝으로 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 표준 변환 부호화 방법

그림 1은 제안한 동영상 부호화를 표준 MPEG-2 TM5에서 수정된 블록(검은 블록)으로 나타내었다. 입력된 영상의 최소 단위인 각 8×8 블록에 대하여 DCT를 사용하여 변환된 계수값을 구하고, 구한 계수는 저주파 부분인 DC 부분은 DPCM, 고주파 부분인 AC 부분을 지그재그로 스캔하고 양자화 파라미터를 이용하여 값을 구하고, 줄 길이 부호화(VLC)를 통하

여 부호화 한다.

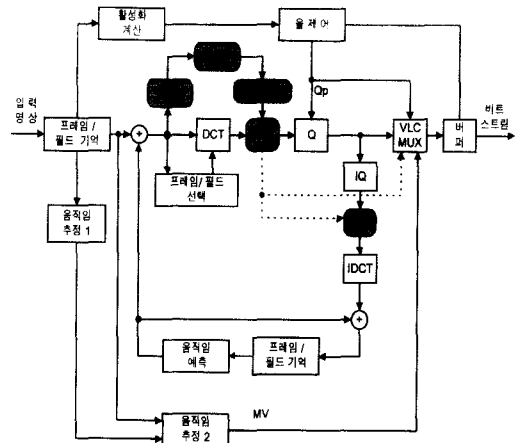


그림 1. MPEG-2 구성도
Fig. 1. Block diagram of MPEG-2.

변환 부호화 방법은 원래의 신호를 여러 개의 블록으로 분할한 후 각각을 블록 변환하여 변환 계수를 구한 뒤, 각 계수들을 양자화 하여 부호화 효율을 증가시키는 압축 기법이다. 실제 시스템에 사용되는 변환 방법에는 최적의 변환 방법인 KLT (Karhunen Loeve Transform), DFT (Discrete Fourier Transform), DWHT (Discrete Walsh Hadamard Transform), DCT (Discrete Cosine Transform) 등이 있다. 여기서 DCT는 성능 면에서는 KLT와 비슷하나 하드웨어 구현이 용이하고 실시간 처리가 가능하고, 에너지 집중 효율이 높아 중복되는 정보를 감소화시키며, 처리 속도와 압축 성능 면에서 용이하다. DCT는 원 함수에 여현항을 시간별로 컨볼루션함으로써 시간영역의 함수를 주파수 영역의 함수로 변환한다. 계산하여 얻은 DCT 계수는 저주파 성분(DC)과 고주파 성분(AC)으로 분리되어 처리된다.

이 원리를 이용하여 영상내의 저주파와 고주파로 신호를 분리하고, 사람이 감지하는 영상 신호는 저주파 영역에 민감하다는 HVS(Human Visual System)에 의거하여 이 부분의 신호를 많이 보내게 되면, 고주파 부분이 손실되더라도 별다른 왜곡을 느끼지 못하게 된다. 영상 신호의 압축을 위해서는 입력 영상을 8×8 블록으로 나누고, 블록에 대해 DCT를 취하게 되는데, 블록의 좌상의 원점에 DC 성분이 모이게 된다. DCT 변환식은 원 함수에 여현항을 컨볼루션하여 주파수 영역으로 변경하고 역 DCT도 같은 방법으로 계

산되어 진다. 아래 식에서 $C(u)$ 와 $C(v)$ 는 상수이다.

$$F(u, v) = \frac{2}{N} C(u)C(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} \left\{ f(x, y) \cdot \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right\} \quad (1)$$

$$f(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \left\{ C(u)C(v)F(u, v) \cdot \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right\} \quad (2)$$

여기서, $u, v, x, y = 0, 1, \dots, N-1$

x, y : 공간 영역

u, v : 주파수 영역

N : 블록내 x, y 축 화소수

$$C(u), C(v) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & u, v=0 \\ 1, & \text{그외} \end{cases}$$

특히 인트라 블록에서의 DC 계수는 일반 다른 계수와는 크기가 다르므로 VLC 표를 이용하는 AC 계수와는 다른 방법을 이용한다. DC 계수는 크기를 그대로 보내는 것이 아니라, 전 블록의 DC값과 계수의 차이 값을 보내게 된다. AC 성분은 파라미터의 좌측 위 원점을 중심으로 우측 아래로 갈수록 계수의 크기가 작아지므로 큰 값들을 함께 추출하기 위해 지그재그 스캔을 하게 된다.

