[UCI]I804:24011-200000263984

2013年 8月

석사학위논문

무선 채널 환경에서 버스트 에러에 강인한 SVC 오류 은닉에 관한 연구

조 선 대 학 교 대 학 원

정보통신공학과

기 근 영

2013년 8월

석사학위논문

무선 채널 환경에서 버스트에러에 강인한 SVC 오류 은닉에 관한 연구

기 근 영

무선 채널 환경에서 버스트 에러에 강인한 SVC 오류 은닉에 관한 연구

Research on SVC Error Concealment Robust to Bursty Errors over Wireless Channel Environment

2013年 8月 23日

조 선 대 학 교 대 학 원

정보통신공학과

기 근 영

무선 채널 환경에서 버스트 에러에 강인한 SVC 오류 은닉에 관한 연구

지도교수 변 재 영

이 논문을 공학석사학위신청 논문으로 제출함.

2 0 1 3 年 8月 23日

조 선 대 학 교 대 학 원

정보통신공학과

기 근 영

기근영의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 박 종 안 印

위 원 조선대학교 교수 변 재 영 印

위 원 조선대학교 교수 권 구 락 印

2013 년 8 월 23일

조 선 대 학 교 대 학 원

목 차

그 림 목 차 ····· ii
표 목 차 ····· iv
ABSTRACT ····· v

Ⅰ. 서 론 ····· 1
A. 연구 배경 ····· 1
B. 연구 목적 ····· 2
C. 논문 구성 ····· 2
Ⅱ. H.264/SVC의 개념 ····· 3
A. H.264/SVC ····· 3
B. H.264/SVC의 구조 및 특징 ····· 4
C. H.264/SVC 응용분야 ····· 4
Ⅲ. 오류 은닉 방법 ····· 6
A. 오류 은닉 개요 ····· 6
B. 기존의 오류 은닉 방법 ····· 6
C. SVC에서의 오류 은닉 방법 ····· 8
Ⅳ. 제안한 오류 은닉 방법 ····· 12
A. SVC 오류 은닉 방법의 문제점 ····· 12
B. AES 오류 은닉 방법 ····· 13
Ⅴ. 실험 결과 ····· 17
A. 실험 방법 ····· 17
B. 실험 비교 분석 및 결과 ····· 18
Ⅵ. 결론 및 향후 연구과제 ····· 37
참고문헌 ····· 38

그 림 목 차

그림1. SVC 서비스 구성도 ····· 3
그림2. SVC 구조 ····· 4
그림3. 공간방향 오류 은닉 방법 ····· 7
그림4. 시간방향 오류 은닉 방법 ····· 8
그림5. TD의 구조 ····· 9
그림6. BLSkip의 개념도 ····· 10
그림7. 6tap-filter 구조 ····· 11
그림8. 오류 확산에 의해 손실이 발생한 프레임 ····· 13
그림9. AES 오류 은닉 방법 알고리즘 ····· 15
그림10. 오류로 인해 손상되어진 Foreman영상 ····· 17
그림11. Foreman - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 19
그림12. Foreman - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 20
그림13. Foreman - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 21
그림14. Foreman - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 21
그림15. Foreman - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 22
그림16. Football - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 23
그림17. Football - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 23
그림18. Football - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 24
그림19. Football - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 24
그림20. Football - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비

교 ····· 25
그림21. Soccer - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ··· 26
그림22. Soccer - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 · 26
그림23. Soccer - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 27
그림24. Soccer - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 27
그림25. Soccer - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 28
그림26. Crew - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ····· 29
그림27. Crew - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교 ···· 29
그림28. Crew - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR ····· 30
그림29. Crew - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR ····· 30
그림30. Crew - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR ····· 31
그림31. Foreman 영상으로 보는 오류은닉방법 성능 비교 ····· 32
그림32. Football 영상으로 보는 오류은닉방법 성능 비교 ····· 33

표 목 차

표 1. 실험에 사용된 JSVM 설정 ····· 18
표 2. 버스트 에러 환경에서의 각 영상의 PSNR 평균 ····· 34
표 3. 랜덤 에러율 환경에서의 각 영상의 PSNR 평균 ····· 34
표 4. 버스트 에러 환경에서의 PNSR 분산 ····· 35
표 5. 랜덤 에러율 환경에서의 PSNR 분산 ····· 35
표 6. 버스트 에러 환경에서 오류 은닉 방법들의 PSNR 복원율 ····· 36
표 7. 랜덤 에러율 환경에서 오류 은닉 방법들의 PSNR 복원율 ····· 36

ABSTRACT

Research on SVC Error Concealment Robust to Bursty Errors over Wireless Channel Environment

Kee, Guen-Young
Advisor : Prof. Pyun, Jae-Young, Ph.D.
Department of Information Communication Engineering
Graduate School of Chosun University

Scalable Video Coding (SVC) is a video codec which provides various media services through scalability in variety of mobile environments. For the scalability issues of MPEG, SVC inherited MPEG expansion format and provides a high scalability by developing efficient base and enhancement layer. Since the enhancement layers of SVC can be adaptively determined by neighboring channel environment, computing power, and resolution of the mobile device, its scalability can be useful in the current heterogeneous wireless network. But, the reliable streaming video transmission can't be satisfied with only the scalability of streaming video in SVC. Thus, error concealment techniques have been introduced into SVC to reduce the quality degradation caused by transmission error. But, the traditional error concealments have still shown vulnerable to burst errors. In this paper, we show the analysis of the error concealments and introduce a new error concealment strongly robust to burst errors. And simulation result showed that proposed error concealment achieved better performance from about 3% to 8% in terms of SVC error concealment.

