

논문 2005-42SP-3-11

에지정보에 적응적인 마스크를 이용한 시간방향 오류 은닉 방법

(A Temporal Error Concealment Method Based on Edge Adaptive Masking)

김 용 우*, 임 찬**, 강 현 수***

(Yong-Woo Kim, Chan Lim, and Hyun-Soo Kang)

요 약

본 논문에서는 영상의 에지성분을 이용하여 손실된 프레임에서의 오류를 은닉하는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 손실된 블록의 주변에 존재하는 상, 하, 좌, 우의 일정 부분을 에지 추출을 위한 영역으로 정의하고, 정의된 네 부분의 영역은 방향에 따라 선택적인 에지 연산자를 적용시켜 에지 성분을 추출한다. 이 에지정보는 영상이 복잡한 부분과 단순한 부분에 대해 복잡도를 결정하는 판단 기준이 되며 경계정합을 위한 마스크 폭을 조절하게 된다. 즉, 제시된 방법은 경계정합 수행시 정확도를 높이기 위하여 네 부분에서 추출된 에지성분의 양에 비례하여 방향에 따라 경계정합 마스크의 폭을 조절하고, 이에 따라 영상의 윤곽을 나타내는 에지 특성에 가중치를 적용함으로써, 개선된 움직임 벡터를 얻을 수 있도록 하였다. 기존의 방법들과 제안된 방법에 대한 오류은닉 결과를 비교함으로써 제안된 방법의 우수성 검증 및 장단점에 대해 분석한다.

Abstract

In this paper, we propose a temporal error concealment method based on the edge adaptive masking. In the method, four regions around the corrupted block - top, bottom, left, and right - are defined and the edge features of the regions are extracted by applying an edge operator for each direction. The size of a mask for the boundary matching is determined by the edge information, which can be considered as a criterion to measure the activity of the boundary region. In other words, it is determined such that the size of the mask is proportional to the amount of edge-component extracted from each region in order to yield the higher reliability on boundary matching. This process is equivalent to applying weights depending on the edge features, which leads the improved motion vector. In experiments, it is verified that the proposed method outperforms the conventional methods in terms of image quality, and then its merits and demerits are discussed.

Keywords: Error concealment; Edge Detection; Boundary Matching Algorithm

I. 서 론

최근 멀티미디어 시장의 급격한 성장과 유·무선 인터넷의 보급 확산, 디지털 TV와 모바일 통신 산업의 성장으로 동영상 콘텐츠 산업의 수요가 늘어나고 있다. 하지만 실질적인 통신 채널은 제한된 대역폭으로 인하

여 문자나 사운드에 비해 큰 데이터를 지닌 영상신호를 전송하는데 어려움이 발생한다. 따라서 데이터의 효과적인 전송을 위해 H.26x, MPEG-x 등과 같은 국제 표준화 기법으로 영상을 압축하게 된다. 그러나 이러한 부호기는 움직임 예측 부호화와 가변길이 부호화(variable length coding)에 기초하므로, 비트 손실은 오류전파(Error Propagation)로 인하여 복호된 영상의 품질을 크게 저하시키게 된다. 따라서 이러한 비트 오류로 발생하는 문제를 최소화하기 위하여 현재까지 많은 방법들이 제안되었다.

오류를 최소화 하는 방식은 크게 전처리방식(Forward), 오류은닉방식(Post-Processing or Concealment), 상호작용방식(Interactive)으로 분류된다^[1]. 전처리방식은 부호

* 정회원, ** 학생회원, 중앙대학교
(Chung-Ang University)

*** 정회원, 충북대학교
(ChungBuk University)

※ 본 연구는 정보통신부 ITRC와 교육부의 두뇌한국 21사업(BK21)의 연구지원으로 수행되었습니다.

접수일자: 2004년10월11일, 수정완료일: 2005년4월8일

기에 오류 제어 기능을 추가하여 복호기에서 오류를 효과적으로 제어하는 방식이며, 오류은닉방식은 영상의 공간적(Spatial), 시간적(Temporal) 유사성을 이용한 오류 은닉 방식이다. 상호작용방식은 피드백채널을 통한 상호작용으로 오류를 복구하는 방법이다. 전처리방식은 압축효율을 떨어뜨리는 단점이 있으며, 상호작용방식은 부호기와 복호기 사이의 피드백통신을 요구함으로써 실시간 통신 등의 응용에 적합하지 못하는 단점이 있다. 후처리방식인 오류은닉방법은 추가적인 비트량을 요구하지 않으며, 부호기의 신호에 대해 변조나 피드백통신이 없으므로 지연시간이 없다는 장점을 가진다.

