

영상의 불연속 특성을 이용한 손상된 움직임 벡터 복원 기법

(Recovering Corrupted Motion Vectors using Discontinuity Features of an Image)

손남례[†] 이귀상^{**}

(NamRye Son) (GueeSang Lee)

요약 이동 통신 채널과 같은 저대역 통신망에서는 비디오 전송을 위해서는 높은 압축율을 갖는 부호화 방법들이 사용된다. 본 논문에서는 저대역폭 통신을 위한 비디오 부호화 표준인 H.263 부호화를 기반으로 전송도중 손상된 움직임 벡터의 복원기법을 제안하고 실험하였다. 공간적으로 인접한 블록간에는 움직임 벡터의 상관성이 높기 때문에 손실블록 또한 이 블록들과 움직임이 비슷할 가능성이 높다. 이러한 특성을 이용하여 손실블록의 주변블록 중에서 같은 방향으로 움직임을 갖는 블록들로 구성된 동일 움직임 영역을 추출하고, 이 블록들을 이용하여 손실블록의 움직임벡터를 복구한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 정확한 손실블록의 움직임 벡터를 찾아 거의 완벽하게 복원하기도 하지만 정확한 움직임벡터를 찾지 못한 경우에는 주변블록과 가장 비슷한 움직임벡터를 찾아서 에러를 복원하는 효과가 있다. 제안한 방법으로 복원한 영상은 전체적으로 눈에 거슬리는 오류가 생기지 않으므로 주관적인 화질이 좋았다. 또한 객관적인 척도인 PSNR 측면에서는 영상의 움직임 정도에 따라 기존 BMA 방법보다 약 0.5dB~1dB 정도 향상 이 있었다.

키워드 : 블록경계매칭알고리즘, 에러복원, 에러은닉, 움직임벡터, H.263

Abstract In transmitting a compressed video bit-stream over Internet, a packet loss causes an error propagation in both spatial and temporal domain, which in turn leads to a severe degradation in image quality. In this paper, a new error concealment algorithm is proposed to repair damaged portions of the video frames in the receiver. Conventional BMA(Boundary Matching Algorithm) assumes that the pixels on the boundary of the missing block and its neighboring blocks are very similar, but has no consideration of edges or discontinuity across the boundary. In our approach, the edges are detected across the boundary of the lost or erroneous block. Once the edges are detected and the orientation of each edge is found, only the pixel difference along the expected edges across the boundary is measured instead of calculating differences between all adjacent pixels on the boundary. Therefore, the proposed approach needs very few computations and the experiment shows an improvement of the performance over the conventional BMA in terms of both subjective and objective quality of video sequences.

Key words : BMA(Boundary Matching Algorithm), Error Recovery, Error Concealment, Motion Vector, H.263+

1. 서론

하이브리드 블록 기반으로한 MC/DPCM/DCT 알고리즘은 국제 표준 코딩 규격인 ITU-T H.261, H.263,

MPEG-1, 2, 4, 7으로 채택되었다[1][2]. 이런 전형적인 어플리케이션은 화상회의, 화상전화, 그리고 디지털 TV 등에 포함된다. 대부분 이런 어플리케이션인 경우, 비트 스트림은 여러 영향을 많이 받는 통신채널상을 통해 전송되어지므로 비트 에러나 패킷 손실 발생은 필수적이다. 신뢰할 수 있는 화상 통신을 제공하기 위한 에러 복원 방법은 계속해서 발전해왔고, 디지털 비디오 어플리케이션을 패킷 망이나 무선망에 전송할 경우 중요한 역

[†] 비 회 원 : 전남대학교 전산학과
nrson@chonnam.ac.kr

^{**} 종신회원 : 전남대학교 전산학과 교수
gslee@chonnam.ac.kr

논문접수 : 2003년 3월 20일

심사완료 : 2004년 1월 7일

할을 하고 있다. 하이브리드 블록을 기반으로 한 MC/DPCM/DCT 코딩 알고리즘을 채택하였으므로 움직임 벡터들은 예측된 프레임으로부터 복원하는데 있어서 중요한 역할을 한다. 예를 들어 만약 VLC(Variable Length Coding)된 하나의 움직임 벡터가 버스트 에러(burst error)에 의해 손실된 경우, 새로운 재동기가 나타나기 전까지 연속적으로 에러 전파(Error Propagation)가 발생한다. 따라서 에러를 방지하기 위해서 최소 재동기 단위인 매크로블록(MB:MacroBlock)의 행, GOB(H.26x), 그리고 슬라이스(MPEG-2)를 사용한다. 더욱이 움직임 보상(MC:Motion Compensation) 방법은 전 프레임을 사용하므로 에러가 있는 블록은 다음 새로운 인트라 프레임(I-Picture)이 나타날 때까지 에러가 전파된다.

