

DCT를 이용한 블록계수 추출에 의한 영상 화질 향상

최금수, 강호경, 김은영, 정희태, 문영득
부산외국어대학교 전자·컴퓨터공학부

Image Improvement in Virture of Block Coefficient Sampling
by using DCT

Kum Su Choi, Ho Kyung Kang, Eun Young Kim, Hee Tae Chung, Young Deuk Moon
Dept. of Electronics & Computer Engineering of Pusan University of Foreign studies

Abstract - 종합 영상정보 매체인 멀티미디어의 효율적인 활용을 위해 다양한 정보들을 영상과 음향 등을 결합하여 전송하거나 저장하고 있다. 본 논문에서는 양자화 파라미터를 사용하여 DCT 계수 값을 변화시켜 움직이는 영상의 화질을 향상시키는 방법을 제안하였다. DCT 중 DC 계수를 제외한 고주파 성분의 계수에서 원영상의 8*8 블록 내 각 화소들의 평균값을 구하고 그 블록의 평균값과 그 블록 내의 각 화소간의 차를 구하여 이를 절대값으로 변환하고 그 합을 구하였다. DABP 값과 DCT 계수와의 상관관계를 구명하여 블록계수로 하였으며 이 블록계수를 사용하여 DCT 고주파 성분을 조정하므로 영상의 화질을 향상시켰다.

(Average of Sum)을 구하고 그 블록의 평균값과 다음 블록내의 각 화소 간의 차를 구하여 이를 절대값으로 변환하여 그 합(Differential Averaging Block Pixel)을 구하였다. 이들 DABP값과 DCT 계수와의 상관관계를 구명하여 블록계수(Block Coefficient)로 하였다. 이 BC를 사용하여 DCT고주파 성분을 조절함으로써 영상의 화질을 향상시킬 수 있었다.

2. 영상압축과 표준 변환 부호화

디지털 HDTV 등의 영상신호는 음성신호 등 다른 신호 보다 상대적으로 그 데이터량이 방대하여 전송 또는 저장하기 위해서 영상신호를 압축할 필요가 있다. 영상신호를 압축하는 대표적인 기법으로 움직임 보상 예측 및 변환 부호화 방법이 있다. 이 방법은 현재 CCITT H.261, MPEG-1, MPEG-2, 그리고 미국 FCC(Federal Communications Commission)에 제안된 완전 디지털 HDTV 시스템 등에서 널리 사용되고 있다. 이들은 대부분 움직임 보상 예측, DCT 변환, 양자화, 엔트로피 부호화 등으로 구성된다.

적응적 양자화는 인간의 시각적 오차에 민감하지 않게 반응하는 영역, 즉 활동도가 높은 영역이나 복잡도가 높은 영역에서는 양자화 값을 크게하여 비트 수를 낮추고, 반면에 민감하게 반응하는 영역에서는 양자화 값을 작게하여 비트 수를 높여 주관적인 화질을 개선하는 방법이다. 현재 매크로블록에서 사용된 복잡도와 활동도에 의해 구한 양자화 파라미터에 따라 다음 매크로블록의 양자화 크기를 정하므로 블록킹 현상이 발생하게 되어 영상손실을 초래하게 된다. 표준안 MPEG-2의 TM5에서는 표준화된 하나의 양자화 파라미터를 사용하였으나 근래에는 양자화 파라미터를 특성에 맞게 변화시키거나 그 계수 값을 구성하는 방법을 제시하고 있다. 그렇지만 기본적인 계수와 요구되는 비트 수를 결정하는 데에 시간이 많이 소요된다.

표준 변환 부호화 방법은 KLT(Karhunen Loeve Transform), DFT(Discrete Fourier Transform), DWHT(Discrete Walsh Hadamard Transform), DCT(Discrete Cosine Transform) 등이 있다. KLT는 커널(Kernel)이 영상에 따라 바뀌므로 커널 산출을 위하여 많은 계산이 필요하며 전송시 각 커널을 부가 정보로 보내주어야 하므로 실제적으로 적용하는데 어려움이 있다. DCT는 성능 면에서 KLT와 비슷하나 하드웨어 구현이 용이하고 실시간 처리가 가능하며 에너지 집중 효율이 높아 중복되는 정보를 감소시키며 처리 속도와 압축성능 면에서 우수하다. DCT는 원 함수에 여현 함수를 시간별로 콘보루션하여 시간영역의 함수를 주파수 영역의 함수로 변환한다. DCT 계수는 저주파 성분인 DC와 고주파 성분인 AC로 분리하여 처리하고 있다. 영상 내의 신호를 저주파와 고주파로 분리하고 사람이 인지하는 영상 신호는 저주파 영역에서 더욱 민감하다는 HVS(Human Visual System)에 따라 저주파 신호를 많이 보내면 고주파 부분이 손실되더라도 영상왜곡을 거