후처리방식인 오류은닉은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 공간영역(Spatial domain)에서의 오류은닉으로 손상된 프레임 내에서 오류정보를 은닉하는 방법으로 영상신호의 높은 공간적 유사성을 이용하여 주변 화소 정보를 이용하여 손상된 블록을 은닉하는 방법이다. 두 번째 방법은 시간영역(Time domain)에서의 오류은닉방법으로 이전프레임의 영상신호와 높은 유사성을 갖는 움직임 벡터 정보를 이용하여 현재 영상의 오류를 은닉하는 방법이다. 본 논문에서는 시간적 오류은닉방법에 대한 기존의 방법과 제안된 방법을 살펴보고, 오류은닉실험을 통하여 제안된 방법의 우수성을 비교 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 기존의 오류은닉 방법을 살펴보고, 문제점을 지적한다. 제 III장에서는 에지정보를 이용하여 마스크를 적응적으로 적용한 오류은닉방법에 대해 설명을 한다. 제 IV장에서는 실험결과를 보이고, 제 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 기존의 오류은닉 방법

시간영역에서의 오류은닉방법의 기본 개념은 현재 프레임의 손상된 블록과 이전에 복호된 프레임에서 가장 유사하다고 판단되는 블록을 선정하고 손상된 블록을 선정된 블록으로 대체함으로써 오류를 은닉하는 방법이다. 이러한 시간방향의 오류은닉 방식에 있어서 손실된 움직임 벡터의 복원 정확도가 영상 품질을 크게 좌우한다.

시간적 오류은닉의 방법 중에 가장 단순한 방법은 TR(Temporal Replacement)로서, 현재프레임의 손상된 블록을 이전 프레임의 같은 위치의 블록으로 대체하는 방법이다. 이것은 움직임이 적은 영상에서는 좋은 성능을 나타내지만 움직임이 큰 영상의 경우에는 성능이 저하되는 단점을 가진다.^[2]

AV(Average Vector)는 손실 블록과 이웃한 블록의

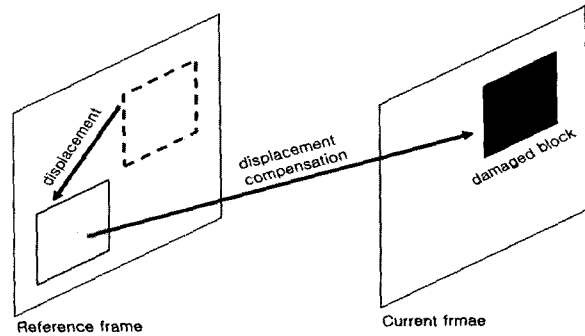


그림 1. 일반적인 시간방향 오류 은닉 방법
Fig. 1. Temporal error concealment method.

움직임벡터의 평균이나 중간값(Median)을 취하여 손실 블록을 복원하는 방법이다. 이 방법은 움직임이 비교적 작고 블록간의 움직임의 유사성이 높은 영상에 적합하지만 움직임이 큰 영상이나 물체의 경계부분에서 성능이 떨어지는 단점이 있다.^[2]

경계 정합 알고리즘(Boundary Matching Algorithm: BMA)은 후보로 정의된 다섯 종류의 움직임벡터들(Candidate Vectors)중에서 손실된 블록과 이웃한 블록의 경계화소의 오차를 최소화하는 움직임 벡터를 취하여 오류은닉을 수행하는 방식이다.^[2] 이 방법은 주변블록의 움직임벡터들의 변화가 많거나 움직임이 클 경우, 그리고 복잡한 영상의 경우, 성능 저하를 보인다.

IWBMA(Iterative Weighted boundary Matching Algorithm)은 BMA를 반복적으로 수행하여 프레임을 계속 갱신시키면서 오류 은닉하는 방법으로써, BMA를 수행할 때 블록마다 복원된 블록에는 낮은 가중치를 적용하고, 손상되지 않은 블록일 경우는 높은 가중치를 적용하여 오류은닉을 수행하는 방법이다.^[5]

MFI(Motion Field Interpolation)은 손상된 블록의 주변에 있는 사용가능한 움직임벡터를 이용하여 중심점을 보간함으로써 손상블록을 채우는 오류은닉방법이다. 이 방법은 영상의 회전과 스케일의 변화에 대하여 블록화 현상을 완화시켜주지만 계산량이 많아진다는 단점이 있다.^[3]

MVE(Motion Vector Extrapolation)은 현재프레임의 손상된 블록을 네 가지 영역으로 나누고 이 나누어진 블록에 이전프레임의 블록의 움직임 벡터를 외삽하여 가장 많이 외삽되는 블록의 벡터를 취함으로써 각 영역에 대한 움직임 벡터를 추정하는 방법이다. 이전 영상의 움직임벡터를 이용하여 추정하기 때문에 벡터 방향과 움직임의 변화가 불규칙하게 나타나는 영상에 적용하기 어렵다.^[6]

R-Half MB(Recursive Half Macroblock)은 손실 블록의 윗부분의 HM(Half Macroblock)과 아랫부분의 HM

그리고 손실블록을 경계 정합하는 방법으로서 반복적인 네 가지 패턴에 따라 각각에 대하여 가중치를 적용하여 손실된 블록의 오류를 은닉하는 방법이다. 이 경우는 HM 경계정합에 화소변화량이 작은 단조로운 경우에 오류은닉의 성능이 떨어지는 단점이 있다^[8].