이 지그재그 스캔값을 일차원적으로 보면 이웃하는 값들의 크기가 작으므로 엔트로피 부호화시에 데이터 압축 효율을 높일 수 있다. 복호기에서 역 양자화된 값을 역 DCT하여 원 영상을 복원할 수 있다.

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

그림 2. MPEG 양자화 파라미터 (intra)
Fig. 2. MPEG quantization parameters (intra).

양자화는 DCT에서 얻은 계수를 정해진 범위의 수

로 나누어 크기를 줄임으로써 압축을 이루는 방법이다. DCT의 계수는 다양한 값으로 얻어지는데 모든 값에 같은 비트 수를 할당을 하게 되면 전송하는 데이터 량이 많아진다. MPEG의 양자화 파라미터는 그림 2와 같이 블록(8×8)으로 구성되어 있다.

$$\text{양자화 계수}(u, v) = F(u, v) / \text{양자화 파라미터}(u, v) \quad (3)$$

$$\text{역 양자화 계수}(u, v) = \text{양자화 계수}(u, v) \times \text{양자화 파라미터}(u, v) \quad (4)$$

III. 제안한 DCT 계수의 동적 제어

동영상 부호화 방법은 한 영상의 작은 8×8 블록 단위로 분할하고 DCT를 취하여 얻은 계수에다 고정된 표준 양자화 단계를 거쳐 양자화된 계수를 얻는다. DCT 계수에는 DC 저주파 성분과 AC 고주파 성분이 존재하는데 양자화 파라미터에 의해 고주파 성분이 많이 손실된다.

때로는 저주파 성분이 고주파 보다 작은 값을 가지게 되어 그 블록의 고유 특성을 잃어버리는 경우도 발생하여 화질을 표현하는 PSNR이 감소하기도 한다. 이런 문제점을 해결하기 위해 DCT 계수의 성분을 가진 블록의 특성을 강조할 수 있도록 동적 제어 방법을 제안하였다. 그림 1의 검은 블록 부분이 제안한 방법을 표현한 것이다.

기존의 양자화 계산 방법은 다음 식을 이용하였다.

$$\text{양자화값}(u, v) = \frac{DCT(u, v) \times 32}{Quant_mat} \quad (5)$$

DCT 계수 가운데 의 DC 계수를 제외한 다른 고주파 성분의 계수 중 특성을 지닌 계수들에게 원 영상의 8×8 블록내 각 화소들의 평균값(Average of Sum, AS)을 구한다. 그리고 그 블록의 평균값(AS)과 그 블록내 각 화소간의 차를 얻는 다음, 이것을 절대값으로 변환하여 합(Differential Averaging Block Pixel, DABP)을 구한다. 얻은 DABP 값과 DCT 블록내 계수들의 관계를 계산한다. DABP는 화소간의 변화가 클수록 차 값은 커지고, 변화가 작을수록 차 값이 작아진다. 얻은 DABP 값은 대략 0에서 100사이의 계수를 가지므로 0.31을 곱하여 범위를 0에서 31로 변환하여 계수로 만든다. 이렇게 범위를 정하여 얻

은 값은 인코딩 부분에서 계산하여 얻은 DABP 값을 전송하게 되면 역 부호화 할 때는 계수 값만 받아 사용하므로 다른 계산이 필요하지 않다는 장점을 가지고 있다. 그리고 추가로 사용되는 비트는 각 블록 당 n 비트(여기서는 5비트 사용) 값을 전송하기 때문에 정보량에는 큰 영향을 미치지 않는다. 계산하는 표현식은 다음 식 (6), (7)과 같다.

$$AS = \frac{1}{MN} \sum_i \sum_j F(i, j) \quad (6)$$

$$DABP = \frac{1}{MN} \sum_i \sum_j |F(i, j) - AS| \quad (7)$$

여기서 $F(i, j)$ 는 i, j 의 화소 값이고, M, N 은 블록내의 x, y 축의 화소수이다. 계수 BC (Block Coefficient)는 다음 식 (8)과 같이 계산하여 얻는다.

