

# 정보숨김과 주변 움직임 벡터의 적응적 선택에 의한 에러은닉 알고리즘의 설계 및 구현

이 현 우<sup>†</sup> · 성 동 수<sup>\*\*</sup> · 이 건 배<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는, 복합 에러은닉 알고리즘을 이용하는 비디오 코더를 제안한다. 알고리즘은 먼저 정보숨김을 적용하여 손실된 블록의 움직임 벡터를 복원한다. 만일 은닉정보가 손실된 경우 손실된 블록의 움직임 벡터는 주위 정상 블록들의 움직임 벡터들의 적응적 선택을 이용하여, 손실된 블록의 새로운 움직임 벡터로 할당하고, OBMC (Overlapped Block Motion Compensation)를 통해 최종적으로 손실영역을 은닉하게 된다. 이 방법은 연속된 GOB의 손실에 있어서 좀 더 효과적임을 알 수 있었다. 실험 결과 제안한 방법의 결과가 정보숨김만을 이용하거나, 주변 움직임 벡터만을 이용하는 기존의 방법에 비하여 향상된 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

키워드 : 정보숨김, H.263 비디오 코딩, 에러은닉

## Design and Implementation of Error Concealment Algorithm using Data Hiding and Adaptive Selection of Adjacent Motion Vectors

Hyun-Woo Lee<sup>†</sup> · Dong-Su Seong<sup>\*\*</sup> · Keon-Bae Lee<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose an error resilience video coder which uses a hybrid error concealment algorithm. Firstly, the algorithm uses the error concealment with data hiding. If the hiding information is lost, the motion vector of lost macroblock is computed with adaptive selection of adjacent motion vectors and OBMC (Overlapped Block Motion Compensation) is applied with this motion vector. We know our algorithm is more effective in case of continuous GOB. The results show more significant improvement than many temporal concealment methods such as MVRI (Motion Vector Rational Interpolation) or existing error concealment using data hiding.

Key Words : Data Hiding, Video Coding, Error Concealment

### 1. 서 론

실시간 전송 중 발생하는 오류는 대역폭 및 채널잡음에 기인하며, 비트 오류와 손실오류의 형태로 나타난다. 비트 오류는 비트 단위의 삭제, 추가, 반전 등 물리적 채널의 잡음에 의해 발생하며, 고정장 부호화에서는 하나의 코드워드에 국한되어, 일반적으로 받아들일 만한 미미한 손상에 그치지만, H.263, MPEG-4와 같이 가변장부호화를 이용하는 경우, 다음 RM (Resync Marker)가 나타날 때까지의 모든 정보는 손실된다[1,2]. 반면 손실에러는 패킷의 손실에 기인하며, 비트 에러에 비해 상대적으로 많은 영역에 영향을 미친다. 그러나 앞서 설명한 것과 같이 비트 오류 역시 손실

에러와 비슷한 손실영역을 야기 시키며, 2가지 오류를 통틀어 일반적으로 전송오류라 한다[3].

이러한 전송오류의 대응방법으로 ECC (Error Correction Code), ARQ (Automatic Repeat Request), FEC (Forward Error Correction) 등을 이용한 비손실 복원법과 오류은닉과 같은 손실 복원법이 제안되어 오고 있다. 이중 오류은닉 방법은 비손실 복원법에 비해 재전송 등에 필요한 지연 없이, 인간의 눈에 받아들여질 수 있을 만큼의 영상을 보장해 주는 장점을 가지고 있다. 이러한 오류은닉 방법에는 MCTP (Motion Compensated Temporal Prediction), 주파수 및 시 영역 보간법, 움직임벡터 복원법 등이 있다. 움직임 벡터 복원법은 부호화기 기반의 오류은닉 방법으로, 부호화기와 별도의 통신이 필요치 아니하며, 별도의 오버헤드가 사용되지 않는 장점이 있다[4].

본 논문에서는 정보숨김(data hiding)과 주변 움직임 벡터의 적응적 선택에 의한 효율적인 에러은닉 알고리즘을 제안

<sup>†</sup> 준 회 원 : 제노다임테크 연구소장  
<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 경기대학교 전자공학부 전자공학전공 교수  
<sup>\*\*\*</sup> 정 회 원 : 경기대학교 전자공학부 전자공학전공 교수  
논문접수 : 2006년 7월 28일, 심사완료 : 2006년 11월 13일

