

# H.263 비디오 통신을 위한 움직임 벡터 복원

김정현\* 박성찬 이귀상  
전남대학교 전산학과

## Motion vector recovery for H.263 video communication

Junghyun Kim\* Sungchan Park Guesang Lee  
Department of Computer Science, Chonnam National University

Email : jhkim@cs.chonnam.ac.kr

### 요약

이동 통신 채널과 같이 에러 발생율이 높은 환경에서 부호화된 비디오 스트림을 전송시 발생된 에러는 비디오 화질에 큰 영향을 줄 수 있다. 본 논문에서는 현재 널리 사용되고 있는 H.263의 복호화기에서 전송도중 에러가 발생했을 경우 추가적인 데이터 스트림의 삽입 없이 효율적으로 에러를 은닉할 수 있는 기법에 관하여 연구하였다. 특히 인터프레임 영상에서 손상되거나 손실된 움직임벡터에 대해 시간영역에서 관계가 깊은 이전 프레임에서 손실블록과 같은 위치에 있는 블록의 움직임벡터와 현재 프레임에서 손실블록과 인접한 블록들의 움직임벡터 정보를 이용하여 이 블록들의 움직임 방향을 구하게된다. 이러한 블록의 움직임 방향을 이용하여 동일한 움직임 방향을 갖는 영역을 찾아 손실 블록이 어떤 움직임 영역에 속하는 지를 판단하여 손실된 움직임 벡터를 복원하는 방법을 제안한다.

### 1. 서론

이동 통신 채널과 같이 에러율이 높은 통신망에 대해서는 압축율이 높은 영상의 경우 한 비트 에러가 치명적인 영향을 가져온다. 한 비트의 에러는 해당 프레임 내에서의 손상뿐만 아니라 움직임 보상(motion compensation) 등의 기법이 사용되는 대부분의 영상 부

호화 기법의 영상에서는 다른 프레임까지 에러가 전파된다.

이러한 문제들에 대한 해결책으로 ARQ(Automatic Retransmission Request), FEC(Forward Error Correction), 그리고 interleaving 기법 등이 제안되었다. 그러나 ARQ는 재전송을 하기까지 Delay time이 발생하게되고 오히려 채널에 오버헤드를 가중시킬 수 있으며, FEC는 에러 감지나 에러 은닉을 위한 추가 패리티 비트들이 필요하게 되고 인터리빙 기법은 계산시간이 오래 걸리는 문제점들이 있다[1].

대체 방안으로 수신측에서 에러의 영향을 최소화하는 방법이 제안되었는데 크게 다음 두 가지 접근 방법이 있다.

공간영역(Spatial-domain) 에러 은닉기법은 손실 블록에 인접한 블록의 휘도값을 이용하는 방법으로 평균값이용, 선형보간[2], 방향성을 이용한 보간[3]등이 이에 해당된다. 이 기법은 인접한 블록들끼리는 관계가 매우 높다고 가정하기 때문에 손실블록이 인접블록과 동일 영역에 속하게 되면 좋은 성능을 보인다.

시간영역(Temporal-domain) 기법은 손실블록과 인접한 블록들의 움직임 벡터와 복원된 이전 프레임 정보를 이용하는 방법으로써 움직임이 적은 영상에서 이용할 때 좋은 결과를 보인다.[4,5].

H.263에서는 인터프레임에서 움직임보상(motion compensation)을 사용하고 차영상에 대한 DCT를 사용하는 경우 인터프레임에서 가정 비중이 큰 정보는 움직임 벡터에 실리게 된다. 인터프레임에서는 이와는 달

\* 본 연구는 정보통신부 2000년 대학기초 연구사업 지원 (071-02)에 의하여 수행되었음.

리 DCT 계수에 가장 중요한 정보가 있게 된다.

따라서 본 논문에서는 영상 시퀀스에서 가장 많이 나오는 인터프레임에서의 오류은닉에 중점을 두어 움직임 벡터를 복원하는 방법을 제안한다. 움직임 벡터 복원 기법의 대표적인 방법인 BMA(Boundary Matching Algorithm)과 비교하여 계산식이 더 간단하면서도 실험 결과 향상된 성능을 보였다.

기본적인 실험환경은 H.263부호화를 기반으로 가정하였으며, 2장에서는 BMA[6]에 대해 언급하고, 3장에서는 제안된 움직임 벡터 복원기법을 설명한다. 4장에서는 제안된 방법에 대한 실험결과를 제시하고 5장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 기존연구

BMA는 손실된 블록의 주변에 바르게 복호화 되어 있는 블록과 손실 블록과의 경계선간의 유사성을 고려하여 가장 유사한 블록경계선을 갖는 블록으로 손실블록을 대체한다는 개념에서 시작된 알고리즘이다. 이러한 개념은 smoothness constraint라는 measure를 통해 설명될 수 있다[7].

