

H.263 비디오 통신을 위한 동일 움직임 추출하여 움직임 벡터 복원

손남례* 이귀상
전남대학교 전산학과

Recovery of Motion Vectors by Detecting Homogeneous Movements for H.263 Video Communications

NamRye Son* Guesang Lee
Department of Computer Science, Chonnam National University
Email : nrson@cs.chonnam.ac.kr

요약

이동 통신 채널과 같이 에러 발생율이 높은 환경에서 부호화된 비디오 스트림 전송시 발생된 에러는 비디오 화질에 큰 영향을 준다. 본 논문에서 현재 널리 사용되고 있는 H.263의 복호화기에서 전송도중 에러가 발생했을 경우 추가적인 데이터 스트림의 삽입 없이 효율적으로 에러를 은닉할 수 있는 기법에 관하여 제안하였다. 특히 인터프레임 영상에서 손상되거나 손실된 움직임 벡터에 대해 시간영역에서 관계가 깊은 이전 프레임에서 손실블록(매크로블록)과 같은 위치에 있는 블록의 움직임 벡터와 현재 프레임에서 손실블록과 인접한 블록들의 움직임 벡터 정보를 이용하여 손실 블록의 후보 움직임 벡터를 구하게 된다. 이러한 후보 움직임 벡터를 이용하여 동일한 움직임 벡터를 갖는 영역을 찾아 손실 블록이 어떤 움직임 영역에 속하는 지를 판단하여 손실된 블록을 복원하는 방법을 제안한다.

1. 서론

이동 통신 채널과 같은 저 대역 통신망에서 비디오 전송을 위해서는 높은 압축율을 갖는 부호화 방법들이 사용된다. 이러한 방법들로 부호화된 비디오가 에러율이 높은 통신 채널로 전송될 때, 비트열에 에러가 발생하면 복호되기 어려울 뿐 아니라 다른 부분까지 영향을

미친다. 이러한 문제들에 대한 해결책으로 ARQ (Automatic Retransmission Request)[1], FEC(Forward Error Correction)[2][3], 그리고 Interleaving 기법 등이 제안되었다. 그러나 ARQ는 재전송을 하기까지 Delay time이 발생하게되어 오히려 채널에 오버헤드를 가중시킬 수 있으며, FEC는 에러 감지나 에러 은닉을 위한 추가 패리티비트들이 필요하게 되고, Interleaving 기법은 계산시간이 오래 걸리는 문제점들이 있다[4]. 따라서 본 논문에서는 통신 채널상의 에러를 수신측에서 에러의 영향을 최소화하는 에러은닉 방법을 제안한다. 즉 공간적으로 인접한 블록간에는 움직임 벡터간의 상관성이 높기 때문에 손실블록 또한 인접한 블록들과 움직임이 비슷할 가능성이 높다[5]. 이러한 특성을 이용하여 주변블록들의 동일 움직임 방향을 클래스화하여 후보움직임 벡터로 한다. 본 논문에서 제안한 왜곡측정은 MSME(Modified Side Motion Estimation)을 이용하여 후보 움직임 벡터중에서 최소의 왜곡값을 가지는 후보벡터를 최적의 움직임 벡터로 하고 선택된 후보벡터를 가지고 에러를 복원한다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 2장에서는 손실된 블록의 오류 은닉을 위해 가장 많이 사용되고 있는 블록 정합기법인 BMA(Block Matching Method)에 대해 언급하고, 3장에서는 주변블록들의 동일한 움직임에 관한 클래스화하여 후보벡터 생성과 손실된 움직임 벡터를 추출하는데 왜곡측정기법인 MSME를 설명한다. 마지막으로 4장에서는 실험결과 및 결론을 맺는다.

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (2000-1-30300-005-3) 지원으로 수행되었음

2. 기존 연구: BMA(Block Matching Algorithm)