1. 서 론

종합 영상정보 서비스 매체인 멀티미디어의 효율적인 활용을 위해 다양한 정보들을 영상과 음향 등을 결합하여 전송하거나 저장하고 있다. 멀티미디어 서비스에서 필수적인 영상정보 압축기술은 표준화와 더불어 다각적인 연구가 활발히 진척되고 있다. 일반적으로 움직이는 영상(Moving Picture)에 대한 영상 압축기술에는 시간적 상관성을 이용한 움직임 예측부호화와 공간적 상관성을 이용한 DCT(Discret Cosine Transform)계수에 대하여 비트율을 제어하여 양자화 값을 이용하는 방법 등이 비교적 많이 사용되고 있다. 기존의 양자화는 비 인트라 모드에서 모든 블록에 동일한 블록계수로 DCT계수를 조절하므로 각각 다른 특성을 지닌 영상정보에 대하여 효율적으로 양자화할 수 없기 때문에 영상의 화질 향상이 제한적이었다.

움직임 영상에서는 대체로 시간 중복성과 공간 중복성, 그리고 통계적인 중복성이 존재한다. 영상에 대한 공간상의 중복성을 제거하는 방법으로는 원래의 신호를 여러개의 블록으로 분할한 후 각각을 블록 변환하여 변환 계수를 구한 뒤 각 계수를 양자화하여 부호화 효율을 증가시키는 변환 부호화 방법과 영상의 통계적 특성 및 인간의 시각적 특성을 고려하여 유한 개수의 동일 차원 코드 벡터로 이루어진 코드북에서 한 코드 벡터를 찾아서 근사화하는 벡터 양자화법, 그리고 QMF(Quadrature Mirror Filter) 뱅크를 사용하여 대상 신호의 주파수 대역을 N개의 부대역(Sub-band) 신호로 분리한 후 각 부대역 신호를 그 주파수 영역에서 인간의 시각 특성에 적합한 PCM(Pulse Code Modulation) 또는 DPCM(Differential PCM) 등을 적용하여 대역을 압축하는 대역 분할 부호화 방법, 그리고 심볼의 확률적 분포에 따라 발생 빈도가 높은 심볼은 적은 비트를 할당하고 발생 빈도가 낮은 심볼에 대해서는 많은 비트를 할당하여 전체적으로 비트 발생률을 최소화하는 엔트로피 부호화 방법 등이 있다.

본 논문에서는 양자화 파라미터를 사용하여 DCT 계수 값을 변화시켜 움직임 영상의 화질을 향상시키는 방법을 제시하였다. DCT중 DC 계수를 제외한 고주파 성분의 계수에서 원영상의 8*8 블록내 각 화소들의 평균값

의 느끼지 못한다. 영상 신호의 압축을 위해 입력 영상을 8*8 블록으로 나누고 블록에 대한 DCT를 취하면 블록의 좌상에 DC 성분이 모이게 된다. DCT 변환식은 원 함수에 여현항을 콘보루션하여 주파수 영역으로 변환한다. IDCT도 같은 방법으로 구할 수 있다. 이들 관계를 수식으로 나타내면 식(1), 식(2)와 같다.

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

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

여기서, $u, v, x, y = 0, 1, \dots, N-1$ 로 주어지고, x, y 는 공간 영역이며 u, v 는 주파수 영역이다. 또한 N 은 블록내의 x, y 축상의 화소 수이다.

그리고

$C(u), C(v)$ 가 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 일때는 $u, v=0$ 일 때이고, $C(u), C(v)$ 가 1 일때는 그 외의 값일 때이다.

특히 인트라 블록에서의 DC 계수는 다른 계수와는 크기가 다르므로 가변길이코드(Variable Length Code)표를 이용하는 AC 계수와는 다르게 취급한다. DC에 대해서는 계수의 크기를 그대로 보내는 것이 아니라 전 블록의 DC 값과 계수의 차이 값을 보낸다. AC 성분은 파라미터의 우측 아래로 갈수록 계수의 크기가 작아지는데 큰 값들을 추출하기 위해서 지그재그로 스캔을 한다. 지그재그로 스캔한 값을 보면 이웃하는 값들의 크기가 작으므로 엔트로피 부호화 시에 데이터 압축 효율을 높일 수 있는데 스캔한 예를 <표-1>에서 볼 수 있으며 8*8로 구성되어 있다. 복호기에서는 역양자화된 값을 IDCT하여 원영상을 복원한다.

<표-1> MPEG 양자화 파라미터 (Intra)

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

양자화는 DCT에서 얻은 계수를 정해진 범위의 수로 나누어 크기를 줄여 압축하는 방법이다. DCT의 계수는 다양한 값으로 얻을 수 있는데 모든 값에 같은 비트 수를 할당하면 전송하는 데이터량이 많아진다.