I. 서 론

A. 연구 배경

많은 사람들이 멀티미디어 서비스 인프라를 이용하게 되면서 직접 혹은 웹상에서 준비되어진 영상들을 보고 즐기는 기술들이 많이 발전 되어져 왔다. 영상 신호는 전송 시 다른 데이터에 비해 넓은 대역폭을 필요로 한다. 무선 환경에서 비디오 데이터를 전송하기 위해 비디오 데이터를 압축하여 보내는데 저 대역폭 무선 통신에서는 거의 모든 비디오 장치들이 중복성을 제거하는 기술을 사용하고 있다. 이러한 압축된 비디오 스트림은 에러에 취약한 약점을 가지고 있다. 비트 에러와 패킷 손실 등의 에러는 해당 프레임의 화질에 영향을 미치게 되고, 뿐만 아니라 다음 프레임으로 에러가 전파되게 된다. 수많은 오류들 중에서 무선 채널에서 주로 발생되는 군집성 손실에 의한 화질열화는 손상된 정보를 복구하기 어려울 정도로 치명적이다. 그래서 에러에 취약한 무선 환경에서 영상 데이터 전송 시 수신 단말의 디코딩 과정에서 오류은닉 (error concealment) 기술을 사용하고 있다 [1]-[3].

기존에 개발되어져 사용되던 복호화 기술로는 MPEG, H.263, H.264 등이 있다 [4]. 하지만 오늘날 스마트폰이 보급되고 이동통신이 주를 이루다 보니 이러한 무선통신 환경에서의 멀티미디어 서비스를 즐기는 사람들이 늘어나게 되었다. 멀티미디어 데이터라는 것이 오류에 취약하다보니 복호화 기술들이 발전하면서 이를 복원, 은닉하는 방법들 역시 발전되어 왔다 [3][4]. Scalable Video Coding (SVC)같은 스케일러빌러티를 지원하는 비디오 코딩의 경우, 계층별 오류 은닉을 지원해야 한다. 즉, SVC의 다계층 구조 특성을 반영하여 채널에서의 데이터 손실에 노출된 계층의 영상 정보를 손실이 없는 다른 계층의 데이터를 통해 복원 또는 은닉 할 수 있도록 한다. 하지만 이러한 데이터를 복원함에 있어 좋은 성능을 가진 오류은닉을 가지고 있어도 오류가 확산된다면 온전한 데이터를 얻기 힘들 것이다. 수많은 오류 중 영상의 화질에 큰 영향을 주는 오류가 버스트에러 이다. 즉 오류가 발생하고 이를 복원하는 과정들 중에서 앞서 발생한 오류가 뒤의 영상에까지 영향을 주는 오류 확산으로 인해 발생하는 오류이다. 이러한 버스트에러에 강한 오류은닉을 생각해 보고자 본 연구를 시작하였다.

B. 연구 목적

최근 영상 데이터 전송은 다양한 대역폭에서 이루어진다. 물론 이러한 데이터들은 모바일 장치부터 고화질 TV까지 다양한 장치들로 출력되게 된다. SVC는 다양한 전송 환경과 장치에 따라 다양한 해상도의 비디오 데이터를 복호기에서 처리하는 기법이다. 이러한 SVC는 다중 계층 구조를 가지고 있어 서로 다른 대역폭을 가지는 네트워크 간에 다양한 화질 선택으로 영상을 전송 할 수 있다.

SVC에서 계층 구로간 오류 은닉 방법인 Base Layer Skip (BLSkip)과 Reconstruction base layer and Upsampling (RU)가 있다. 기존의 오류 은닉 방법으론 오류 확산에 효과적이지 않아 결국 버스트에러가 발생하게 된다. 버스트에러가 발생하면 영상 전체에 심각한 화질 열화가 일어나 치명적인 결과를 가져온다.

본 논문 에서는 이러한 문제점을 해결 할 수 있는 버스트에러에 강인한 오류 은닉 방법을 제안한다. 제안하는 오류 은닉 방법은 오류확산 알고리즘을 통해 판단된 오류 데이터를 BLSkip과 RU를 이용해 선택적으로 오류은닉을 한다. 각각의 특징이 있는 두 오류 은닉방법을 선택적으로 사용함으로써 오류확산에 대비하고 성능 향상을 기대 할 수 있다.

제안된 오류 은닉 방법을 Adaptive Error concealment Selection (AES)오류 은닉 방법이라 명명한다.

C. 논문 구성

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 H.264/SVC에 대해 기술하고, 제3장은 기존의 MPEG,H.264/AVC에서 사용되는 오류은닉 방법에 관하여 언급한다. 그리고 제4장에서 본 논문에서 제안된 효율적인 오류은닉 방법에 대하여 기술한 후, 제5장에서는 제작한 시뮬레이션을 통해 영상의 PSNR의 그래프를 보며 각 영상에서의 전체적인 성능검증을 한 뒤 평균과 분산을 이용하여 검증하고 마지막으로 제6장에서 결론을 맺는다.

II. H.264/SVC의 개념

A. H.264/SVC

SVC는 기존 MPEG-2, MPEG-4 등에서 시도한 비 스케일러빌러티 코덱이 갖는 문제점인 낮은 압축효율, 복합 스케일러빌러티 지원불가, 높은 구현 복잡도의 문제를 해결하기위해 2007년에 개발된 확장형 부호화 기법이다 [2][3].

SVC는 여러 개의 비디오 계층을 하나의 비트열로 부호화하며, 각 계층은 각기 다른 비트율, 프레임율, 영상크기, 화질을 가지고 있다. SVC의 계층은 하나의 기본계층(base layer)과 여러 개의 향상계층 (enhancement layer)으로 구성된다. 여기서 이 향상계층은 하위 계층 정보를 기반으로 각각에게 주어진 최대의 비트율, 프레임율, 해상도까지 표현할 수 있다. 향상계층들은 독자적으로 복호화할 수 없고 기본계층을 이용해서 복호화해야 보다 좋은 화질을 얻을 수 있으며 전체 비트스트림을 이용하여야 최고의 화질을 얻을 수 있다. SVC에서는 향상계층을 많이 사용하면 할수록 다양한 비트율, 프레임율, 해상도의 지원이 가능하므로 다양한 모바일장치의 성능, 해상도 등의 문제를 해결하기 적합한 기술이다. 그림 1은 한번의 스트림 서비스로 다양한 해상도의 장치들을 지원할 수 있는걸 보여준다.