많은 에러 강화 비디오 코딩 중에, 에러 복원 기술은 독립적이거나 다른 강화(robust) 비디오 코딩방법과 함께 사용되어지므로 에러 강화(Error Resilience)측면에서 가장 효율적인 방법 중 하나로 고려되고 있다. 현재 에러 복원 알고리즘에 대한 2가지 종류가 연구되어왔다. 첫째, 부분적인 손실이나 에러가 있는 DCT 계수는 손실 블록과 인접한 블록 경계의 변동 차이가 가장 작은 값을 바탕으로 복원하는 방법이고[3], 둘째, 손실된 MB들은 경계 매칭 척도를 바탕으로 복원된 움직임 벡터를 보상하는 방법이다[4].

본 논문에서는 인트라 프레임상에 손실된 움직임 벡터를 복원하는 새로운 에러 복원 방법을 제안한다. 그리고 [7][8]과 같이 인트라 프레임의 움직임 벡터 손실이나 잘못된 움직임 벡터들이 검출되었다는 가정하에 실험하였다. 기존 BMA[4] 방법은 부호화된 인접한 블록의 움직임 벡터들이 상당히 높은 유사도 혹은 상관도를 갖고 있는 점과 손실블록과 인접블록 경계에 존재하는 화소간의 유사도를 이용하기 때문에 영상의 수평 또는 수직 에지가 놓여져 있을 때 비교적 신뢰할 수 있는 복구가 가능하지만, 에지들이 사선으로 있을 경우 에러 비용함수의 특성으로 인해 조금씩 어긋나게 된다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 [5]에서는 수정된 블록 경계정합 방식이 제안되었지만, 실제영상에서 에지는 다수 존재하고, 서로 다른 방향성을 가지고 있으므로 [5]는 주변블록의 경계에서 한 개의 방향성만을 고려했다는 단점을 가지고 있다. 그리고 블록경계정합 수행 전에 결정 요인들을 사용하므로 계산량이 많아지는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 블록경계정합 수행 전 결정 척도를 간소화하여 계산량 문제점들을 개선하였고, 더 효율적으로 영상의 에지를 맞출 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 가장 많이 사용하고 있는 오류 복원 알고리즘인 경계정합기

법인 BMA(Boundary Matching Algorithm) 및 MBMA(Modified BMA)을 설명하고, 3장에서는 제안한 알고리즘을 제시한다. 그리고 4장에서는 본 논문에서 제안한 알고리즘으로 실험한 결과를 제시하고, 마지막으로 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 블록경계정합방식(BMA)

블록경계정합방식은 손실 블록의 주변에 바르게 복호되어 있는 블록과 블록경계선 간의 유사성을 고려하여 가장 유사한 블록경계선을 갖는 블록으로 손실 블록을 대체한다는 개념에서 시작된 알고리즘이다[3]. 이러한 개념은 연속도 측정식(Smoothness Constraint)라는 척도를 통해 설명될 수 있다[6]. 본 논문에서는 H.261, H.263, MPEG계열에서와 같이 차분 부호화 방식과 가변장 부호화방식을 사용함으로 인해 블록에러가 생길 때 해당블록의 오른쪽, 즉 연속되는 블록까지 복호가 불가능해지는 최악의 상황을 고려하기 때문에 식 (1)과 같이 오른쪽 블록의 에러 비용 함수(Error Cost Function)는 제외시키기로 한다. 에러 비용 함수를 적용하여 움직임벡터를 추정하는 후보 움직임벡터군(Candidate Sets)는 다음과 같다.

