

H.263의 비제한 움직임 벡터 모드의 동적 선택을 이용한 영상 부호화

(A Video Sequence Coding Using Dynamic Selection of Unrestricted Motion Vector Mode in H.263)

박 성 한* 박 성 태**
(Sung-Han Park) (Sung-Tae Park)

요 약

본 논문에서는, H.263 부호화기에 있어, 비제한 움직임 벡터(Unrestricted Motion Vector, UMV)모드와 기본 예측 모드(Default Prediction Mode)의 동적 선택을 위한 방법을 제안한다. 여기서, 움직임 보상된 영상과의 오차와 움직임 벡터의 크기를 이용하였다. 제안된 전략에서, UMV 모드는 모션 벡터의 크기와 움직임 보상된 영상의 오차에 따라 동적으로 적용된다. 이러한 전략은 UMV나 DPM을 고정적으로 전체 영상에 적용한 결과에 비해 화질 면에서 개선할 점을 제공한다. UMV 모드가 고정적으로 적용된 경우에 비해 움직임 추정 시 탐색 점의 수를 크게 줄일 수 있다. 제안된 방법은 카메라의 이동을 갖는 보다 긴 영상 신호에 대해 보다 효과적으로 적용될 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method for dynamic selection of unrestricted motion vector(UMV) or default prediction mode(DPM) in H.263 bit stream. For this, we use the error of compensated image and the magnitude of motion vector. In the proposed strategy, the UMV mode is dynamically applied in a frame according to average magnitude of motion vector and error of compensated image. This scheme has improved the quality of image compared to the fixed mode UMV or DPM only. Number of searching points are greatly reduced when comparing to UMV. The proposed method is more profitable to long video sequences having camera movement locally.

1. 서론

영상 부호화에서 대부분의 방법들은 시간적, 공간적인 중복성을 제거하는데 있다. 시간적 중복성은 이웃하는 화면으로부터의 예측 기법을 이용하여 움직임 보상함으로써 감소된다.

공간적 중복성은 변환기법이 적용된다. 시간적 중복성을 줄여주는 화면간 부호화 기법과 공간 중복성을 줄이는 예측 오차 영상에 대한 변환 기법을 혼합한 방법이 주로 사용된다. 디코더는 움직임 보상을

* 정희원 : 한양대학교 전자컴퓨터공학부 교수
** 정희원 : 안산공과대학 인터넷정보과 조교수

논문접수 : 2001. 7. 19.
심사완료 : 2001. 7. 24.

할 수 있어야 하는데 이것은 부호화기에 선택적으로 포함된다. 움직임 정보를 부호화 하는데 적은 비용과 하드웨어 구현의 간단하다는 이유로, 블록 기반의 움직임 보상 기법(Block-based Motion Compensation, BMC)[1][2]이 MPEG[3][4], H.261[5], H.263[6]과 같은 표준안에 널리 사용된다. 그러나, BMC의 주된 결점은 부호화 비트율이 매우 낮은 경우, 이웃하는 움직임 벡터가 매우 큰 경우에 복원 영상에 나타나는 블록화 현상에 의한 화질 저하에 기인한다. 이러한 이유로, 비제한 움직임 벡터(Unrestricted Motion Vector, UMV)모드나 중첩 움직임 보상 기법[7] 등이 H.263 권고안에 적용된다[6].

H.263 권고안의 선택사양은 그 부호화 성능을 향상시키는데, 16가지의 선택사양 중 대표적인 것은 다음과 같은 것들이 있다. 먼저, UMV 모드에서는 움직임 벡터를 화면 영역을 벗어나는 것을 허용하며, 보다 큰 값의 움직임 벡터를 지원한다. 다음으로 산술 부호화(Arithmetic Coding) 모드는 가변 길이 부호화(Variable Length Coding, VLC) 대신에 산술 부호화를 사용할 수 있는 기능으로 같은 화질에서 좀 더 적은 비트로 부호화가 가능하다. 개선된 예측(Advanced Prediction)모드에서는 움직임 예측되는 화면에 대하여 휘도 블록 단위로 움직임 벡터가 전송된다. P-B화면 모드는 2 개의 화면을 하나의 단위로 부호화 된다. P 화면은 앞의 참조 화면으로부터 부호화 되며, B 화면은 P화면과 참조화면 사이에서 보간 되어 복원되는 화면이다. 기타 P-B 화면 모드를 개선한 모드 외에 여러 가지 선택 사양은 단독으로 혹은 2개 이상의 모드가 혼합되어 적용될 수 있다.

영상 부호화에 있어, 선택된 모드는 모든 영상 시퀀스에 적용된다. UMV 모드가 적용되는 경우에 모든 영상 시퀀스에 대하여 항상 부호화 효율을 향상시키는 것은 아니다. 화질이 UMV 모드가 적용되지 않는 경우에 비해 열화될 수도 있다. 또한 기본 예측모드에 비해, 화면을 벗어나는 영역의 움직임을 탐색하기 위하여 계산량이 늘어나게 된다. 따라서, 부호화 효율은 지역적으로 좋아질 수도 나빠질 수도 있다. 이러한 성질을 이용하여 UMV 모드의 동적인 적용은 부호화 효율을 높일 수 있는 여지를 제공한다.

먼저, 움직임 벡터의 평균을 관찰하여 주어진 임계값을 초과하면, UMV 모드가 선택된다. 주어진 임계값은 통계적으로 결정된다. UMV 모드의 동적 선택

이 적용되면 모드 선택에 대한 추가적인 비트 없이 부호화 효율을 높일 수 있다.

본 논문에서 제안된 방법은 다음과 같은 이점을 갖는다. 첫 번째로, 영상 데이터의 부분적인 성질을 이용하여 부호화 할 수 있다. 복원된 결과 영상은 UMV 모드가 단독 전체 영상에 적용된 결과 영상에 대해 거의 같은 화질을 얻을 수 있었다. 두 번째로, UMV 모드가 전체 영상 데이터에 고정적으로 적용되는 것에 비해 움직임 추정에 소요되는 계산량을 줄일 수 있다. 세 번째로, 제안된 방법은 다양한 이미지 특성을 갖는 시간적으로 긴 영상 데이터에 보다 효율적으로 적용될 수 있으며, 화면 경계를 가로지르는 물체의 이동을 포함하는 영상이나 카메라의 이동이 포함된 영상 데이터에 보다 효과적으로 적용될 수 있다.

먼저 2장에서는 UMV 모드에 대한 개괄적인 소개를 하고, 3 장에서는 제안한 부호화 방식에 대한 내용을 다루며, 4 장에서는 제안한 부호화 방식에 사용된 임계값을 결정하는 방식에 대해 다룬다. 마지막으로, 5 장에서는 실험 결과를 나타낸다.

2. 비제한 움직임 벡터

(Unrestricted Motion Vector, UMV) 모드

기존의 움직임 추정 기법에서는 움직임 벡터가 화면의 경계를 초과하는 경우에 대하여는 움직임 추정을 수행하지 않는다. UMV모드에서는 이러한 제한이 사라지는데 [그림 1]과 같이 B영역의 움직임 추정 및 보상에는 화면의 경계에 접하고 있는 E영역의 화소를 경계와 수직인 방향으로 확장한 D영역에 있다고 가정하고 움직임 추정과 보상을 수행한다. D 영역의 화소는 다음 식 (1)을 이용하여 확장된다.

$$R_{umv}(x, y) = R(x', y')$$

$$x' = \begin{cases} 0 & \text{if } x < 0 \\ 175 & \text{if } x > 175 \\ x & \text{그 외} \end{cases}$$

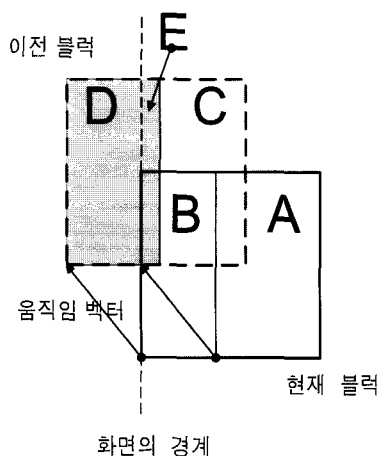
$$y' = \begin{cases} 0 & \text{if } y < 0 \\ 143 & \text{if } y > 143 \\ y & \text{그 외} \end{cases} \quad (1)$$

여기서, x, y, x', y' 는 화소 영역의 공간 좌표이며, $R_{umv}(x, y)$ 는 UMV 모드가 적용되는 경우에 참조 화면의 (x, y) 위치의 화소 값이다. 그리고, $R(x', y')$ 는 UMV 모드가 적용되는 경우 참조 화면의 (x', y') 위치의 화소 값이다. $R(x', y')$ 의 부호화 되는 영역은 $0 \leq x' \leq 175, 0 \leq y' \leq 143$ 이다. 주어진 영역의 경계는 정화소 단위가 되나, (x', y') 는 이 영역의 경계 내에서 반 화소 단위의 위치가 될 수 있다.