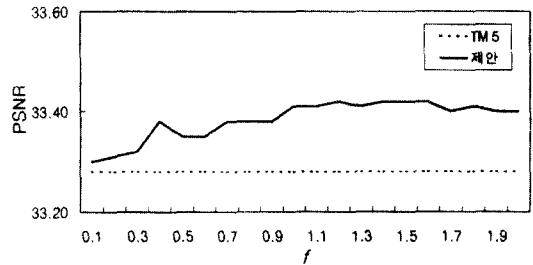
$$BC = (32 + (0.31 \times f \times DABP)) \quad (8)$$

여기서 f 는 0.31과 함께 사용되는 비트의 크기를 결정하는 실수이다. 식 (8)에서는 BC 의 값을 (0 ~ 31) 범위의 값으로 정의하기 위해 ① 0.31, ② f 계수와 ③ $DABP$ 를 곱하고, 얻은 값과 $TM5$ 에서 정의된 고정 계수 32를 더하여 BC 값으로 표현한 것이다. 표 1은 f 의 변화에 따른 PSNR과 필요 비트량을 보여주고 있다. 그림 3은 표 1에 대한 변화를 그래프로 나타내었다. 그리고 $f=0$ 일 때 $TM5$ 의 PSNR(점선)과 $f=0.1 \sim 2.0$ 일 때 제안 방법의 PSNR(실선)을 나타내었다.

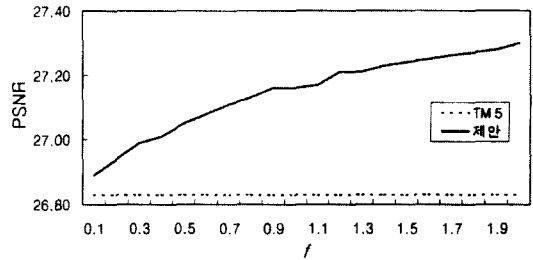
표 1. f 의 변화에 따른 PSNR
Table 1. PSNR according to change of f .

f	Table Tennis	Flower Garden	Calendar	비고
0	33.28	26.83	26.31	0 bit
0.1	33.30	26.89	26.35	2 bit
0.5	33.35	27.05	26.47	4 bit
1.0	33.41	27.16	26.56	5 bit
1.5	33.42	27.24	26.57	6 bit
2.0	33.40	27.30	26.58	6 bit

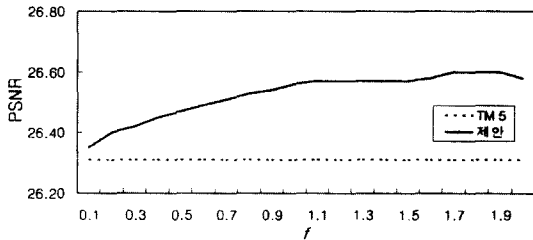
제안한 방법은 다음 식 (9)와 같이 각 블록에서 화소간의 변화가 큰 경우에는 DCT의 계수에 큰 값을 곱하여 양자화 값을 큰 값으로 만들어 준다. 블록내의 화소 값이 작은 변화의 값인 경우에는 유사한 값의 계수를 가지고 있으므로 영상에서도 변화가 작기 때문



(a) Table Tennis



(b) Flower Garden



(c) Calendar

그림 3. f 의 변화에 따른 PSNR
Fig. 3. PSNR according to change of f .

에 DCT 계수에 작은 값을 곱하여 양자화 값을 작게 만들어 준다.

BC 값을 DCT 계수와 곱하여 양자화 계수 (Q)의 크기를 결정하여 줌으로써 화질을 향상시킬 수 있다. 양자화 값은 다음 식 (9)와 같이 표현된다.

$$Q(u, v) = \frac{DCT(u, v) \times BC}{Quant_mat} \quad (9)$$

역 양자화 값은 다음 식 (10)을 이용하여 얻을 수 있다.

$$IQ(u, v) = \frac{Q(u, v) \times Quant_mat}{BC} \quad (10)$$

저장할 때는 $DABP$ 의 계수 값을 각 블록마다 먼저 2진수인 n 비트로 부호화 한 다음, 범위가 $[0 - (2^n - 1)]$ 까지의 정수로 변환시켜 저장한다.