- 1) 이전 프레임에서 같은 위치의 블록이 갖고 있는 움직임 벡터
- 2) 에러의 영향을 받지 않아 복원이 가능한 주변의 (위, 아래, 왼쪽) 움직임벡터
- 3) 이용 가능한 주변블록들의 움직임 벡터들의 중앙값
- 4) 이용 가능한 주변블록들의 움직임 벡터들의 평균값
- 5) 제로 움직임 벡터

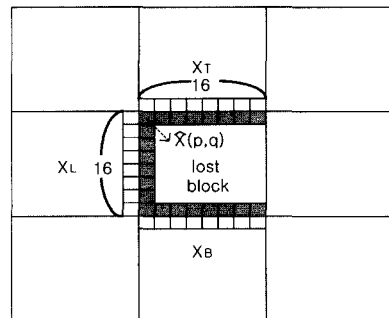


그림 1 경계정합알고리즘

$$\begin{aligned}
 d_L &= \sum_{i=0}^{N-1} [\hat{X}(p, i) - X_L(p-1, i)]^2 \\
 d_T &= \sum_{q=0}^{N-1} [\hat{X}(i, q) - X_T(i, q-1)]^2 \\
 d_B &= \sum_{i=0}^{N-1} [\hat{X}(i, q+N-1) - X_B(i, q+M)]^2
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$d_s = d_L + d_T + d_B \quad (2)$$

그림 1은 영상의 좌측상단을 기준으로 $N \times N (N=16)$ 크기의 매크로블록 X상의 화소 위치 (p, q) 을 표현하고, X는 현재 복원하려고 하는 픽셀상의 좌표이고, \hat{X} 는 후보 움직임벡터군에서 최적으로 선택된 후보벡터 픽셀 값이다. d_L, d_T, d_B 은 각각 X_L, X_T, X_B 에 대한 손실된 매크로블록 경계의 왜곡값이다. 또한, 식 (2)는 후보움직임 벡터군 중에서 d_s 가 가장 최소인 값을 최적의 손실된 움직임 벡터로 간주한다.

2.2 수정된 블록경계정합방식(Modified BMA)

기존 블록경계정합 방식은 블록 경계선에 영상의 수평 또는 수직 에지가 놓여져 있을 때는 효과적이지만, 이러한 에지들이 사선으로 있을 경우 에러 비용 함수의 특성으로 인해 조금씩 어긋나게 된다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 수정된 블록경계정합 방식이 제안되었다 [5]. [5]에서는 기존 블록경계정합방식에서 단순히 수평이나 수직 방향 블록 경계간의 차이 값을 에러로 두고 있는 것과는 달리, 블록경계정합을 적용하는 위, 아래, 왼쪽 블록과의 블록경계간의 에러를 구하는 비용함수가 블록경계간에 걸쳐 있는 영상의 에지 성분을 고려하여 왼쪽, 위쪽, 아래쪽 경계에 대하여 사선, 수평(수직), 역사선이 각각 3가지씩 존재한다. 즉 식 (1)과 함께 영상의 에지 성분에 따라 식 (3)을 사용하는 것이다. 그림 2는 손실블록에 인접한 왼쪽블록 경계면에 대한 에지 방향을 결정하는 예이다. (a)는 사선 방향으로 비용함수를 적용하고, (b)는 기존 블록경계정합방법인 수직 및 수평으로 비용함수를 적용한다. 그리고 (c)는 그 반대인 역사선 방향으로 비용함수를 적용한다. 식 (3)은 그림 2를 표현하는 식이다. 즉, E_{Ld} 는 손실블록에 인접한 왼쪽블록 경계면에 대한 사선방향에 대한 비용함수이고, E_{Lh} 는 역사선에 대한 비용함수이다. 그리고 E_{Lb} 는 수평방향에 대한 비용함수이다. 마지막으로 손실 블록과 주변

블럭 사이에 에지의 방향이 결정되면 에지의 방향에 맞게 다시 블록경계정합방법을 하게 된다.

$$E_{Ld} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-2} [X_L(p+i, q-1) - X_L(p+i+1, q-2)]^2$$

$$E_{Lh} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-2} [X_L(p+i, q-1) - X_L(p+i-1, q-2)]^2 \quad (3)$$

$$E_{Lb} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-2} [X_L(p+i, q-1) - X_L(p+i, q-2)]^2$$

3. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 [5]의 블록경계정합방법을 수행하기 전에 결정추도를 사용하므로 계산량이 많아지는 문제점들을 개선하여 계산량이 같으면서 더 효율적인 영상의 에지를 고려한 방법을 제안하였다. 블록의 경계을 기반으로 구한 움직임벡터는 화소 단위이므로 손실 블록과 주변 블록의 경계 부분 픽셀은 손실 블록의 움직임 벡터와 상대적으로 많은 유사도를 갖는다고 볼 수 있다. 따라서 영상의 움직임은 일정하게 유지되므로 영상의 에지 역시 일정하게 움직인다는 특성이 있다. 또한 실 영상에서의 에지는 다수개를 가지고 있고, 각기 다른 방향 특성을 가지고 있다. 따라서 본 논문의 그림 2와 같이 손실 블록에 인접한 주변블록의 2픽셀라인을 이용하여 에지 검출, 동일영역결정, 방향 검출, 그리고 최적의 후보벡터 선택을 위한 왜곡 값은 다음과 같은 방법으로 구한다.

Step 1) 에지 검출 : 에지는 상대적으로 다른 명암도를 가진 두 영역간의 경계이다. 에지 검출은 명암도에서 여러 가지 의미의 불연속성 검출을 하기 위한 가장 평범한 방법이다. 본 논문에서 고려되는 두 영역들 사이의 변이가 명암도의 불연속에 근거하여 결정되어지므로 영상 물체에 대한 경계 부분에서 에지를 검출하기 위하여 임계치(Threshold)를 결정하는 방법이 중요하다. 본 논문에서는 픽셀간의 차분이 임계치(Thr=5) 이상이면 영상이 불연속이므로 에지가 있다는 걸로 검출한다.

손실 블록 바로 인접한 2픽셀 라인에 인접한 픽셀들

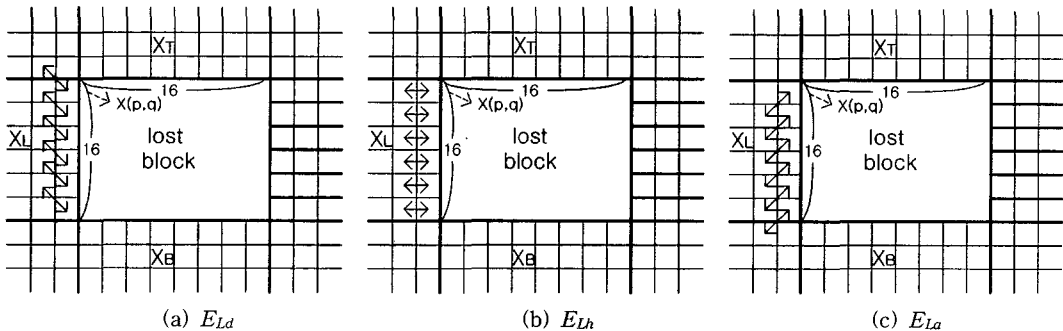


그림 2 에지 방향 결정

간의 각각 차분(diff1, diff2)을 식 (4)를 이용하여 구한다. 이때 $P(k_T, x, y)$ 의 k_i 는 (i =손실블록(M)에 인접한 매크로블록의 위(T), 왼쪽(L), 아래(B))이고, x, y 는 매크로블록의 좌측상단 픽셀 좌표이다. k' 는 후보벡터군중에서 손실블록을 복원한 것이다.

그림 3은 손실 블록에 인접한 주변픽셀들에 대한 에지 검출 및 실제 영상에서 여러 가지 방향에 대한 예이다.

