

부대역 부호화를 이용한 동영상 압축 알고리즘

장세봉*, 최재윤, 김태효

경남대학교 전자공학과 컴퓨터 비전 연구실

A Moving Image Compression Algorithm Using Subband Coding

Se-Bong Jang*, Jae-Yun Choi, Tac_Hyo Kim

E-mail : hyo@hanma.kyungnam.ac.kr

Abstract

This paper proposes a Moving Image Compression Algorithm Using Subband Coding that divides and processes the differential image of each moving image frame into subband frequency. This method decomposes the original image with each subband and performs DCT. The moving blocks are detected from each of wubband using threshold value which is select from the variance of difference between frames, then they are performed SBDCT and Huffman coding in order to reduce the data. As the result of simulation, we confirmed that this method improved the blocking effect of reconstructed image in low bit rate.

I. 서 론

최근 멀티미디어와 인터넷을 이용한 정보화 시대를 맞이하여 많은 정보와 데이터를 빠르고 정확하게 전송하고 저장하는 매체를 사용하지 않으면 안된다. 또한 전송매체와 저장매체가 발달하면서 동영상에 대한 막대한 데이터를 처리하기 위한 관심이 높아져가고 있다.⁽¹⁾ 현재 정보화 사회는 아주 빠르게 발전하고 있으며, 예전의 문자 사용방법에서 벗어나 최근에는 정지영상, 동영상 등과 같은 것을 JPEG, MPEG 등의 다양한 표현 방식을 사용하고 있으며, 이러한 표현 방식은 컴퓨터로 처리 할 수 있게 되었다.⁽²⁾ 본 논문에서는 영상을 처리하는데 걸리는 소요시간은 떨어지지만 정확도를 개선하기 위해 부대역부호화 압축 알고리즘을 제안하였다. 배경이 거의 변화하지 않고 사람의 상방신 등과 같은 부분적 변화에 대한 특성에 기초하여 이전 프레임과 현재 프레임간의 차분 프레임을 8×8 블록 단위로 분할하고 이들을 다시 4개의 부대역으로 분할한

다음, 각 대역에 대해 허용오차의 임계치를 분산값으로 비교하여 이동성분을 가지는 블록과 정지된 블록으로 구분한다. 이때 정지된 블록들은 제거되고 이동성분이 포함된 블록만을 SubbandDCT 처리한 후 양자화 및 Huffman code로 부호화한다. 본 알고리즘의 화질 특성을 조사하기 위해 가변 문턱치 처리에 의한 적응 블록 DPCM 압축 알고리즘과 비교하여 시뮬화상을 대상으로 모의실험을 통해 복원화상의 프레임당 압축률 및 PSNR을 비교 분석하였다.

II. 동영상 압축 표준

동영상 부호화에 대한 국제표준들에는 H.261,263, MPEG등이 있으며 MPEG는 H.261과 H.263을 기본마방으로 디지털 저장매체로 비트율이 1.5Mbps이며 MPEG-2에서는 10Mbps이하의 비트율에서 TV수준의 영상을 보여주는 표준으로 통신, 방송,미디어 분야에서 고화질 압축 표준으로 되어 있으며 MPEG-4는 아직 표준안이 완성되지 않았으나 낮은 비트율에서 좋은 화질의 영상 구현에 사용된다.⁽³⁾⁽⁴⁾

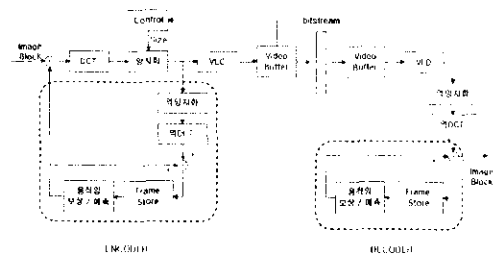


그림 1) 영상 압축 블록도

그림 1은 H.261 및 MPEG에서 사용되는 영상압축의 표준 블록도이다.