III. 제안된 오류은닉 방법

본 논문에서 제안하는 시간적 오류 은닉 방법은 손실 블록 주변에 있는 영상의 에지성분을 이용하여 에지성분이 많은 부분에 가중치를 줌으로써 오류은닉을 수행하는 방법이다.

1. 기존의 경계 정합 알고리즘

Lam et al이 제안한 경계 정합 알고리즘은 손실블록과 이웃하는 화소들과 가장 유사한 화소들을 이전 프레임에서 탐색하여 손실된 블록을 복원하는 방법이다.^[2] Lam et al는 손실된 블록을 $N \times N$ 개의 화소로 정의하고, 손실된 블록의 왼쪽 상단의 화소의 위치를 (p, q) 라 한때, 손실 블록의 왼쪽, 오른쪽, 위쪽, 아래쪽 블록을 D_L, D_R, D_T, D_B 로 정의 하였으며, 그 결과 식은 다음과 같다.

$$D_L = \sum_{i=0}^{N-1} [x'(p+i, q) - x(p+i, q-1)]^2 \quad (1)$$

$$D_R = \sum_{i=0}^{N-1} [x'(p+i, q+N-1) - x(p+i, q+N)]^2 \quad (2)$$

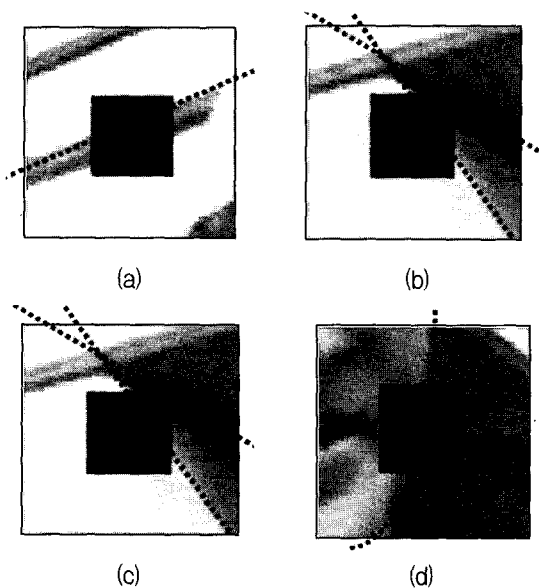


그림 2. 손실된 블록주변의 에지 특성
Fig. 2. Edge feature of the damaged block neighborhood.

$$D_T = \sum_{i=0}^{N-1} [x'(p, q+i) - x(p-1, q+i)]^2 \quad (3)$$

$$D_B = \sum_{i=0}^{N-1} [x'(p+N-1, q+i) - x(p+N, q+i)]^2 \quad (4)$$

$x'(p, q)$ 는 예측블록의 화소를 의미한다. 여기서 추정하는 움직임 벡터는 차이의 총합인 $D = D_L + D_R + D_T + D_B$ 의 값이 최소가 되는 다음의 후보 움직임벡터 중에서 선택한다.

- (1) 이전 프레임에서 손실블록과 동일한 위치의 블록의 움직임 벡터
- (2) 이웃하는 블록들의 움직임 벡터
- (3) 이웃하는 블록들의 움직임 벡터의 중간값
- (4) 이웃하는 블록들의 움직임 벡터의 평균값
- (5) 영(zero) 움직임 벡터

2. 적응적인 경계 정합 알고리즘

손상된 블록의 주변 화소는 밝기값의 변화가 많은 부분과 일정한 부분이 존재하며, 밝기값의 변화가 많은 부분이 잘 정합될 때 움직임 벡터를 보다 더 잘 복원하는 경향이 있다. 예를 들어, 그림 2에 나타난 손실 블록과 주변의 에지 성분을 보면, (a)는 왼쪽과 오른쪽, (b)는 위쪽과 왼쪽, (c)는 위쪽과 오른쪽, (d)는 위쪽과 아래쪽 부분에 명확한