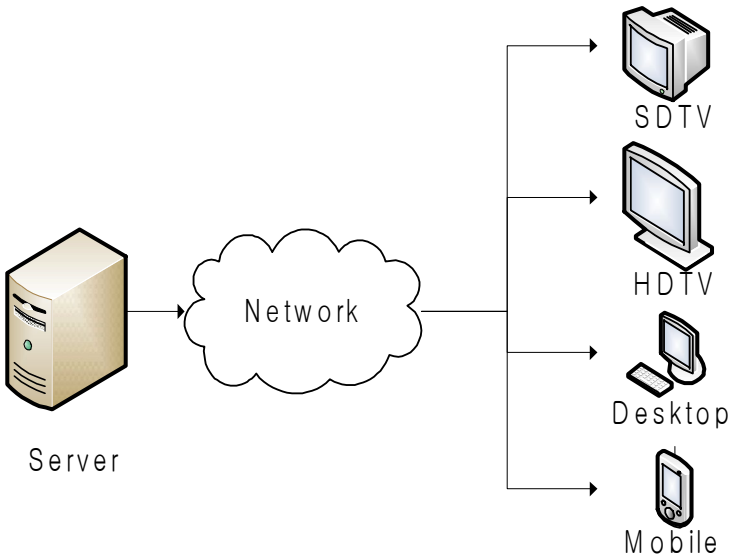

그림 1. SVC 서비스 구성도

B. H.264/SVC의 구조 및 특징

H.264/SVC는 스케일러빌러티를 지원하기 위해 하나의 기본계층과 여러 개의 향상 계층이 존재한다. 기본계층에 향상계층을 더하여 복호화 과정을 거친 후 다양한 해상도의 영상을 한번의 부호화로 얻어 낼 수 있다는 것이 기존 H.264/AVC와의 차이점이 있다.

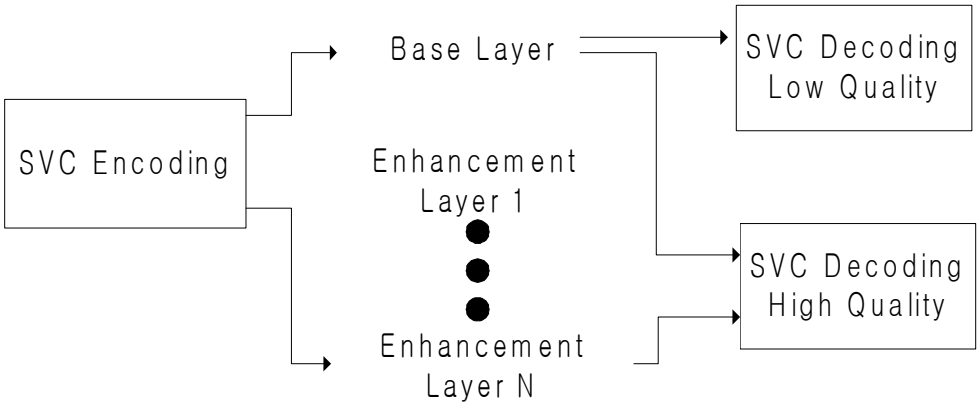

그림 2. SVC 구조

그림 2를 보면 먼저 부호기에서 기본 계층과 향상 계층으로 나뉘어서 부호화 된다. 이때 기본계층만을 가지고 복호화하게 되면 가장 기본적인 해상도의 영상을 얻을 수 있다. 하지만 여기에 향상 계층을 더하여 복호화하게 되면 높은 품질의 영상을 얻을 수 있게 된다. 즉 SVC에서 기본계층은 가장 낮은 화질과 해상도를 갖는 계층으로 단일 계층 복호기를 사용해서 복호하는 계층이고, 향상 계층은 향상 계층의 결과와 기본 계층의 정보를 동시에 이용하여 보다 높은 화질과 해상도를 갖는 영상이 복호 되도록 하는 계층이다 [4].

C. H.264/SVC 응용 분야

차량 통신이나 고속 무선 및 이동 통신 환경에서의 스트리밍 비디오 전송의 경우 채널의 낮은 신뢰성으로 인해 오류가 발생하게 되며, 이로 인한 화질 열화를 줄이기 위한 노력은 과거 MPEG부터 H.264까지 다양한 오류 은닉 기법들을 소개 하였다.

오류로 인한 프레임 또는 블록 화질 열화를 이전 프레임 또는 주위 블록으로부터의 단순 복사를 이용할 수도 있으며, 블록의 움직임을 재추정 하는 등의 다양한 방법들을

사용해 왔다. 이후 H.264/AVC에서는 다중 참조 프레임 구조에 기반을 두어 참조 프레임으로부터의 움직임 벡터를 예측하여 복원하는 에러 은닉 기술들이 소개되었다. 반면에 SVC는 기존의 압축 코덱들과는 다른 여러 계층을 이용한 오류 은닉을 사용하기 때문에 계층을 고려한 기술이 필요하다.

이러한 기술들이 필요한 이유는 한 번의 부호화로 여러 기기에서 다양한 품질의 영상을 재생하게끔 해주는 기술이기 때문이다. 데이터 서버에서 SVC 부호화후 이를 전송하면 모바일기기부터 가정용 HDTV까지 다양한 장치들에게 동영상 서비스를 하거나 방송 서비스를 할 수 있게끔 한다.

III. 오류 은닉 방법

A. 오류 은닉 개요

오류 은닉은 다양한 네트워크 환경에서 영상 데이터를 전송할 경우 여러 가지 원인에 의하여 영상데이터에 손실이 발생할 수 있다. 이러한 영상 데이터 손실로 인한 화질 저하를 막기 위하여 고안된 기술이다. 영상 부호화 기술의 발전에 따라 오류 은닉 방법역시 다양하게 제안되고 발전하였다. 손실된 데이터를 비 손실 데이터로 대체하는 기술부터 가장 유사한 데이터를 추적하여 복원하는 기술, 시간방향과 공간방향에서의 오류은닉방법들까지 다양하다. 최근 계층간 부호화 기법에 맞추어 오류 은닉 방법역시 제안되었다 [4].

B. 기존의 오류 은닉 방법

기존의 사용되던 오류 은닉 방법들은 대부분 MC와 DCT 블록 기반 영상 압축 방법에서 사용되던 것들이다 [5]-[9].
이는 Group Of Picture (GOP), Picture, Group Of Block (GOB), Macro Block (MB), 블록 단위로 영상을 압축한다. 이러한 블록기반 영상 압축 방법에서는 오류 발생 영역을 최소화 하는 것이 중요하다. 하지만 GOB 단위의 세그먼트 정보 삽입이나 MB 절대 주소 사용 같은 방법들은 추가 정보를 전송해야 하므로 전송량 증가를 발생시킨다.