BMA는 손실블록의 주변에 바르게 복호화 되어 있는 블록과 손실 블록과의 경계선간의 유사성을 고려하여 가장 유사한 블록경계선을 갖는 블록으로 손실블록을 대체한다[6][7]. 이 방법은 [그림1]와 같이 손실된 블록의 움직임 벡터를 후보벡터중 임의의 값으로 정하여 이전 프레임으로부터 손실된 블록을 보상한 후에, 그 보상된 블록의 경계값과 손실된 블록에 인접한 주변블록들의 경계값을 비교한다. 이때 그 경계값에서 가장 적게 측정된 움직임 벡터를 손실된 블록의 움직임 벡터로 추정하여 블록 영상을 복구하게된다. 즉 (식1)에서 $dSum$ 값이 최소인 후보벡터를 움직임벡터로 추정하는 것이다. 본 연구에서는 채널상의 에러로 인해 에러전파(Error Propagation)가 발생하므로 손실블록의 오른쪽 블록부터 다음 GOB를 가르키는 Resyn까지 손실이 되었다는 전제하에 실험하였다. 따라서 손실블록의 오른쪽블록의 움직임 벡터는 BMA 계산식에서 삭제했다. 사용되는 후보 움직임벡터(Candidate Motion Vector)는 다음과 같다.

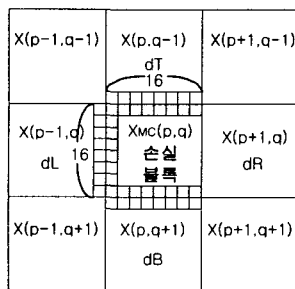
- (a) 전프레임에서 손실블록과 같은 위치에 있는 블록의 움직임 벡터
- (b) 인접블록의 움직임 벡터의 중간 값
- (c) 인접블록의 움직임 벡터의 평균 값
- (d) 0 (zero 벡터)

$$dT = \sum_{i=1}^n |X_{MC}(p, q) - X(p, q-1)|$$

$$dL = \sum_{i=1}^n |X_{MC}(p, q) - X(p-1, q)|$$

$$dR = \sum_{i=1}^n |X_{MC}(p, q) - X(p, q+1)|$$

$$dSum = dT + dR + dL \dots \dots (식1)$$



[그림 1] BMA

3. 제안한 알고리즘

3.1 동일 움직임에 대한 주변블록의 클래스

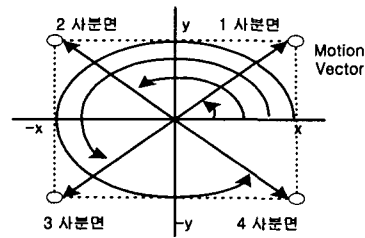
손실블록에 인접한 주변블록의 움직임은 각 블록의 움직임 방향과 크기를 고려하여 클래스하였다. (식2)와 (식3)을 이용하여 주변블록에 대한 움직임의 크기와

방향 그리고 기울기를 구한다. x, y 은 각 블록에 대한 움직임벡터 값이다. (식3)를 이용하여 구한 움직임벡터 각도를 [그림 2]와 움직임벡터의 기울기를 구한다. [표1]은 움직임벡터 좌표 위치를 사분면에 따라 고려한 기울기이고, [표2]는 기울기 값에 따라 8가지 방향으로 블록의 움직임 방향을 구한 것이다.

$$d = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (식2)$$

$$Radian = \arcsin\left(\frac{|y|}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right) \quad (식3)$$

$$MV_Angle = Radian \times 180 / \pi$$



[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	$G = 360 - MV_Angle$

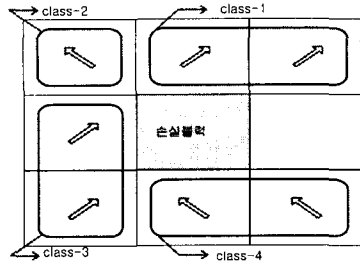
표 1. 움직임 벡터 좌표의 위치를 고려한 기울기

움직임 벡터의 기울기	블록의 움직임 방향
$0 < G < 22.5$ 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

본 논문에서는 손실 블록의 움직임 벡터를 동일 움직임 영역으로 클래스하는 방법은 [그림 3]와 같다. 손실블록에 인접한 블록에 대해 각각 움직임벡터의 방향을 구하고, 방향이 같은 부분은 동일 움직임으로 구분하고 즉 클래스한다. 동일 움직임으로 구분된 영역에서는 Median을 취하여 후보 움직임벡터를 구한다. 구해진 후보 움직임벡터에 대해서 제안한 적응적인 MSME을

적용하여 가장 작은 왜곡값을 손실블록의 최적 움직임 벡터로 복원한다.



[그림 3] 동일 움직임영역 구분 예제

본 연구에서는 제안한 알고리즘 순서는 다음과 같다.