또한 UMV모드가 사용되지 않는 경우의 움직임 벡터는 매크로 블록을 중심으로 $[-16, 15.5]$ 의 탐색 영역 내로 제한되지만, UMV 모드가 적용되면, 움직임 벡터의 예측 값을 중심으로 $[-16, 15.5]$ 의 탐색 영역에 대하여 움직임 추정이 이루어진다. 이것은 [그림 2]에 나타난 바와 같이 추정된 움직임 벡터의 값을 $[-31.5, 31.5]$ 의 영역으로 확장된 결과와 유사하다. 즉, 다음 식 (2)과 같이 예측 값 P_C 의 범위에 따라 움직임 벡터의 값 MV_C 의 범위가 결정된다.

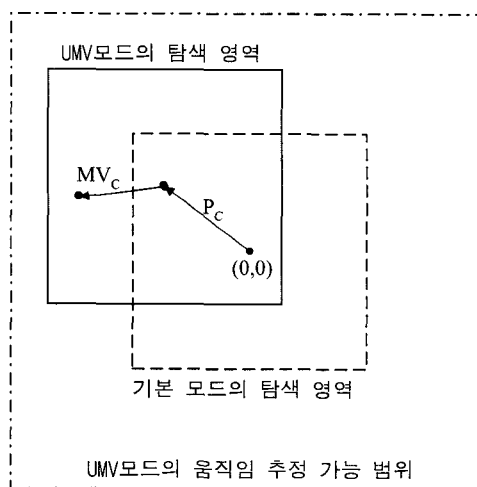
$$\begin{aligned}
 -31.5 \leq MV_C \leq 0 & \quad \text{if } -31.5 \leq P_C \leq -16 \\
 -16 + P_C \leq MV_C \leq 15.5 + P_C & \quad \text{if } -15.5 \leq P_C \leq 16 \\
 0 \leq MV_C \leq 31.5 & \quad \text{if } 16.5 \leq P_C \leq 31.5
 \end{aligned} \tag{2}$$

즉, 예측값 P_C 가 수평, 수직 성분의 각각의 값에 대하여 $[-31.5, -16]$ 범위의 값을 갖는다면, 움직임 탐색 영역이 예측값을 중심으로 $[P_C - 15.5, P_C + 15.5]$ 의 영역으로 이동되며, 추정된 움직임 벡터의 값은 0 이하의 값을 갖는다. 예측값이 $[16.5, 31.5]$ 범위의 값이라면, 예측 값을 중심으로 탐색 영역이 이동되므로 추정된 움직임 벡터의 값은 0 이상의 값을 갖는다. 예측값 P_C 가 $[-15.5, 16]$ 의 범위에 있으며, 기본 모드에서와 같이 움직임 추정/보상이 이루어진다.



[그림 1] 비제한 움직임 벡터 모드

[Fig. 1] Unrestricted motion vector mode



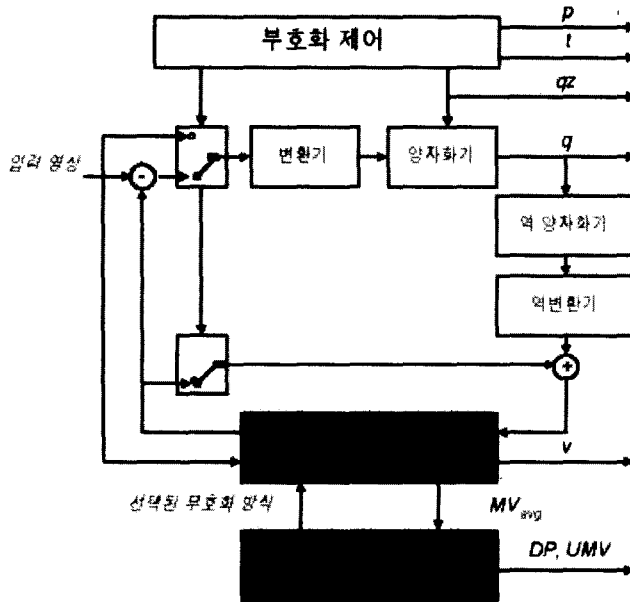
[그림 2] UMV모드의 탐색영역

[Fig. 2] Searching area for UMV mode

3. 제안한 부호화 전략

제안된 영상 부호화기의 블록 다이어그램이 [그림 3]에 나타나 있다. 기존의 부호화기와 다른 기능을 수행하는 블록은 검게 표시되어 있으며, 추가된 “부호화 방식의 동적 선택” 블록에 의해 “움직임 추정 및 보상” 블록의 동작이 변경된다. 움직임 벡터의 크기에 따라 DP 모드와 UMV 모드의 동적 선택을 위한 기능을 수행한다.

매크로 블록의 모션 벡터 크기의 평균값이 임계값을 초과한다면, UMV 모드가 선택된다. 임계값은 식 (3)에 의해 결정된다. 모드의 전환은 추가되는 비트 없이 전달될 수 있기 때문에 부호화 효율을 개선할 수 있다.



[그림 3] 제안한 UMV 모드의 동적 선택을 위한 부호화기의 블록 다이어그램
 [Fig. 3] Block diagram of proposed coder for dynamic selection of UMV mode

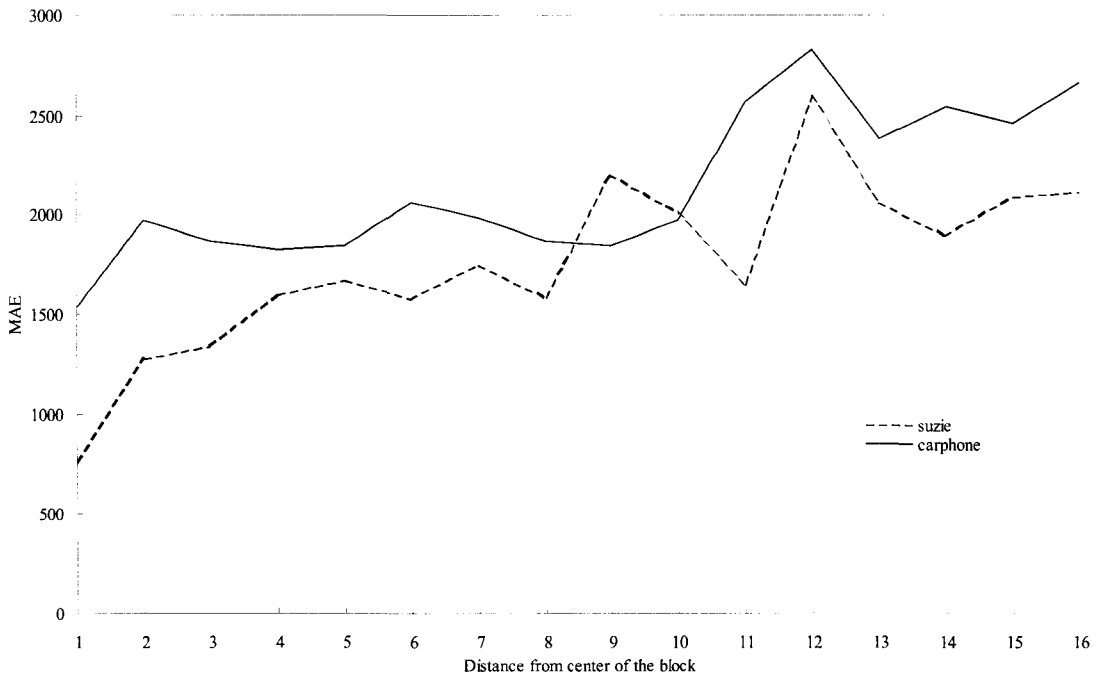
- | | | | |
|-------|------------------------|----|--------------------|
| p | : 인트라/인터 | t | : 전송 여부 |
| qz | : Quantizer indication | q | : 변환계수에 사용된 양자화 지수 |
| v | : 움직임 벡터 | SP | : 블록 단위 움직임 추정 |
| MVavg | : 움직임벡터의 평균 | AP | : AP 모드 |
| UMV | : UMV 모드 | DP | : DP 모드 |