Decoder 단에서의 기존의 제안된 오류 은닉 방법들을 살펴보면 공간적인 영역에서 손실된 블록들을 보상하는 방법과 Motion Vecto (MV)를 이용하여 시간적 영역에서 보상하는 방법들이 있으며 두 가지 방법을 결합한 형태의 방법들이 제안되었다. 또한 SVC에서는 계층적 부호화 기법 구조에 맞는 오류 은닉 방법들을 제공하고 있다. 각각의 성능이나 특징들이 있지만 계층적 부호화 기법에서 사용하는 오류 은닉 방법이다 [2][3][4].

1. 공간 방향 오류 은닉 방법

공간 방향 오류 은닉 방법에서는 오류가 없는 주변 MB들이 공간 방향 영역에 손실

된 MB을 은닉하기 위한 후보들로 사용되어진다. Joint Photographic coding Experts Group (JPEG)같은 정지영상 부호화기법에서 사용될 수 있으며, MC+DCT 에서는 부호화시 혹은 물체의 움직임이 커서 시간 방향에서 오차가 발생할 경우에 사용 될 수 있다. 대표적인 방법으로는 공간 예측, 주파수 영역 은닉 기법 등이 있다. 공간영역에서 보간 (Interpolation)을 수행하므로 각도 및 에지 성분이 매크로블록(Macro-Block)의 주변 블록들로부터 연속적으로 보장되고 시작적인 효과는 뛰어나다. 그러나 주변 영상으로부터 멀어질수록 오류 은닉 오차가 커지는 단점을 지니고 있다. 주파수 영역에서 DCT같은 주파수 영역에서 주변 매크로 블록들과의 상관성을 이용하여 오류 은닉을 한다. DCT된 블록의 고주파 성분은 인접한 주변 블록과의 상관성이 떨어지므로 주파수 영역의 오류 은닉은 DC만을 사용하는 것이 일반적이다 [7]-[10].

그림 3은 손실된 블록의 주변 경계값을 이용한 예를 보여주고 있다. 손실된 블록의 데이터 값이 주변 4개의 블록의 가장자리 값의 합으로 표현 된다. 손실된 블록 Y(x,y)의 데이터를 복원하려면 인접한 Y_1,Y_2,Y_3,Y_4의 가장자리 합으로 복원된다.

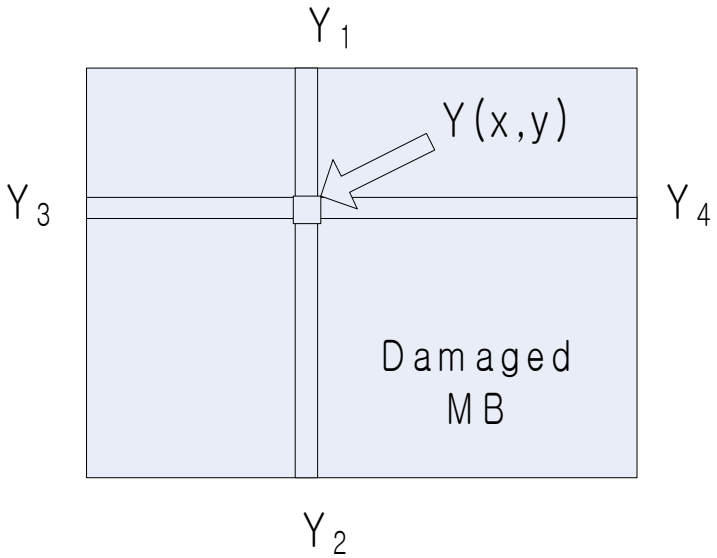

그림 3. 공간 방향 오류 은닉 방법

2. 시간방향 오류 은닉 방법

시간 방향 상관성을 이용한 MC+DCT 블록 기반 방법은 현재 프레임과 이전 프레임 사이에 상관성이 크면 클수록 오류가 작아지고 압축률이 올라가게 된다. 오류 은닉 관점에서 보면 압축률이 클수록 영상내의 물체 움직임이 작다는 것을 의미하고 시간 방향 움직임의 상관성이 매우 크다. 기존의 방법으로 MV를 예측하는 방법, MV의 평균을

이용해 유사데이터를 찾는 방법, 블록정합알고리즘 등 수많은 방법들이 제안되어져 왔다. 그림 4를 보면 데이터 손실이 발생 시에 MV값을 가지고 참조 프레임의 가장 유사한 데이터를 찾아 이를 이용해 복원 한다 [11][12][13].

