

論文99-36S-5-7

움직임 정보를 이용한 부대역 벡터 양자화 기법

(Subband Coding of Video with Vector Quantization Using Motion Information)

李法基*, 鄭元植*, 李京桓*, 鄭太然*, 崔正鉉*,
李健一*, 金德奎*

(Bub-Ki Lee, Won-Sik Cheong, Kyeong-Hwan Lee, Tae-Yeon Jung,
Jung Hyun Choi, Kuhn-Il Lee, and Duk-Gyoo Kim)

요 약

본 논문에서는 움직임 보상 차영상 (motion compensated difference image; MCDI)을 대역 분할한 뒤, 움직임 정보를 이용하여 에너지가 큰 부분만을 선택하여 적응적으로 벡터 양자화를 행함으로써 효율적으로 동영상상을 부호화 할 수 있는 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 MCDI의 특성들을 고려하여 에너지가 낮은 부분은 부호화를 행하지 않고, 에너지가 높은 부분에 대하여서만 움직임 벡터의 크기에 따라 클래스를 분류한 뒤 각 클래스에 맞는 코드북을 설계하여 벡터 양자화를 행한다. 이를 위해서는 부호화 되는 에너지가 높은 부분에 대한 정보와 클래스 분류에 대한 정보가 필요하다. 본 논문에서는 이러한 부가 정보의 양을 움직임 벡터를 이용하여 최소화함으로써 비트율을 크게 줄이면서도 우수한 화질의 복원 영상을 얻을 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose an efficient subband coding of video with vector quantization using motion information. The proposed method can encode video sequences efficiently by vector quantizing adaptively after choosing the only parts which have high energy region by using motion information. From the proposed method, considering the characteristics of MCDI, not coding the lower energy regions of the input image according to the magnitude of motion vector, we design codebook which fits to each class and do vector quantization. To do this, we need side information to specify the high energy regions being coded and to classify. In the proposed method, by minimizing the quantity of additional information using motion vector, we can obtain reconstructed images with great quality with lowering greatly the bit rate.

I. 서 론

고성능의 계산 능력을 가진 컴퓨터의 등장과 통신분야의 빠른 발전으로 인하여 정지영상 뿐만 아니라 동영상상을 이용한 다양한 응용들이 나타나고 있다. 그러

나, 디지털로 정지영상이나 동영상 신호를 표현하기 위해서는 많은 데이터 량을 필요로 하므로, 이를 효율적으로 전송 및 저장하기 위해서는 잘 설계된 압축 방식이 필요하다.

동영상 부호화를 위한 표준으로는 H.261,^[1] H.263^[2] 및 MPEG^{[3],[4]} 등이 있다. 이들은 움직임 추정 및 보상과 이산 여현 변환 (discrete cosine transform; DCT)을 기반으로 하고있다. 이때 사용되는 움직임 추정 및 보상은 시간적인 상관성 (temporal correlation)을 제거할 뿐만 아니라 공간적

* 正會員, 慶北大學校 電子電氣工學部

(School of Electronic and Electrical Engineering, Kyungpook National University)

接受日字:1998年12月23日, 수정완료일:1999年4月28日

인 상관성 (spatial correlation) 역시 현저하게 감소시킨다. 이는 일반적인 영상이 공간적인 상관계수 0.9 이상의 매우 높은 공간적인 상관성을 가지는 것과는 달리 움직임 추정 및 보상의 결과로 얻어지는 MCDI의 경우는 공간적인 상관계수가 0.3에서 0.5의 작은 값을 가지는 것으로부터 알 수 있다.^[5] 그러므로 MCDI에 DCT와 같은 변환부호화를 행할 경우 여러 개의 DCT 계수 값에 에너지가 분산되어 나타나기 때문에 부호화 해야할 계수 값이 많아지게 되어 부호화 효율이 떨어지게 되며,^[5] 특히 구획화 현상 (blocking artifact)으로 인한 주관적인 화질의 저하가 나타나게 된다.

이에 비하여 부대역 부호화 (subband coding)는 매우 효과적인 동영상 부호화 기법으로 알려져 있다. 부대역 부호화는 입력 영상을 여러 개의 부대역으로 분할한 후 각 부대역의 특성에 적합한 부호화를 행함으로써 DCT와 같은 블록 기반의 변환 부호화에서 일어나는 구획화 현상이 일어나지 않는 매우 큰 장점을 가지며, 이에 대한 연구가 계속 진행되고 있다.^[6-15]

동영상에 대한 부대역 부호화에는 입력영상에 대하여 대역 분할을 행한 후 각 부대역에 대하여 각각 움직임 추정 및 보상을 행하는 다해상도 움직임 추정 (multiresolution motion estimation; MRME) 기법^{[10]-[12]} 과 입력영상에 대하여 움직임 보상 및 추정을 행한 후 MCDI를 대역 분할하여 부호화 하는 기법^{[6]-[9], [14], [15]} 이 있다. Gharavi 등^[14]은 MCDI를 대역 분할하여 각 부대역 별로 스칼라 양자화를 행한 후 가변길이 부호화를 행하는 기법을 제안하였다. 또한 Akansu 등^[15]은 MCDI를 대역 분할한 후 각 대역별로 에너지 분포에 따라 신호를 분류하여 에너지가 매우 낮은 부분에 대하여서는 부호화를 행하지 않고, 에너지가 큰 부분에 대하여서만 적응적으로 벡터 양자화를 행하는 기법을 제안하였다. 이 기법에서는 벡터 양자화를 이용하므로 스칼라 양자화에 비하여 압축 효율이 높고, 신호의 에너지에 따라 적응적으로 양자화를 행하여 주관적 화질을 향상시켰다. 그러나 이 기법에서는 에너지에 따라 부호화를 행할 부분과 부호화를 행하지 않을 부분에 대한 정보를 전송하기 위한 부가 정보 및 부호화를 행하는 경우에 있어서 에너지에 따른 분류에 대한 정보를 전송하기 위한 부가 정보가 필요하다라는 단점을 가진다. 동영상 부호화기의 성능은 움직임 추정 및 보상과 MCDI의 부호화를 얼마나 잘 조

화시키느냐에 의해 결정되는데, 기존의 기법에서는 이러한 두 가지 과정을 동시에 고려하지 못하였다.

본 논문에서는 MCDI를 대역 분할한 뒤, 움직임 정보를 이용하여 에너지가 큰 부분만을 선택하여 적응적으로 벡터 양자화를 행함으로써 효율적으로 동영상을 부호화 할 수 있는 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 블록 정합 알고리즘 (block matching algorithm; BMA)을 이용하여 움직임 추정 및 보상을 행한 뒤, 결과로 얻어지는 MCDI에 대하여 대역 분할을 행한다. MCDI의 특성으로는 먼저, 움직이는 물체의 경계부분이나 높은 대조 영역 (high contrast region)에 에너지가 집중되고, 반대로 평탄영역이나 움직임이 없는 영역에는 에너지가 거의 없는 특성이 있다. 또한 MCDI에서 부호화를 행하여야 하는 에너지가 큰 부분들은 움직임에 따라 이동하게되는 특성을 나타내기 때문에 움직임 벡터를 이용하면 현 프레임에서 부호화를 해야할 에너지가 큰 영역을 이전 프레임으로부터 예측할 수 있다. 그리고 MCDI를 대역 분할한 경우에는 각 부대역 영상은 움직임 추정 오차의 주파수 대역별 에너지를 나타내게 되는데, 움직임이 클수록 에너지가 증가하는 특성을 나타낸다. 이러한 특성들은 움직임 벡터를 이용하여 알아낼 수 있다.

제안한 기법에서는 이러한 MCDI의 특성들을 이용하여 에너지가 낮은 부분은 부호화를 행하지 않고, 에너지가 높은 부분에 대하여서만 움직임 벡터의 크기에 따라 클래스를 분류한 뒤 각 클래스에 맞는 코드북을 설계하여 벡터 양자화를 행한다. 이를 위해서는 부호화 되는 에너지가 높은 부분에 대한 정보와 클래스 분류에 대한 정보가 필요하다. 본 논문에서는 이러한 부가 정보의 양을 움직임 벡터를 이용하여 최소화함으로써 비트율을 크게 줄이면서도 우수한 화질의 복원 영상을 얻을 수 있었다.