한다. 일차적으로 정보숨김을 통한 벡터 정보를 이용하여 손실된 움직임 벡터 정보를 이용하고, 이러한 정보가 유효하지 않을 때는 손실된 블록 주위의 정상적인 블록의 움직임 벡터들의 방향과 크기를 이용하여 손실된 블록의 새로운 움직임 벡터를 할당하며, 기존 복원된 벡터를 재활용하여 정확한 움직임 벡터 정보를 알아낸 후, 이를 OBMC (Overlapped Block Motion Compensation)를 통해 최종적으로 손실 영역을 보상하는 시간적 에러은닉 기술을 제안하였다. 기존의 시간적 에러은닉 방법 중 가장 간단한 방법인 ZM (Zero Motion) 에러은닉 방법[5]과 MVRI (Motion Vector Rational Interpolation) 에러은닉 방법, 그리고 최근 많이 쓰이고 있는 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법[6]과 결과를 비교하여 제안된 방법이 객관적 성능평가에서 우수함을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 기존의 시간적 에러은닉 방법 중에서 가장 기본적인 ZM 에러은닉 방법과 객관적 성능평가 면에서도 우수한 결과를 나타내는 MVRI 에러은닉 방법, OBMC를 통한 에러은닉 방법과 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법에 대해 설명하고, 제 3절에서는 시간적 오류내성 방법인 움직임 벡터를 기존의 GOB (Group of Block) 단위로 정보숨김 시 발생할 수 있는 정보분실을 막기 위해 슬라이스 단위로 정보를 숨기는 알고리즘을 제안하고, 데이터 숨김에 의해 유효한 정보를 얻지 못할 경우 취할 수 있는 에러은닉 방법을 제안하고, 여러 개의 매크로 블록 혹은 연속된 GOB 층의 손실이 일어난 디코딩 영상에 대해 적용한 결과를 제시한다. 제 4절에서는 기존의 시간적 에러은닉 방법을 적용한 결과와 제안한 방법을 적용한 결과를 비교, 분석한다.

## 2. 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법

### 2.1 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법

정보숨김은 일반적으로 사용 권한 확인과 데이터 변조를 감지하는 목적으로 사용되고 있으며[7], 워터마킹 등과 같이 원천 데이터에 다른 목적으로 사용하는 정보를 숨겨서 전달하는 방법이다[8]. 데이터 숨김은 대상비디오의 품질을 사람이 인지할 정도로 낮추면서 별도의 정보를 같이 전달한다. 별도 정보는 패킷의 이용자 데이터 필드나 헤더 필드와 같은 곳에 별도로 부가해서 전송한다. 이 방법은 소스 코딩이나 채널코딩에서 잉여 데이터를 사용하는 것과 유사하다. 그러나 정보숨김의 이점은 영상압축 알고리즘의 표준 형태를 유지하면서 효과적으로 정보를 전달한다는 점이다[9].

또한 정보숨김은 전체 비트율을 유지하면서도 사용자 필드에 별도 정보를 덧붙여 비디오를 더 낮은 비율로 변형 코딩한다. 변형 코딩시 비트율과 시각적 품질간의 상충 관계를 조율하는 데는 복잡한 비율 제어가 필요하기 때문에 이 분야에 많은 알고리즘이 제안되고 있다. 데이터 숨김은 적용 방법에 따라 공간적 영역 방법과 주파수 영역 방법이 있다. 이중 주파수 영역 방법은 DCT 상관 계수의 일부 또는

36	-73	8	7	3	1	1	0
24	5	-10	-2	1	0	0	0
5	2	-1	0	-1	0	0	0
2	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(a) 정보숨김전 계수

1	0						
1							

(b) 정보숨김하기 위한 데이터

37	-72	8	7	3	1	1	0
23	5	-10	-2	1	0	0	0
5	2	-1	0	-1	0	0	0
2	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(c) 정보숨김한 후의 계수

(그림 1) H.263에서의 정보숨김의 예

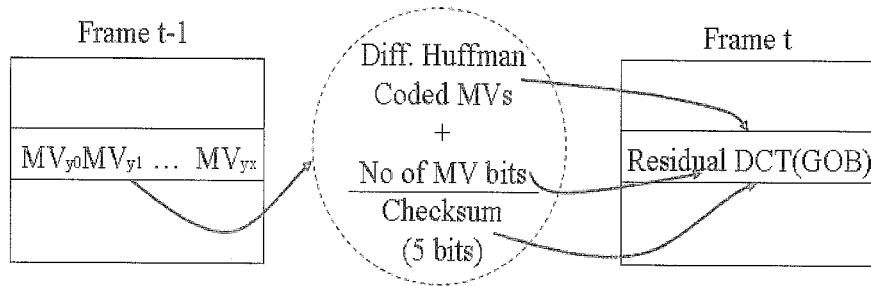
전체를 바꾸는 방법으로 이미지를 변형하여 에너지가 전체적으로 확산하게 하는 방법이다[10]. 다음에 설명할 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법은 주파수 영역 방법을 사용하는 방법으로 손실된 블록의 움직임 벡터를 추정하는데 효과적인 알고리즘이다.

(그림 1)은 주파수 영역의 계수에 인증정보를 숨기는 과정을 보여주고 있다. 계수의 변경영역은 영상의 화질에 민감하지 않은 DC 값을 포함한 저주파영역을 사용한다. 그림과 같이 임베딩 하고자 하는 데이터가 '00'이라하면 양자화된 계수의 값을 지그재그 스캔(zigzag scan) 순서에 의하여 인위적으로 짝수를 만들어 '0'을 임베딩하며, 다음 순서의 계수 역시 짝수로 만들어 준다.

만약 임베딩할 데이터가 '1'일 경우 홀수로 바꾸어준다. 결과적으로 임베딩 데이터는 (그림 1) (c)와 같이 양자화 계수에 임베딩된다. 복호화 시 반대 과정을 거쳐 숨겨진 정보를 추출해낼 수 있다. 본 논문에서는 움직임 벡터를 임베딩하여 에러은닉에 사용하는 에러은닉 방법을 제안한다.