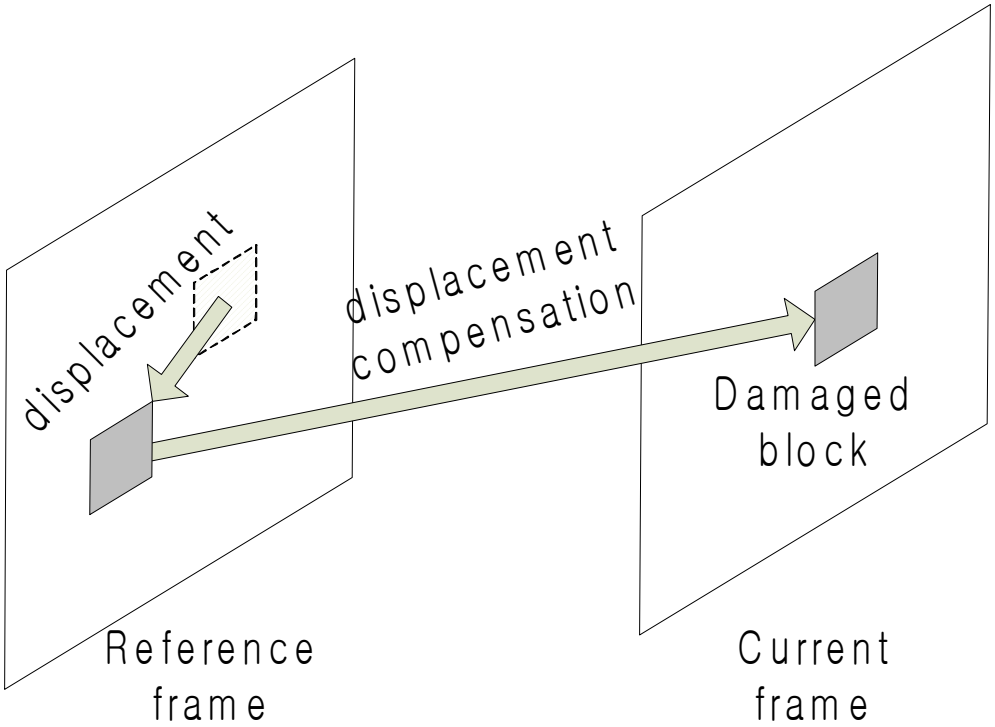

그림 4. 시간 방향 오류 은닉 방법

C. SVC에서의 오류 은닉 방법

SVC에서는 기본적으로 4가지의 오류 은닉 방법들을 제공한다. FC, TD, BLSkip, RU를 제공하고 있다. 다음은 SVC에서 제공하고 있는 오류 은닉방법 4가지에 대해 간략하게 소개 하였다 [3][4].

1. Frame Copy (FC)

손상된 프레임을 유용한 영상정보를 갖는 계층으로부터 프레임을 복사하여 대체하는 에러 은닉 방법으로 가장 단순하면서 구현이 쉬운 대표적인 인트라 계층 오류 은닉(intra-layer error concealment) 방법이다.

2. Temporal Direct (TD)

H.264/AVC에서 주로 사용되는 인트라 계층 에러 은닉 기술이다 그림 5을 보면 TD는 MV와 참조 프레임이 손실된 경우 사용 될 수 있으며, 기본 계층과 향상 계층에서 활용이 가능하다. 손실된 슬라이스의 MV를 찾기 위해 List0과 List1 참조 프레임으로부터 움직임 궤적을 추적하고 블록의 이동성 패턴에 따른 MV 예측 기법을 사용한다.

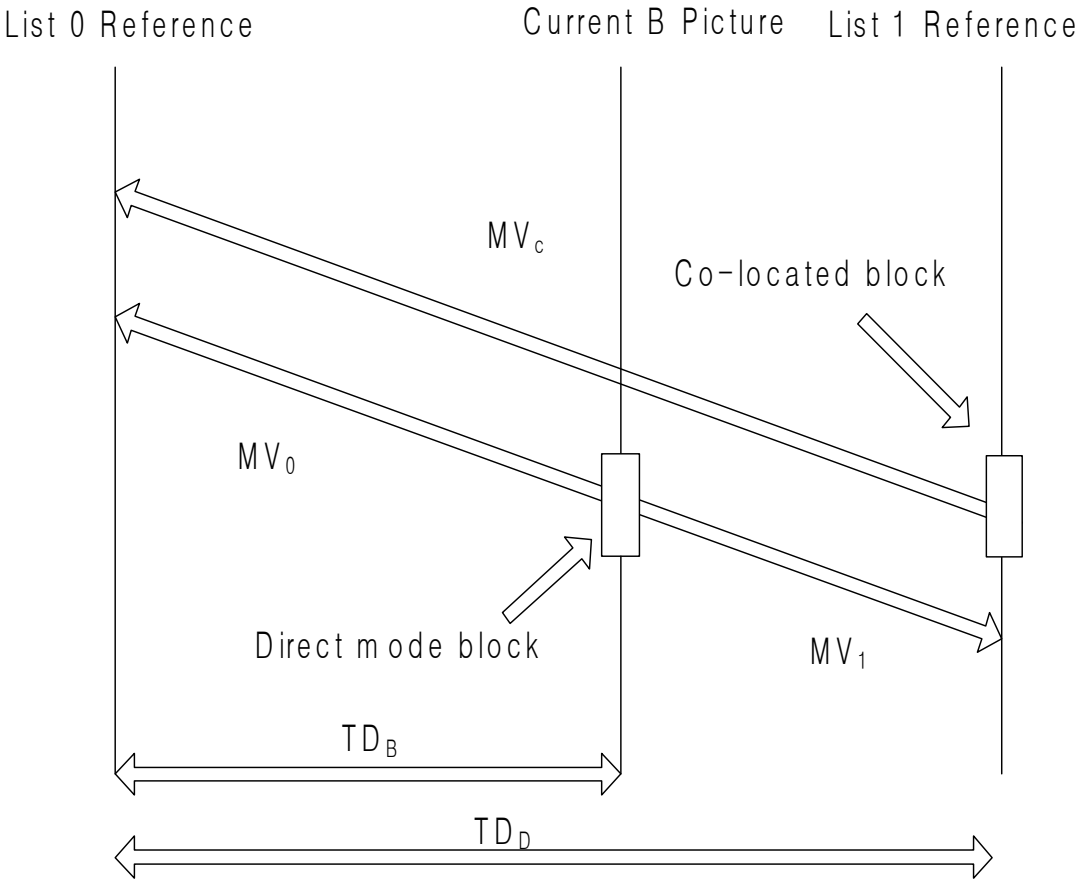

그림 5. TD의 구조

3. Base Layer Skip (BLSkip)

BLSkip은 대표적인 계층간 오류은닉 (intra-layer error concealment)이다. 만일 향상계층이 손실되었을 때, 기본 계층의 매크로블록 (macro block : MB)이 인트라 코딩이 된 경우 텍스쳐 예측을 통해 에러 은닉을 하며, 인터 코딩의 경우 움직임 예측과 잉여비트 예측을 통해 은닉을 한다. 하지만, 기본 계층까지 손상을 받은 경우 TD를 통해 MV를 예측하고 은닉을 한 후, 향상계층에서 BLSkip을 하게 되므로 BKSkip + TD

형태의 에러은닉을 주로 사용하게 된다. 그림 6은 향상계층이 손실되었을 때 기본계층에서 MV데이터를 가져와 복원하는 모습이다.