3. DCT 계수와 동적 제어

움직임 영상 부호화 방법은 한 영상을 작은 8*8 블록 단위로 분할하고 DCT를 취하여 얻은 계수에서 고정된 표준 양자화 단계를 거쳐 양자화된 계수를 얻는다. DCT 계수에는 DC 저주파 성분과 AC 고주파 성분이

존재하는데 양자화 파라미터에 의해 고주파 성분이 많이 손실된다. 간혹 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 동적제어 방법을 제안하였다. 기존의 양자화 계산 방법은 식(3)과 같다.

$$\text{양자화값}(u, v) = \frac{DCT(u, v) \times 32}{Quantmat} \quad \dots(3)$$

DCT 계수 가운데의 DC 계수를 제외한 다른 고주파 성분의 계수 중 특성을 갖는 계수들에 대하여 원영상의 8*8 블록 내 각 화소들의 평균값(Average of Sum)을 구한다. 그리고 그 블록의 평균값과 그 블록내 각 화소간의 차를 구하고 이를 절대값으로 취하여 합(Differential Averaging Block Pixel)을 구한다. 구하여진 DABP값과 DCT 블록 내 계수들의 관계를 계산하면 DABP는 화소 간의 변화가 클수록 차가 커지고, 변화가 작을수록 차가 작아진다. 구하여진 DABP 값은 대략 0에서 100사이의 계수를 가지게 되는데 여기에서 0.31을 곱하여 범위를 0에서 31로 변환하여 계수로 하였다. 이렇게 범위를 정하여 구한 값을 인코딩 부분에서 계산하여 얻은 DABP 값을 전송하게 되면 역부호화 할 때는 계수 값만 받아 사용하므로 다른 계산이 필요하지 않는다. 장점이 있다. 그리고 추가로 사용되는 비트는 각 블록 당 n비트 값을 전송하기 때문에 정보량에는 큰 영향을 미치지 않는다. 화소의 평균값과 DABP를 구하는 관계식은 식(4), 식(5)와 같다.

$$AS = \frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} F(i, j) \quad \dots(4)$$

$$DABP = \frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} |F(i, j) - AS| \quad \dots(5)$$

여기서 $F(i, j)$ 는 i, j 의 블록 계수 값이고, M, N 은 블록 내의 x, y 축의 계수의 수이다.

그리고 BC(Block Coefficient) 계수는 식(6)으로 부터 구할 수 있다.

$$BC = 0.31 * f * DABP \quad \dots(6)$$

여기서 f 는 0.31과 함께 사용되는 비트의 크기를 결정하는 실수이다. 식(6)에서 BC값의 크기를 결정하기 위해서 0.31과 f 계수 그리고 DABP를 곱하였다. f 계수의 크기에 따라 BC의 값의 크기가 결정되며 사용 비트 수가 결정된다.

BC값을 DCT계수와 곱하여 양자화 계수의 크기를 결정하게 되며 이를 통해 화질을 향상시킬 수 있다. 양자화 값과 역양자화 값을 식(7)과 식(8)에서 구할 수 있다.

$$Q(u, v) = \frac{DCT(u, v) \times (32 + BC)}{Qmat} \quad \dots(7)$$

$$IQ(u, v) = \frac{Q(u, v) \times Qmat}{(32 + BC)} \quad \dots(8)$$

제안한 방법은 식(7)에서와 같이 각 블록에서 화소간의 변화가 큰 경우에는 DCT의 계수에 큰 값을 곱하여 양자화 값을 크게하고 블록 내의 화소 값이 작은 변화인 경우에는 유사한 값의 계수를 가지고 있으므로 영상에서도 변화가 작기 때문에 DCT 계수에 작은 값이 곱하여져 양자화 값이 작게 된다.

저장할 때는 BC 값을 각 블록마다 먼저 2진수인 n 비

트로 부호화 한 후 저장한다. 따라서 각 영상의 8*8 블록마다 n비트를 추가하게 된다. 여기서 n은 f계수의 크기에 따라 달라지게 된다. 제안한 방법은 인터 프레임과 인트라 프레임에서 같이 적용할 수 있다. 그림1은 제안한 DCT 계수의 동적 제어 방법의 흐름도이다. 음영으로 표시된 부분이 제안한 방법으로 계수를 산출하고 적용하는 부분이다.