III. 가변 문턱치에 의한 적응블럭 DPCM 알고리즘⁽⁶⁾

서로 정합 될 수 있는 두 블럭 사이에서 왜곡의 정도를 나타내는 척도로는 평균절대오차(mean absolute difference : MAD), 평균자승오차(mean squared difference : MSD)가 널리 사용되고 있다. MAD 및 MSD의 표현식은 다음과 같다.

$$MAD(k, l) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} |X_i(i, j) - X_{l-1}(i, j)| \quad (1)$$

$$MSD(k, l) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} [X_i(i, j) - X_{l-1}(i, j)]^2 \quad (2)$$

여기서 $X_i(i, j)$ 는 현재 프레임(frame)의 픽셀(pixel)이고, $X_{l-1}(i, j)$ 는 이전 프레임(frame)의 픽셀(pixel) 값이다. 영상 수열로부터 이동하는 물체를 분별하는 방법으로 히스토그램을 이용하여 임계치를 결정하는 것은 거의 불가능하다. 그러나 배경이 움직이지 않는 영상이나 정지영상의 자성분은 배경과 이동하는 물체를 분별할 수 있으므로 graylevel에 따라 히스토그램을 이용하여 임계치를 결정할 수 있다. 자성분의 특징은 프레임과 프레임 사이의 변화된 데이터 양으로, 움직임이 거의 없는 부분은 0의 차이 값을 가지므로 실제 히스토그램으로 보았을 경우 0부분에 많이 분포함을 알 수 있다. 그림1의 일반적인 압축 알고리즘과 차이점은 그림1의 Encode 와 Decoder의 물체 추정/예측 알고리즘의 삭제와 image 블록의 부분 앞에서 MAD에 의한 문턱치 설정부분이 추가된 것을 볼 수 있다. MAD결과에 의한 이미지만을 Encoding함으로써 데이터 크기를 줄이고 Decoding 시간을 줄이는 것이다. 그러나 동영상에서 영상복원에 대한 PNSR 값이 감소함으로써 화질의 해상도(resolution)가 떨어지는 단점이 있다. 그러므로 제안한 알고리즘은 이러한 해상도불여: 정도 개선할 수 있음을 실험결과로 나타내었다.

IV. 제안된 부대역 부호화를 이용한 동영상 압축 알고리즘

본 논문에서 제안된 알고리즘은 위에서 서술한 가변 문턱치에 의한 적응블럭 DPCM 알고리즘⁽⁶⁾의 임계치 설정과정과 DCT처리과정을 수정하여 제안한 움직임 영역 추출과 대역분할 DCT과정을 통해서 영상의 블록화 현상 및 PNSR비, 압축률에서 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

1. 움직임 영역 추출 알고리즘

움직임을 추정하기 위해서는 먼저 움직임 영역만을 추출하는게 중요하다. 얼마나 효과적으로 움직임 영역을 추정하는가에 따라 움직임 추정방법의 성능이 좌우된다. 본 논문에서는 영상의 FD(frame difference)를 이용하여 움직임 영역을 추정한다. 주어진 영상전체의 FD에 대해서 분산값을 구하고 그 값을 움직임 영역과 배경을 분리하는 임계치 값으로 사용한다. 움직임 영역 D 은 아래 식 (3)에서와 같이 구해진다.

$$D = \begin{cases} 1 & (\text{changed}) \text{ , if } \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 |FD| > T_{ch} \\ 0 & (\text{unchanged}) \text{ , otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

연속된 FD영상에서 주어진 화소주위의 8개의 화소의 FD값을 더한다. 이 값이 임계치값 보다 크다면 움직임이 있는 영역으로, 작다면 배경으로 한다. 임계치 값을 FD영상전체에 적용하여 구하는 이유는 동영상은 그 화자의 움직임이 연속된 두 영상의 FD에서 변화량으로 나타난다. 그래서 각각의 차분 frame에서 분산값으로 움직임 영역을 구할 경우 움직임이 많은 경우에도 앞단의 임계치에 영향을 받지 않으므로 움직임 영역을 상대적으로 일정하게 구할 수 있다.

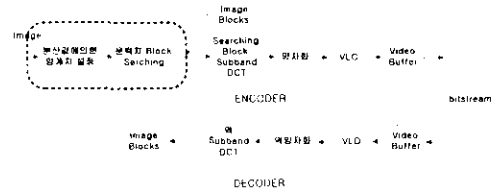


그림 2 제안된 알고리즘 블럭도.