후보벡터들 중 복원되었을 때 인접한 블록들과의 경계선에서 다음 식 1에서 보이는 비용함수(cost function)를 최소화하는 것을 움직임 벡터로 선택하게 된다.

$$\begin{aligned}
 dT &= \sum_{j=1}^{row} | [X_{MC}(p, q)]_{1,j}^{row} - [X(p, q-1)]_{n,j}^{row} | \\
 dL &= \sum_{j=1}^{col} | [X_{MC}(p, q)]_{1,j}^{col} - [X(p-1, q)]_{n,j}^{col} | \\
 dR &= \sum_{j=1}^{col} | [X_{MC}(p, q)]_{1,j}^{col} - [X(p+1, q)]_{1,j}^{col} | \\
 dB &= \sum_{j=1}^{row} | [X_{MC}(p, q)]_{n,j}^{row} - [X(p, q+1)]_{1,j}^{row} | \\
 dSum &= dT + dB + dL + dR
 \end{aligned}$$

(식 1)

프레임에서  $(p, q)$ 에 위치한 크기가  $n \times n$ 인 블록을  $X(p, q)$ , 이 블록에 해당하는 움직임 벡터를  $V(p, q)$ 라고 가정했을 때 만일  $V(p, q)$ 가 손실되었거나 손상되었을 경우 복원된 움직임벡터를  $\hat{V}(p, q)$ 라고 나타내고  $[X_{MC}(p, q)]$ 는 움직임 보상된 값을 나타낸다. 이때  $[X(p, q)]^{col}$ 과  $[X(p, q)]^{row}$ 은 블록  $X(p, q)$ 의  $l$ 번째 column에서의 벡터와  $l$ 번째 row에서의 벡터를 나타낸다. 예를 들면 아래와 같이 이용된다.

$$[X(p, q)]^{col} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n),$$

$$[X(p, q)]^{row} = (x_{1l}, x_{2l}, x_{3l}, \dots, x_{nl})$$

후보벡터집합에 속하는 후보벡터들은 다음과 같다.

- (1) 이전 프레임에서 같은 위치에 있는 블록의

움직임 벡터

- (2) 인접블록의 움직임 벡터 중 하나
- (3) 인접블록의 움직임 벡터의 중간 값
- (4) 인접블록의 움직임 벡터의 평균 값

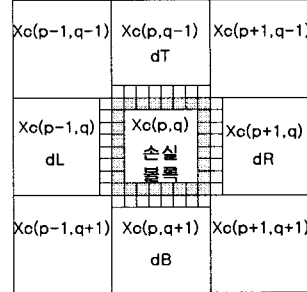


그림 1. Boundary Matching Algorithm

그림 1은 손실 블록과 인접한 블록들을 나타낸다.

## 3. 제안된 움직임 벡터 복원 기법

제안 방법에서는 손실블록과 시간적·공간적으로 관계 있는 블록들의 움직임 방향을 이용하여 손실된 움직임벡터를 복원한다. 블록의 움직임 방향은 각 블록에 해당하는 움직임벡터를 이용하여 얻을 수 있는데 먼저 움직임 벡터의 x축상의 좌표와 y축 상의 좌표를 식 2에 적용시키면 움직임 벡터의 기울기가 나오게 된다.

$$Radian = \arcsin\left(\frac{|y|}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right) \quad (2)$$

$$MV\_Angle = Radian \times 180$$

식 2. 움직임 벡터의 기울기 계산

이때 그림 2에 나타난 것처럼 좌표평면상에서 움직임 벡터의 x좌표, y좌표 위치에 따라 위치에 따라 기울기 값을 보정해야 하는데 표 1에 그 방법이 기술되어 있다. 이렇게 기울기 값을 구한 후에는  $0^\circ$ 에서  $360^\circ$ 까지를 각도의 범위에 따라 8가지 방향으로 구분하여 움직임 벡터의 기울기에 따라 해당하는 방향을 설정함으로써 블록의 움직임 방향을 구할 수 있다. 표 2는 각 방향에 해당하는 각도를 나타낸다.