제안한 방법의 성능 평가를 위한 모의실험의 결과로부터 제안한 방법에서는 움직임 정보를 이용하여 입력 영상의 특성에 따라 적절히 부호화를 행함으로써 비트율을 크게 줄이면서도 화질의 열화가 거의 없는 우수한 화질의 복원영상을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

II. 움직임 보상 차영상의 부호화

동영상 신호는 공간적으로나 시간적으로 많은 중복성을 가지고 있기 때문에 효율적인 부호화를 위해서는

이들을 함께 제거하여야 한다. 시간적인 중복성은 움직임 보상부호화를 이용하여 제거될 수 있다. 움직임 보상 부호화에서는 이전 프레임을 이용하여 움직임 추정 및 보상을 행한 후, 움직임 보상된 영상과 원 영상과의 차영상과 추정된 움직임 벡터 (motion vector)를 부호화 한다. 이때 사용되는 움직임 추정 기법은 입력 영상을 고정된 크기의 블록들로 나눈 후 각 블록에 대하여 이전 프레임의 탐색영역 내에서 정합 척도가 최적인 블록을 찾는 블록 정합 알고리즘들이 많이 사용된다. 이 때 움직임 벡터 전송에 필요한 비트율은

$$B_M = (2 \log_2 w) / B^2 \quad (1)$$

와 같다. 여기서 w 는 수직 및 수평 방향의 탐색영역의 크기를 나타내고, B 는 블록의 수평 및 수직 방향의 크기를 나타낸다. 예를 들어 블록의 크기가 16×16 이고, 탐색영역의 크기가 수직, 수평 방향으로 $-16 \sim 15$ 라면, 움직임 벡터를 전송하기 위하여 필요한 비트율 B_M 은 0.03125 [bpp]가 된다.

움직임 추정 및 보상의 결과로 얻어지는 MCDI의 공간적인 중복성을 제거하기 위한 방법으로는 변환 부호화가 많이 사용되고 있다.^{[1]-[4]} 그러나 움직임 추정 및 보상은 공간적인 중복성 뿐만 아니라 시간적인 중복성 역시 크게 감소시키기 때문에 MCDI에 DCT와 같은 변환 부호화를 적용할 경우 부호화 효율이 떨어지게되며, 특히 구획화 현상으로 인하여 주관적인 화질이 크게 저하된다.

Gharavi 등^[14]은 MCDI를 변환 부호화할 경우 발생하는 구획화 현상을 제거하기 위한 방법으로 MCDI의 대역 분할 부호화 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 MCDI를 대역분할 한 후 각 대역의 값을 스칼라 양자화 한 뒤 가변길이 부호화를 통하여 전송하였다. 그러나 벡터 양자화를 사용할 경우 스칼라 양자화를 사용하는 경우에 비하여 성능 향상을 기대할 수 있다. Voukelatos 등^[8]은 MCDI를 대역분할 한 후 적응적으로 벡터 양자화를 행하는 기법을 제안하였다. 이 방법에서는 적응적인 벡터 양자화를 위하여 입력 영상에 따라 코드북을 업데이트 시킴으로써 입력 영상에 적합한 코드북을 사용하였다. 그러나 이 방법에서는 코드북을 부가 정보로 전송하여야하기 때문에 이에 따른 전송률 부담이 크다는 단점을 가진다.

Akansu 등^[15]은 MCDI를 대역분할 한 후 각 부대역 신호를 일정한 크기의 블록으로 나눈 뒤 블록의

에너지에 따라 각 블록을 여러 개의 클래스로 분류하여 에너지가 가장 낮은 클래스에 대하여서는 부호화를 행하지 않고, 나머지 클래스에 대하여서는 각 클래스에 적합한 코드북으로 벡터 양자화를 행하는 기법을 제안하였다. 이 방법에서 사용한 블록의 분류는 표 I에 나타내었다. 이 표에서 E 는 블록의 에너지를 나타내고, V_0 , V_1 , 및 V_2 는 클래스 분류를 위한 문턱 값 (threshold)을 나타낸다.

표 1. 블록 분류 및 코드북 클래스
Table 1. Classification of block and codebook class.

Class	Subband 1, 2*	Codebook	Subband 3*	Codebook	Subband 4*
0	$0 < E < V_0$	Neglect	$0 < E < V_0$	Neglect	Neglect
1	$V_0 < E < V_1$	1A	$V_0 < E$	3A	
2	$V_1 < E < V_2$	1B			
3	$V_2 < E$	1C			

* 1: LL band, 2: LH band, 3: HL band, 4: HH band

이 방법에서는 표에서 보는바와 같이 LL 부대역과 LH 부대역에 대해서는 4개의 클래스로 분류하였고, HL 부대역에 대해서는 2개의 클래스로 분류하여 각 클래스에 따라 다른 코드북을 사용하여 벡터 양자화를 행하였다.

이때 적은 에너지를 가지는 HH 부대역과 각 부대역에서 에너지가 V_0 보다 작은 블록은 부호화를 행하지 않는다. 이 같은 방법은 입력 영상의 특성에 따라 에너지가 적은 부분은 부호화를 행하지 않고, 에너지가 큰 부분에 대하여서는 적응적으로 양자화를 행하였기 때문에 부호화 효율은 높일 수 있었으나, 각 블록의 부호화 여부 및 부호화 되는 블록이 속한 클래스를 전송하여야 하기 때문에 이에 따른 부가 비트량이 매우 많다. 부가 비트량을 식으로 나타내면

$$B_c = \frac{1}{4} \left(\frac{2}{CB} + \frac{2}{CB} + \frac{1}{CB} \right) = \frac{5}{4CB} \quad (2)$$

와 같다. 여기서 CB 는 코드벡터의 차원 (dimension)을 나타낸다.

예를 들어 부대역 신호를 4×4 크기의 블록으로 나누어 벡터 양자화를 행하는 경우 CB 는 16이 되고, 이때 부가 비트량 B_c 는 0.078125 [bpp]이다. 이는 움직임 벡터 전송에 필요한 비트량의 두배가 넘는 많은 양이

다. 그러므로 클래스 분류에 따른 부가 비트량을 줄일 수 있는 방법이 필요하다. 또한, 기존의 방법들은 움직임 추정 및 보상과 MCDI의 부호화를 동시에 고려하지 못한 단점을 가진다.

III. 제안한 부호화 방법

동영상 부호화에서는 시간적인 중복성을 제거하기 위하여 움직임 추정 및 보상을 행하기 때문에 움직임 정보를 나타내는 움직임 벡터를 항상 전송한다. 그러므로 부호화를 행할 때 이미 전송되어진 움직임 정보

를 이용하면 부호화 효율을 높일 수 있다.