- ① 손실블록에 인접한 주변블록의 방향조사
- ② 인접한 주변블록간에 방향이 같으면 동일 움직임 영역으로 판단, 같지 않으면 동일움직임 영역이 아닌 또 다른 영역으로 판단.
- ③ ②에서 판단된 동일영역에서는 후보벡터인 Median 구함
- ④ 후보벡터들을 손실블록에 매칭하여 적응적인 MSME를 구함
- ⑤ 계산된 적응적인 MSME 중에서 최소값을 최적의 후보벡터로 선택
- ⑥ ⑤에서 선택된 후보벡터를 가지고 에러를 복원

본 논문에서 제안한 알고리즘의 후보 벡터는 최소 1개에서 최대 5개이다. 기존 BMA는 손실블록의 방향 및 주변블록간의 상관 관계없이 최대 8개까지 후보벡터를 선택하여 손실블록을 복원한다. 제안한 알고리즘의 후보벡터 평균은 2~3개이므로 BMA방법에 비해 Time Complex가 훨씬 낮고, 정확하게 최적의 후보 벡터를 선택하여 에러를 복원한다.

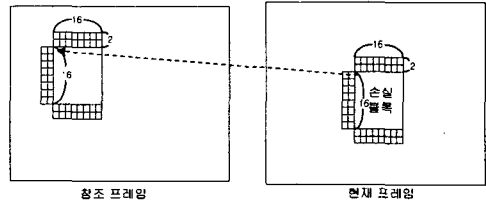
3.2 MSME(Modified Side Motion Estimation)

객체의 에지가 손실블록의 경계부근에 있을 때 BMA 방법에서 사용하는 SMD(Side Motion Distortion)는 블록 경계의 유사성만을 이용하기 때문에 정확한 움직임 벡터를 찾는 데 실패할 확률이 높다. 따라서 SME기법을 사용하여 현재 프레임에서 손실블록의 경계 바깥쪽에 있는 픽셀과 참조프레임에서 움직임이 보상된 블록의 경계 바깥쪽에 있는 픽셀간의 휘도값의 유사성을 비교하여 움직임 벡터를 구한다[8][9].

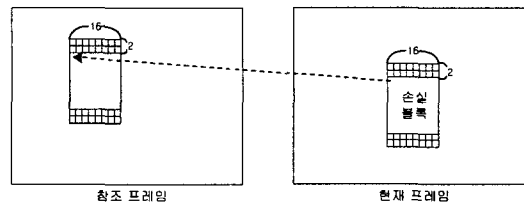
본 논문에서는 비교대상인 BMA 방법과 마찬가지로 채널상의 에러로 인해 에러전과가 발생하므로 손실블록의 후보벡터 선택시 SME 방법을 변형한 적응적인 MSME기법을 사용한다. 즉 [그림 4]와 같이 손실블록

중심으로 왼쪽에 인접한 MB의 움직임 벡터가 손실되지 않을 경우 (식4)와 같이 계산하고, [그림 5]와 같이 연속적으로 매크로 블록의 움직임벡터가 손실되었을 경우에는 (식5)와 같이 MSME를 사용하여 후보 벡터 중에서 최소인 $dSum$ 선택하여 영상을 복원한다.

(식4)에서의 dT , dB , dL 은 손실블록의 상, 하, 좌에 인접한 블록의 경계바깥 픽셀간 차의 합을 나타내고, $dSum$ 은 3개의 값을 모두 합한 MSME값이 된다.



[그림 4] 손실 매크로 블록의 왼쪽에 인접한 매크로 블록에 움직임 벡터가 있는 경우



[그림 5] 손실 매크로 블록의 왼쪽에 인접한 매크로 블록에 움직임 벡터가 없는 경우

$$dT = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 | [X_{MC}(p, q-i)]_{i,j}^{row} - [X(p, q-i)]_{i,j}^{row} |$$

$$dL = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 | [X_{MC}(p-i, q)]_{i,j}^{col} - [X(p-i, q)]_{i,j}^{col} |$$

$$dB = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 | [X_{MC}(p, q+i)]_{i,j}^{row} - [X(p, q+i)]_{i,j}^{row} |$$

$$dSum = dT + dB + dL \dots \dots \dots (식4)$$

$$dT = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 | [X_{MC}(p, q-i)]_{i,j}^{row} - [X(p, q-i)]_{i,j}^{row} |$$

$$dB = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 | [X_{MC}(p, q+i)]_{i,j}^{row} - [X(p, q+i)]_{i,j}^{row} |$$

$$dSum = dT + dB \dots \dots \dots (식5)$$

4. 실험결과 및 결론

실험은 각 176×144 pixels/lines의 Suzie, Carphone, Foreman, 그리고 Mother&Daughter 영상에 대해 실험하였다. 실제 이동 통신 채널 상에서의 전송효과를 재현하기 위해 블록 손실율은 5%~20%까지로 랜덤하게 주었으며 디코더에서 손실블록의 위치를 알고 있다는 가정하에 실험하였다. 또한 손실 블록의 위치를 랜덤하게 주었지만, 이동 통신 채널상 특징으로 MB 단위의 에러 발생과 GOB(Group Of Block)단위로 손실이 발생할 수