### 2.2 기존의 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법

움직임 벡터는 시간적 영역에서의 오류은닉을 위해 필수적인 요소이다. 따라서 많은 오류은닉 알고리즘이 손실된 영역의 움직임 벡터를 복원하고자 하는데 있다. 그러나 손실된 영역이 서로 인접하여 발생할 경우 움직임 벡터를 복원하는 것은 매우 어려운 일이다. 정보숨김을 이용할 경우 비트율의 증가 없이 손실된 영역의 움직임 벡터를 데이터 숨김을 이용하여 인코더에서 디코더로 전송하여 손실이 발생했을 경우 정확한 벡터를 전달 받아, 에러은닉에 사용할 수 있다. Yilmaz가 제안한 에러은닉 방법은 GOB 단위의 모든 벡터를 일렬로 나열하여 비트수와 체크섬(Check Sum)을 후속되는 프레임의 같은 위치의 GOB에 삽입한다. 이때 삽입하는 움직임 벡터는 H.263의 허프만 부호에 정의된 코드



(그림 2) H.263에서의 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법

를 데이터 숨김에 이용한다. 즉, (그림 2)와 같이 각 P 프레임의 GOB내의 움직임 벡터집합을 허프만 부호 테이블을 이용하여 해당 비트를 열 단위로 만든 후, 각 열들의 길이와 해당 정보의 유효여부를 알 수 있는 체크섬, 그리고 해당 비트열을 후속되는 프레임의 같은 GOB에 데이터 숨김을 이용하여 삽입한다. 생성된 비트열은 양자화된 DCT 계수에 삽입한다. 화질의 변형을 최소화하기 위하여 DC와 저주파 AC 상관 계수는 바꾸지 아니하며, 가장 일반적으로 많이 쓰이고 있는 홀짝 계수 변경법을 사용한다. 부호화된 영상 스트림은 GOB단위로 전송할 때 가장 좋은 효과를 얻을 수 있다[11].

그러나, GOB 단위로 움직임 벡터를 삽입하는 방법은 손실된 움직임 벡터가 프레임에서 1개 GOB에만 한정되기 때문에 실제 인터넷망에서 쓰이는 전송방식인 슬라이스단위로 전송하는 인터넷망에서는 적절하지 않다.

### 2.3 기존 에러은닉 방법의 문제점

본 논문은 앞서 살펴본 Yilmaz 방법[11]과 더불어 MVRI 에러은닉 방법, OBMC를 통한 에러은닉 방법을 제안된 알고리즘과 비교하였다. 제안된 방법은 기존 정보숨김의 단점을 보완하여, 은닉된 정보가 유효하지 않을 경우 손실 영역의 주변 벡터를 최대한 이용하여, 복원해낸 손실 영역의 움직임 벡터를 인접한 다른 손실 영역의 주변 벡터로 재활용하여 정보숨김에 의한 움직임 정보가 유효하지 않더라도 프레임 내 움직임 벡터를 이용하여 복원토록 한다.

MVRI 에러은닉 방법과 OBMC를 통한 에러은닉 방법은 손실된 매크로 블록 주변의 매크로 블록이 손실되지 않음을 가본 가정으로 하고 있다. 이는 유무선망에서의 실제적인 영상전송은 한 행의 매크로 블록으로 이루어진 매크로블록 및 GOB 단위가 아닌, 비트율에 따른 슬라이스 단위의 전송이 이루어지며, 연속된 매크로 블록의 손실에서 취약한 구조임을 실험을 통해 알 수 있다.

또한 Yilmaz 방법은 손실된 매크로 블록에 대한 에러은닉 시 움직임 정보가 유효하다는 가정을 한다. 그러나 QCIF와 같은 형식의 실시간 영상회의 시스템에서는 동일 영역이 연속된 프레임 간에 손실이 일어나는 경우가 발생하며 이러한 경우 ZM 방식과 같은 방법을 사용할 수밖에 없다. 또한, Yilmaz 방법은 GOB 전송단위를 가정하고 있으므로 실제 영상스트림의 전송에 알맞지 않다. 이에 본 제안에서는 일

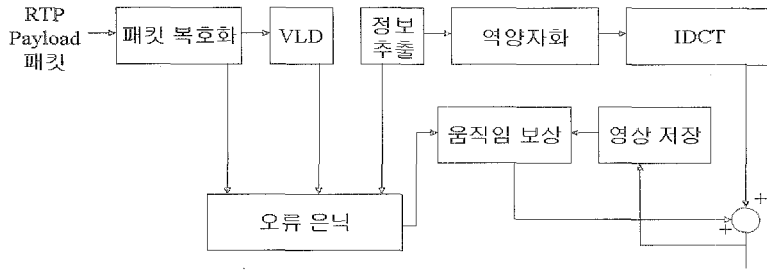
차적으로 손실된 영역의 움직임 벡터를 정보숨김에 의한 정보를 이용하여 은닉하며, 연속된 프레임간의 동일영역이 손실 시 주변 움직임 벡터의 적응적 선택을 이용한 슬라이스 독립적인 에러은닉 알고리즘을 이용한다[12].