따라서 각 영상의 8×8 블록마다 n 비트를 추가하게

된다. 여기서 n 은 정수로서 5를 사용하였다. 그리고 제안 방법은 인터 프레임과 인트라 프레임에서 같이 적용할 수 있다. 그림 4는 제안한 DCT 계수의 동적 제어 방법의 흐름도이다.

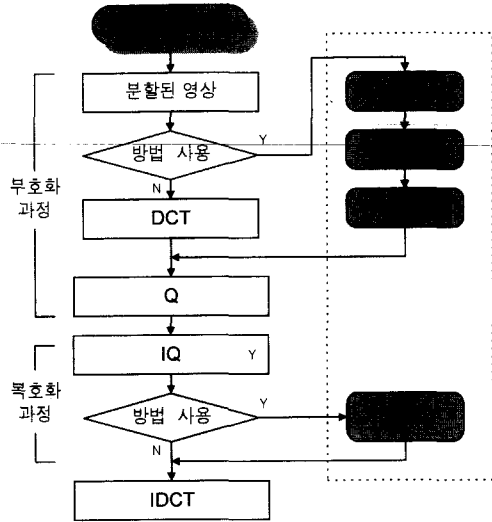


그림 4. 제안 방법의 흐름도
Fig. 4. Flowchart of proposed method.

실험에서 사용된 영상은 "Table Tennis" 인 352×240 화소의 영상으로 60 프레임을 사용하였다. 그리고 GOP의 영상 수인 $N=15, M=3$ 으로 사용되었으며, 프레임 율은 30 프레임/초이고, 전송 비트수는 1.5 Mbps로 실험을 하였다.

그림 5의 (a)는 사용된 영상의 첫 면의 8×8 블록이고, (b)는 DCT로 얻은 결과이다. 그림 6의 (a)는 표준 양자화 파라미터이고 (b)는 양자화시킨 결과이다. 여기서 사용된 $mquant=14$ 이다.

114	114	100	110	132	141	144	141
120	129	160	150	143	139	135	133
160	127	122	106	111	125	141	142
184	122	118	138	137	135	137	122
127	134	126	116	102	102	121	148
101	112	110	133	141	137	135	129
114	125	140	133	132	129	136	131
129	105	103	110	123	137	148	135

(a) 원 영상의 첫 블록

5	19	-6	-19	-16	7	-25	-22
-32	10	-40	-25	-2	4	-26	3
21	6	-21	-28	30	5	23	38
14	3	5	-21	21	27	27	-26
7	1	-16	-6	13	7	3	-12
13	-1	-7	-21	4	7	-3	-11
1	6	-1	-12	-4	-2	-6	1
6	1	3	-8	-4	2	-3	1

(b) DCT 계수

그림 5. 원 영상의 첫 블록과 DCT 계수
Fig. 5. The first block of Original image and DCT coefficients.

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

(a) 양자화 파라미터

1	3	-1	-2	-1	1	-2	-1
-5	1	-4	-2	0	0	-2	0
3	1	-2	-2	2	0	2	2
1	0	0	-2	2	2	2	-1
1	0	-1	0	1	0	0	-1
1	0	-1	-2	0	0	0	0
0	1	0	-1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0

(b) 양자화 값 ($mquant=14$)

그림 6. 표준 양자화 파라미터에서 계산 결과
Fig. 6. Calculation result in standard quantization.

그림 7의 (a)는 제안한 방법을 영상의 8×8 블록들에 적용시켜 얻은 BC 계수들이고, 영상의 첫 번째 블록에 대한 BC 계수가 35인 경우이다.

그림 7의 (b)는 영상의 첫 번째 블록에 대하여 BC=35와 mquant=14를 적용시켜 얻은 양자화 계수이다. 양자화된 계수 값들이 보다 강조되었음을 볼 수 있다.