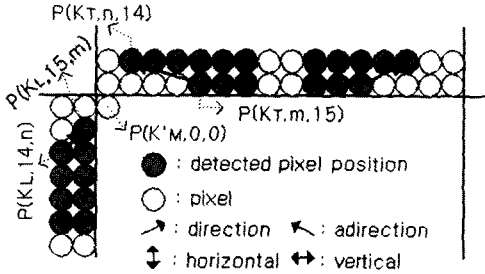


그림 3 제한한 알고리즘의 방향성 검출 방법

$$\begin{aligned} diff_1 &= |P(k_T, m, 14) - P(k_T, m+1, 14)|, \\ diff_2 &= |P(k_T, n, 15) - P(k_T, n+1, 15)|, \quad m, n=0-15 \end{aligned} \quad (4)$$

Step 2) 동일영역결정 : 영상의 물체가 경계 즉, 그림 4와 같이 동일한 영역이 아니므로, Step 1) 단계에서 검출된 에지 위치에서 식 (5)와 같이 동일영역을 결정한다.

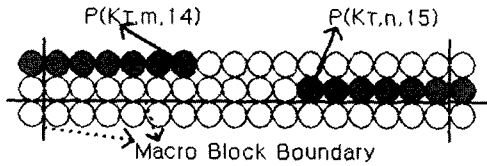


그림 4 동일영역 결정

$$\begin{aligned} \text{if } |P(k_T, m, 14) - P(k_T, n, 15)| < thr(2) \\ \text{goto Step } 3 \\ \text{else} \\ \text{goto Step } 1 \end{aligned} \quad (5)$$

Step 3) 방향검출 : Step 1)와 Step 2)에 의해 식 (6)을 이용하여 에지 검출 좌표에서 기울기(G)에 대한

방향(D)을 결정한다.

$$\begin{aligned} G &= \frac{\Delta y}{\Delta x} (= \frac{P(k_T, m, 14) - P(k_T, n, 15)}{P(k_L, 14, m) - P(k_L, 15, n)}) \\ &= \frac{\Delta y (= P(k_L, 14, m) - P(k_L, 15, n))}{\Delta x} \end{aligned} \quad \text{or } (6)$$

$$D = \begin{cases} 1(\nearrow), G > 0 \\ 0(\leftrightarrow \text{ or } \downarrow), G = 0 \\ -1(\searrow), G < 0 \end{cases}$$

Step 4) 왜곡측정 : 손실 블록과 바로 인접한 주변 블록에 에지가 존재할 때, 그림 5의 (a)와 같은 방법으로 Step 1)의 검출된 에지 위치와 Step 3)의 방향성을 이용하여 식 (7)과 같이 후보벡터군에서 에지가 검출된 위치에서 에지의 일정한 움직임 특성을 이용하여 검출된 방향성과 같은 방향으로 왜곡을 구한다.

$$\begin{aligned} \text{if } |P(k_T, m, 15) - P(k'_M, m+1, 0)| \leq thr(3) \\ \text{distortion} = |P(k_T, m, 15) - P(k'_M, m+1, 0)| \end{aligned} \quad (7)$$

그러나 그림 5의 (b),(c)와 같이 Step 1)의 검출된 에지 위치와 Step 3)의 방향성을 이용하여 검출된 방향성과 같은 방향으로 왜곡값이 임계값보다 큰 경우에는 후보벡터중에서 정확한 값을 찾을 수 없으므로 식 (7) 방법과 달리 식 (8)과 같은 방법으로 왜곡 값을 거리(d)가 최소값을 가진 후보벡터를 최종 후보벡터로 선정한다.

$$\begin{aligned} \text{if } |P(k_T, m-1, 15) - P(k'_M, m, 0)| \geq thr(3) \\ \text{while}(m=0) \\ \text{distance}++ \\ \text{else} \\ \text{while}(m=15) \\ \text{distance}++ \\ \text{end if} \end{aligned} \quad (8)$$

여기에서 검출된 방향성과 같은 방향으로 측정된 왜곡 오차가 크므로 정확한 왜곡값을 구할 수 없으므로 검출된 에지위치에서 ($P(k_T, m, 15)$)와 바로 인접한 픽셀 ($P(k_T, m-1, 15)$)의 검출된 에지방향과 같은 방향으로