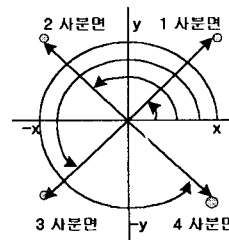


그림 2. 사분면의 위치에 따른 움직임벡터의 기울기

움직임 벡터의 위치	움직임 벡터의 기울기
1 사분면	$G = MV\_Angle$
2 사분면	$G = 180 - MV\_Angle$
3 사분면	$G = 180 + MV\_Angle$
4 사분면	$G = 360 - MV\_Angle$

표 1. 움직임 벡터 좌표의 위치를 고려한 기울기 계산

움직임 벡터의 기울기	블록의 움직임 방향
$G = 0^\circ$	0
$0 < G < 22.5$ and $337.5 < G < 360$	1
$22.5 < G < 67.5$	2
$67.5 < G < 112.5$	3
$112.5 < G < 157.5$	4
$157.5 < G < 202.5$	5
$202.5 < G < 247.5$	6
$247.5 < G < 292.5$	7
$292.5 < G < 337.5$	8

표 2. 움직임 벡터의 기울기와 블록의 방향과의 관계

움직임이 많지 않은 영상시퀀스의 연속된 두 개의 프레임에서 같은 위치에 있는 블록의 움직임 방향을 구하여 비교했을 때 두개의 블록이 같은 방향을 갖는 비율이 높게 나타난 것을 실험에 의해 알 수 있다. 표 3은 각각의 영상에 대해 176×144 pixels/lines 크기의 영상을 100 프레임씩 실험했을 때 같은 움직임 방향을 갖는 블록의 개수와 비율을 보여준다.

제안 방법은 3단계로 구성되어 있는데 1단계는 위에서 설명한 특성을 이용하여 현재 프레임의 연속된 두 개의 이전 프레임에서 같은 위치에 있는 블록의 움직임 방향을 구하여 만일 두 블록의 방향이 같은 값을 갖게 되면 현재 프레임의 손실블록에도 같은 값으로 설정하고 같지 않으면 2단계로 넘어간다.

2단계에서는 그림 2의 (a)에서처럼 주변 블록들의 움직임 영역을 구분하여 블록들의 움직임 방향을 구하게 된다. 만일 동일한 움직임 영역으로 구분된 블록들의 움직임 방향이 모두 같을 경우에는 손실 블록도 같은 움직임 영역일 확률이 많기 때문에 손실 블록의 움직임 벡터를 이 움직임 영역에 속한 블록들의 움직임 벡터를 이용하여 복원한다. 식 3은 움직임 벡터를 구하는 식을 나타낸 것이다.  $bn$ 은 움직임 영역에 속한 블록의 개수이고  $MV_i$ 는 블록들의 움직임 벡터를 나타낸다.

$$Ave = \left( \sum_{i=0}^{bn} MV_i \right) / bn \quad \text{식 3}$$

$$\min_{i=1 \text{ to } bn} (MV_i - AVE)$$

같은 움직임 영역으로 구분된 블록의 움직임 방향이 같지 않을 경우에는 움직임 영역을 좀더 세분화한 3단

계로 넘어가게 된다. 3단계에서는 그림 2의 (b)와 (c)처럼 움직임 영역을 구분하여 2단계에서와 똑같은 처리 과정을 거친 후 만일 2단계에서도 같은 움직임 영역내의 블록의 움직임이 모두 같지 않다면 이것은 블록들의 움직임이 각각 독립적일 확률이 높기 때문에 그림 2의 (d)에서처럼 손실블록의 상하좌우에 인접한 4개의 블록의 움직임 벡터의 평균값으로 대체한다.

영상의 종류	일치하는 블록의 수	비율
Foreman	306.9	77.50%
Coastguard	354.0	89.39%
Mother&daughter	381.6	96.36%
Miss-America	344.4	86.97%
Table	366.5	92.55%
Stefan	352.9	89.12%
Average	351.1	88.65%

표 3. 두 개의 연속된 프레임의 같은 블록의 위치에서 같은 방향을 갖는 블록의 개수

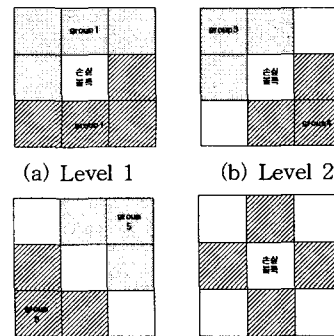


그림 3. 움직임영역의 구분

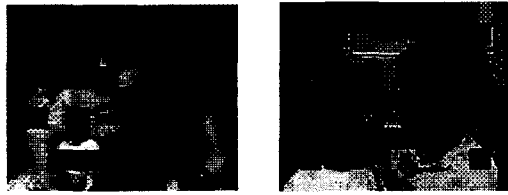
#### 4. 실험결과

영상	Block Loss Rate	no-EC	BMA	Proposed
Suzie	5%	45.70	53.62	54.05
	10%	37.85	42.03	43.21
	15%	37.42	41.24	42.39
	20%	36.92	40.82	41.95
Mother & daughter	5%	41.89	49.67	50.69
	10%	40.08	47.01	48.57
	15%	38.68	45.52	46.77
	20%	37.12	43.79	44.60