## 3. 정보숨김과 주변 움직임 벡터의 적응적 선택에 의한 에러은닉 알고리즘의 제안

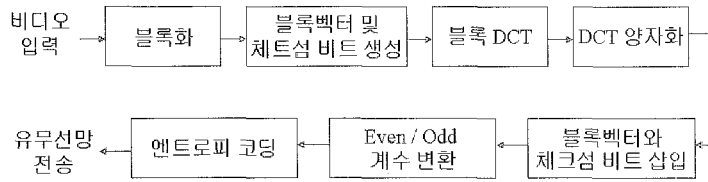
### 3.1 제안 구조

본 논문에서 제안한 오류은닉 방법을 이용한 디코더의 구조는 (그림 3)과 같이 구성되어 있으며, 정확한 오류영역을 알아내기 위해 RTP 페이로드와 슬라이스 구조(sliced structure) 모드를 사용한다. RTP 헤더에는 시퀀스 넘버와 타임스탬프 정보가 들어 있어, 전송 패킷의 순서와 다음 프레임간의 경계를 명확히 할 수 있으며, 슬라이스 구조 모드의 헤더에는 매크로 블록의 주소가 들어 있어 손실된 패킷 내의 매크로 블록 위치를 파악할 수 있다. 이를 이용해 정확한 손실 위치를 알아내어 제안된 오류은닉 방법을 적용하며, 영상스트림을 단순한 GOB 단위가 아닌 일정한 비트율로 패킷화하도록 한다. 제안된 구조는 향상된 오류은닉을 위해 3가지 요소를 참조한다. 첫 번째 패킷복호화에 의해서 프레임의 손실 영역의 정확한 위치 파악과 두 번째 정보숨김에 의해 전달받은 전 프레임의 움직임 벡터, 그리고 마지막으로 다음 절에 설명할 주변 벡터의 참조에 의한 움직임 벡터 복원을 하도록 한다. 패킷 복호화기에서는 현재 손실된 패킷의 정확한 위치를 알 수 있도록 하여, 정보숨김에 의해 전달받은 전 프레임의 유효한 움직임 벡터를 추출해낼 수 있도록 하며, 손실 블록의 영역을 알아낸다. 이후 후속되는 프레임에서 해당 손실 블록의 움직임 벡터를 정보숨김에 의해 복원하여 에러를 은닉한다. 그러나 후속되는 프레임의 같은 위치의 매크로블록이 손실될 경우 정보숨김에 의한 에러은닉을 수행할 수 없으며, 이때 VLD에 의한 주변 벡터의 적응적 선택을 통해 손실된 움직임 벡터를 복원하도록 한다.

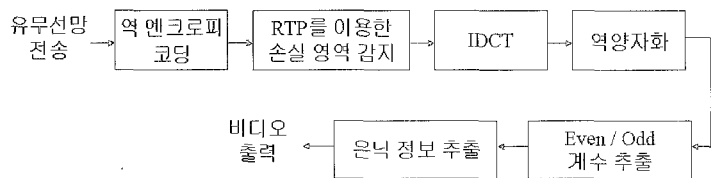
(그림 4)는 H.263+ 비디오의 오류은닉을 수행하는 블록 벡터의 데이터 숨김 및 처리 과정이다. 인코더에서 H.263+ 비디오는 블록으로 분리되어 블록의 벡터가 추출된다. DCT와 양자화가 이루어진 다음 연속 프레임에 오류 내성을 위



(그림 3) 제안된 오류은닉 방법을 이용한 H.263+ 디코더

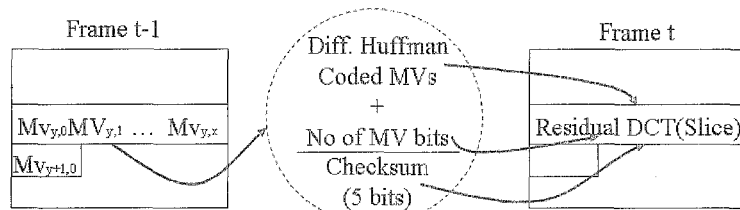


(a) 인코더



(b) 디코더

(그림 4) 인코더와 디코더의 정보숨김 처리 과정



(그림 5) H.263에서의 정보숨김을 사용한 제안 방법

1 (15)	2 (16)	3 (17)	4 (18)	5 (19)	6 (20)	7 (21)	8 (22)	9 (23)	10 (24)	11 (25)
12 (26)	13 (27)	14 (28)								

(그림 6) H.263에서의 슬라이스 내 계수변형 순서

한 체크섬 비트가 삽입된다. 엔트로피 코딩 후 새롭게 생성된 H.263+ 스트림이 패킷으로 만들어져 전송된다. 디코더에서 내용 은닉된 정보를 추출하는 과정은 반대의 과정을 거치면 된다.

디코더에서 수신한 비트 스트림은 먼저 역 엔트로피 코딩된다. 만약 전송 패킷이 손실되었을 경우, 해당 패킷에 해당하는 슬라이스는 정확하게 수신된 다음 프레임의 해당 슬라이스를 확인하여 복원한다.

(그림 5)는 제안된 알고리즘의 데이터 숨김 및 처리 과정이다. 즉, 현재 프레임의 슬라이스 인코딩 시 전 프레임에서

같은 위치에 포함되어 있는 매크로블록의 움직임 벡터가 정보숨김 된다.