4. 동적 모드 선택을 위한 임계값의 결정

[그림 4]는 블록 매칭 알고리즘(Block Matching Algorithm, BMA)으로 보상된 이미지의 평균 예측 오차에 대해 블록의 중심으로부터의 거리에 대한 그래프를 나타낸 것이다. 블록의 크기는 16×16 이고, 두 가지 QCIF(Quadrature Common Intermediate Format) 영상에 대해 실험한 것이다. 이 결과는 블록의 중심에 가까울수록 더 작은 예측 오차를 갖게 됨을 나타낸다[7].

따라서, 매크로 블록의 모션 벡터의 평균이 증가한다면 예측 오차도 증가한다는 사실을 이용할 수 있다. 예측 오차가 증가하면, 예측 오차를 부호화 하는데 필요한 비트 수도 증가하게 된다. 이러한 사실을 적용하여 움직임 벡터 크기의 평균값에 따라 UMV 모드를 동적으로 적용할 수 있다.

UMV 모드는 움직임이 영상의 경계에 걸쳐 있거나 카메라의 움직임이 있는 경우에 유용한 모드로 권고안에서 권고하고 있다. 이러한 영상의 특성에 대한 UMV모드의 성능을 분석하기 위하여 다음 식 (3)과 (4)와 같은 움직임 벡터의 수직, 수평 성분 중 큰 값에 대한 평균과 분산 값을 이용하였다.



[그림 4] 블록의 중심으로부터 거리에 대한 예측 오차(MAE)의 관계

[Fig. 4] Mean absolute prediction errors as a function of the distance from the center of block.

$$A_{mv} = \frac{\sum_{i=0}^{MB} \text{Max}(|MV_x|, |MV_y|)}{MB} \quad (3)$$

$$V_{mv} = \frac{\sum_{i=0}^{MB} (\text{Max}(|MV_x|, |MV_y|) - A_{mv})^2}{MB} \quad (4)$$

여기서, MB 는 화면내의 매크로 블록의 수이며, MV_x, MV_y 는 움직임 벡터의 수평, 수직 성분을 나타내며, $|\cdot|$ 는 절대값을 구한 것이다. 수평, 수직 성분 중에서 큰 값을 사용하면, 실제의 움직임 벡터의 크기 $\sqrt{MV_x^2 + MV_y^2}$ 를 구하는 것보다 계산 량을 줄일 수 있다.

UMV모드는 카메라의 움직임이 있는 경우나 화면 내에 큰 움직임이 있는 경우에 부호화 효율을 향상시킨다. 하지만, 카메라의 움직임이 없고 작은 움직임만이 존재하는 화면을 부호화 하는 경우, 화면의 경계를 넘어서는 부분에서도 움직임 추정이 이루어지기 때문에 불필요한 계산이 추가된다.

<표 1>에는 여러 가지 영상에 대하여 DP모드에 대하여 UMV모드로 부호화한 결과 얻어지는 PSNR이득과 움직임 벡터의 평균, 분산에 대하여 정리한 것이다. PSNR이득은 DP모드로 부호화한 결과에 대해 UMV모드를 적용하여 부호화 한 결과의 화질의 개선 정도로 단위는 [dB]이다. 결과적으로 움직임 벡터의 평균이 큰 영상에 대하여 화질의 이득이 크며, 움직임 벡터의 평균이 작은 경우는 얻어지는 이득이 상대적으로 작음을 알 수 있다.

또한 Mother and Daughter영상의 경우, 움직임 벡터의 평균은 작으나 화질의 이득이 큰 경우가 있는데 이러한 경우는 움직임 벡터의 분산이 상대적으로 작음을 알 수 있다. 이 결과를 [그림 5]에 나타내었다. 결과적으로 움직임 벡터의 평균이 UMV모드의 성능 개선을 살펴볼 수 있는 파라미터가 될 수 있다. 상대적으로 움직임 벡터의 분산은 UMV모드의 특성을 반영하지 않는다고 할 수 있다. 이러한 실험 결과를 바탕으로 본 논문에서는 UMV모드의 동적 선택을 움직임 벡터의 평균값만을 대상으로 결정한다.

<표 1>에서 움직임 벡터의 평균이 1이하인 경우는 Mother and Daughter영상을 제외하고는 UMV모드를 적용하여 얻어지는 이득이 적다. 따라서, UMV모드의

선택을 위한 영상의 특성에 따른 임계값 $TH_i=1$ 로 하고, 이 값을 식 (5)와 같이 표시한다..

$$TH_i = 1 \quad (5)$$

또한 <표 2>에는 UMV모드와 DP모드가 적용되어 부호화 될 경우의 움직임 추정시 탐색 점의 수를 나타낸 것이다. UMV모드는 DP모드에 비해 23%정도의 추가적인 계산이 필요함을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안하고자 하는 동적 UMV모드는 이러한 추가적인 계산량을 DP모드가 적용되는 경우에 대하여 줄일 수 있다.

즉, UMV모드가 적용되어도 부호화 효율의 개선이 두드러지지 않는 화면에 대하여 DP모드로 부호화 하도록 하여 추가적으로 발생하는 계산량을 줄이면서 화질 면에서 UMV모드를 전체 비디오열에 적용하여 부호화 한 결과와 같은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

<표 1> DP모드에 대한 UMV모드의 화질 개선 [dB]

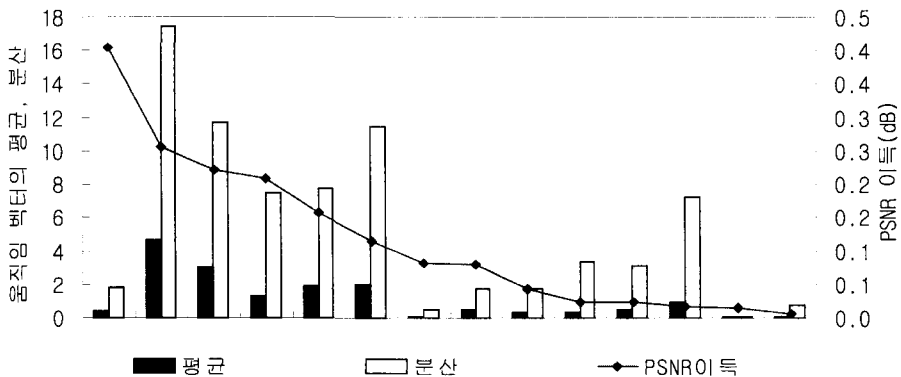
<Table 1> Improvement of quality for UMV mode comared to DP mode [dB]

실험 영상	움직임 벡터의 평균	움직임 벡터의 분산	화질의 개선
Moth and Daughter	0.45	1.83	0.41
Foreman	4.62	17.47	0.26
Coast	2.99	11.72	0.22
Trevor	1.30	7.51	0.21
Suzie	1.88	7.78	0.16
Carphone	2.01	11.45	0.12
Salesman	0.12	0.49	0.08
Miss America	0.52	1.75	0.08
Claire	0.33	1.74	0.04
Contain	0.33	3.40	0.02
News	0.49	3.13	0.02
Silent	0.95	7.22	0.02
Akiyo	0.07	0.10	0.02
Hall Object	0.13	0.80	0.01