본 논문에서는 대역 분할된 MCDI를 부호화 할 때 이미 전송되어진 움직임 정보를 이용하여 에너지가 낮은 부분은 전송하지 않고 에너지가 높은 부분에 대하여서만 움직임 벡터의 크기에 따라 클래스를 분류한 뒤 각 클래스에 맞는 코드북을 선택하여 벡터 양자화를 행함으로써 부호화 효율을 높일 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 영상의 움직임에 따른 MCDI의 특성에 대하여 먼저 알아본 뒤, 이들을 이용한 두 가지 부호화 방법을 제시하고, 이들 두 가지 부호화 방법을

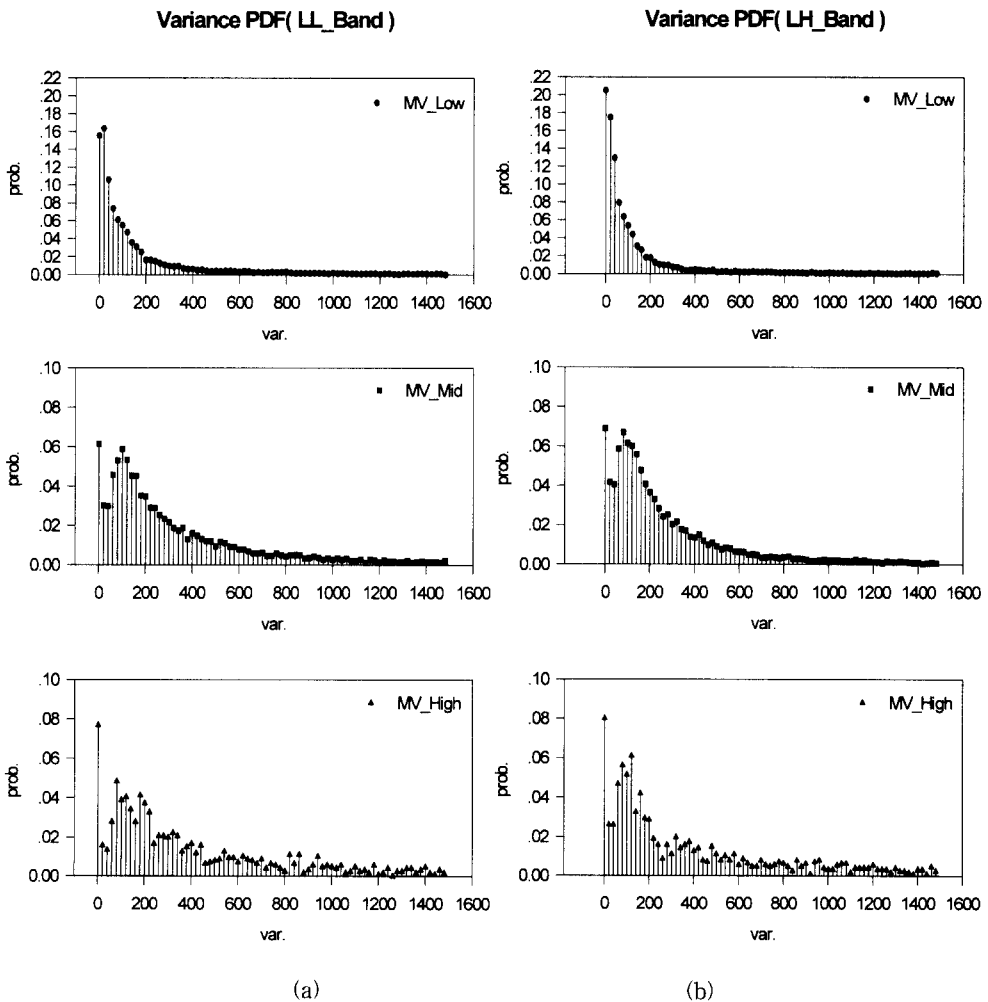


그림 1. (a) LL 밴드와 (b) LH 밴드에서의 움직임 클래스에 따른 움직임 추정 오차 에너지의 발생 확률 분포

Fig. 1. Probability distribution of motion compensation error energy for each class of motion in (a) LL band and (b) LH band.

통합하여 최종적인 부호화 방법을 얻는다. 즉, 움직임의 크기와 MCDI의 상관관계를 구하여 이를 제시하고, 이를 이용한 움직임의 크기에 따른 적응적 벡터 양자화 기법을 제안한다. 그리고 MCDI는 움직임은 물체의 경계부분이나 높은 대조 영역에 에너지가 집중되어 나타나고, 반대로 평탄영역이나 움직임이 없는 영역에서는 에너지가 거의 없는 특성을 나타낸다는 것을 보이고, 움직임 벡터를 이용하여 현 프레임에서 에너지가 높은 부분을 이전 프레임으로부터 예측할 수 있음을 보인 후, 이를 이용한 선택적 벡터 양자화 기법을 제안한다.

제안한 방법에서는 움직임 벡터를 이용하여 에너지가 큰 블록에 대하여서만 선택적으로 벡터 양자화를 행하기 위하여 현 프레임에서의 각 블록에 대한 부호화 여부를 기록하여 다음 프레임의 부호화 여부를 예측하게 되는데, 이에 사용되는 부호화 여부를 기록을 '부호화 여부 비트 평면'이라 부른다. 본 논문에서는 적응적 벡터 양자화 기법과 선택적 벡터 양자화 기법을 통합하여 최종적인 부호화 방법으로 제안한다.

1. 움직임의 크기에 따른 추정 오차의 에너지 분포 특성

움직임 추정 및 보상 기법에서 움직임 추정 오차는 움직임 벡터의 크기에 따라 큰 영향을 받게 되는데 일반적으로 움직임이 큰 영역일수록 현 프레임의 화소와 이전 프레임의 화소간의 상관성이 떨어지게 된다.^[16] 이는 움직임이 큰 영역일수록 움직임 추정 오차의 크기가 커짐을 의미한다. 본 논문에서는 움직임의 크기와 움직임 추정 오차의 상관관계를 알아보기 위하여 움직임 벡터의 크기에 따른 움직임 추정 오차 에너지의 발생 확률 분포를 구하여 그림 1에 나타내었다. 움직임의 크기는 움직임 벡터의 크기에 따라 움직임이 거의 없는 MV_{LOW} 클래스와 움직임이 큰 MV_{HIGH} 클래스 그리고 중간영역인 MV_{MID} 클래스로 분류하였다.

$$MV_{Class} = \begin{cases} MV_{LOW}, & 0 \leq |MV_H|, |MV_V| \leq T_0 \\ MV_{HIGH}, & T_1 \leq |MV_H|, |MV_V| \leq 16 \\ MV_{MID}, & Otherwise \end{cases} \quad (3)$$

여기서, MV_H 및 MV_V 는 각각 움직임 벡터의 수평 및 수직 방향 성분을 나타내며, T_0 및 T_1 은 클래스 분류를 위한 문턱값이다. 이때 T_0 및 T_1 은 각각 3, 9이다. 그리고 각 클래스에서의 블록별 에너지는

$$E = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \{X(k+i, l+j) - \overline{X(k, l)}\}^2 \quad (4)$$

와 같이 정의된다. 여기서 $X(k+i, l+j)$ 는 k, j 번째 블록의 i, j 번째 화소값을 나타내고, $\overline{X(k, l)}$ 는 k, j 번째 블록의 평균값을 나타낸다. 이 그림으로부터 움직임이 거의 없는 MV_{LOW} 클래스의 경우에는 움직임 보상 오차의 에너지가 거의 0 근처에 집중되고, 에너지가 커짐에 따라 지수적으로 감소함을 알 수 있으며, 움직임이 큰 MV_{HIGH} 클래스의 경우는 에너지가 거의 모든 에너지 영역에 걸쳐서 넓게 분포함을 알 수 있다. 그리고 중간영역인 MV_{MID} 클래스의 경우에는 MV_{LOW} 클래스와 MV_{HIGH} 클래스의 중간 정도의 분포를 가짐을 알 수 있다. 그러므로 MCDI의 부대역을 벡터 양자화 할 경우 이러한 특성을 고려하여 각 움직임의 클래스에 따라 적응적으로 벡터 양자화를 행한다면 부호화기의 큰 성능 향상을 기대할 수 있다.

2. 움직임의 분류를 이용한 코드북 설계 및 적응적 벡터 양자화

앞에서 본 바와 같이 움직임 보상 오차의 에너지 분포는 움직임의 클래스에 따라 각기 다른 특성을 나타낸다. 그러므로 단순히 에너지의 크기만을 이용하여 클래스를 분류하여 벡터 양자화를 행하는 것 보다 움직임의 크기까지 고려하여 클래스를 분류하여 벡터 양자화를 행하는 것이 타당하다.

표 2. 움직임의 분류와 코드북의 크기
Table 2. Classification of motion and codebook size.