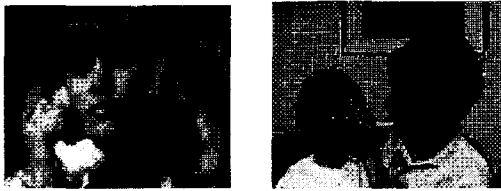
표 4. 에러율에 따른 PSNR 비교

실험은 각각 176×144 pixels/lines의 Suzie, Mother&daughter 영상에 대해 수행하였으며 표 4는 29번째 프레임에서 에러가 발생했을 때 에러은닉을 하지 않은 경우와 BMA와 제안된 기법을 각각 적용했을 때 결과 영상의 PSNR(Peak to Signal Noise Ratio)을 나타낸다. 표 4를 통해 확인 할 수 있듯, PSNR상의 개선 정도는 BMA에 비해 월등히 크진 않지만 계산량은 훨씬 줄어들게 되었다.

그림 3은 블록 손실율이 20%일 때 suzie 영상과 mother&daughter 영상을 BMA와 제안된 기법으로 복원했을 때의 결과 영상이다.



Suzie Mother & daughter  
(a) 블록 손실율이 20%인 29번째 프레임



(b) BMA를 이용하여 복원한 29번째 프레임



(c) 제안된 기법으로 복원한 29번째 프레임  
그림 4. 에러영상과 실험결과 영상

## 5. 결론

본 논문에서는 전송도중 손실되거나 손상된 움직임 벡터의 복원기법을 제안하고 실험하였다. 실험 결과를 통하여 알 수 있듯이 BMA에 비해 계산량은 월등히 줄어든 반면 성능면에서는 비슷하거나 더 향상된 모습을 보이고 있다. 그렇지만 이 방법 역시 BMA와 마찬가지로 손실 블록내의 정보보다는 주변블록의 움직임 방향 정보를 이용하여 같은 움직임을 갖는 영역을 구분하여

손실된 움직임벡터를 복원하기 때문에 움직임벡터가 손실된 블록에 대해 정확하게 움직임벡터 값을 복원하는 것은 보장할 수 없다. 따라서 블록내의 정보들의 복원에 초점을 맞추어 보완된 방법을 개발할 필요가 있다.

H.263 표준 문서에 포함된 OBMC(Overlapped Block Motion Compensation)를 적용하는 것도 보완방법이 될 수 있겠지만[9] OBMC는 계산량이 많기 때문에 앞으로 계산량을 줄인 OBMC방법을 연구하여 여기에서 제안한 방법과 함께 적용한다면 더 좋은 효과를 낼 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] J.w. Suh, Y.S. Ho, "Recovery of motion vectors for error concealment", IEEE ??????? 1999, pp750-753 => web에서 검색
- [2] S. Aign and K. Fazel, "Temporal and Spatial Error Concealment Techniques for Hierarchical MPEG-2 Video Codec", IEEE International Conference on Communication, Vol. 3, pp.1778-1783, 1995
- [3] J.W. Suh, Y.S. Ho, "Error Concealment Based on Directional Interpolation", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol 43, pp.295-302, 8,1997
- [4] H.Sun, K. Challapali, and J. Jdepski, "Error Concealment in Digital Simulcast AD-HDTV Decoder", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 38, No. 3, pp. 108-116, Aug. 1992
- [5] A. Narula and J. Lim, "Error Concealment Techniques for an All-Digital High-Definitin Television System", SPIE Visual Communication and image Processing, pp. 304-315, Nov, 1993
- [6] W.M. Lam, A.R. Reibman, and B. Liu, "Recovery of lost or erroneously received motion vectors", Proc. ICASSP, 5, pp. 417-420, 1993
- [7] Y. Wang and, Qin-Fan Zhu, and Leonard Shaw, "Maximally smoothness image recovery in transform coding", IEEE Trans, Commn, vol. 41, pp. 1544-1551, Oct, 1993
- [8] J.Y. Nam, J.S. Seo, J.S. Kwak, M.H. Lee, "New block-matching algorithm for motion estimation based on prediction information", SPIE Visual Communication and Image Processing 2000, VOL. 4067, pp.1212-1220
- [9] M.J. Chen, L.G. Chen, and R.M. Weng, "Error concealment of lost motion vectors with overlapped motion compensation", IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol 7, No. 3, June 1997