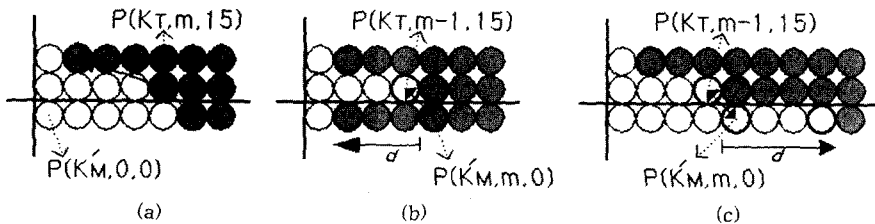


그림 5 왜곡측정

차분하여, 임계값 보다 크면 그림 5의 (b)와 같이 왼쪽 방향으로 손실블록의 첫 번째 픽셀($m=0$)까지 거리(d)의 최소값을 구하고, 임계값 보다 작으면 그림 5의 (c)와 같은 오른쪽 방향으로 손실블록의 마지막 픽셀($m=15$)까지 거리(d)의 최소값을 구한다.

본 논문에서는 비용함수를 적용하는 후보움직임벡터군은 기존 블록경계정합에서 사용하는 것과 손실블록에 인접한 주변블록들을 동일 움직임을 방향으로 클러스터링한 후 후보벡터군을 생성하는 [9]을 사용한다.

4. 실험결과

실험은 각 176×144 pixels/lines의 Suzie, Carphone, Foreman, Mother&Daughter 영상을 실험하였다. 이때 영상은 움직임이 많거나 갑자기 움직임이 발생한 프레임 선택하여 실험하였다. 실제 이동 통신 채널 상에서의 전송효과를 재현하기 위해 블록 손실율(BER:Block Error Rate)은 5%~20%정도 임의적으로 주었으며, 디코더에서 손실블록의 위치를 알고 있다는 것으로 가정하였다. 또한 손실 블록의 위치를 임의적으로 주었지만, 이동 통신 채널상 특징으로 MB 단위의 에러 발생과 GOB단위로 손실이 발생할 수 있으므로 적절하게 에러를 주었다. 표 1은 기존 BMA방법과 MBMA 방법, 그리고 제안한 알고리즘을 적용한 실험 결과 PSNR 비교이다. PSNR 측면에서, 제안한 방법은 기존 BMA 방법보다 약 0.1~1dB 보다 좋았고, MBMA 보다 성능은 대부분 비슷하거나 약간 좋았다.

손실된 움직임 벡터를 복원하는데 필요한 프로세싱 타임 측면에서, 제안한 알고리즘이 두 가지 관점에서 월등했다. 첫째, 에지 검출 과정에서, 방향성 결정요인 부

분에서는 BMA는 방향성에 대한 결정요인이 없고, MBMA은 손실블록 경계의 3부분(위,아래,왼쪽)에서 각각 3개의 방향성에 대한 차분을 한다. 그리고 본 논문에서 제안한 알고리즘은 방향성을 결정하기 위하여 인접한 픽셀간의 차분을 사용하고, 임계치 부분에서만 3가지 방향만 계산한다. 따라서 방향성을 결정하는 과정에서 MBMA 보다 계산량이 감소하였다. 후보벡터군에 대한 계산복잡도 측면에서는 실제 후보벡터군의 수가 증가함에 따라 BMA 뿐만 아니라 MBMA의 계산횟수도 증가하지만, 본 논문에서 제안한 알고리즘은 결정요인부분에서 경계부분의 픽셀 위치 즉 결정된 에지 부분의 방향을 알고 있으므로 약 10~42% 계산량이 감소하였다.

그림 6은 20% 블록 손실율을 가진 46번째 Suzie영상을 복원한 이미지로서 (a),(b)는 각각 원 영상 및 에러 영상이다. (c),(d),(e)는 기존 BMA, MBMA, 그리고 본 논문에서 제안한 방법을 적용한 복원 영상이다. 그림 7은 20% 블록 손실율을 가진 272번째 Foreman영상을 복원한 실험 결과 영상이다.