Class of Motion	Subbands 1, 2			Subbands 3			Subband 4
	Range of energy	Code book	Codebook size	Range of energy	Code book	Codebook size	
MV_{LOW}	$0 < E < V_0$ $V_0 < E$	Neg. A	256	$0 < E < V_0$ $V_0 < E$	Neg. G	128	Neg.
MV_{MID}	$0 < E < V_0$ $V_0 < E < V_1$ $V_1 < E$	Neg. B C	256 256				
MV_{HIGH}	$0 < E < V_0$ $V_0 < E < V_1$ $V_1 < E < V_2$ $V_2 < E$	Neg. D E F	256 256 256				

본 논문에서는 MCDI의 부대역 벡터 양자화를 위하여 움직임 벡터 정보와 그 크기에 따른 에너지 분포

특성을 고려하여 분류에 의한 부가 정보를 최소화하면서도 우수한 화질의 복원 영상을 얻을 수 있는 코드북의 분류와 설계 방법 및 이를 이용한 적응적 벡터 양자화 방법을 제안하였다. 제안한 방법에서 사용한 움직임 정보에 따른 블록의 분류와 이에 따른 코드북의 크기를 표 II에 나타내었다. 여기서 코드북의 크기는 비교를 위하여 Akansu 등이 제안한 방법과 동일하게 하였다.

LL 밴드 및 LH 밴드의 MV_{Low} 클래스의 경우에는 움직임 보상 오차의 에너지가 거의 0 근처에 집중되어 에너지가 작은 블록들이 많이 분포하고, 에너지가 커짐에 따라 지수적으로 감소하여 에너지가 큰 블록들이 거의 없는 특성을 나타낸다. 이 경우 여러 개의 클래스로 분류하여 벡터 양자화를 행한다면 클래스 분류에 따른 부가 정보가 증가하여 비효율적이므로, 블록들을 두 개의 클래스로 분류하여 단일 코드북으로 벡터 양자화를 행하였다.

MV_{High} 클래스의 경우에는 움직임 보상 오차의 에너지가 거의 모든 에너지 영역에 걸쳐서 넓게 분포하기 때문에 네 개의 클래스로 분류하여 에너지가 가장 작은 클래스에 대해서는 부호화를 행하지 않고, 나머지 세 개의 클래스에 대해서는 각 클래스에 적합한 코드북을 설계하여 벡터 양자화를 행하였다. MV_{MD} 클래스의 경우에는 많은 블록이 작은 움직임 보상 오차 에너지를 갖지만 큰 에너지를 갖는 블록 역시 어느 정도 존재하므로 세 개의 클래스로 분류하여 에너지가 가장 작은 클래스에 대해서는 부호화를 행하지 않고, 나머지 두 개의 클래스에 대해서는 각 클래스에 적합한 코드북을 설계하여 벡터 양자화를 행하였다. 이때 클래스 분류를 위한 부가 정보의 비트 수를 줄이기 위하여 부호화를 행하지 않는 클래스에는 한 비트의 코드 '0'을 사용하였고, 나머지 클래스에는 두 비트의 코드 '10' 및 '11'을 사용하였다.

한편, HL 밴드 및 HH 밴드는 블록들의 에너지가 전체적으로 너무 작아서 움직임 크기에 따른 분포특성의 차이가 거의 없기 때문에 클래스 분류가 필요하지 않으며, 특히 에너지가 가장 작은 HH 밴드의 경우는 부호화를 행하지 않는다. 제안한 방법의 부가 비트량을 식으로 나타내면

$$B_c = \frac{1}{4CB^2} \left(\sum_{i=1}^2 (P_{i-ML} + P_{i-MM}^{Neg} + 2P_{i-MM}^{COD} + 2P_{i-MH}) \right) + 1 \quad (5)$$

와 같다. 여기서 P_{i-ML} 및 P_{i-MH} 는 i 밴드에서 블록이 MV_{Low} 클래스 및 MV_{High} 클래스에 포함될 확률을 나타내고, P_{i-MM}^{Neg} 및 P_{i-MM}^{COD} 는 i 밴드에서 MV_{MD} 클래스에서 부호화 되지 않는 블록의 확률 및 부호화되는 블록의 확률을 나타낸다.

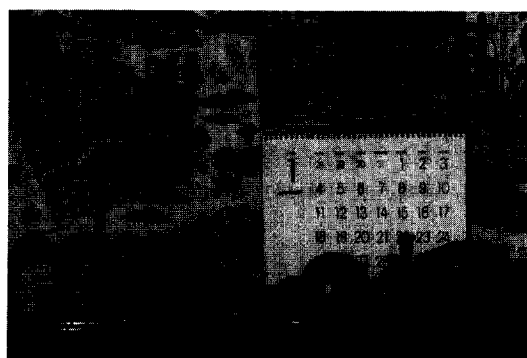
본 논문에서는 적응적 벡터 양자화를 행함에 있어서 움직임 정보를 이용하여 이에 따라 블록을 분류함으로써 부가 정보를 최소화 할 수 있는 적응적 벡터 양자화를 제안하였다. 즉, 움직임 벡터는 항상 수신측으로 전송되므로 움직임 벡터를 이용한 분류를 위한 정보는 필요하지 않다. 또한 움직임이 적은 영상의 경우에는 많은 블록들이 MV_{Low} 클래스로 분류되므로 클래스 정보 전송을 위한 부가 정보량이 크게 줄어들게 되며, 움직임이 많은 영상의 경우에는 움직임이 큰 블록들은 MV_{High} 클래스로 분류되므로 이들을 충실히 복원할 수 있다.

3. MCDI의 에너지 분포 및 움직임 벡터에 따른 높은 에너지 블록의 이동

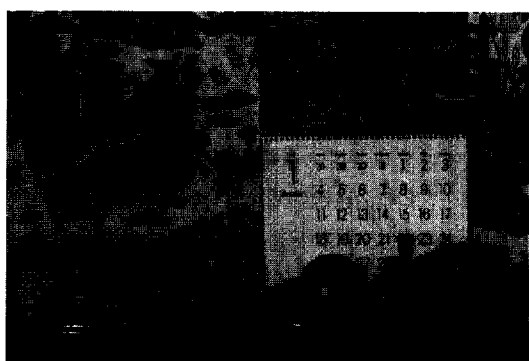
움직임 추정 및 보상 기법에서 움직임 추정 오차는 움직이는 물체의 경계부분이나 높은 대조 영역에 에너지가 집중되어 나타나고, 반대로 평탄영역이나 움직임이 없는 영역에서는 에너지가 거의 없는 특성을 나타낸다. 그러므로 MCDI를 부호화 할 때 에너지가 큰 부분과 에너지가 작은 부분을 구분하여 에너지가 큰 부분만을 부호화 한다면 부호화 효율을 높일 수 있다. 또한 MCDI에서 부호화를 행하여야 하는 에너지가 큰 부분들은 움직임에 따라 이동하게되는 특성을 나타내기 때문에 움직임 벡터를 이용하면 현 프레임에서 부호화를 행하여야 할 에너지가 큰 부분을 이전 프레임으로부터 예측할 수 있다. 본 논문에서는 MCDI의 에너지가 물체의 경계부분과 높은 대조 영역에 집중되어 나타난다는 것과 에너지가 큰 부분들은 움직임에 따라 이동한다는 것을 보이기 위하여 MOBILE 영상에 대하여 에너지가 큰 부분을 구하여 그림 2에 나타내었다. 그림에서 흰색으로 나타난 부분이 에너지가 큰 블록을 나타낸다.