정보숨김은 (그림 6)과 같이 하나의 슬라이스 내에 정보숨김에 의한 화질변형을 분산시키기 위해 고주파 DCT 계수를 변형시키되 매크로 블록별로 한 번에 최대 6개 이상의 계수를 변형시키지 아니하며, 매크로 블록 내 각 블록별로 최상위 고주파 상관계수부터 변형하여 다음 매크로블록을 변형시킨다. 슬라이스 내 모든 최상위 고주파 상관계수가 변형이 되었으면 다시 첫 번째 매크로블록의 두 번째 고주파 상관계수의 변형을 다시 반복하도록 한다.

3.2 정보숨김을 통한 정보가 유효하지 않을 경우 제안된

에러은닉 알고리즘에서 사용되는 주변 움직임 벡터

영상회의 시스템에서는 미디어 채널로 UDP를 사용함으로써 여러 개의 연속된 GOB 층이 한번에 유실되는 경우가 많다[5]. 이러한 경우 앞서 살펴보았듯이 기존의 알고리즘으로는 적용하기에 부족한 점이 많다. 본 논문에서 제안한 에러은닉 알고리즘은 1차적으로 기존 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법을 이용하여 손실 블록의 정확한 움직임 정보를 알아내며, 은닉된 정보가 유효하지 않을 경우 주변 블록들의 중간 값을 손실 블록의 움직임 벡터로 추측한 후, 중첩된 블록 움직임 보상을 이용하여 에러를 은닉한다.

정보숨김을 이용한 에러은닉 방법을 이용할 경우, 손실부의 움직임 벡터 정보가 유효하지 않을 때, 다음 3가지 경우로 나누어 손실 영역의 움직임 벡터를 추정해 낸다[12].

(경우 1) 손실 블록의 위치가 정상블록 아래쪽에 위치한 경우, (그림 7)의 a의 경우에 해당하며, A, B, C를 참조하여 a의 움직임 벡터를 구해낸다. 단, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k의 경우와 같이 left 위치의 참조할 블록이 역시 손실 블록일 경우, 앞서 구해낸 손실 블록의 움직임 벡터를 참조하도록 한다.

(경우 2) 손실 블록의 위치가 정상블록 위쪽에 위치한 경우, (그림 7)의 n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x는 right, bottom, bottom left 위치의 블록을 참조하여 정상블록의 움직임 정보를 최대한 이용한다. 즉, 손실 블록 x의 경우, 정상블록인 E, F, G의 움직임 벡터를 이용하여 손실 위치 x의 움직임 벡터를 추측해냄으로써, 좀 더 정확한 손실 위치를 추측하도록 한다.

(경우 3) 정상블록과 접하지 아니한 경우 (그림 7)의 l, m은 이미 해결된 손실 블록 top, top right, left에 위치한 블록의 움직임 벡터를 참조한다. 예를 들어 l의 경우 a, b, k의 움직임 벡터를 이용하여 손실 위치 l의 움직임 벡터를 추측한다.

위와 같이 정상블록과 접한 손실 블록의 움직임 벡터를 먼저 추측하고 정상 블록과 접하지 않는 블록의 손실 위치는 주변에 있는 손실 블록들의 움직임 벡터가 해결된 후 추

측한다. 이러한 과정을 거쳐 손실 부분의 벡터를 구해낸 후, H.263에 정의된 중첩된 블록 움직임 보상을 적용하여, 손실 블록에 중첩된 블록 움직임 보상을 한다.

4. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 주변 움직임 벡터의 적응적 선택을 이용한 에러은닉 방법을 평가하기 위하여 3가지 CCIR 601 형식의 시퀀스인 Foreman(382 프레임), Carphone(320 프레임), News(200 프레임)를 사용하였다. 각각의 시퀀스는 4:2:0 색차 샘플링 되었으며, 176×144 형식의 영상이다. 각 시퀀스는 H.263로 인코딩, 디코딩하였으며, Foreman과 Carphone은 25fps로써 1.2Mbps로, News는 0.8Mbps로 인코딩하였다. 또한, 전송 패킷은 네트워크의 일반적인 MTU (Maximum Transfer Unit)에 기인한 1.5KByte 단위로 패킷화되어, 각 패킷에는 발생한 비트율에 따라 다양한 개수의 매크로 블록 또는 GOB가 실린다.

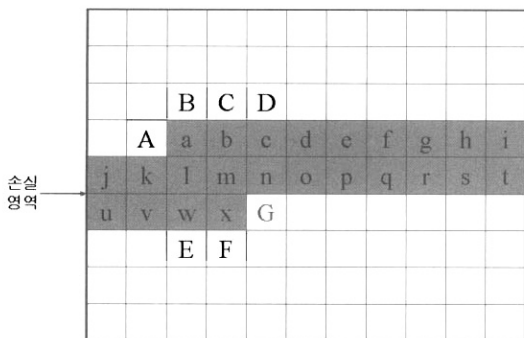
패킷 손실율(PLR, Packet Loss Rate)은 MTU에 기인한 100 프레임까지 인코딩 및 디코딩하여, 패킷 손실율에 따른 평균 PSNR을 구함으로써 각 에러은닉 방법을 평가 비교하였다. 본 논문에서 제안한 주변 움직임 벡터의 적응적 선택 패킷을 5 ~ 20%까지 랜덤하게 버스트 에러를 발생시켜 실험하였으며, 첫 프레임을 무손실 인트라 코딩을 한 후, 이후 프레임부터 미리 정의한 패킷 손실율에 따라 각 시퀀스당을 이용한 에러은닉 방법을 평가하기 위하여, 오류가 발생하지 않는 무오류상태 및 MVRI 에러은닉 방법, ZM 에러은닉 방법, 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법 등의 기존 오류은닉 방법과 비교하였다.