2. 대역 분할 DCT 알고리즘

기존의 DCT를 기반으로 하는 변환 부호화에서는 8×8블럭을 주로 사용하기 때문에 낮은 비트율에서 복원된 영상의 품질을 저하시키는 블럭화현상(Blocking effect)이 발생한다. 본 논문에서는 대역 분할 이산 역변환(Subband DCT, SBDCT)를 이용하여 블럭화현상을 개선하고자 한다. 대역 분할 DCT는 원 영상을 여러개의 대역으로 분리한 다음, 각 대역에 대해 작은 크기의 DCT를 수행함으로써 전체 영상에 대한 DCT를 수행한 것과 같은 결과를 얻는 알고리즘이다. 기존의 대역 분할 부호화(Subband Coding)방법인 필터에 의한 대역 분할이 아니고, 분할 기법(Decomposition Technique)를 이용하여 대역을 분할하였다. 아래의 식 4)에서 2차원 DCT를 분해하여 4개의 대역으로 분할하였다.^{(7),(8)}

i) 2-D Discrete Cosine Transform

$$X_{cc}(m, n) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} x(i, j) \cos\left(\frac{m\pi(2i+1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{n\pi(2j+1)}{2N}\right) \quad (4)$$

ii) 2-D Inverse Discrete Cosine Transform

$$x(i, j) = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} \delta(m) \delta(n) X_{cc}(m, n) \times \cos\left(\frac{m\pi(2i+1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{n\pi(2j+1)}{2N}\right) \quad (5)$$

iii) 2차원 4 Subband Decomposition

$$X_{cc}(m, n) = \cos\left(\frac{m\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{n\pi}{2N}\right) \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{j=0}^{\frac{N}{2}-1} y_0(i, j) \cos\left(\frac{m\pi(2i+1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{n\pi(2j+1)}{2N}\right) + \cos\left(\frac{m\pi}{2N}\right) \sin\left(\frac{n\pi}{2N}\right) \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{j=0}^{\frac{N}{2}-1} y_1(i, j) \cos\left(\frac{m\pi(2i+1)}{2N}\right) \sin\left(\frac{n\pi(2j+1)}{2N}\right) + \sin\left(\frac{m\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{n\pi}{2N}\right) \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{j=0}^{\frac{N}{2}-1} y_2(i, j) \sin\left(\frac{m\pi(2i+1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{n\pi(2j+1)}{2N}\right) + \sin\left(\frac{m\pi}{2N}\right) \sin\left(\frac{n\pi}{2N}\right) \sum_{i=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{j=0}^{\frac{N}{2}-1} y_3(i, j) \sin\left(\frac{m\pi(2i+1)}{2N}\right) \sin\left(\frac{n\pi(2j+1)}{2N}\right) \quad (6)$$

여기에서

$$y_0(i, j) = x(2i, 2j) + x(2i, 2j+1) + x(2i+1, 2j) + x(2i+1, 2j+1) \\ y_1(i, j) = x(2i, 2j) - x(2i, 2j+1) + x(2i+1, 2j) - x(2i+1, 2j+1) \\ y_2(i, j) = x(2i, 2j) + x(2i, 2j+1) - x(2i+1, 2j) - x(2i+1, 2j+1) \\ y_3(i, j) = x(2i, 2j) - x(2i, 2j+1) - x(2i+1, 2j) + x(2i+1, 2j+1)$$

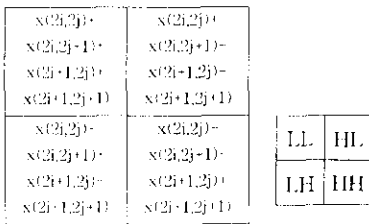
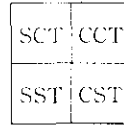
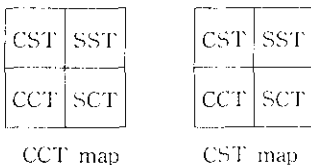
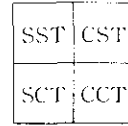


그림 3) 영상을 4개의 대역으로 분할하는 과정
4개의 대역으로 분해되면 $N \times N$ DCT는 4개의 $N/2 \times N/2$ DCT로 대역분할 된다.



SCT map



SST map

그림 4) 8x8블럭의 Subband 구조

변환된 계수들을 해당되는 주파수 영역에 위치시킴으로써 전체 영상에 대한 변환과 같은 결과를 얻을 수 있다.

V. 실험 및 결과

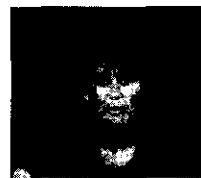
Sample 이미지는 각각 36프레임(frame)을 사용하여 첫 프레임의 이미지는 전체를 8x8블럭으로 나누어 Subband DCT, 양자화, 히프만 부호화 하였으며, 첫 프레임과 두 번째 프레임의 차성분은 분산값을 이용한 임계치값에서 각각의 차성분 화소값 주위의 8개의 화소값을 더해서 임계치 값보다 크면 움직임 영역으로 해서 SBDCT, 양자화, 부호화 하였다. 실험결과는 그림에 나타내었으며 양자화 테이블은 표1, 표2를 사용하였다.