그림 2에 나타난 MOBILE 영상은 기차의 움직임에 따라 카메라가 따라서 움직이는 영상으로서 배경에 나타난 달력의 복잡한 그림 부분과 숫자 부분 및 움직이는 기차를 따라 에너지가 큰 부분이 집중되어 나타남을 그림으로부터 확인 할 수 있다. 또한 다섯 번째

프레임의 에너지가 큰 블록들과 여섯 번째 프레임에서의 에너지가 큰 블록들을 비교해 보면 양쪽 프레임에서 에너지가 큰 블록들의 분포가 비슷함을 알 수 있다. 그러므로 이 특성을 이용하면 다섯 번째 프레임으로부터 여섯 번째 프레임에서 에너지가 큰 블록의 위치를 예측할 수 있음을 알 수 있다. 본 논문에서는 이를 이용하여 현재 부호화를 행하고자 하는 프레임에서의 에너지가 큰 블록들을 이전 프레임으로부터 예측함으로써 선택적으로 벡터양자화를 행한다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 2. MOBILE 영상의 (a) 다섯 번째 프레임 및 (b) 여섯 번째 프레임의 원영상과 (c) 다섯 번째 프레임 및 (d) 여섯 번째 프레임의 LL 부대역에서의 에너지가 큰 블록들을 나타낸 영상

Fig. 2. (a) 5th frame and (b) 6th frame of original MOBILE sequence and high energy blocks in LL band of (c) 5th frame and (d) 6th frame.

4. 부호화 여부 비트 평면 예측 기법

본 논문에서는 에너지에 따라 블록을 분류하여 에너지가 작은 부분에 대하여서는 부호화를 행하지 않고 에너지가 큰 블록들에 대하여서만 부호화를 행한다. 이때 사용된 블록의 분류 방법은 기존의 방법에서 사용된 방법과 마찬가지로 표 1에서와 같다. 그러나 이와 같이 블록을 분류할 경우 앞에서 살펴본 바와 같이 블록 분류에 대한 정보를 전송하기 위해서는 많은 부가 비트량이 필요하다. 그러므로 본 논문에서는 전송해야 할 에너지가 큰 블록에 대한 정보를 가지고 있는 부호화 여부 비트 평면을 이전 프레임으로부터 예측함으로써 부가정보를 최소화 할 수 있는 기법을 제안하였다. 제안한 부호화 여부 비트 평면 예측 기법은 다음과 같다.

4.1 부호화 여부 비트 평면의 초기화

비트 평면의 예측을 위해서는 입력영상의 첫 번째 프레임에 대하여서는 각 블록의 에너지를 직접 구한 뒤 이에 따라 부호화 여부를 결정하여 부호화 여부 비트 평면을 구하여야 한다. 그러므로 입력영상의 첫 번째 프레임의 경우에는 모든 블록에 대하여 식 (4)을 이용하여 각 블록의 에너지 E 를 구한 뒤 식 (6)에서와 같이 블록의 에너지가 미리 정해진 문턱값 (threshold) V_0 보다 크다면 비트 평면을 '1'로 만든 뒤 이를 부호화 하여 전송하고, 그렇지 않은 경우에는

비트 평면을 '0'으로 만든 뒤 부호화를 행하지 않는다.

if ($E > V_0$)

$$P_{n,h}(k+i, l+j) = 1, \quad i, j=0, 1, \dots, B-1 \quad (6)$$

else

$$P_{n,h}(k+i, l+j) = 0, \quad i, j=0, 1, \dots, B-1$$

여기서, $P_{n,h}(x,y)$ 는 n 번째 프레임, h 번째 부대역의 x, y 좌표에서의 부호화 여부 비트를 나타내고, B 는 각 블록의 수평 및 수직 방향의 크기를 나타낸다.

4.2 부호화 여부 비트 평면 예측

본 논문에서는 현재 프레임의 각 블록들에 대한 부호화 여부를 이전 프레임으로부터 예측된 부호화 여부 비트 평면을 이용하여 결정한다. 일반적으로 움직임 추정에는 평균 자승 오차 (mean square error) 또는 평균 절대치 오차 (mean absolute error)를 정합 척도로 사용하는 블록 정합 알고리즘을 사용한다. 이 경우에는 입력 영상을 영상의 내용에 관계없이 정방형의 블록으로 나눈 뒤 움직임 추정을 행하기 때문에 추정된 움직임은 실제 움직임과 관계가 적으며, 각 블록에 속한 화소들 역시 영상의 내용에 관계없이 프레임에 따라 달라지게 된다. 그러므로 본 논문에서는 부호화 여부 비트 평면 예측에 움직임 보상 기법을 도입하여 n 번째 프레임의 비트 평면으로부터 $n+1$ 번째 프레임의 부호화 여부 비트 평면을 예측한 뒤 이로부터 각 블록의 부호화 여부를 판단한다.

먼저, $n+1$ 번째 프레임의 h 번째 부대역의 k, l 번째 블록의 비트 평면을 n 번째 프레임의 h 번째 부대역의 비트 평면으로부터

$$P_{n+1,h}(k+i, l+j) = P_{n,h}(k+i+MV(x)/2^{M-m}, l+j+MV(y)/2^{M-m}) \quad (7)$$

와 같이 구한다. 여기서 $MV(x)$ 및 $MV(y)$ 는 각각 수평 및 수직 방향의 움직임 벡터를 나타내고, M 은 부대역 분할시 총 레벨 수를 나타내며, m 은 각 부대역이 속한 레벨을 나타낸다.

이와 같이 구한 $n+1$ 번째 프레임의 블록의 비트 평면은 블록 전체에 따라 '0' 또는 '1'로 나타나는 경우에는 블록의 부호화 여부를 이에 따라 쉽게 구할 수 있다. 그러나, 일반적인 경우에는 블록 정합 알고리즘의 특성상 그림 2에서와 같이 '0'과 '1'이 혼재하는 형태로 얻어진다. 그러므로 본 논문에서는 $n+1$ 번째 프레임의 각 블록의 비트 평면의 비트 값의 합 $Flag$ 를

$$Flag = \sum_{i=0}^{B-1} \sum_{j=0}^{B-1} P_{n+1,h}(k+i, l+j) \quad (8)$$

와 같이 구한 뒤 $Flag$ 의 값이 문턱치 Th 보다 큰 경우에는 블록에 대하여 부호화를 행하고, 다음 프레임에서의 비트 평면 예측을 위하여 모두 '1'로 만든다. 반대로 $Flag$ 의 값이 문턱치보다 작은 경우에는 부호화를 행하지 않고, 다음 프레임에서의 비트 평면 예측을 위하여 모두 '0'으로 만든다.

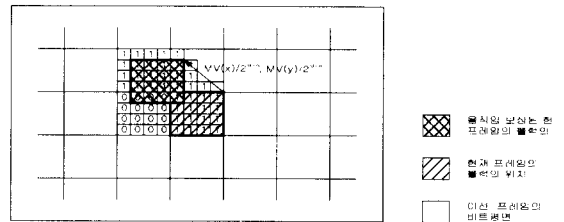


그림 3. 움직임 보상 기법을 활용한 비트 평면 예측 기법

Fig. 3. The bit plane prediction method using motion compensation technique.

if ($Flag > Th$)

$$P_{n+1,h}(k+i, l+j) = 1, \quad i, j=0, 1, \dots, B-1 \quad (9)$$

else

$$P_{n+1,h}(k+i, l+j) = 0, \quad i, j=0, 1, \dots, B-1$$

여기서, 문턱치 Th 값으로는 32를 사용하여 n 번째 프레임의 비트 평면에서 '1'의 개수가 '0'의 개수보다 많은 경우에만 $n+1$ 번째 프레임의 비트 평면을 '1'로 만든다.

제안한 부호화 여부 비트 평면 예측 기법을 사용하는 경우 부가정보를 최소화하면서도 에너지가 큰 블록들만 선택적으로 부호화를 행할 수 있다. 그러나, 예측이 완전히 정확하지 않은 경우에는 에러가 누적되는 현상을 나타낼 수 있다.

4.3 개선된 부호화 여부 비트 평면 예측 기법

일반적으로 움직임 벡터가 크고, 영상이 복잡한 영역에서는 움직임 추정 및 보상을 행하더라도 움직임 보상 오차가 큰 값을 가지게 되며, 이러한 영역에서는 부호화 여부 비트 평면 예측에 있어서 예측이 잘 맞지 않는 경우가 발생할 수 있다. 특히 움직임이 큰 에지 영역에서의 예측이 정확하지 않은 경우에는 복원 영상에서의 주관적 화질저하가 일어나게 된다. 그러므로 본 논문에서는 움직임이 큰 영역에 대하여서는

if ($Th_1 \leq |MV(x)|$ or $Th_1 \leq |MV(y)|$)

if ($E > V_0$)

$$P_{n,h}(k+i, l+j) = 1, \quad i, j = 0, 1, \dots, B-1 \quad (10)$$

else

$$P_{n,h}(k+i, l+j) = 0, \quad i, j = 0, 1, \dots, B-1$$

와 같이 부호화 여부 비트 평면을 이전 프레임으로부터 예측하지 않고, 블록의 에너지를 구하여 이로부터 결정한다.