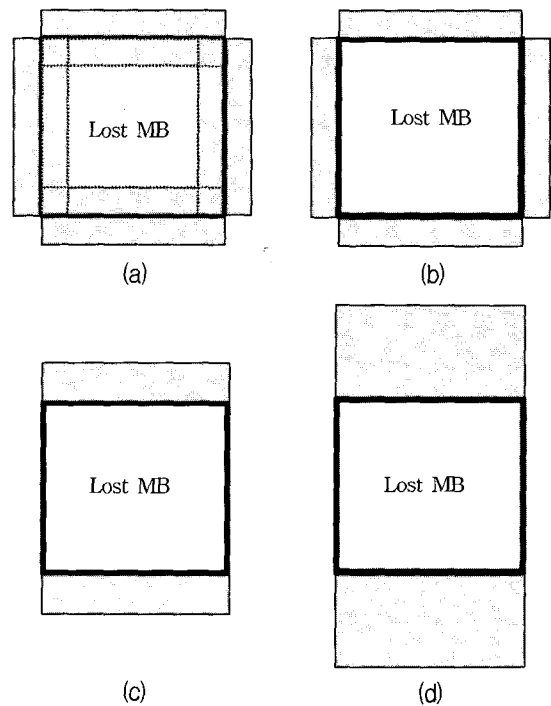


그림 3. 기존의 고정된 경계정합
Fig. 3. Fixed boundary matching of conventional concealment.

에지가 존재함을 알 수 있다.

이 경우, 손실 블록 내부는 주변 에지를 연결하는 형태의 밝기값 분포를 가질 것이다. 따라서 경계정합시 이러한 에지 성분을 충분히 이용할 수 있도록 에지가 강한 부분에 대해 탐색 마스크의 폭을 증가시킴으로써 에지가 강한 부분의 화소들이 상대적으로 많이 반영될 수 있도록 한다. 좀 더 정확한 움직임 벡터추정을 기대할 수 있다. 반면, 기존의 경계 정합 방식에서는 그림 3과 같이 상, 하, 좌, 우 방향의 경계탐색 마스크의 크기가 고정되어 있고, 에지 정보를 활용하지 않고 있다.

본 논문에서는 마스크 폭의 결정을 위한 에지성분 추출을 위해 sobel 연산자를 사용하였다. 에지 추출은 손실 블록과 바로 이웃한 3화소 폭의 영역에 대해 수행하였다. 에지 추출 영역에서 수평 에지 성분과 수직 에지 성분을 각각 구하며 수평 에지 성분을 추출한 결과에서는 손실블록의 왼쪽과 오른쪽에 대하여 각각 에지의 밝기값을 누적시켜서 총합을 얻고, 수직 에지 성분을 추출한 결과에서는 손실블록의 위쪽과 아래쪽에 대하여 각각 에지의 밝기값을 누적시켜 총합을 얻는다. 이 네 방향에 대하여 총합의 크기가 가장 큰 순서대로 정렬을 하여 A, B, C, D(A>B>C>D)로 구분한다. 그리고 이 네 값의 크기 분포를 비교하여 그림 5와 같이 4가지 모드에 대하여 경계영역을 설정하면 손실된 블록의 주변의 에지성분에 따라 가장 적합한 경계정합이 결정이 되고 그에 따른 가중치를 부여함에 따라 보다 정확한 움직임 벡터를 추정하도록 하였다.

경계정합모드를 결정하는 방법은 다음과 같다. 우선 4가지 방향에 대해 각각 2화소 폭의 마스크를 적용하도록 하였다. 즉, 총 경계정합 줄수는 8로 정하였다. 이는 BMA에서 널리 사용하고 있는 화소폭이기 때문이다. 따라서 정규화를 위한 계수 $DV=(A+B+C+D)/8$ 이라 정의하고 네 값에 대하여 DV로 나누게 되면 각각의 비율을 계산할 수 있다. 이것을 그림 5의 4가지 모드에 대해 적용하기 위하여 다음과 같이 정의 하여 최소값이 1이상 나오도록 하고 전체값이 8이 나오도록 설정한다.