<표 2> DP모드에 대한 UMV모드의 탐색점의 수

<Table 2> The number of searching point UMV mode compared to DP mode

모드	탐색점의 수	추가되는 탐색점수	비율
DP 모드	77,439		100%
UMV 모드	95,139	17,700	122.9%



[그림 5] DP모드에 대한 UMV모드의 화질 개선과 움직임 벡터의 특성

[Fig. 5] Characteristic of motion vector and improvement of quality for UMV mode compared to DP mode

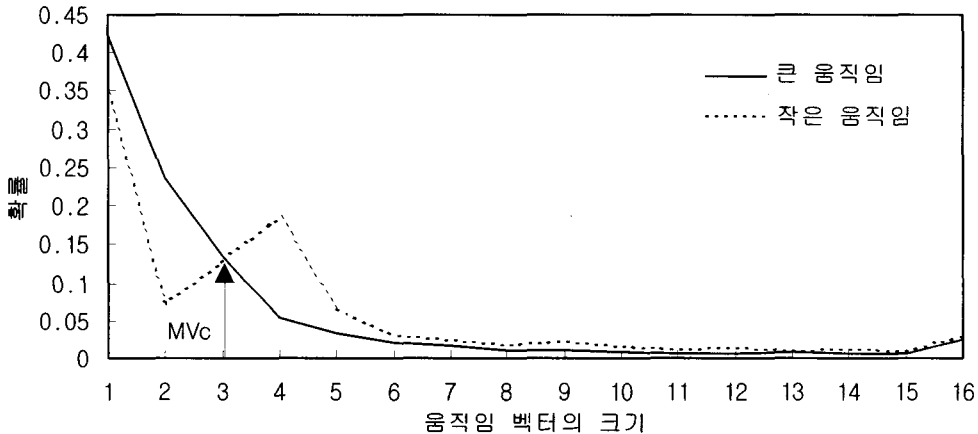
4.1 움직임 벡터의 생략 화면 수에 대한 영향

움직임 추정시 구해지는 움직임 벡터의 크기는 생략되는 화면 수에 따라 커진다. 하지만, 이 양은 영상의 특성에 따라 달라지며, 본 논문에서는 이러한 정도를 파악하기 위하여 움직임 성분이 작은 영상과 움직임 성분이 큰 영상에 대하여 움직임 벡터의 크기의 확률 분포를 살펴보았다. 이 결과를 생략 화면 수 2(Skip2)에 대한 결과를 [그림 6]에 나타내었으며, 이를 살펴보면 움직임 성분이 큰 영상의 움직임 벡터의 확률 분포가 작은 영상에 비해 오른쪽으로 갈수록 큰 분포를 가진다. 따라서 움직임 벡터의 크기의 분포에 따라 영상의 특성이 다르다고 판단되는 부분은 두 분포가 교차하는 위치의 움직임 벡터의 크기 값이 될 것이다. 생략 화면의 수가 2인 경우에 대하여 두 분포가 교차하는 지점은 움직임 벡터의 크기(MV_c)가 3 정도가 된다.

이는 움직임 벡터의 평균이 3이상인 경우는 화면 내에 큰 움직임이 존재하는 경우로 간주하고, 반대의 경우는 움직임이 작은 경우로 간주하였다. 다른 생략되는 화면 수에 대한 확률 분포를 [그림 7]에 나타내었으며, 각각의 생략되는 화면 수에 대한 두 분포가 교차하는 지점의 움직임 벡터의 크기를 <표 3>에 나타내었다. 이를 식으로 나타내면 다음 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$MV_c = 0.7S + 1.6 \quad (6)$$

여기서, MV_c 는 두 분포가 교차하는 위치의 움직임 벡터의 크기를 나타내며, S는 생략되는 화면의 수이다. 움직임 벡터의 크기는 실제적인 움직임에 생략되는 화면의 수가 곱해져서 결정된다. [그림 7]의 확률 분포에서 살펴 볼 수 있듯이 생략되는 화면수가 증가할수록 움직임 벡터의 크기가 커지며, 큰 움직임을 갖는 분포와 작은 움직임을 갖는 분포가 교차하는 지점도 커지는 것을 알 수 있다.



[그림 6] 화면내의 움직임 성격에 대한 움직임 벡터의 분포

[Fig. 6] Distribution of motion vector for variable motion characteristic

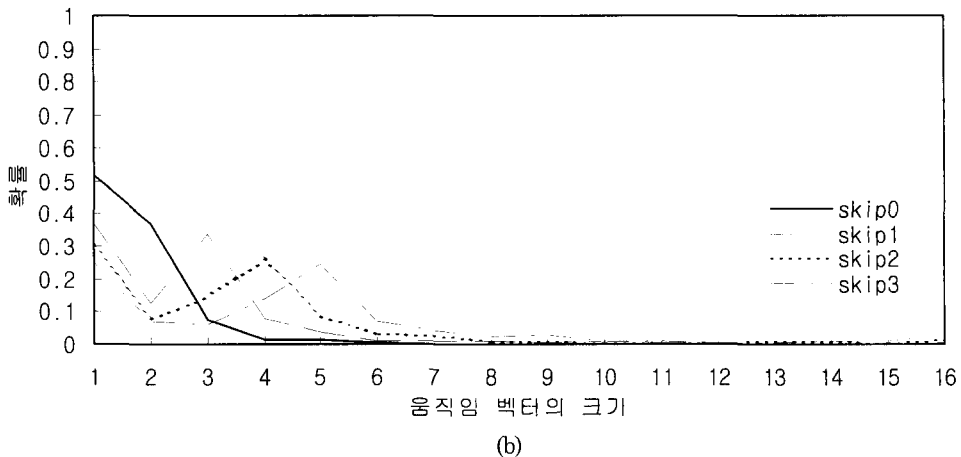
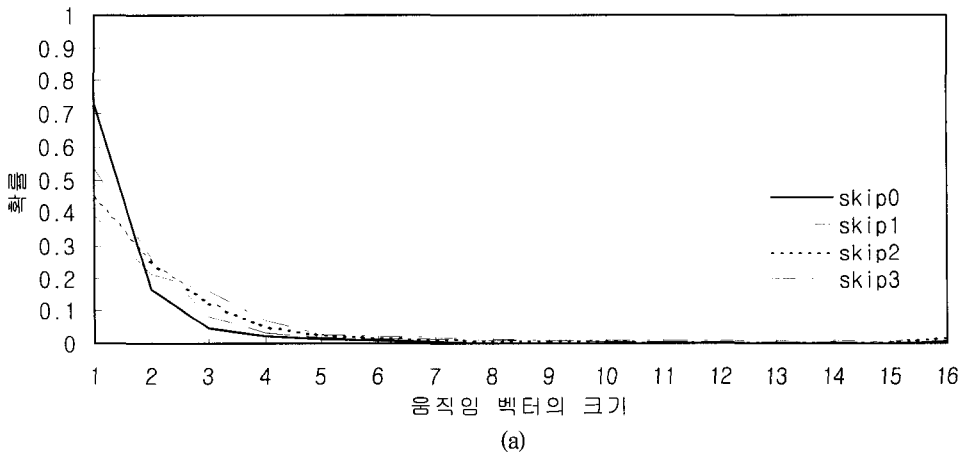
<표 3> 생략 화면 수에 따른 MV_C 의 크기

<Table 3> Magnitude of MV_C for skip frames

생략 화면수	MV_C
0	1.6
1	2.3
2	3.0
3	3.6

이러한 성분이 MV_c 의 인자에 의하여 반영된다. 따라서 생략되는 화면의 수가 움직임 벡터의 평균에 대하여 반영되도록 임계값이 설정되어야 할 것이다. 즉, 앞에서 논의한 영상의 특성에 따른 임계값 TH_i 는 생략되는 화면의 수에 따라 변경될 수 있어야 하며, 다음과 같은 식 (7)을 사용하여 표현될 수 있다.

$$TH_{umv} = MV_c \cdot TH_i = (0.7S + 1.6) \cdot TH_i \quad (7)$$



[그림 7] 생략되는 화면 수에 따른 움직임 벡터의 확률 분포

(a) 움직임이 작은 경우 (b) 움직임이 큰 경우

[Fig. 7] Distribution of motion vector as different skip frame number.