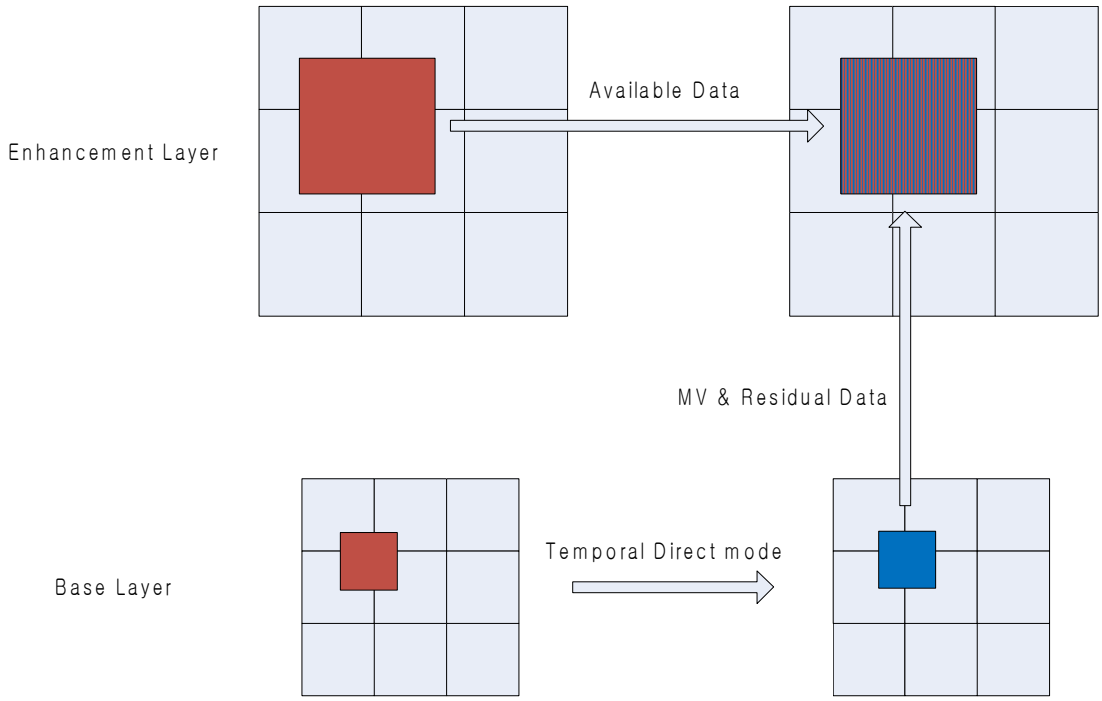

그림 6. BLSkip 개념도

4. Reconstruction base layer and possibly Upsampling (RU)

RU 알고리즘도 대표적인 계층간 오류 은닉 기술이다. RU의 경우 기본 계층의 손실이 발생하지 않았을 경우에 사용되며, 기본계층과 향상계층의 공간적 크기 비율에 따라 업샘플링하여 향상계층의 손실된 영역을 대체하게 된다. RU는 기본 계층의 완전 디코딩을 통해서 동작하는 특징을 갖고 있으며 채널에서의 군집성 손실에 의한 연속적인 프레임 손실의 경우에 효율적이다. RU는 향상 계층의 손실이 발생했을 때 기본계층의 데이터를 6tap-filter를 사용하여 업샘플링을 하는 오류 은닉 방법이다. 이렇게 기본계층의 MV값과 향상계층의 영상데이터를 가지고 복원을 하기 때문에 BLSkip은 RU보다 버스트에러에 취약할 수밖에 없다. 6tap-filter[그림 7]는 H.264/AVC에서 사용되던 필터로 6개의 인덱스 값을 가지고 보간을 하는 필터이다. 기존의 Median이나 Bilinear등의 간단한 필터에 비해 복잡도가 높지만 신뢰도가 향상된 데이터를 얻을 수

있다는 것이 특징이다.

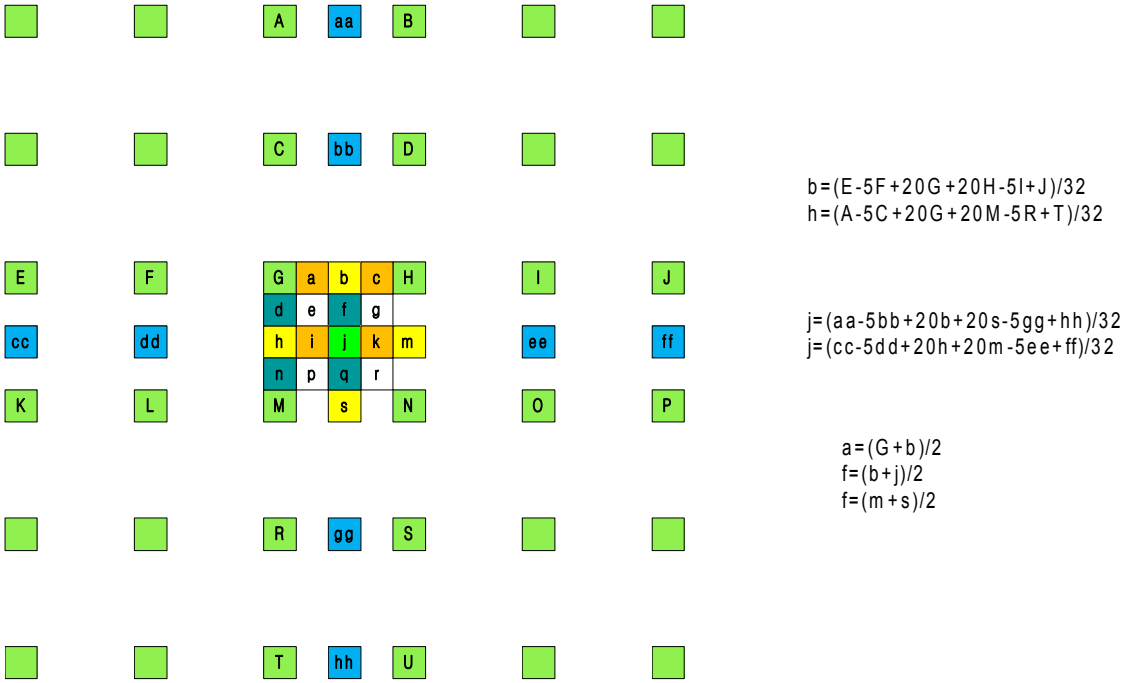

그림 7. 6tap-filter 구조

6tap-filter는 보기에는 복잡하지만 일정한 규칙을 가지고 사이 값을 구하는 것을 알 수 있다. 예를 들어 b를 구하려 한다면 b와 같은 x축에 존재하는 E, F, G, H, I, J값들을 이용해 6개의 필터값 [1, -5, 20, 20 -5 1]을 가지고 구할 수 있다. 이렇게 각 데이터간의 사이 중간 값을 구했다면 median을 이용해 나머지 데이터를 구하고 각 데이터들 간의 정중앙 값인 j를 구할 수 있다. 구하려 하는 데이터와 가장 가까운 데이터에 많은 비중을 두기 때문에 신뢰도 높은 데이터를 얻을 수 있다.