$$B' = \max\{\text{round}(B/DV), 1\} \quad (1)$$

$$C' = \max\{\text{round}(C/DV), 1\} \quad (2)$$

$$D' = \max\{\text{round}(D/DV), 1\} \quad (3)$$

$$A' = 8 - B' - C' - D' \quad (4)$$

반올림의 비율에 따라 경계정합모드외의 값이 나오므로 가장 비슷한 모드로 결정하기 위하여, 식 (4)와같이 A'를

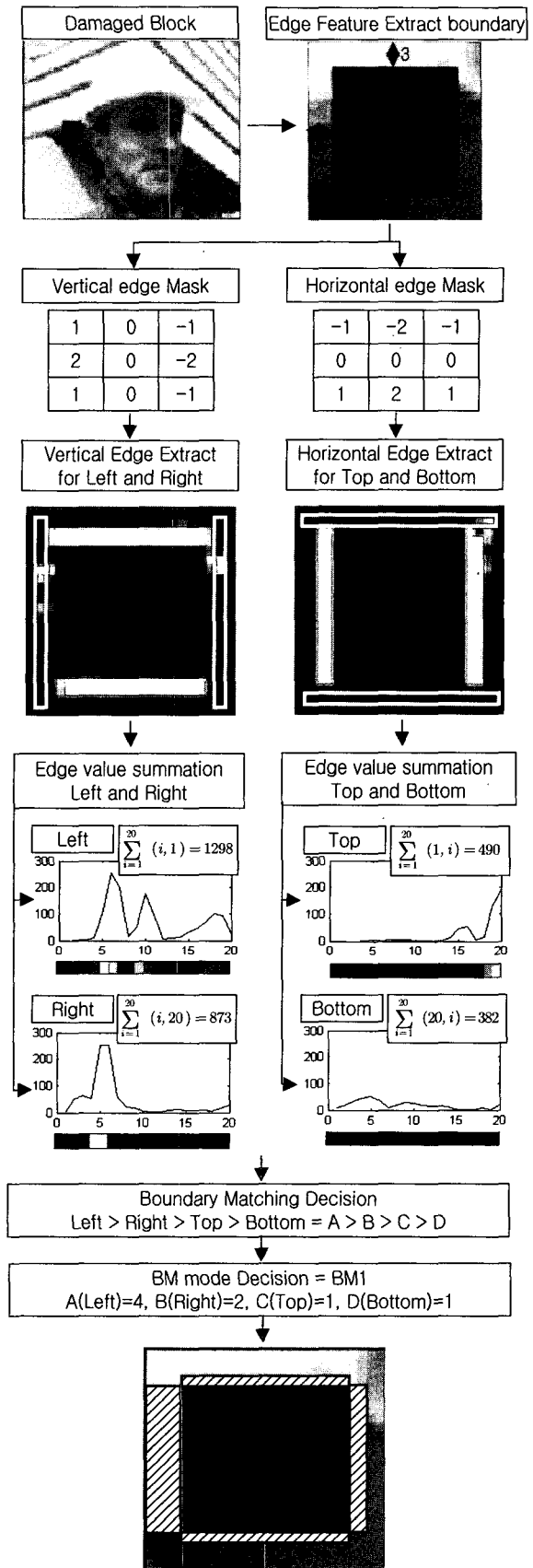


그림 4. 에지추출과 경계정합
Fig. 4. Edge extraction and boundary matching.

결정한 뒤에 A'의 값이 4이상일 경우 A'를 4로 만들고 B'를 1만큼 증가시키고 만약 A'가 B'보다 작을 경우에는 A'를 증가시키고 B'를 감소시키도록 하였다. 그리고 만약 경계부분이 손실블록이고 아직 오류는닉이 되지 않은 상태일 경우 그 방향의 경계는 0으로 한다.

그림 4는 손실블록에 대한 오류는닉의 예로서, 가로방향 에지 성분과 세로방향 에지 성분을 각각 추출한 결과를 밝기값으로 나타내었다. 그림에서 보듯이 밝은 부분일수록 에지성분이 크고 뚜렷이 나타난다. 그림에서 왼쪽과 오른쪽의 에지성분으로부터 가로에지정보를, 위쪽과 아래쪽의 에지성분으로부터 세로에지를 추출한 정보를 얻는다. 여기서 각각의 20x1 영역의 픽셀의 합을 계산하면 에지양에 대한 크기를 비교하고, 내림차순으로 정렬하여 방향에 대한 가중치를 적용한다. 여기서는 왼쪽 에지성분이 가장 큰 값을 나타내고 있으며, 오른쪽 에지성분이 두 번째 큰 값을 나타내고 있다. 위부분과 아래부분은 앞의 두 방향의 에지에 비해 적게 나타났으며, BM모드의 선택을 거쳐 BM1모드로 결정되었으며 왼쪽은 4Pixel, 오른쪽은 2Pixel, 그리고 위쪽과 아래쪽은 1Pixel의 경계정합 영역으로 결정되었다.

D_L, D_R, D_T, D_B 을 경계 정합을 위한 왼쪽(Left), 오른쪽(Right), 아래쪽(Bottom), 위쪽(Top) 마스크에 대한

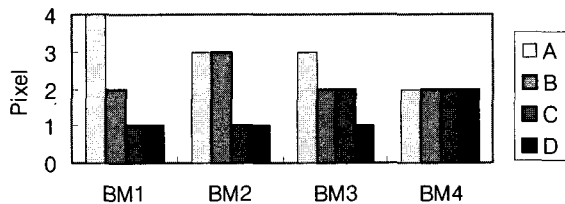


그림 5. 경계정합 모드
Fig. 5. Boundary matching mode.