(a) Sequence which has small movement

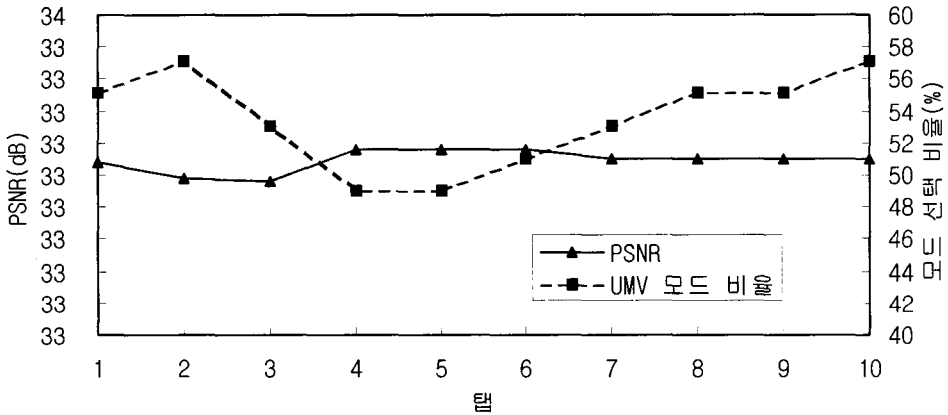
(b) Sequence which has large movement

여기서, TH_c 는 영상의 특성에 따라 결정된 임계값이며, MV_c 는 생략되는 화면 수에 따른 움직임 특성을 결정하는 인자로 생략된 화면 수에 따라 움직임 성분이 다른 두 개의 움직임 분포의 교차 지점의 움직임 벡터의 크기이다. TH_{umv} 는 UMV모드를 동적으로 적용하기 위한 움직임 벡터의 평균값에 대한 임계값이다.

이 값에 따라 UMV모드가 동적으로 선택되어 적용되며, 이 값은 매크로 블록단위의 움직임 벡터 추정시 구해지기 때문에 UMV모드의 동적 적용을 위한 추가적인 계산은 화면내의 매크로 블록단위의 움직임 벡터들의 평균을 구하는 정도의 적은 량이다.

4.2 이전 부호화 방식에 대한 영향

본 논문에서는 움직임 벡터의 평균을 구하고, 이 값이 임계값을 초과하는 경우에 비제한 모드가 적용되도록 하고 반대의 경우 기본 모드로 동작하도록 하였다. 이 과정에서 움직임 벡터의 평균은 이전 화면에 대한 영향을 반영할 수 있는데, 이는 현재 화면만의 움직임 벡터의 평균만을 고려하면, 영상의 전반적인 특성을 반영하기 어렵다. 따라서, 움직임 벡터의 평균은 이전에 부호화 된 방식의 영향을 고려한다. 이를 위하여 몇 개의 화면에 대한 영향을 반영할 것인가를 결정하는 문제가 중요하게 된다. 이를 위하여, 고려의 대상이 되는 이전 화면의 수를 탭으로 하여 이 값의 변화에 따른 화질의 개선 정도를 실험하였다. 그 결과를 [그림 8]에 나타내었다. 탭 수가 4 일 때 UMV모드가 전체적으로 적용된 화질과 비슷한 화질을 얻을 수 있으며, 모드 선택 비율도 가장 낮아짐으로써 계산 량을 최소로 할 수 있으며 이를 바탕으로 움직임 벡터의 평균 식 (8)과 같이 탭 수를 4로 하여 구하였다.



[그림 8] 탭 수에 따른 PSNR과 UMV모드 선택 비율

[Fig. 8] PSNR and UMV mode selection ratio according to tap

$$AVG_{MV}^i = \frac{\sum_{j=4}^0 MV_{avg}^{i-j}}{4} \quad (8)$$

여기서, AVG_{MV}^i 는 i 번째 화면에서 이전 화면의 움직임 벡터를 고려한 움직임 벡터의 평균이며, 다음 화면을 UMV모드로 부호화 하기 위한 임계값과 비교된다.

MV_{avg}^{i-j} 는 i 화면의 j 번째 앞의 화면의 움직임 벡터의 평균값이다. 식 (8)의 평균값은 영상의 국부적인 특성을 반영하며, 탭 수에 따라 좀 더 긴 시간의 영상의 특성을 부호화 방식의 동적 적용을 위하여 움직임 벡터의 평균값에 반영한다.

5. 실험결과

제안된 알고리즘은 H.263의 실험 모델인 TMN 8(Test Model Number 8)과 비교하였으며, TMN 8에서 선택 사양으로 주어진 부호화 방식중 UMV모드를 전체 화면에 적용한 결과를 UMV모드로 나타내고 제안한 알고리즘인 동적 UMV모드와 비교하였다. 화면 모드의 동적 선택의 결과를 각각의 고정된 모드와 DP모드와 비교하였으며, H.263의 대역폭인 8Kbps ~ 64Kbps의 목표 비트율에 대하여 비교하였다.

본 논문의 제안 알고리즘의 성능 평가를 위하여 QCIF 형식(176 lines × 144 pels)의 영상 시퀀스를 사용하였으며, 실험 영상으로 Suzie(150화면), Foreman(300화면)영상을 사용하였다.

원 영상은 초당 30Hz의 화면으로 구성되어 있으며, 저 전송률 부호화에 적합하도록 2화면씩을 생략 하면서 부호화 하도록 하여 초당 10 Hz의 시퀀스로 부호화 하였다. 각 영상 시퀀스는 256 화소 값의 Y(luminance)성분과 Cr, Cb(chrominance)성분을 가진다. 원 영상과 복원 영상의 평가를 위하여 식 (9)와 같은 PSNR(Peak signal to noise ratio)을 사용하였다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad [dB] \quad (9)$$

$m \times n$ 크기의 영상의 평균 제곱 오차 MSE(mean square error)는 다음 식 (10)과 같이 나타낸다.

$$MSE = \left(\frac{1}{m \times n} \right) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \hat{x}_{ij})^2 \quad (10)$$

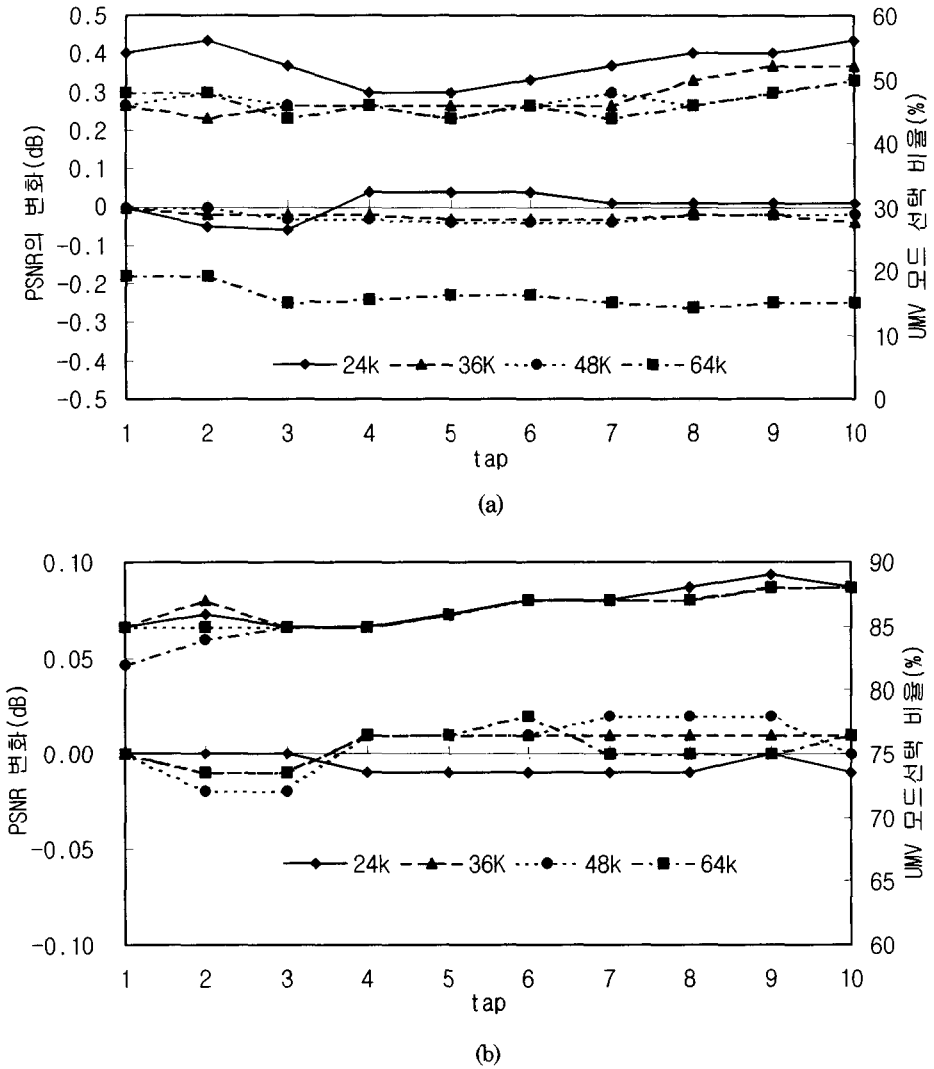
여기서, x_{ij} 는 원 영상의 화소 값을 나타내며, \hat{x}_{ij} 는 복원 영상의 화소 값을 나타낸다. i, j 는 영상내의 화소의 수직, 수평의 위치를 나타낸다.