이처럼 SVC에서는 다중계층의 독특성 때문에 다양한 오류 은닉 방법들이 제공되고 있다. 하지만 이러한 오류 은닉 방법들 역시 기존의 오류가 발생한 데이터를 기반으로 다시 재복원 한다면 오류가 전파되는 현상 즉 오류확산이 발생하게 된다. 이러한 현상은 시간이 지남에 따라 영상의 화질이 떨어지는 결과를 가져오게 된다.

.

IV. 제안하는 오류 은닉 방법

A. SVC 오류 은닉의 문제점

계층적 부호화 기법에서의 장점은 버스트에러 대처하는 것이 효과적이라는 것이다. 하지만 SVC에서 제공하고 있는 BLSkip같은 경우 오류 확산[그림 8]에 비교적 취약하다는 것이다. 영상은 오류 확산이 발생하면 오류를 은닉하여도 오류의 잔재들이 남아있기 때문에 큰 효과를 보지 못한다. 오류 확산이 지속되면 결과적으로 누적된 에러가 군집하여 영상전체에 화질 열화를 발생하게 하는 버스트 에러가 만들어 진다. 기존에는 이러한 원인을 해결하기 위해 오류 발생 영역을 최소화하는 것을 중요하게 여겼다. 하지만 앞에서 말했듯이 추가적인 데이터 전송이 증가한다는 단점이 존재한다. 또한 오류가 발생하지 않을 경우 이러한 데이터가 불필요하게 되어 전송대역폭이 좁고 고정되어 있다면 영상데이터 자체에 대한 비트 할당이 줄어들어 화질손상을 야기한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존에 오류은닉 방법이 고안되었었다. 기존의 오류 은닉 방법은 BLSkip을 사용하다 오류가 발생하여 확산이 이루어지면 RU만을 사용하는 단순한 오류 은닉 방법이 제안되었다 [14]. 에러 확산에 보다 강인한 RU를 지속적으로 사용하기 때문에 버스트 에러가 발생하지 않지만 오류 확산이 아닌 다른 상황의 오류를 복원하는 능력은 BLSkip이 RU보다 뛰어나다. 그리하여 RU만을 사용하는 것이 아닌 오류 확산이 아닐 시에 BLSkip도 같이 사용한다면 더 나은 성능 개선이 될 것이다.

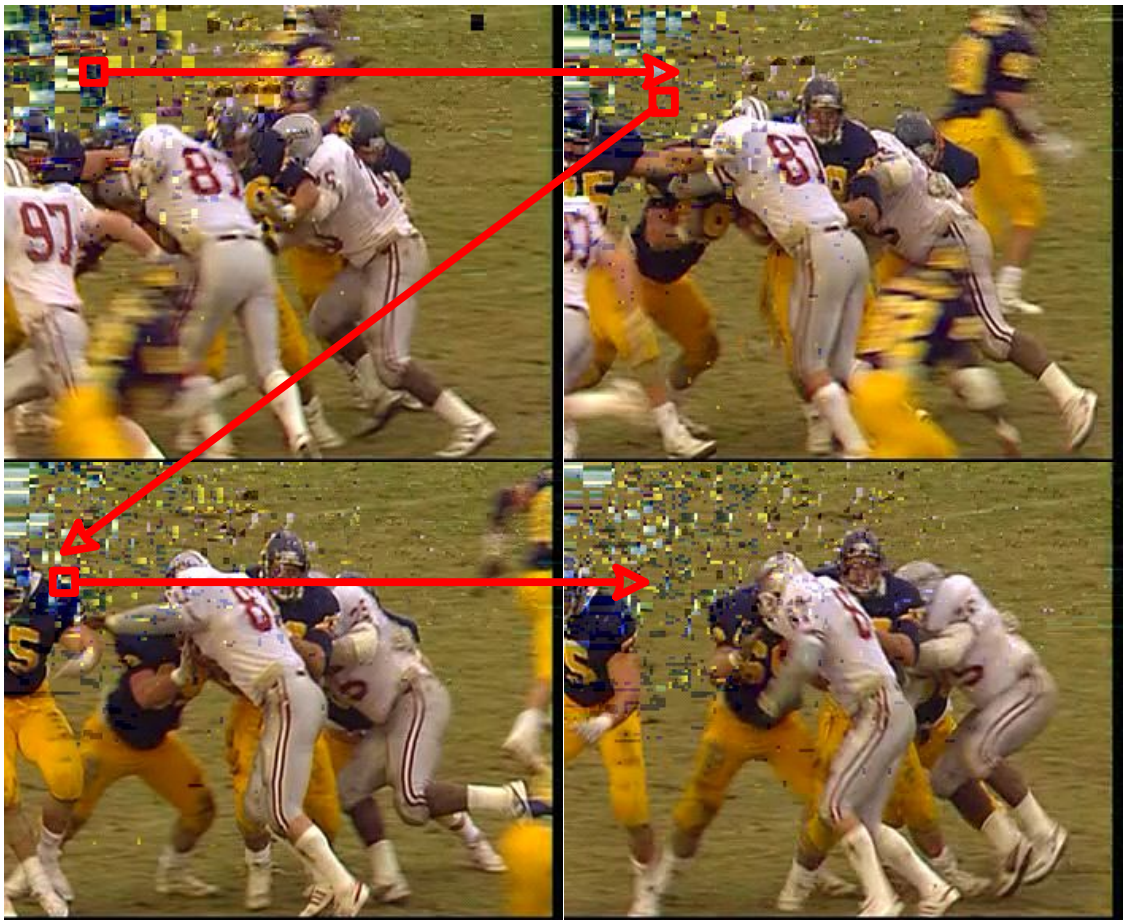

그림 8. 오류 확산에 의해 손실이 발생한 프레임

그림 8을 보면 오류확산에 의해 영향을 받은 사진을 볼 수 있다. 5%손실된 Football 영상의 20번째 프레임인 위 영상은 BLSkip이 얼마나 오류 확산에 취약한지 잘 보여주고 있다. 첫 번째 영상에서의 오류가 뒤로 이어질수록 잔류 오류가 누적되어 화질 저하가 발생하는 것을 알 수 있다. 이처럼 누적된 오류의 영향은 이후의 영상에까지 영향을 끼친다.