	35	35	35	34	34	34	34
34	34	34	34	33	34	34	33
34	36	34	35	34	34	33	34
34	34	34	34	35	34	34	34
33	34	34	34	35	34	36	35
34	33	34	35	33	34	34	36
34	34	34	33	34	35	36	34
33	34	34	33	34	33	34	34

(a) 생성된 BC 계수

2	3	-1	-2	-2	1	-2	-2
-5	2	-5	-3	0	0	-2	0
3	1	-2	-3	3	0	2	3
2	0	0	-2	2	2	2	-2
1	0	-1	-1	1	1	0	-1
1	0	-1	-2	0	0	0	0
0	1	0	-1	0	0	0	0
1	0	0	-1	0	0	0	0

(b) BC를 이용한 양자화 값 (mquant=14)

그림 7. 생성된 BC를 이용한 양자화 계산
Fig. 7. Calculation of quantization for generated BC.

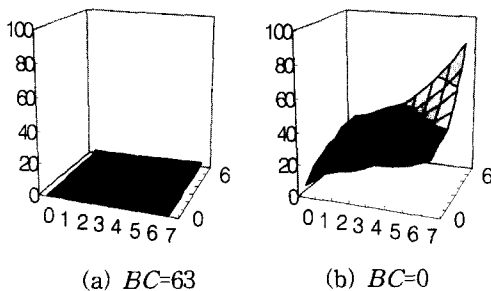


그림 8. 양자화 파라미터 그래프
Fig. 8. Quantization parameter graph.

그림 8은 제안한 DABP로 얻은 파라미터 계수의 범위가 0~63인 값을 표준 양자화 파라미터에 적용한

경우의 변화를 3차원 그래프로 표현한 것이다. (a)는 식 (8)을 이용하여 얻은 BC = 63을 양자화 파라미터에 곱하였을 때의 변화와, (b) BC = 0일 때의 변화를 표현한 것이다.

복호화할 때에는 역 양자화를 취하여 얻은 값을 각 블록으로부터 얻은 BC 값으로 나눔으로서 얻을 수 있다. 이렇게 하여 얻은 역 양자화된 값을 다시 역 DCT를 취하면 복원 영상을 얻을 수 있다. 본 논문의 제안 방법은 각 블록마다 얻은 값 DABP를 양자화된 계수와 함께 전송하고, 디코딩 부분에서는 간단하게 그것을 받아 나누어 줌으로서 부호화 된 영상을 복원할 수 있다.

이 제안한 방법은 DCT 계수들의 특성을 강조할 수 있도록 값(BC)을 곱하여 줌으로써 화질(PSNR)을 증가시킬 수 있었다.

IV. 실험결과

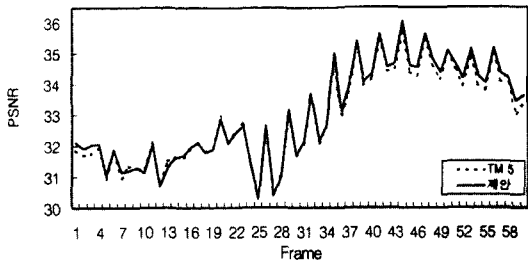
본 논문에서는 MPEG-2 TM5와 제안한 알고리즘의 성능을 비교하고 평가하였다. 사용된 영상 데이터는 SIF인 Table Tennis, Flower Garden과 CIF인 Calendar영상을 실험에서 각각 60면을 사용하였다. 전송 비트율은 1.5Mbps, N=15, M=3이다. 제안한 방법의 실험 결과는 다음과 같다. DCT 계수를 동적으로 조정하기 위하여 (0~63)의 범위인 BC 계수를 사용하였다. 계산으로 얻은 BC 계수는 Table Tennis와 Flower Garden 영상은 44×30, Calendar는 44×36개의 블록에 대한 계수를 사용하였다.

표 2는 제안 방법을 적용하였을 때 TM5와 특성을 비교한 것이다. 그리고 그림 9는 특성을 비교한 결과를 표현한 것이다.