[그림 9]에는 UMV모드를 적용하기 위하여 이용한 화면 내의 움직임 벡터의 평균값에 대하여 이전 화면의 영향을 고려하는 정도인 탭 수에 대하여 보이는 PSNR의 변화와 UMV모드의 선택 비율을 나타내었다.

실험은 24, 36, 48, 64 Kbps의 목표 전송률에 대하여 수행하였으며, 목표 전송률이 높아질수록 PSNR의 변화나 모드 선택 비율의 변화의 정도가 감소되는 것을 살펴볼 수 있다. 이는 저 전송률에서 부호화 방식의 동적 선택이 보다 효율적으로 적용될 수 있음을 반영하며, 실제 결과에 있어서도 저 전송률에서의 성능 개선이 많이 이루어짐을 나타내고 있다.

Suzie 영상의 경우, PSNR의 변화는 탭 수의 변화에 따라 감소하다가 증가하는 모습을 보이다가 일정한 형태를 유지하며, 모드 선택 비율은 비트율이 높아짐에 따라 증가하는 모습을 보인다.

Foreman 영상은 PSNR의 변화는 그리 크지 않으며, 모드 선택 비율이 비트율이 높아짐에 따라 증가한다. 결과적으로, 탭 수의 결정은 PSNR의 개선정도가 두드러지고, 모드의 선택 비율이 최소가 되는 4 정도가 되는 것이 바람직하다는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 9] 탭 수에 대한 PSNR의 변화와 모드 선택 비율

(a) Suzie 영상 시퀀스

(b) Foreman 영상 시퀀스

[Fig. 9] PSNR difference and mode selection ratio for tap

(a) Suzie sequence

(b) Foreman sequence

[그림 10]에서는 주어진 목표 비트율에서 제안한 동적 UMV모드 알고리즘의 성능을 H.263 부호화기의 DP모드와 선택된 부호화 방식이 전체 비디오 열에 적용된 UMV모드에 대하여 PSNR관점에서 비교하였으며, 프레임이 진행함에 따라 UMV모드가 동적으로 선택됨을 보여 주고 있다.

Suzie 영상의 경우는 20Kbps의 목표 비트율에서, Foreman 영상의 경우는 32Kbps의 목표 비트율에서 부호화된 결과를 나타내었는데 이 값은 H.263 부호화기가 각 영상에 대하여 동작할 수 있는 최소 대역폭은 아니지만, H.263의 경우, 그 이하의 목표 비트율에서의 부호화가 정상적으로 진행되지 않기 때문에 제외하였다. 결과적으로, 동적 UMV모드는 UMV 모드의 PSNR 곡선을 따르며, DP모드가 선택됨으로써, UMV 모드가 적용되는 경우에 추가적으로 발생하는 계산을 줄일 수 있다. 모드를 나타내는 점들은 위로 올라간 경우가 UMV모드가 선택된 화면이며, 아래로 내려간 점들의 화면이 DP모드가 선택된 것이다. 이를 보면, Suzie 영상의 경우, 움직임이 거의 없는 영상의 전반부와 후반부에 DP모드가 주로 선택되며, 움직임이 급격히 발생하는 중반에서 UMV모드가 선택되어 이 후의 화면을 부호화 하는데 큰 영향을 미침을 살펴 볼 수 있다.

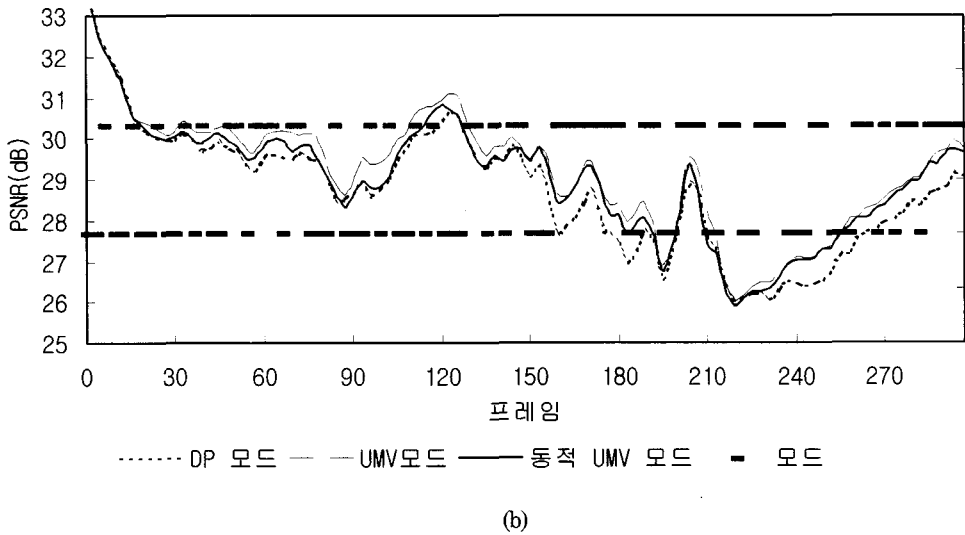
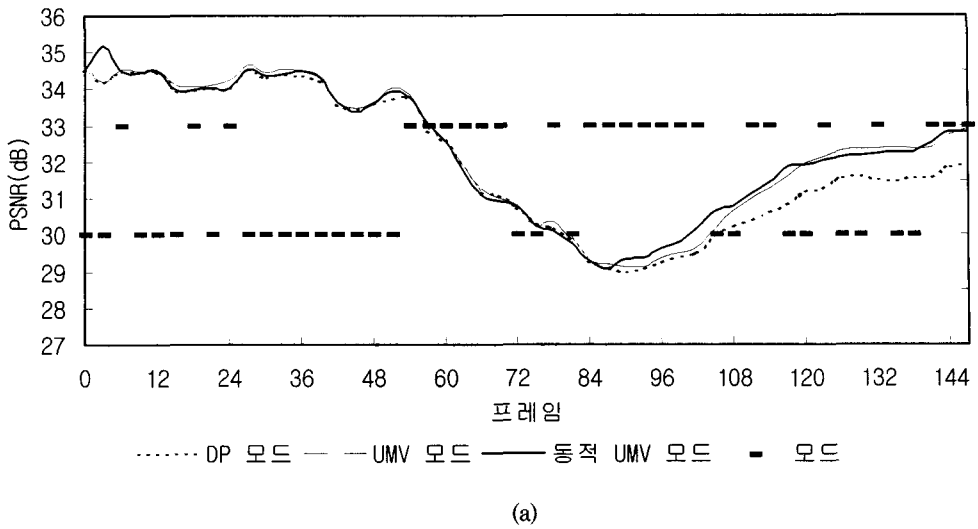
[그림 11]에는 60 Kbps의 목표 비트율에 대하여 부호화 한 결과를 나타내었으며, 앞에서 기술한 내용과 동일하며, 부분적으로 화질이 크게 저하되는 부분에서 UMV 모드에 비하여 향상된 결과를 얻을 수 있음을 나타낸다.