또한 비트 평면의 예측이 진행됨에 따라 예측 오차가 누적되는 현상이 나타나게 되고, 특히 영상의 특성이 불규칙한 경우에는 비트 평면 예측율이 떨어지게 된다. 그러므로 제안한 방법에서는 각 프레임에 대한 부호화 여부 비트 평면의 예측율을 조사하여 연속된 세 개의 프레임에 대한 평균 예측율이 0.9를 넘지 않는 경우에는 비트 평면을 이전 프레임으로부터 예측하지 않고, 현 프레임의 에너지를 기반으로 새롭게 구하여 전송하는 강제 갱신 기법을 사용하였다. 즉, 각 프레임에 대하여 모든 블록의 부호화 여부를 블록의 에너지로부터 구한 뒤, 이전 프레임으로부터 예측된 부호화 여부와 비교하여 그 프레임에 대한 예측율 $P(n)$ 를

$$P(n) = \frac{\text{Number of correctly predicted blocks}}{\text{Total number of blocks in each frame}} \quad (11)$$

와 같이 구한 후, n 번째 프레임에서의 연속된 세 개의 프레임에 대한 평균 예측율을

$$P_{avg}(n) = \frac{1}{3} \sum_{m=0}^2 P(n-m) \quad (12)$$

와 같이 구한다. 이때 평균 예측율 $P_{avg}(n)$ 이 0.9 보다 작은 경우에는 새로운 비트 평면을 전송한다. 또한 평균 예측율이 0.9 이상을 계속 유지하더라도 10 프레임마다 한번씩 강제로 새로운 비트 평면을 전송한다.

5. 제안한 움직임 정보를 이용한 부대역 벡터 양자화 기법

본 논문에서는 각 블록을 움직임 벡터의 크기에 따라 분류한 뒤 블록에 적합한 코드북으로 부호화를 행하는 적응적 부대역 벡터 양자화 기법과 부호화 여부 비트 평면 예측을 통하여 에너지가 큰 블록에 대하여서만 부호화를 행하는 선택적 부대역 벡터 양자화 기법을 통합하여 움직임 정보를 이용한 부대역 벡터 양

자화 기법으로 제안한다. 제안한 기법의 블록도를 그림 4에 나타내었다.

제안한 기법은 먼저 입력 영상에 대하여 움직임 추정 및 보상을 행한 뒤, 이로부터 얻어지는 MCDI에 대하여 대역 분할을 행한다. 움직임 추정을 통하여 얻어진 움직임 벡터의 크기와 블록의 에너지를 이용하여 각 블록에 적합한 코드북을 선택한 뒤, 부호화 여부 비트 평면을 이용하여 에너지가 작은 부분에 대하여서는 벡터 양자화를 행하지 않고, 에너지가 큰 블록에 대하여서만 벡터 양자화를 행하여 전송한다. 이때 사용되는 부호화 여부 비트 평면은 이전 프레임으로부터 예측을 함으로써 얻어지게 되고, 현재 프레임의 각 블록의 에너지를 계산하여 얻어진 비트 평면과 비교하여 식 (12)로부터 얻어지는 평균 예측율이 0.9 이하로 떨어지게 되면 현재 프레임의 각 블록의 에너지를 계산하여 얻어진 비트 평면을 현재 프레임의 부호화 여부 비트 평면으로 사용하고, 이를 전송한다.

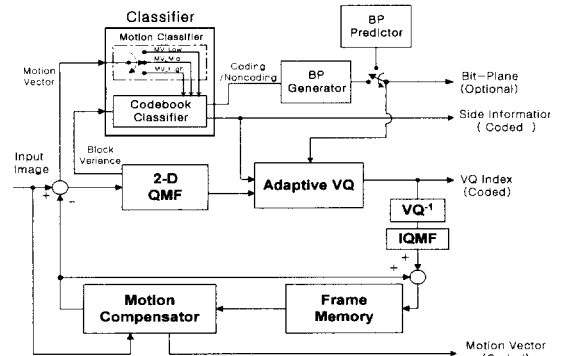


그림 4. 제안한 기법의 블록도

Fig. 4. The block diagram of the proposed method.

IV. 실험결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 방법의 성능 평가를 위하여 컴퓨터 모의 실험을 행하였다. 본 실험에서는 전역 탐색을 이용하여 움직임 추정 및 보상을 행하였고, 이때 사용된 블록의 크기는 16×16 이며 탐색 범위는 $-16 \sim 15$ 이다. MCDI의 부대역 분할은 Johnston 필터^[17]를 이용하여 네 개의 밴드로 분할하였다. 벡터 양자화에는 코드벡터의 크기를 16으로 하였으며, FOOTBALL, STATION 그리고 RIDER 영상 각 10 프레임의 훈련 영상으로 사용하여 LBG 알고리즘^[18]으로

코드북을 설계하였다. 실험 영상으로는 720×480 화소 크기의 FOOTBALL, FLOWER GARDEN 그리고 MOBILE 영상 각각 30 프레임을 이용하였다. 그리고 표 2에서 블록의 에너지 클래스 분류에 사용된 V_0, V_1, V_2 는 각각 29, 250, 600로 결정하였다.

본 논문에서 제안한 방법들 중 움직임 벡터의 크기에 따라 클래스를 분류하여 각 클래스에 적합한 코드북을 선택하여 적응적으로 벡터 양자화를 행하는 방법을 METHOD1이라 부르고, 부호화 여부 비트 평면을 예측함으로써 에너지가 큰 부분만을 선택적으로 부호화를 행하는 방법을 METHOD2, 그리고 METHOD1과 METHOD2를 통합하여 얻어지는 최종적인 부호화 방법을 METHOD3라 부르기로 한다.

1. 부호화 여부 비트 평면 예측을

본 논문에서 부호화 여부 비트 평면을 이용하여 부호화 여부를 판단함으로써 에너지가 큰 블록을 알아내는데 필요한 부가 정보를 최소화하였다. 그러므로 부호화 여부 비트 평면의 예측율에 대한 성능을 실험하였다.

Matching Accuracy

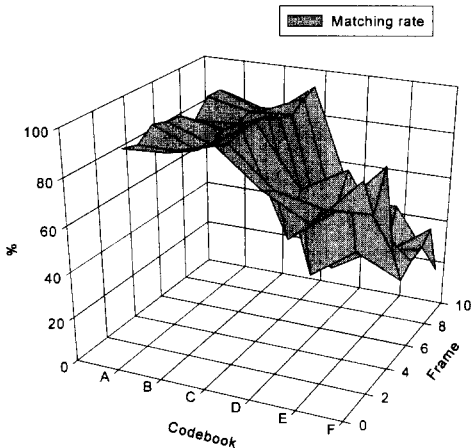


그림 5. 각 코드북에 대한 예측율
Fig. 5. Matching rate of each codebook.

그림 5에는 FLOWER GARDEN 영상을 이용하여 각 블록이 속해있는 클래스를 나타내는 코드북별 예측율을 나타내었다. 여기서 나타나있는 코드북들은 표 II에서 정의되어있다. 그림 5에서 볼 수 있는 바와 같이 움직임이 적은 MV_{Low} 영역에서의 코드북 A 및

움직임이 크지 않은 MV_{MID} 영역의 코드북 B와 C의 경우에는 90% 이상의 높은 예측율을 나타내고 있다. 그러나 움직임이 많은 MV_{HIGH} 영역의 코드북 D, E, 및 F의 경우에는 예측율이 현저히 떨어짐을 알 수 있다. 그러므로 제안한 방법에서는 코드북 D, E, 및 F에 해당하는 블록들에 대하여는 식 (10)과 같이 보상을 행함으로써 화질의 열화를 방지하였다.