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

표 1. 양자화 테이블 1

1	1	1	1	4	8	16	
1	1	1	1	4	4	8	16
1	1	1	2	4	4	8	16
2	8	8	8	8	16	16	16
4	8	8	8	8	16	16	32
4	8	8	8	16	16	16	32
4	8	8	8	16	16	32	32
8	8	8	16	16	32	32	32

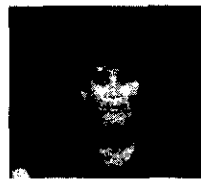
표 2. 양자화 테이블 2



(a) 14 frame



(b) 15 frame



(c) 16 frame

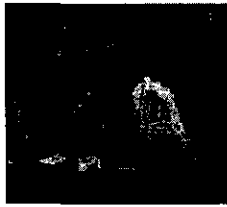


(d) 17 frame

그림 5) Miss America 복원영상 (14frame - 17frame)



(a) 14 frame



(b) 15 frame



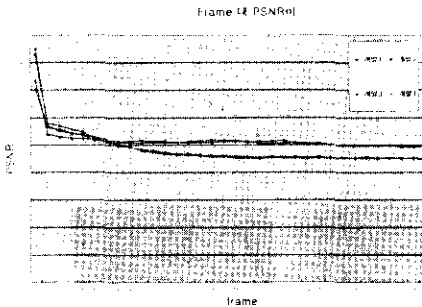
(c) 16 frame



(d) 17 frame

그림 6) Salesman 복원영상(14frame - 17frame)

PNSR의 결과값은 다음과 같다.



- 계열 1 : Sales Man 양자화 테이블 1
- 계열 2 : Sales Man 양자화 테이블 2
- 계열 3 : Missa 양자화 테이블 1
- 계열 4 : Missa 양자화 테이블 2

VI. 결 론

일반적인 표준 동영상 압축 알고리즘에 비해 각각의 프레임간 차성분에 대한 분산값으로 임계치를 설정한 후 대역 분할에 의한 DCT와 양자화, 허프만 부호화를 처리함으로써 데이터 처리 시간은 다소 떨어지지만 복원영상의 블록화 현상과 압축률에서는 25-30dB의 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 가변 문턱치 처리에 의한 블록 DPCM 부호화 알고리즘과 제한한 알고리즘과 비

교 분석한 결과 복잡한 화상의 경우에도 각각의 블록에 대해 임계치를 설정하여 부호화 과정을 처리함으로써 블록화 현상(Blocking effect)과 PNSR비의 향상을 볼 수 있었다. 현재 일반적인 데이터 처리 속도로 볼 때, 자주 실시간 처리를 위해서 데이터 처리속도의 향상과 하드웨어적인 연구가 필요하다고 판단되어진다.

참고문헌

1. ITU-T. "Draft Recommendation H.263: Video coding for low bit rate communication." Due to be approved 1995/96.
2. P. Cherriman, L. Hanzo and R. Lucas, ARQ- assisted H.261 and H.263 based Programmable Video Transceivers. Research Journal Communications Group 1995/6.
<http://www.ecs.soton.ac.uk/rj95/comms/pjc94r/rj95.htm>
3. 구준모, "동영상압축표준, MPEG", 마이크로 소프트웨어 지널 164호, 1997.
4. 한국과학기술원, "영상감축기술 개발연구".
5. 김태호, "수정 3단계 탐색을 이용한 화상의 블록정합 알고리즘", 1996
6. 이재환, "가변 문턱치 처리에 의한 블록 DCPM 부호화 알고리즘" 1997. 전자공학회 부산·경남지부 추계 합동 발표회 논문집.
7. Yuk-Hee Chan and Wan-Chi Siu, "An approach to subband DCT image coding", J.of Visual comm. and image repretation, Vol. 5, No.1, Mar. pp. 95-106, 1994
8. 이정훈 "Lapacian 모델을 이용한 대역 분할 DCT 영상 부호화" 1995. 제 8회 신호처리 합동학술대회논문집 제 8권 1호 pp221-225.
9. Mark Nelson, Jean-Loup Gailly. "The Data Compression Book" pp. 321-380
10. K.R.Rao, J.J.Hwang "Techniques&Standards for Image Video Audio Coding" pp. 127-162