결과적으로, 움직임이 적은 화면에 대하여 DP모드로 부호화하고, 움직임이 커지는 영역에 대하여 UMV모드를 적용하여 부호화 함으로써, 전체적인 화질은 UMV 모드를 전체 비디오 열에 적용하여 부호화한 결과와 같도록 유지하며 계산량은 UMV모드에 비하여 줄일 수 있었다.

이러한 계산량은 [그림 12]에서 8Kbps에서 64Kbps까지 나타내었으며, UMV모드를 적용함으로써 발생하는 추가적인 계산량의 50%에서 60%정도의 계산량으로 UMV모드와 유사한 성능을 얻을 수 있었다. 이 결과를 18Kbps에서 64Kbps까지의 대역폭으로 부호화하는 경우, 평균 PSNR을 [그림 13]에 나타내었다.

그림에서, 동적UMV 모드는 UMV모드와 거의 유사한 형태의 곡선을 보이며, DP모드에 비해 Suzie 영상의 경우, 0.1~ 0.2[dB] 정도의 화질 향상을 가져오며, Foreman 영상의 경우 0.5~0.7[dB]의 화질을 개선할 수 있다.

결과적으로, 제안한 UMV모드의 동적 선택에 의한 부호화 방식은 UMV모드가 적용됨으로써 발생하는 추가적인 계산량을 줄이며, 화질은 UMV모드가 전체 비디오열에 적용되어 부호화된 결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 부분적으로 화질의 열화가 심한 부분에서는 DP모드나 UMV모드에 비하여 성능이 향상된다.



[그림 10] PSNR 비교와 UMV모드의 동적 선택

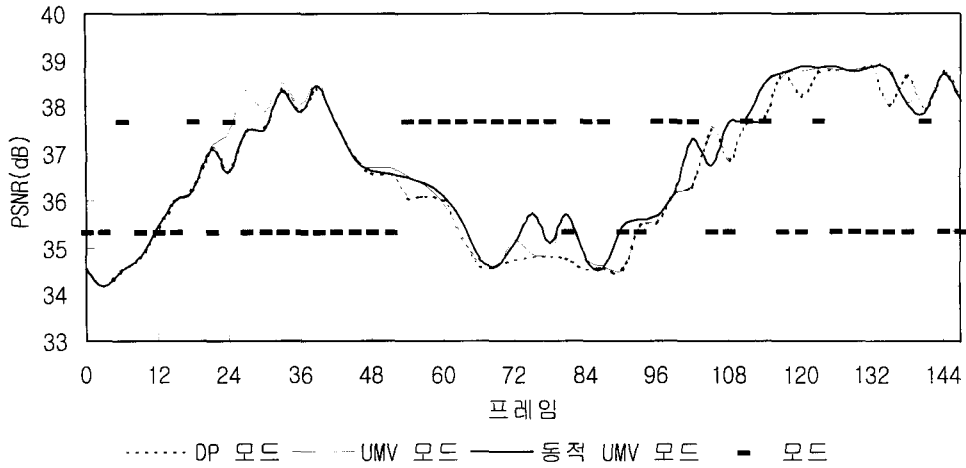
(a) Suzie 영상 시퀀스(20Kbps)

(b) Foreman 영상 시퀀스(32Kbps)

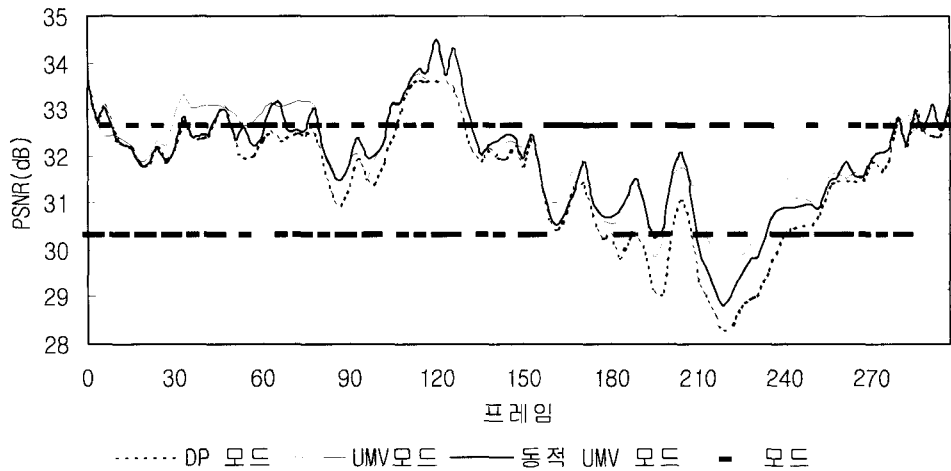
[Fig. 10] PSNR comparison and dynamic selection of UMV mode

(a) Suzie sequence(20Kbps)

(b) Foreman sequence(32Kbps)



(a)



(b)

[그림 11] PSNR 비교와 UMV모드의 동적 선택 (60Kbps)

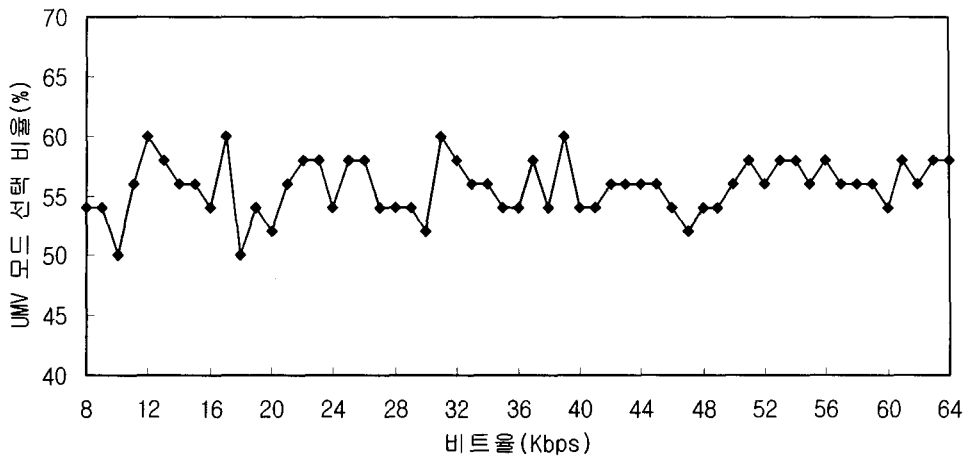
(a) Suzie 영상 시퀀스

(b) Foreman 영상 시퀀스

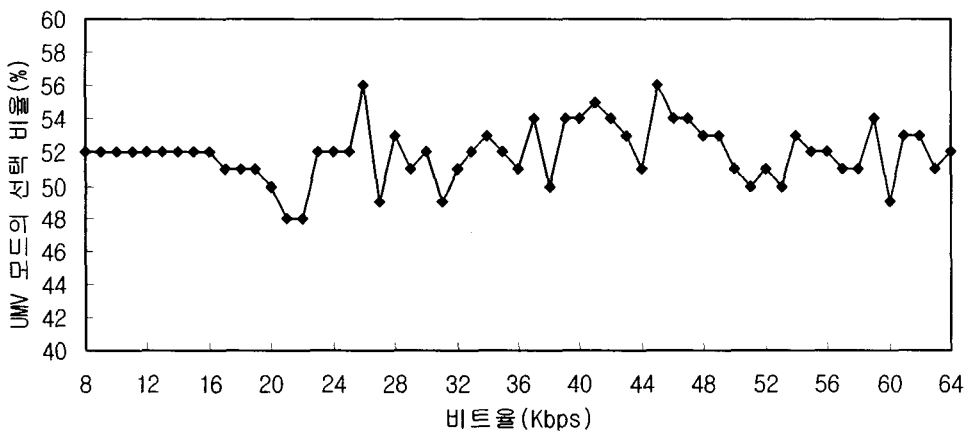
[Fig 11] PSNR comparison and dynamic selection of UMV mode(60Kbps)

(a) Suzie sequence

(b) Foreman sequence



(a)



(b)