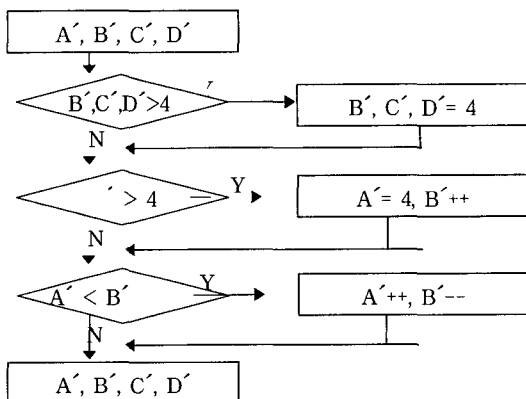


그림 6. BM 모드 선택
Fig. 6. BM mode decision.

SAD라고 하고, 그 결과 식은 다음과 같다. 여기서 n은 BM mode에 따른 Pixel의 폭을 의미한다.

$$D_L = \sum_{i=-1}^N \sum_{j=0}^{n-1} [x(p+i, q-1-j) - x(p+i, q-1-j)]^2 \quad (5)$$

$$D_R = \sum_{i=-1}^N \sum_{j=0}^{n-1} [x(p+i, q+N+j) - x(p+i, q+N+j)]^2 \quad (6)$$

$$D_T = \sum_{i=-1}^N \sum_{j=0}^{n-1} [x(p-1-j, q+i) - x(p-1-j, q+i)]^2 \quad (7)$$

$$D_B = \sum_{i=-1}^N \sum_{j=0}^{n-1} [x(p+N+j, q+i) - x(p+N+j, q+i)]^2 \quad (8)$$

3. 움직임 벡터 추정

참조 프레임에서 $D_{total} = D_a + D_b + D_l + D_r$ 이라 하고, 추정할 움직임 벡터는 프레임내의 D_{total} 값이 최소화가 되는 블록의 움직임 벡터(mv_{rec})를 구하고 움직임 보상함으로써 손실 블록의 오류는닉을 수행하게 된다.

$$mv_{rec} = \underset{mv}{arg \min} (D_{total}) \quad (9)$$

IV. 실험 및 고찰

제안된 방법의 성능 평가를 위해 QCIF(176x144) 크기의 Foreman, Carphone, Mobile, Stefan 영상을 사용하였다. 각각의 매크로블록 열을 하나의 슬라이스가 되도록 구성하였고, 이웃한 슬라이스들의 비트 오류가 발생하는 경우는 없다고 가정하였다.

성능 비교를 위한 비교 방법은 MVE(Motion Vector Extrapolation), R-Half MB(Recursive Half Macroblock), M-BMA(Modify BMA) 그리고 제안된 AE-BMA(Adaptive Edge BMA)과 H.264 JM 7.0이다. 여기서 M-BMA는 경계 정합 시 고정된 2화소 폭의 마스크를 이용한 방법이다.^[7] 또한 그림 7부터 그림 10, 표1 부터 표 4에 나타난 JM 7.0은 비트 오류가 발생하지 않았을 경우의 PSNR이다.

실험영상에서 제안된 오류는닉 알고리즘이 기존의 알고리즘과 평균적인 PSNR을 비교하여 볼 때 표1의 foreman에서는 약0.34dB, 표2 carphone에서는 약0.2dB, 표 4 stefan에서는 약 1.5dB의 개선효과가 나타났으며, 표 3 mobile에서는 0.06dB의 감소를 나타내었다.

그림 7에서 64번째 프레임을 기준으로 볼 때 기준 이후의 영상특성은 이전 보다 움직임이 큰 특징을 가지며, 이 경우에 기준이 알고리즘에 비해 제안된 알고리즘이 더 우수한 성능을 나타내고 있다.

그림 8의 carphone영상과 그림 9의 mobile영상은 큰 움직임이 없기 때문에 PSNR의 결과 값이 일정하게 나타나며, 제안된 알고리즘의 PSNR의 결과값은 기존의 결과보다 우수한 성능을 보여주고 있다.

stefan영상은 움직임이 큰 특징을 나타내며 특히 카메라 시점의 변화가 크게 나타나므로 그림 9에서 나타났듯 기존의 오류은닉이 효과적이지 못하는 영상이다. 4번째 프레임에서 13번째 프레임부분과 83번째 프레임 이후 부분은 빠른 움직임의 특성을 나타내며, 45번째 프레임에서 83번째 프레임까지는 일반적인 움직임 특성을, 24번째 프레임부터 45번째 프레임까지는 운동선수의 빠른 움직임을 나타

는 특성을 보인다. 제안된 오류은닉방법은 빠른 움직임 특성을 나타내는 구간에서 기존의 방법에 비해 보다 우수한 성능을 보여주고 있다.