표 III에는 개선 전후의 프레임별 평균 예측율을 나타내었다. 표 III에서 보는 것과 같이 개선전의 평균 예측율은 90%내외를 보였고 MV_{HIGH} 영역을 보상한 개선후의 예측율은 개선 전보다 2~4% 정도의 예측율 향상을 얻을 수 있었다.

이러한 실험 결과로부터 부호화 여부 비트 평면을 이진 프레임으로부터 예측하여 사용한다면, 화질의 열화를 줄이면서 비트율을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

표 3. 제안한 부호화 여부 비트 평면 예측 기법의 프레임별 예측율

Table 3. The matching rate of proposed bit plane prediction methods for each frame.

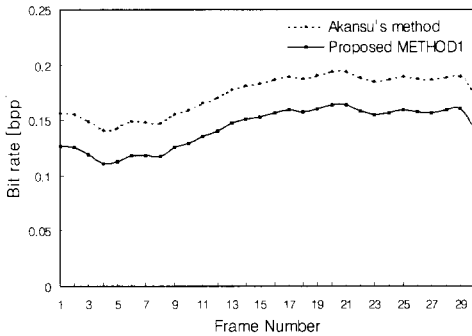
Frame number		2	3	4	5
Matching rate [%]	Prediction method	92.89	89.76	92.04	91.56
	Improved prediction method	93.30	90.21	92.58	92.19

Frame number		6	7	8	9	10
Matching rate [%]	Prediction method	90.07	86.27	89.39	89.48	88.97
	Improved prediction method	91.06	87.23	90.79	90.75	90.52

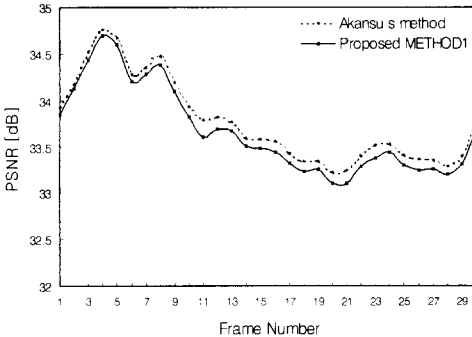
2. METHOD1에 대한 비트율 및 PSNR

논문에서 제안한 방법 중 METHOD1과 기존의 방법의 MOBILE 영상에 대한 비트율 및 PSNR을 그림 6에 나타내었다. MOBILE 영상은 고정된 배경에 기차가 빠른 속도로 움직이는 영상으로써 움직임이 거의 없는 영역과 움직임이 빠른 영역이 혼재하는 영상으로

볼 수 있다.



(a)



(b)

그림 6. MOBILE 영상에 대한 (a) 비트율 및 (b) PSNR

Fig. 6. (a) Bit rate and (b) PSNR of MOBILE sequence.

그림으로부터 제안한 방법은 움직임이 거의 없는 영역으로 인하여 비트율을 약 17% 이상 크게 줄일 수 있으며, 움직임이 빠른 영역은 충실히 복원함으로써 화질의 열화가 거의 없음을 알 수 있다.

그리고 MOBILE, FOOTBALL 및 FLOWER GARDEN 영상에 대한 30 프레임 평균 PSNR 및 비트율을 표 IV에 나타내었다. 이 결과로부터 움직임이 적은 영역이 많은 MOBILE 영상의 경우에는 비트율을 크게 줄일 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 FOOTBALL 영상은 운동장을 배경으로 하므로 배경이 전체적으로 약간 복잡한 부분으로 구성되어 있으며, football 선수들의 움직임이 매우 빠른 특성을 가진다. 이 경우에는 움직임 보상 오차가 많이 발생하는 움직임이 매우 빠른 부분과 그렇지 않은 부분이 확연하게 구분된다. 제안한 방법의 경우 움직임 정보를 이용하여 분류를 행한 뒤 이에 적합한 코드북으로 벡터 양자

화를 행하게 되므로 비트율을 약 8% 이상 줄이면서도 PSNR은 오히려 증가하게 됨을 알 수 있다. 그리고 FLOWER GARDEN 영상의 경우에는 꽃밭과 같이 매우 복잡한 부분이 많이 존재하고, 카메라의 움직임에 의한 일정한 크기의 움직임을 가진다. 이 경우에는 약 7% 정도의 비트율 감소를 얻을 수 있었으며, PSNR의 감소는 약 0.06 [dB] 정도로 거의 화질 열화가 없음을 알 수 있었다.

표 4. 제안한 METHOD1과 기존 방법의 PSNR 및 비트율

Table 4. Bit rate and PSNR of proposed METHOD1 and conventional method.

	PSNR [dB]		Bit rate [bpp]	
	Akansu's method	Proposed METHOD1	Akansu's method	Proposed METHOD1
MOBILE	33.76	33.66	0.1735	0.1423
FOOTBALL	28.95	29.04	0.2364	0.2167
FLOWER GARDEN	30.34	30.28	0.2488	0.2318

3. METHOD2에 대한 비트율 및 PSNR

본 논문에서 제안한 방법 중 METHOD2와 기존의 방법에 대한 MOBILE, FOOTBALL 및 FLOWER GARDEN 영상의 30 프레임 평균 PSNR 및 비트율을 표 V에 나타내었다. 표에서 볼 수 있는바와 같이 제안한 방법으로 부호화를 행할 경우 기존의 방법에 비하여 비트율이 약 12%에서 28% 정도로 크게 줄일 수 있었으며, PSNR의 감소는 약 0.2 [dB] 정도로 화질의 열화가 거의 없음을 알 수 있었다. 특히 MOBILE 영상은 그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이 단순한 배경이 카메라의 움직임으로 인한 단순한 움직임을 가지기 때문에 MCDI의 에너지가 달력부분과 기차 부분에 집중되어 나타나는 특성을 가지기 때문에 비트율을 28% 정도로 크게 줄이면서도 화질의 열화가 매우 적은 결과를 얻을 수 있었다. 또한 FOOTBALL 영상이나 FLOWER GARDEN 영상의 경우에는 football 선수 부분이나 나무 부분과 같은 부분에서는 매우 빠른 움직임을 나타내고 있고 전체적으로 복잡한 배경을 가지기 때문에 약 12% 정도의 비트율 감소를 얻을 수 있었다.

그림 7에는 FOOTBALL 영상 30 프레임에 대한

비트율 및 PSNR을 나타내었다. 그림으로부터 제안한 방법이 기존의 방법에 비하여 비트율을 크게 줄일 수 있음을 확인할 수 있다. 그림으로부터 매 10 프레임마다 제안한 방법의 성능이 기존의 방법의 성능과 동일함을 알 수 있는데, 이는 제안한 방법에서 부호화 여부 비트 평면을 예측할 때 예측 오차가 누적되는 것을 방지하기 위하여 매 10 프레임마다 강제로 새로운 비트 평면을 전송하기 때문이다.

표 5. 제안한 METHOD2 방법과 기존 방법의 PSNR 및 비트율
Table 5. Bit rate and PSNR of proposed METHOD2 and conventional method.