<표 1>은 위에 제시한 3가지 테스트 시퀀스에 대해 실험한 결과를 나타내며, Proposed Method는 본 논문에서 제안한 방법이다. <표 1>의 결과는 패킷 손실율에 따라 나타낸 결과이며, 본 논문에서 제안한 알고리즘을 사용할 경우 Foreman과 같은 움직임이 큰 시퀀스에서 MVRI 에러은닉 방식에 비해 최대 3dB 정도 평균 PSNR이 향상되었음을 알 수 있다. 또한, 나머지 입력 영상에서도 본 논문에서 제안한 방법의 평균 PSNR 결과가 더 우수함을 알 수 있다.

(그림 8)은 여러 가지 테스트 시퀀스에 대해서 기존 방법들과 본 논문에서 제안 방법과의 프레임별 평균 PSNR을 비교한 결과이다.

본 논문에서 제안된 오류은닉 방법과 기존 MVRI 에러은닉 방법, 기존의 데이터 숨김을 이용한 에러은닉 방법이 수행된 각 영상의 시각적인 평가는 (그림 9)에서 확인할 수 있다. (그림 9)는 위쪽부터 Foreman, Carphone, News 순이며, 패킷 손실율 10%로, 첫 프레임으로부터 20번 프레임에서의 각 에러은닉 방법이 적용된 결과를 나타낸 것이다.

각 영상에 대해서, (그림 9)-(a)는 손실율이 0%인 무오류 영상이고, (그림 9)-(b)는 ZM 에러은닉 방법이며, (그림 9)-(c)는 MVRI 에러은닉 방법을 수행한 결과이다. (그림 9)-(d)는 기존 정보숨김을 이용한 에러은닉 방법을 이용한



(그림 7) 에러은닉 방법에 사용되는 블록들

결과이며, 마지막으로 (그림 9)-(e)가 본 논문에서 제안한 방법이다. 시각적인 평가에서도 본 논문에서 제안한 방법이 기존 영상에 비해 우수함을 알 수 있었다.

본 연구에서 제안한 H.263에서의 정보숨김을 이용한 적응적 움직임 벡터선택 에러온닉 알고리즘은 전송 채널에서 블록 손실이 일어난 디코딩 영상에 대해 정보숨김을 이용한 에러온닉 방법을 보완하여, 디코더에서의 후처리에 의해 손실된 블록 주위의 정상 블록의 움직임 벡터 중 적응적 선택을 통하여 손실 블록의 움직임 벡터를 추측한 후, 최종적으로 중첩된 블록 움직임 보상을 통해 손실 영역을 복원해 주는 에러온닉 방법에 대해 연구하였으며, 연속된 GOB 층이 유실된 경우에 있어서 MVRI 에러온닉 방법과 기존 정보숨

김을 이용한 에러온닉 방법에 비해 효과적이다.

실험 결과 본 논문에서 제안된 정보숨김을 통한 주변 움직임 벡터의 적응적 선택을 이용한 효율적인 에러온닉 알고리즘이 기존의 방법에 비해 평균 PSNR 및 시각적인 화질 면에서 우수한 성능을 보임을 알 수 있었으며, 인터넷망을

〈표 1〉 여러 가지 테스트 시퀀스에 대한 복원된 영상의 평균 PSNR (단위 : PSNR(dB))

(a) Foreman(QCIF)

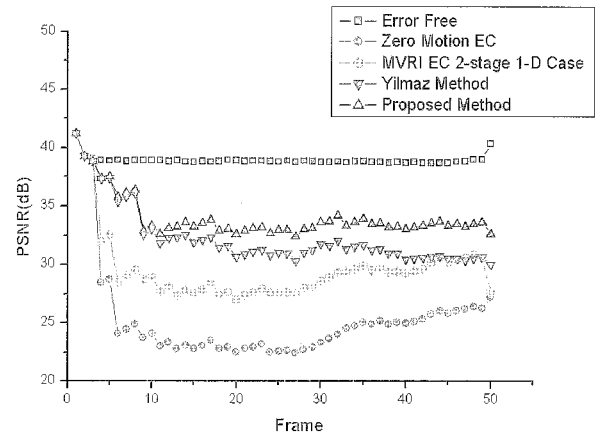
Method	PSNR		
	0% PLR	5% PLR	10% PLR
Zero motion EC	25.88	24.18	19.89
MVRI EC 2-stage 1-D Case	30.27	28.65	23.82
MVRI EC 2-D Case	30.18	28.67	23.95
MVRI EC 2-stage combined 1-D & 2-D Case	30.00	28.11	23.48
MVRI EC 2-D Case of All Directions	29.27	27.41	23.42
Data Hiding (Yilmaz Method)	34.03	30.89	24.21
Proposed Method	35.38	33.44	24.53