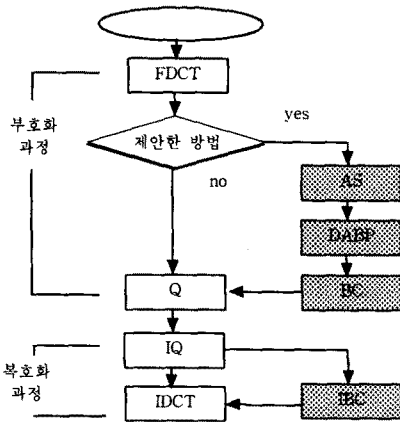


그림 1. 제안한 방법의 흐름도

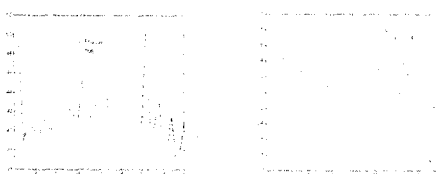
4. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 MPEG-2/TM5와 제안한 알고리즘의 성능을 비교 평가하였다. 사용된 영상은 320*240 영상으로 Dance, Bicycle, Girl 영상 등을 각각 40번 씩 사용하였다. 전송 비트율은 1.5Mbps, N=15, M=3 이며 프레임 율은 30 프레임/초 이다. 기존의 TM5와 제안한 방법으로 구한 PSNR을 <표-2>에 나타내었다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 제안한 방법에 의한 것에서 화질이 개선됨을 알 수 있으며 그림2는 이와 관련하여 각 영상들에 대한 PSNR을 실험한 결과를 보여주고 있다.

<표-2> TM5 와 제안한 방법과 비교

	TM 5	제안한 방법	PSNR 차이
Dance	41.4381	41.6764	0.2383
Bicycle	39.7258	39.8323	0.1065
Girl	42.7453	42.9398	0.1945

그림2(a)는 Dance영상에 대한 TM5와 제안한 방법에 의한 PSNR을 보여주고 있으며 (b)는 그 차이를 나타낸 것이다. (c), (d)는 Bicycle영상이고 (e), (f)는 Girl에 대한 영상이다.



(a)

(b)

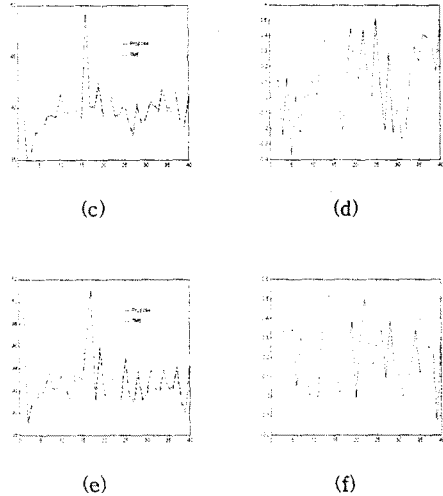


그림 2. PSNR 비교 (a), (b) Dance 영상 (c), (d) Bicycle 영상 (e), (f) Girl 영상

5. 결 론

현재 움직임 영상 압축 부호화 방법은 DCT의 계수를 표준화된 양자화 테이블에 적용하여 전송하고 있는데 이는 DCT 계수의 특징이 있는 부분에 대하여 손실이 불가피하다. 본 논문에서는 움직임 영상의 화질을 향상시키기 위해 양자화 파라미터를 사용하여 DCT 계수 값과 DABP 값과의 상관관계를 구명하여 이를 블록계수로 하였다. 이 블록계수를 적절히 적용함으로써 각기 다른 특성을 지닌 영상정보에 대하여 화질을 향상시키는 방법을 제안하였다. DCT 후의 각 블록의 DABP를 통하여 동적 제어함으로 DCT 계수의 특징 있는 부분을 살리고 불필요한 부분을 제거하였다. 실험은 비 인트라 모드에서만 적용하였으며 전송하는 데는 n비트가 추가되지 않는 간단한 계산으로 BC 계수를 부호화할 수 있어서 각 블록의 사용 비트 변화에는 영향을 미치지 않았다. 또한 부호화에는 전송된 계수만을 이용하여 DCT 계수를 조절함으로써 계산량을 감소시킬 수 있었으며 기존의 표준화된 움직임 영상 압축 부호화 방법보다 0.09 ~ 0.23 dB 정도 PSNR을 향상시킬 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] S. G. Lee, F. H. Yang and C. W. Lee, "Bitrate Reduction by Interleaving DCT Coefficients for Differential Images", 전자공학회논문지, Vol.30, pp. 650-659, 1993
- [2] ISO/IEC 13818-1: "Information Technology - Generic Coding of Moving Picture and Associated Audio", Committee Draft, Mar. 1994
- [3] K. I. kang, J. I. Kim, "DCT Coefficient Block Size Classification for Image Coding", 정보처리학회논문지, Vol.4, pp. 880-879, 1997.
- [4] Y. S. Im and K. Y. Lee, "Dynamic Control of DCT Coefficient in Moving Picture Coding", Proceeding of ITC-CSCC '99, pp. 5-8, 1999
- [5] K. S. Choi, Y. D. Moon, "Image Compressing of Color tone Image by Transformed Q-factor", 대한전기학회 추계학술대회 논문집, pp. 781-783, 1999