5. 결론

네트워크 혼잡으로 인한 패킷 손실은 인터넷 망에서는 필수적이고, 압축된 비디오 비트 스트림을 인터넷 망에 전송할 경우 공간 및 시간적 도메인상에 에러 전파를 야기하므로 심각한 화질열화를 초래한다. 본 논문에서는 수신측에서 손상된 영상 일부분을 복구하기 위하여 새로운 에러 복원 알고리즘을 제안한다. 블록의 경계를 기반으로 하는 움직임벡터는 화소 단위 기반이므로 손실 블록과 주변 블록의 경계 부분 픽셀은 손실 블록의 움직임 벡터와 상대적으로 많은 유사도와 영상의 움

표 1 테스트 영상에 대한 PSNR

Sequence	Block	BMA	MBMA	Proposed
Carphone #20	5	37.01	37.01	37.01
	10	36.99	37.02	37.02
	15	36.97	37.04	37.04
	20	36.97	37.02	37.02
Foreman #272	5	35.02	35.11	35.11
	10	34.79	34.98	34.98
	15	34.62	34.63	34.66
	20	32.55	34.25	34.38
Mother&Daughter #15	5	52.65	53.61	53.61
	10	52.21	52.65	52.75
	15	52.45	52.53	52.65
	20	50.63	50.68	50.69
Suzie #46	5	47.88	47.85	47.85
	10	44.26	45.28	45.30
	15	44.05	45.17	45.48
	20	43.51	43.98	44.48