(b) Carphone(QCIF)

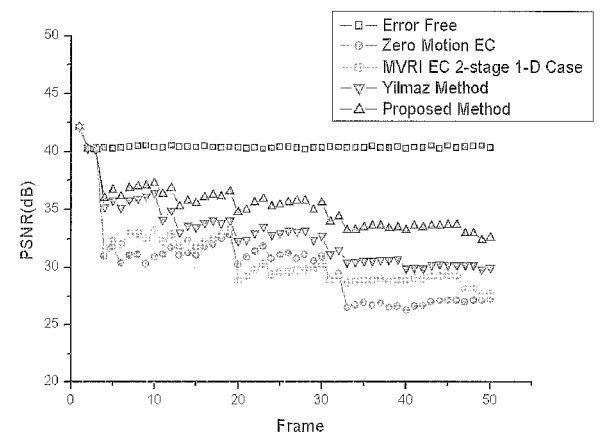
Method	PSNR		
	0% PLR	5% PLR	10% PLR
Zero motion EC	29.61	27.32	23.24
MVRI EC 2-stage 1-D Case	32.97	29.06	26.46
MVRI EC 2-D Case	33.44	29.91	26.94
MVRI EC 2-stage combined 1-D & 2-D Case	33.23	29.67	26.62
MVRI EC 2-D Case of All Directions	33.40	27.53	26.59
Data Hiding (Yilmaz Method)	33.60	30.88	27.84
Proposed Method	34.49	33.79	31.20

(c) News(QCIF)

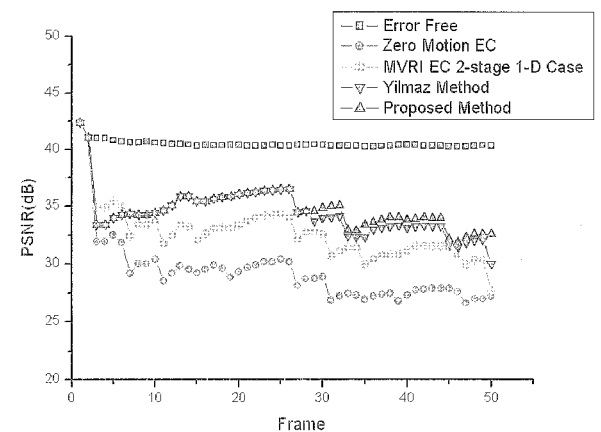
Method	PSNR		
	0% PLR	5% PLR	10% PLR
Zero motion EC	32.15	30.49	26.86
MVRI EC 2-stage 1-D Case	35.70	34.12	29.99
MVRI EC 2-D Case	36.32	34.69	30.93
MVRI EC 2-stage combined 1-D & 2-D Case	36.19	34.70	30.92
MVRI EC 2-D Case of All Directions	36.06	34.42	29.69
Data Hiding (Yilmaz Method)	36.40	34.70	31.81
Proposed Method	36.44	36.00	33.00



(a) Foreman(PER 10%)

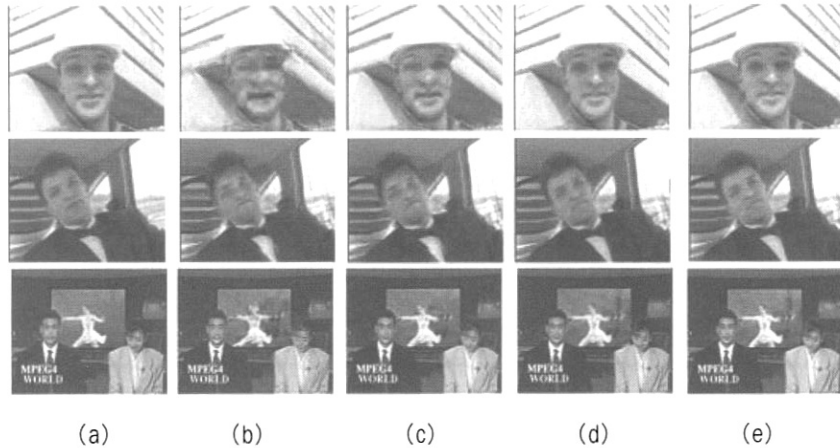


(b) Carphone(PER 10%)



(c) News(PER 20%)

(그림 8) 기존 방법들과 제안 방법과의 프레임별 평균 PSNR 비교



(그림 9) 입력 영상에 따른 오류와 은닉처리

(a) 무손실 영상 (b) ZM 에러온닉 방법 (c) MVRI 에러온닉 방법  
(d) Data hiding (Yilmaz 방법) (e) Proposed Method

사용하는 영상회의 시스템에서 손실된 영상을 효과적으로 복원할 수 있는 방법으로 사용될 수 있을 것으로 보인다.