	PSNR [dB]		Bit rate [bpp]	
	Akansu's method	Proposed METHOD2	Akansu's method	Proposed METHOD2
MOBILE	33.76	33.61	0.1735	0.1240
FOOTBALL	28.95	28.73	0.2364	0.2092
FLOWER GARDEN	30.34	30.15	0.2488	0.2171

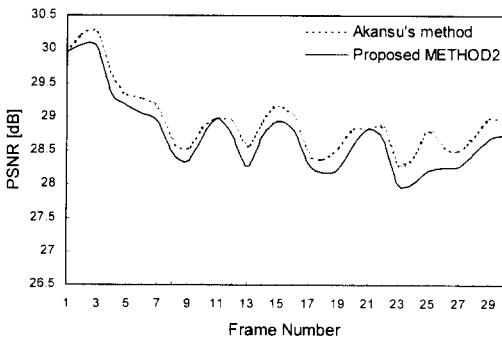
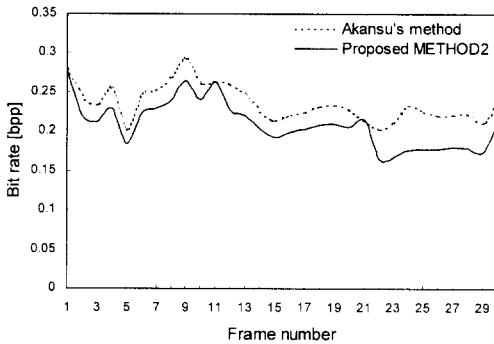


그림 7. FOOTBALL 영상에 대한 (a) 비트율 및 (b) PSNR
Fig. 7. (a) Bit rate and (b) PSNR of FOOTBALL sequence.

4. METHOD3에 대한 비트율 및 PSNR

본 논문에서 제안한 METHOD1 방법과 METHOD2 방법을 통합하여 에너지가 큰 블록만을 선택하여 각 블록의 클래스에 따라 적응적으로 벡터 양자화를 행하는 METHOD3에 대한 MOBILE, FOOTBALL 및 FLOWER GARDEN 영상의 30 프레임 평균 PSNR 및 비트율을 표 VI에 나타내었다.

표 6. 제안한 METHOD3 방법과 기존 방법의 PSNR 및 비트율
Table 6. Bit rate and PSNR of proposed METHOD3 and conventional method.

	PSNR [dB]		Bit rate [bpp]	
	Akansu's method	Proposed METHOD3	Akansu's method	Proposed METHOD3
MOBILE	33.76	33.77	0.1735	0.1206
FOOTBALL	28.95	28.96	0.2364	0.2017
FLOWER GARDEN	30.34	30.33	0.2488	0.2125

이 표에서는 제안한 방법을 식(9)의 문턱치를 조정하여 기존의 방법과 거의 비슷한 PSNR에서 비트율을 비교하였다. 표에서 볼 수 있는바와 같이 제안한 방법으로 부호화를 행할 경우 기존의 방법에 비하여 비트율이 약 15%에서 30% 정도로 크게 줄일 수 있었다. 특히 MOBILE 영상은 거의 비슷한 PSNR에서 비트율을 30% 정도로 크게 줄어듦을 알 수 있었다.

제안한 방법의 부호화 방법의 부가적인 계산량을 살펴보면, 움직임 벡터를 분류를 위한 식(3)과 비트 평면에서 부호화 여부를 판단하는 식(9)의 부가적인 계산량이 필요하다. 그러나 식(3)에서는 몇 번의 비교연산, 식(9)에서는 몇 번의 덧셈 및 비교 연산 정도의 계산량이므로 부가적인 계산량은 매우 적음을 볼 수 있다.

이상의 결과로부터 제안한 방법에서는 움직임 정보를 이용하여 입력 영상의 특성에 따라 에너지가 큰 블록만을 선택하여 적응적으로 부호화를 행함으로써 비트율을 줄이면서도 화질의 열화가 거의 없거나 오히려 화질을 개선시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 움직임 보상 차영상 (motion com-

pensated difference image; MCDI)을 대역 분할한 뒤, 움직임 정보를 이용하여 에너지가 큰 부분만을 선택하여 적응적으로 벡터 양자화를 행함으로써 효율적으로 동영상을 부호화 할 수 있는 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 MCDI의 특성들을 고려하여 에너지가 낮은 부분은 부호화를 행하지 않고, 에너지가 높은 부분에 대하여서만 움직임 벡터의 크기에 따라 클래스를 분류한 뒤 각 클래스에 맞는 코드북을 설계하여 벡터 양자화를 행하였다. 즉, 제안한 기법에서는 움직임이 클수록 MCDI의 에너지가 증가한다는 특징을 이용하여 움직임의 크기에 따른 적응적 벡터 양자화를 행하였다. 그리고 MCDI는 움직이는 물체의 경계부분이나 높은 대조 영역에 에너지가 집중되어 나타나고, 반대로 평탄영역이나 움직임이 없는 영역에서는 에너지가 거의 없는 특성이 있으며, 에너지가 큰 부분은 움직임을 따라 이동하는 특성을 나타내므로 움직임 벡터를 이용하여 현 프레임에서 에너지가 높은 부분을 이전 프레임으로부터 예측하여 선택적으로 벡터 양자화를 행하였다.

모의실험 결과로부터 제안한 방법에서는 움직임 정보를 이용하여 입력 영상의 특성에 따라 에너지가 큰 블록만을 선택하여 적응적으로 부호화를 행함으로써 비트율을 줄이면서도 화질의 열화가 거의 없거나 오히려 화질을 개선시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation H.261, "Video codec for audiovisual services at $p \times 64$ kbits/s."
- [2] Draft ITU-T Recommendation H.263, "Video coding for low bit rate communication."
- [3] ISO/IEC 11172-2, "Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbits/s: Video."
- [4] ISO/IEC 13818-2, "Information technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Video."
- [5] P. Strobach, "Tree-structured scene adaptive coder," *IEEE Trans. Commun.* vol. 38, no. 4, Apr. 1990.
- [6] J. W. Woods and T. Naveen, "Subband coding of video sequences," *Proc. SPIE Visual Commun. Image Proc.*, Nov. 1989.
- [7] D. G. Sampson, E. A. B. da Silva, and M. Ghanbari, "Low bit-rate video coding using wavelet vector quantization," in *IEE Proc. Vision, Image and Signal Processing*, vol. 142, no. 3, June 1995.
- [8] S. P. Voukelatos and J. J. Soraghan, "Very low bit-rate color video coding using adaptive subband vector quantization with dynamic bit allocation," *IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology*, vol. 7, no. 2, Apr. 1997.
- [9] Y. H. Kim and J. W. Modestino, "Adaptive entropy coded subband coding of image sequences," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 41, no. 6, June 1993.
- [10] S. Zafar, Y. Q. Zhang, and B. Jannari, "Multiscale video representation using multiresolution motion compensation and wavelet decomposition," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 11, Jan. 1993.
- [11] Y. Q. Zhang and S. Zafar, "Motion-compensated wavelet transform coding for color video compression," *IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology*, vol. 2, no. 3, Sept. 1992.
- [12] K. H. Goh, J. J. Soraghan, and T.S. Durrani, "Very low bit-rate color video coding scheme using subband motion estimation/compensation," in *Proc. EUSIPCO-94*, Edinburgh, Scotland, Sept. 1994.
- [13] J. W. Wood, *Subband Image Coding*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- [14] H. Gharavi, "Differential subband coding of video signals," *Proc. ICASSP*, May 1989.
- [15] A. N. Akansu and M. S. Kadur,

- "Subband coding of video with adaptive vector quantization," *Proc. ICASSP*, 1990.
- [16] A. N. Netravali and B. G. Haskell, *Digital Pictures-Representation, Compression, and Standards*, 2nd Ed., Plenum Press, 1995.
- [17] J. D. Johnston, "A filter family designed for use in quadrature mirror filter banks," *Proc. ICASSP*, 1980.
- [18] Y. Linde, A. Buzo, and R. M. Gray, "An algorithm for vector quantizer design," *IEEE Trans. on Commun.* vol. 28, Jan. 1980.

저 자 소 개

李 法 基(正會員) 第 35卷 第 5號 參照

崔 正 鉉(正會員) 第 35卷 第 5號 參照

鄭 元 植(正會員) 第 34卷 第 9號 參照

李 健 一(正會員) 第 34卷 第 9號 參照

李 京 桓(正會員) 第 35卷 第 5號 參照

金 德 奎(正會員) 第 35卷 第 5號 參照



鄭 太 然(正會員)

1968년 7월 12일생. 1993년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1997년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1999년 3월 현재 경북대학교 대학원 박사과정 재학중. 주관심분야는 영상신호처리

및 압축