있으므로 적절하게 조합하여 에러를 주었다. [표3]은 실험 결과의 PSNR 비교이다.

[그림 6]은 20%의 블록 손실율을 가진 3번째 Foreman 영상을 복원한 이미지로서 (a)는 원영상 이미지이고, (b)는 에러영상이고, (c)는 기존 BMA 방법이고, (d)는 제안방법을 이용하여 복원한 결과 영상이다. 그리고 (e)와 (f)는 (c)와(d)을 확대한 결과이다.

Image	Error Rate	BMA Method	Proposed Method
Carphone #22	5%	37.01	37.00
	10%	36.99	37.01
	15%	36.97	36.98
	20%	36.97	36.97
Foreman #3	5%	35.76	35.77
	10%	35.76	35.77
	15%	35.61	35.77
	20%	35.47	35.75
M&D #15	5%	53.24	54.26
	10%	51.93	52.67
	15%	51.81	52.64
	20%	50.50	51.19
Suzie #48	5%	52.90	53.25
	10%	47.78	49.06
	15%	47.72	48.63
	20%	45.77	46.60

[표 3] 176×144 영상의 에러율에 따른 PSNR



[그림 6] Foreman(#3) 영상의 실험 결과 복원 영상

제안된 알고리즘은 정확한 손실블록의 움직임 벡터를 찾아 거의 완벽하게 복원하기도 하지만 정확한 움직임 벡터를 찾지 못하는 경우에도 주변블록과 가장 비슷한 움직임벡터를 찾아서 에러를 은닉하는 효과가 있다. 제안된 방법으로 복원된 영상은 전체적으로 눈에 거슬리는 오류가 생기지 않으므로 주관적인 화질이 좋았다. 또한 PSNR 측면에서는 영상의 움직임 정도에 따라 기존 BMA 방법보다 약 0.5dB~2bB까지의 향상이 있었다.

참고문헌

- [1] M.Wada, "Selective recovery of video packet loss using error concealment," *IEEE Select. Areas Commun.*, vol. 7, pp. 807-814, June 1989.
- [2] E. Aynoglu, P. Pancha, and A. R. Reibman, "Video transport in wireless ATM," *Proc. ICIP '95*, Washington, DC, pp. III 400-403, Oct. 1995.
- [3] E. Ayanoglu, P. Pancha, A. R. Reibman, and S. Talwar, "Forward error control for MPEG-2 video transport in a wireless ATM LAN," *Proc. ICIP '96*, Lausanne, Switzerland, pp. II 833-836, Setp. 1996.
- [4] S. Shirani, F. Kossentini, R. Ward, "An adaptive Markov random field based error concealment method for video communication in an error prone environment," *Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1999. *Proc. 1999 IEEE International Conference on* Vol. 6, pp. 3117-3120, 1999.
- [5] Q. F. Zhu, Y. Wang, and L. Shaw, "Image reconstruction for hybrid video coding systems," in *Proc. IEEE Data Compression Conf.*, (Snowbird, UT), pp. 229-238, Mar. 1992.
- [6] W. M. Lam, A. R. Reibman, and B. Liu, "Recovery of lost or erroneously recieved motion vectors," *Prpoc. ICASSF*, No. 5, pp. 417-420, 1993.
- [7] K. W. Kang, S. H. Lee, and T. Kim, "Recovery of coded video sequences from channel errors," *Proc. SPIE*, No. 2051, pp. 19-27, 1995.
- [8] Z. Yu, H. R. Wu, and S. Yu, "Lost motion vector recovery for digital video communication," *Visual Communications and Image Processing 2000*, *Proceedings of SPIE* Vol. 4067, pp. 1250-1260, 2000.
- [9] Z. Yu, "Research on key technologies of HDTV source decoding," *Ph.D thesis*, Shanghai Jiaotong University, 1998.