### 5. 결 론

부호화된 영상 스트림을 유무선 인터넷망을 통하여 전송할 때, 전송 중 발생하는 전송에러에 의해 발생한 손실영역은 자신의 화질열화뿐만 아니라 시간적으로 계속하여 전파되어 다른 부분으로까지 영향을 미친다. 이러한 채널에러의 영향을 최소화하는 방법으로 에러온닉 방법은 인코더와 독립적인 디코더기반으로써 인코더의 수정이나 원래의 비디오 스트림 외에 추가 대역폭이 불필요하며, 전송지연이 발생하지 않는 장점이 있다. 그러나 손실블록에 2개 이상의 정상블록이 항상 접해 있다는 것을 전제로 하여, 버스트에러가 빈번하게 발생하는 인터넷 및 무선망에서는 적합하지 않다. 본 연구에서는 정보숨김을 이용한 에러온닉 방법을 보완하여, 이러한 버스트에러에 의해 발생한 연속된 GOB 손실영역에 대해 효과적인 에러온닉 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 에러온닉 알고리즘은 먼저 정보숨김을 적용하여 손실된 블록의 움직임 벡터를 복원한다. 만일 숨겨진 정보가 손실된 경우 손실된 블록의 움직임 벡터는 주위 정상 블록들의 움직임 벡터들의 적응적 선택을 이용하여, 손실된 블록의 새로운 움직임 벡터로 할당하고, OBMC를 통해 최종적으로 손실영역을 은닉하였다. 이 방법은 연속된 GOB의 손실에 있어서 좀 더 효과적임을 알 수 있었다. 실험 결과 제안한 방법의 결과가 정보숨김만을 이용하거나, 주변 움직임 벡터만을 이용하는 기존의 방법에 비하여 향상된 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있었으며, 인터넷망을 사용하는 영상회의 시스템에서 손실된 영상을 효과적으로 복원할 수 있는 방법으로 사용될 수 있을 것으로 보인다. 본 방법은 현재 H.263에 적용되었으나, H.264에 적용하기 위한 연구를 진행 중에 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] Luis Ducla-Soares and Fernando Pereira, "Error resilience and concealment performance for MPEG-4 frame-based video coding," Elsevier Science Signal Processing Image Communication, Vol.14, No.6-8, pp.447-472, May 1999.
- [2] Madhukar Budagavi, Wen Rabiner Heinzelman, Jennifer Webb and Faj Talluri, "Wireless MPEG-4 Video Communication on DSP Chips," IEEE Signal Processing Magazine, pp.36-53, Jan. 2000.
- [3] ISO/IEC 13818-2, "Information Technology Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio," Draft International Standard, 1994.
- [4] Yao Wang and Qin Fan Zhu, "Error Control and Concealment for Video Communication : an Overview," Proceedings of IEEE, Vol.86, 1995.
- [5] W.M. Lam and A. Reibman, "An error concealment algorithm for images subject to channel errors," IEEE Trans. Image Proc., pp.533-542, May 1995.
- [6] A. Yilmaz and A. A. Alatan "Error Concealment of Video Sequences by Data Hiding," IEEE ICIP '2003, Barcelona, Spain.
- [7] M. Wu and B. Liu, "Watermarking for image authentication," ICIP'98, vol.2 pp.437-441.
- [8] J. Song and K. J. R. Liu, "A data embedding scheme for H.263 compatible video coding," IEEE Int. Symp on Circuit and Systems, vol.4. pp.390-393, June 1999.
- [9] M. Ramkumar, A. N. Akansu, and A. A. Alatan, "On the choice of transforms for data hiding in compressed video," Proc. of IEEE ICASSP '99. pp.3049-3052, 1999.

- [10] D.L. Robie and R. M. Mersereau, "Video error correction using steganography," Proc. of ICIP, pp.930-933, Oct. 2001.
- [11] Ayhan Yilmaz and A. Aydin Alatan, "Data Hiding Aided Robust H.263+ Transmission," Workshop on Transmitting, Processing and watermarking Multimedia Contents '2003, Bordeaux, France.
- [12] 이현우, 성동수, "주변 움직임 벡터의 적응적 선택을 이용한 효율적인 에리온닉 알고리즘", 정보처리학회논문지 B, Vol. 11-B, No.6, pp.661-666, 2004.

### 이 현 우



e-mail : iluvu4ever@kyonggi.ac.kr  
 2000년 경기대학교 전자공학과(공학사)  
 2002년 경기대학교 전자공학과(공학석사)  
 2006년 경기대학교 전자공학과(공학박사)  
 2005년~현재 제노다임테크 연구소장  
 관심분야: 영상압축, 멀티미디어통신,  
 유비쿼터스 시스템

### 성 동 수



e-mail : dssung@kyonggi.ac.kr  
 1987년 한양대학교 전자공학과(공학사)  
 1989년 한국과학기술원 전기 및 전자  
 공학과(공학석사)  
 1992년 한국과학기술원 전기 및 전자  
 공학과(공학박사)

1992년~1993년 한국과학기술원 정보전자연구소 연구원  
 2002년~2003년 University of Washington 방문연구교수  
 1993년~현재 경기대학교 전자공학전공 교수  
 관심분야: MoIP, 멀티미디어통신, 영상압축

### 이 건 배



e-mail : kblee@kyonggi.ac.kr  
 1982년 한양대학교 전자공학과(공학사)  
 1984년 한양대학교 대학원 전자공학과  
 (공학석사)  
 1989년 한양대학교 대학원 전자공학과  
 (공학박사)

1998년~1999년 UCLA 방문연구교수  
 1991년~현재 경기대학교 전자공학전공 교수  
 관심분야: MoIP, 임베디드시스템, 영상압축