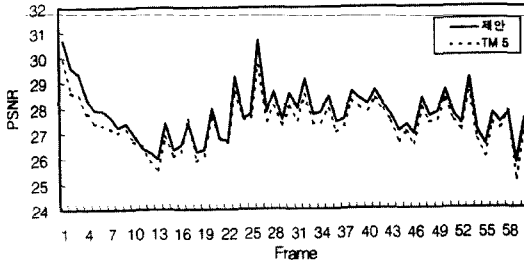
그림 10은 TM5와 제안한 방법을 적용한 영상의 결과이고, 효율적인 비교를 위한 부분 확대한 것이다. (Table Tennis, 1 Frame)

표 2. TM5와 제안 방법의 비교
Table 2. Comparison of TM 5 and proposed method.

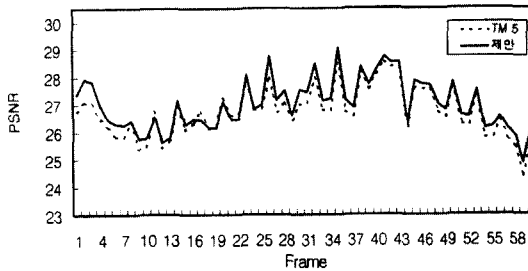
Table Tennis	33.28	33.41
Flower Garden	26.83	27.16
Calendar	26.31	26.56



(a) Table Tennis



(b) Flower Garden



(c) Calendar

그림 9. PSNR 비교
Fig. 9. Comparison of PSNR.



(a) TM 5



(b) 제안된 방법



(c) TM 5 확대



(d) 제안된 방법 확대

그림 10. 두 영상의 비교 (Table Tennis, Frame 1)
Fig. 10. Comparison of images (Table Tennis, Frame 1).

V. 결론

현재 동영상 압축 부호화 방법은 DCT의 계수를 표준화된 양자화 테이블을 통하여 전송하게 되는데 DCT 계수의 특징이 있는 부분을 많이 잃어버리게 된다. 그래서 본 논문에서는 DCT 이전의 각 블록의 DABP를 통하여 동적 제어를 함으로써 DCT 계수의 특징 있는 부분을 존재시키고, 필요하지 않은 부분을 제거하였다. 그리고 간편한 계산식으로 각 블록에서 얻은 BC 계수를 부호화하여 전송하는데 n 비트(여기서는 5 비트)가 추가되지만, 각 블록의 사용 비트의 변화에서 증감되었으므로 전체적으로는 10~15% 미만의 변화를 가지게 되었다. 그리고 부호화에서는 DCT 계수를 조정할 수 있는 계수를 얻어서 사용하고, 복호화에서는 전송된 계수만 이용함으로써 계산량을 감소시킬 수 있었다. 본 논문에서는 표준화된 동영상 압축 부호화 방법보다 0.11~0.38 dB의 PSNR을 향상시킬 수 있었다. 제안한 알고리즘은 동영상 부호화 방법(MPEG-2, 4와 H.261, H.263 등)에 적용 가능하다고 사료된다.

참고 문헌

[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 $p \times 64$ kbit/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.
- [8] Jong Wook Park, Jong Won Kim, Sang Uk Lee, “*DCT Coefficients Recovery-Based Error Concealment Technique and Its Application to the MPEG-2 Bit Stream Error*,” IEEE Trans. on CSVT, vol. 7, no. 6, pp. 845-854, Dec., 1997.
- [9] Jiebo, Chang Wen Chen, Kevin J, Parker, Thomas S. Hunang, “*Artifact Reduction in Low Bit Rate DCT-Based Image Compression*,” IEEE Trans. on Image Processing, vol. 5, no. 9, pp. 1363-1368, Sep., Dec., 1996.

 저 자 소 개



任庸淳(正會員)

1988년 2월 25일 성균관대학교 전자공학과(공학사). 1993년 8월 25일 성균관대학교 전자공학과(공학석사). 1999년 2월 25일 성균관대학교 전자공학과(공학박사). 1988년 5월 ~ 1990년 2월 LG전자 VIDEO 연

구소 근무. 1998년 3월 ~ 현재 경문대학 정보통신과 전임강사. 주관심분야는 영상 압축, 영상 통신, 멀티미디어 등임

李根泳(正會員) 第 35卷 S編 第 3號 參照