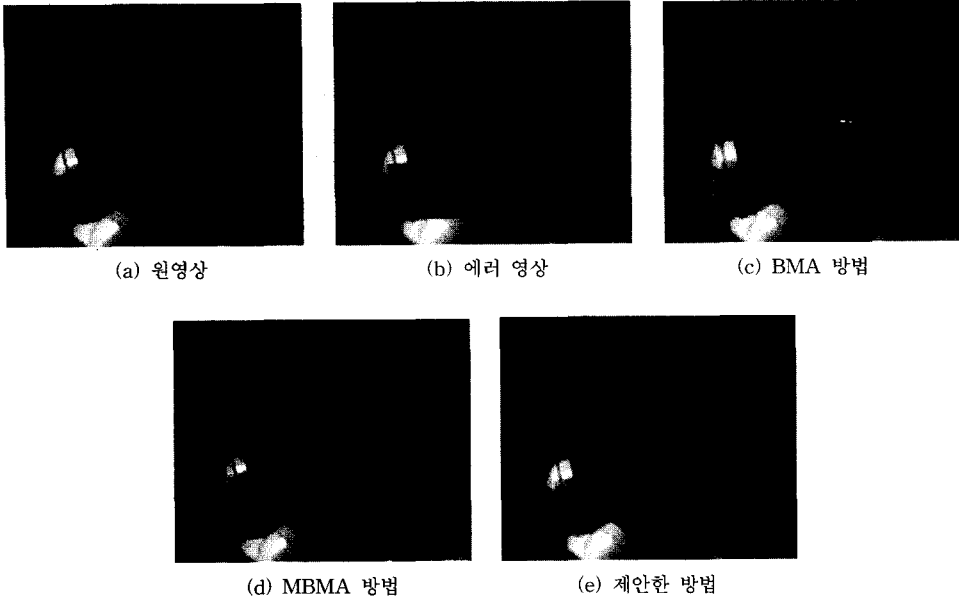


그림 6 Suzie(#46) 영상에 대한 복원 영상 비교

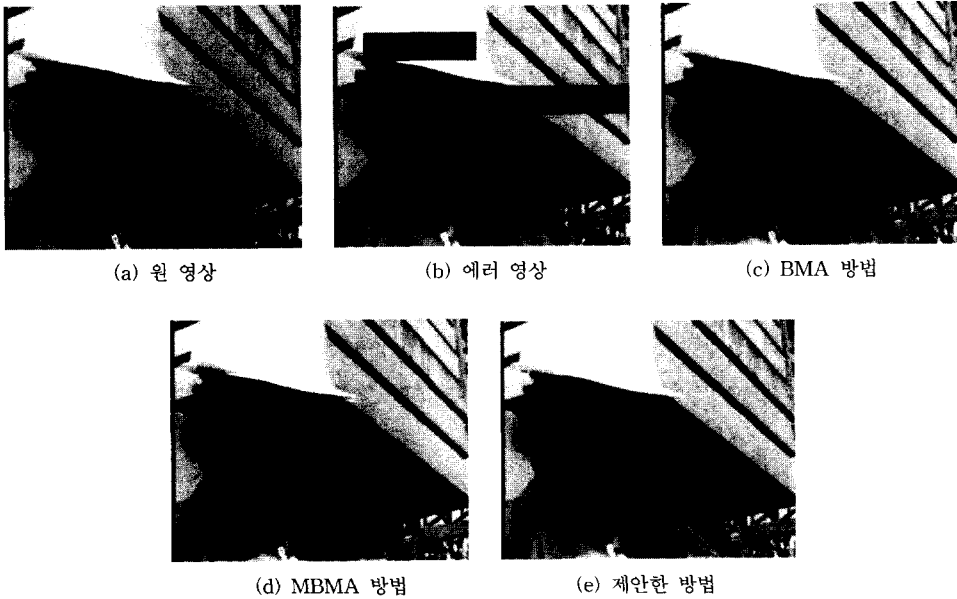


그림 7 Foreman(#272) 영상에 대한 복원 영상 비교

직임은 일정하게 움직이므로 영상의 에지 역시 일정하게 움직이는 특성, 그리고 실제 영상에서는 다수의 에지와 서로 다른 방향을 고려하여 새로운 에러 복원 알고리즘을 제안하였다.

제안된 방법은 기존 방법보다 계산량이 훨씬 줄어들었고, 전체적으로 눈에 거슬리는 오류가 생기지 않았고,

객관적 평가기준인 PSNR 측면에서는 영상의 움직임 정도에 따라 기존 방법보다 약 0.5dB~1dB까지 향상이 있었다.

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC13818-2:Information Technology Generic

Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Draft International Standard, March, 1994.

- [2] ITU-T Recommendation H.263 Version 2, ITU-T SG-16, Video Coding for Low Bitrate Communication, Sept. 1997.
- [3] Jong Wook Park, Jong Won Kim and Sang Uk Lee, DCT Coefficient Recovery Based Error Concealment Technique and its Application to the MPEG-2 Bit Stream Error, *IEEE Trans, Circuits Syst. Video Tech.*, Vol.7, pp.845-854, Dec. 1997.
- [4] W.M. Lam, A.R. Reibman, and B.Lin, Recovery of Lost or Erroneously Received Motion Vectors, In *Proc. ICASSP*, 1993, Vol.5, pp.417-420.
- [5] Jian Feng, Kwok-Tung Lo and Hanssna Mehrpour, Error Concealment for MPEG Video Transmissions, *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol. 43, No.2, pp.183-187, 1997.
- [6] Y.Wang, Qin-Fan Shu and Leonard Shaw, Maximally Smoothness Image Recovery in Transform Coding, *IEEE Trans. Commn.*, Vol.41, pp.1544-1551, Oct. 1993.
- [7] J.S.Hwang, D.K.Park, C.S.Won, J.C.Jung, and S.Y.Kim, A Concealment Algorithm Based on the Analysis of Transmission Errors or H.263 Bit-stream, in *Proceeding of the 1997 Korean Signal Processing conference* Vol.10, No.1, pp.555-558, 1997.
- [8] H.C.Shyu and J.J.Leou, Detection and Concealment of Transmission Errors in MPEG-2 Images A Genetic Algorithm Approach, *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, Vol.9, No.6, pp.937-948, Sept, 1999.
- [9] SungChan Park, NamRey Son, JungHyun Kim and GueeSang Lee "Recovery of Motion Vectors by Detecting Homogeneous Movements for H.263 Video Communications," *IEEE ICME2001*, Tokyo, Japan, pp.33-36, 2001.



이 귀 상

1980년 서울대 공대 전기공학과(학사)
1982년 서울대 대학원 전자계산기공학과(석사). 1983년~1984년 금성통신 연구소. 1991년 Pennsylvania주립대학 전산학박사. 1984년~현재 전남대 정보통신연구소·컴퓨터 정보학부 교수. 관심분야는 멀티미디어통신, 영상처리 및 복원, 테스트, 논리합성, VLSI/CAD

손 남 례

1996년 호남대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사). 1999년 전남대학교 대학원 전산학과 졸업(석사). 2000년~현재 전남대학교 대학원 전산학과 박사과정. 관심분야는 영상압축 및 복원, 화상통신,

부호화율 제어