또한 같은 계산량을 가진 M-BMA와 비교하였을 때, 네

표 2. 각 방법의 Carphone 평균 PSNR

Table 2. Average PSNR of Carphone sequence about each method.

방법	PSNR	방법	PSNR
JM(7.0)	32.97943	MVE	26.75795
BMA	27.9778	R-H MB	28.59204
MFI	29.70299	M-BMA	30.50847
IWBMA	28.48003	AE-BMA	30.7143

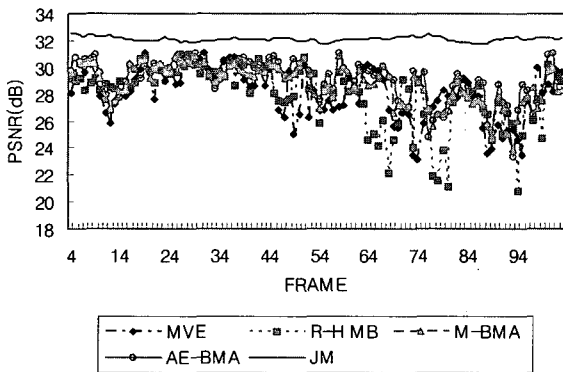


그림 7. Foreman 영상(QCIF, 4-103 frame)
Fig. 7. Foreman sequence(QCIF, 4-103 frame).

표 1. 각 방법의 Foreman 평균 PSNR
Table 1. Average PSNR of Foreman sequence about each method.

방법	PSNR	방법	PSNR
JM(7.0)	32.11639	MVE	27.42269
BMA	25.45939	R-H MB	27.95283
MFI	27.14899	M-BMA	28.75432
IWBMA	26.40918	AE-BMA	29.09.72

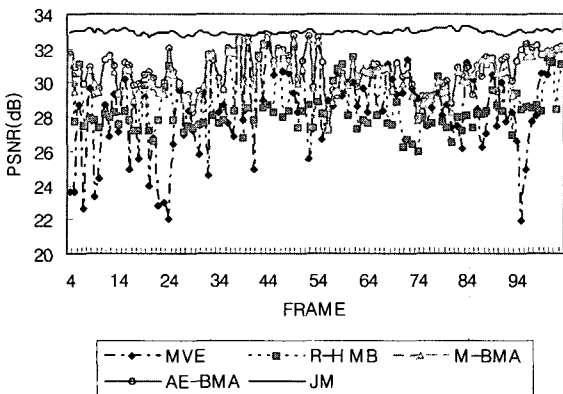


그림 8. Carphone 영상 (QCIF, 4-103 frame)
Fig. 8. Carphone sequence. (QCIF, 4-103 frame).

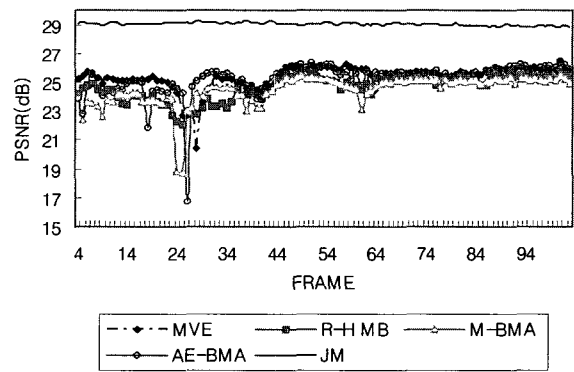


그림 9. Mobile 영상 (QCIF, 4-103 frame)
Fig. 9. Mobile sequence (QCIF, 4-103 frame).

표 3. 각 방법의 Mobile 평균 PSNR
Table 3. Average PSNR of Mobile sequence about each method.

방법	PSNR	방법	PSNR
JM(7.0)	29.04327	MVE	25.34695
BMA	24.61549	R-H MB	24.364333
MFI	25.28037	M-BMA	24.44229
IWBMA	24.8898	AE-BMA	25.28783

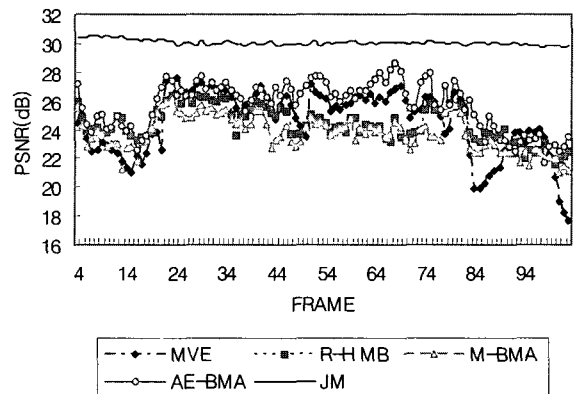


그림 10. Stefan 영상 (QCIF, 4-103 frame)
Fig. 10. Stefan sequence. (QCIF, 4-103 frame)

표 4. 각 방법의 Stefan 평균 PSNR

Table 4. Average PSNR of Stefan sequence about each method.