[그림 12] 목표 비트율에 따른 UMV모드의 선택 비율

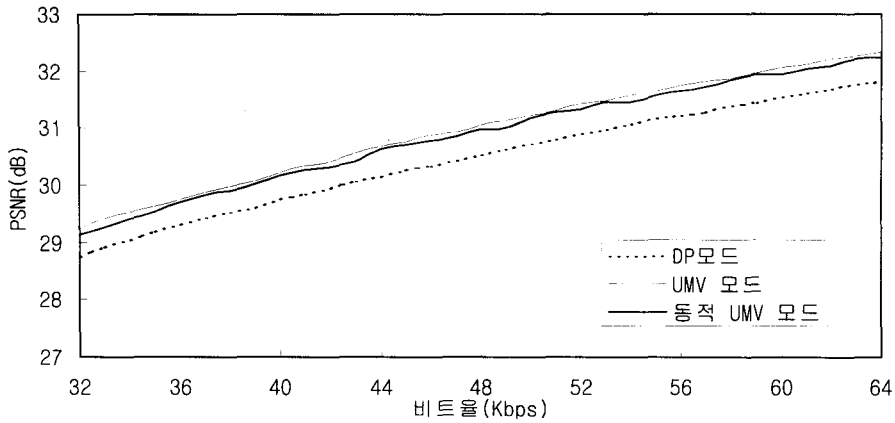
(a) Suzie 영상 시퀀스

(b) Foreman 영상 시퀀스

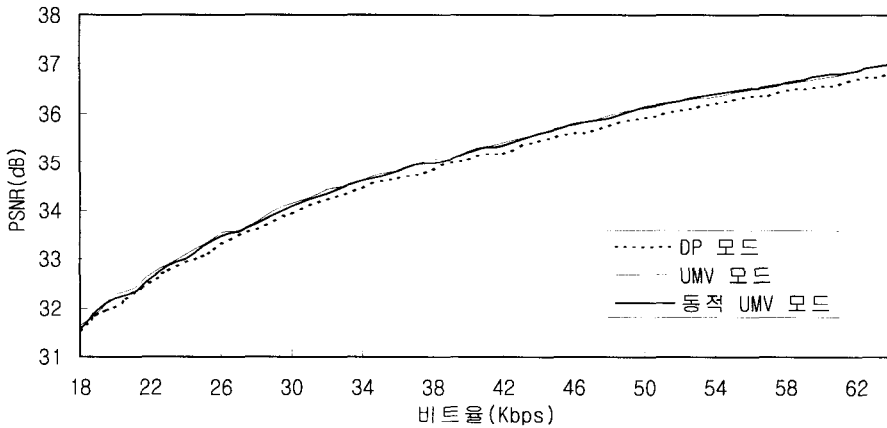
[Fig. 12] Selection ratio of UMV mode for target bit rate

(a) Suzie sequence

(b) Foreman sequence



(a)



(b)

[그림 13] 목표 비트율에 따른 동적 UMV모드의 성능

(a) Suzie 영상 시퀀스

(b) Foreman 영상 시퀀스

[Fig. 13] Performance of dynamic UMV mode for target bit rate

(a) Suzie sequence

(b) Foreman sequence

6. 결론

본 연구에서는 H.263 소스 부호화기에서 선택 사양으로 제공되는 비제한 움직임 벡터 모드의 동적인 선택 방법에 관하여 기술하였다. 제안된 방법은 DPM 이나 UMV 모드를 전체 영상 데이터에 적용한 경우에 비해 PSNR 관점에서 부호화 효율이 향상되었다. 또한 UMV 모드가 적용되는 경우에 비해 움직임 추정시

탐색점의 수를 줄임으로써 부호화 효율을 높일 수 있었다. 이 방법은 부분적으로 카메라의 움직임을 포함하는 영상 데이터에 보다 효율적이며, 영상 경계에서 물체가 이동하는 경우에 효율적이다. 또한, 이러한 전략은 H.263이 지원하는 개선된 예측 모드(Advanced Prediction Mode)나 P-B 화면 모드(P-B frame Mode) 등과 같은 다른 선택 사양에 대해서도 적용이 가능하며, 이들 모드의 조합에서 보다 폭넓은 방식의 적용

을 연구해 볼 수 있을 것이다.

앞으로의 연구방향으로는 H.263의 다른 선택 사양에 대한 동적 선택을 위한 요소를 찾아 적용함으로써 부호화기의 동작을 영상의 특성을 반영하여 동적으로 운용할 수 있도록 하는 방안에 대해 고찰할 것이다.

※ 참고문헌

[1] Mateos, J., Katsaggelos, A.K. and Molina, R., "A Bayesian Approach for the Estimation and Transmission of Regularization Parameters for Reducing Blocking Artifacts," IEEE Trans. on Image Processing, vol 9, no. 7, pp 1200-1215, July 2000.

[2] Tai-Chiu Hsung, Pak-Kong Lun and Wan-Chi Siu, "A Deblocking Technique for Block-transform Compressed Image Using Wavelet Transform Modulus Maxima," IEEE Trans. on Image Processing, vol 7, no. 10, pp 1488-1496, Oct. 1998.

[3] Matthews, K.E. and Namazi, N.M., " A Bayes Decision Test for Detecting Uncovered-background and Moving Pixels in Image Sequences," IEEE Trans. on Image Processing, vol 7, no. 5, pp 720-728, May 1998.

[4] Coban, M.Z. and Mersereau, R. M., " A Fast Exhaustive Eearch Algorithm for Rate-constrained Motion Estimation," IEEE Trans. on Image Processing, vol 7, no. 5, pp 769-773, May 1998.

[5] J.R.Jain and A.K.Jain, "Displacement Measurment and Its Application in Interframe Image Coding," IEEE Trans. Commun., vol. 29, no. 12, pp 1799-1808, Dec. 1981.

[6] Q. Wang and R.J.Clarke, "Motion-compensation for Image Sequence Coding," Image Commun., vol. 4,no. 2 pp. 161-174, Apr. 1992.

[7] MPEG-1 IS, "Information Technology - Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media up to 1.5Mbit/s," ISO/IEC 11172-1,2,3, 1993.

[8] MPEG-2 DIS, "Information Technology - Coding of Moving Pictures and Associated Audio," ISO/IEC 13818-1,2,3, 1994.

[9] Draft ITU-T Recommendation H.261, "Video Codec for Audiovisual Services at p×64kbits/s.", Aug. 1990.

[10] Draft ITU-T Recommendation H.263, "Video Coding for Low Bitrate Communication", Feb, 1998

[11] Jiro Katto and Jun-ichi Ohki, " A Wavelet Codec with Overlapped Motion Compensation for Very Low Bit-rate Environment," IEEE Trans. on circuits and system for video tech., vol 4, no. 3, pp 328-338, June 1994.

박 성 한



1970.2 : 한양대학교 전자공학과 졸업(B. S.)
 1973.8 : 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업 (M. S.)
 1984.5 : 텍사스 주립대학 전기 및 컴퓨터 공학과 졸업 (Ph. D.)
 1984.5-1984.8 : 미국 텍사스 주립대학 Instructor
 1984.8-1986.2 : 금성사 중앙 연구소 수석 연구원
 1989.8-1990.7 : 미국 텍사스 주립대학 Visiting Researcher
 1995.3-1997.2 : 한양대학교 공학대학 학장
 1986.3-현재 : 한양대학교 전자컴퓨터공학부 교수
 주 관심분야 : 멀티캐스트 기술, 무선 멀티미디어 네트워크, 동영상정보처리, 영상컴퓨터 비전

박 성 태



1992.8 : 한양대학교 전자계산학과 대학원 졸업(M. S.)
 1997.2 : 한양대학교 전자계산학과 박사수료
 1987.1-1990.3 : 현대중공업 연구소 연구원
 1992.1-1993.2 : 생산기술연구원 위촉 선임연구원
 1995.3-1998.2 : 안산공과대학 컴퓨터정보과 학과장
 1997.3-1998.2 : 안산공과대학 전자계산소 소장
 1999.3-현재 : 안산공과대학 인터넷정보과 학과장
 1995.3-현재 : 안산공과대학 조교수
 주 관심분야 : 인터넷방송, 영상통신, WAP응용, 멀티미디어 통신망