방법	PSNR	방법	PSNR
JM(7.0)	30.08473	MVE	24.55892
BMA	20.55252	R-H MB	24.41742
MFI	20.9878	M-BMA	23.73065
IWBMA	20.77216	AE-BMA	25.73556



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 11. QCIF 오류 영상

Fig. 11. QCIF Error sequence.

(a)Foreman, (b)Carphone, (c)Mobile, (d)Stefan

방향의 동일한 2화소 폭을 가진 M-BMA에 비해 예지 방향에 경계정합을 확장하고 예지가 작은 영역에 경계정합을 상대적으로 줄인 AE-BMA가 더 좋은 성능을 나타내었다.

V. 결 론

본 논문에서는 예지 정보를 이용한 시간 방향 오류은닉 방법을 제안하였다. 손실 블록 주변의 예지 성분을 추출하고, 예지의 강도에 따라 경계 정합을 위한 마스크의 폭을 조절함으로써 보다 정확한 움직임 벡터를 복원하였다. 예지의 강도에 비례하도록 마스크의 폭을 정함으로써 예지 성분이 경계 정합시 잘 반영되도록 하였다. 실험결과는 제안된 방법은 기존의 오류은닉 기법에 비해 우수한 화질을 제공함을 입증하고 있다.

한편, 제안된 방법은 예지 정보의 추출과 예지 정보에 의해 결정된 마스크를 모든 탐색점에 대해 적용함으로써 계산량이 많아진다는 단점을 가지고 있다. 따라서 제안된 방법의 계산량 감축에 대한 연구가 더 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] M.E.Al-Mualla, C.N.Cangarajah and D.R.Bull, "Motion field interpolation for temporal error concealment", IEE Proceedings-Vision Image and Signal Processing, vol.147, Issue 5, pp. 445-453, Oct 2000.
- [2] W.M.Lam,A.R. Reibman, and B. Liu, "Recovery of lost or erroneously received motion vectors", in proc. of ICASSP'93, vol.5, pp.417-420, April. 1993.
- [3] M.AI-Mualla, N.C. Canagarajah, and D.R.Bull, "Temporal error concealment using motion field interpolation", IEE Electronics Letters, vol.35, no.3, pp.215-217, Feb. 1999.
- [4] Jian Feng, Kwok-Tung Lo and Hanssna Mehrpour, "Error concealment for MPEG video transmissions", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.43, no.2, pp.183-187, 1997.
- [5] Yong H.Jung, Yong-goo Kim, and Yoonsik Choe, "Robust Error Concealment algorithm using iterative weighted boundary matching criterion", International Conference on Image Processing, vol.3, pp.384-387, Sept. 2000.
- [6] Qiang Peng, Tianwu Yang, Changqian Zhu, "Block-Based Temporal Error Concealment for Video Packet Using Motion Vector Extrapolation", IEEE 2002 International Conference on Communications, Circuits and Systems and West Sino Expositions, vol.1, July. 2002.
- [7] Young O Park, Chang-Su Kim, Sang-Uk Lee, "Multi-hypothesis error concealment algorithm for H.26L video", Image Processing, 2003. Proceedings. 2003 International Conference on , vol.3, Sept. 2003.
- [8] Mei-Juan Chen, Che-Shing Chen, Ming-Chieh Chi, "Recursive Block-Matching Principle for Error Concealment Algorithm", Circuits and Systems, 2003. ISCAS '03. Proceedings of the 2003 International Symposium on,vol.2, May.2003.

저 자 소 개



김 용 우(정회원)
 2003년 인천대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 2005년 중앙대학교
 첨단영상대학원
 영상공학과 석사졸업.

<주관심분야 : 영상처리, 영상통신, 신호처리>



임 찬(학생회원)
 2000년 아주대학교 전자공학과
 학사졸업.
 2000년 LG전자 연구원
 2005년 현재 중앙대학교
 첨단영상대학원
 영상공학과 석사과정.

<주관심분야 : 영상통신, 부호화, 영상처리>



강 현 수(정회원)-교신저자
 1999년 한국과학기술원 전기 및
 전자공학과 박사졸업.
 1995년 하이닉스반도체(주)
 선임연구원
 2001년 한국전자통신연구원
 선임연구원

2002년 중앙대학교 첨단영상대학원
영상공학과 조교수

2005년 3월~현재 충북대학교 전기전자컴퓨터
공학부 조교수

<주관심분야 : 영상처리, 부호화, 콘텐츠보호기술,
사운드>