B. AES 오류 은닉 방법

본 논문에서 제안하는 오류 은닉 방법은 오류확산을 감지해 오류 누적을 피해갈 수 있도록 하는 알고리즘을 제작함으로써 영상의 복원력을 높이는 것에 있다. 기존의 오류 은닉방법들은 계층적 알고리즘이 적용된 것이 아닌 공간적 오류은닉 방법과 시간적

오류 은닉 방법들이 있었다. 또한 이 둘을 이용해 hybrid형태의 방법들 역시 제안되어 왔다. 기존에 제안된 공간적 오류 은닉 방법과 시간적 오류 은닉방법은 성능이 뛰어나지만 계층적 부호화 기법에 효과적이지 않은 것들이 다수였다. 네트워크에서 발생한 손실에 의한 영상 화질 열화를 막기 위해 BLSkip과 RU를 사용할 수 있다. BLSkip 방식이 일반적으로 RU 보다 더 효과적으로 에러 은닉을 할 수 있으나, 버스트 에러가 발생할 경우와 에러가 누적될 경우는 오히려 RU방법이 효과적이다. 따라서 RU와 BLSkip을 독립적으로 사용하는 방법보다는 함께 사용하는 방법이 효과적이다. 기존 오류확산에 대한 오류 은닉 방법들이 제안되었다. 이전 프레임과 현재 프레임의 오류를 비교해 오류 누적도를 추출하고 이에 따라 BLSkip과 RU를 선택적으로 오류 은닉을 하는 방법이다.

제안하는 오류 은닉과의 차이점은 바로 선택적인 방법에 있다. 기존의 방법은 BLSkip보다 RU가 오류 확산에 강인하다는 점을 이용하여 오류 발생 후 일정 시간이 지나면 RU를 사용하게끔 하였다 [14]. 하지만 제안하는 방법은 BLSkip을 기본적으로 채택하여 사용하며 주기적으로 RU를 사용하여 EL에서의 에러 확산을 차단한다. 기존의 방법은 RU만을 지속적으로 사용하기 때문에 BLSkip과 RU를 혼합하여 사용할때 발생하는 시너지 효과를 최대한 낼 수 없다. 따라서 기존의 RU만을 사용하는 방법보다 제안하는 BLSkip을 기반으로 오류 확산 감지 알고리즘을 통해 RU를 선택적으로 사용하면 오류 은닉 방법이 성능이 더 뛰어나다고 할 수 있다.

```
The following EC Selection algorithm performs when the incoming picture is damaged


After IDR picture, these parameters are initialized.
 P_N = 0;
 N_D = 0;
If (picture is coming) P_N = P_N + 1;
If (current picture is damaged) N_D = N_D + 1;
  If ( N_D < N_PD ) & ( P_N < N_PR )
        BLSkip EC performs for the current damaged picture.
  else
        RU EC performs for the current damaged picture.
        P_N=0; //After RU EC performance, P_N is initialized
        N_D=0; //After RU EC performance, N_D is initialized
  end
end
```

그림 9. AES 오류 은닉 방법 알고리즘

그림 9는 제안하는 AES 오류 은닉방법의 알고리즘으로 손상을 입은 영상을 카운트하여 임계치에 도달하였다면 다음 손실은 RU로 은닉한다. 이는 BLSkip를 주로 사용하되 향상계층에서 오류확산에 보다 효과적인 RU를 오류확산 감지에 따라 선택적으로 사용을 하게 되는 알고리즘이다. 이처럼 선택적으로 사용하여 오류를 은닉하는 것은 BLSkip이 RU보다 오류확산에 취약하여 결과적으로 버스트에러가 발생하기 때문이다. 그 이유는 앞서 설명했듯이 각각의 복원하는 알고리즘의 특성에 있다. RU의 경우 기본계층의 데이터를 그대로 업샘플링하여 복원하기 때문에 오류확산에 큰 영향을 받지 않는다. 반면 BLSkip의 경우 향상계층의 손상시 기본계층에서 MV 데이터와 Residual 데이터만을 업스케일한 데이터와 오류가 발생한 향상계층의 레퍼런스 프레임, 즉 오류가 난 이전프레임의 픽셀 데이터로 복원을 하기 때문에 지속적인 오류에 의해 오류 확산이 발생할 수밖에 없다.

이처럼 오류 확산 알고리즘을 통해 정확한 오류 확산 시기를 알아내고 각각의 장점을 가지는 두 가지의 오류 은닉방법을 선택적으로 사용하여 높은 화질의 영상을 얻어내는 것이 제안하는 알고리즘의 핵심이다.

V. 실험 결과

A. 실험 방법

실험 영상은 BUS, Mobile, Football, City, Foreman, CREW영상을 사용하였다. H.264 JSVM 9.8로 복호화하여 하나의 기본계층(QCIF:176X144)과 향상계층(CIF:352X288)을 얻었다. 실험 목적에 따라 기본계층은 그대로 두고 향상계층에만 오류를 인위적으로 가하였다.

본 실험은 “기본계층의 오류는 발생하지 않는다.“라고 가정을 하고 진행한다. 그 이유는 실질적으로 기본계층의 데이터는 중요 데이터들이 집약되어 있어 강력하게 보호되고 있으므로 기본계층의 오류는 고려하지 않고 실험을 진행하였다 [4][14]. 이처럼 다양한 환경에서 각기 다른 오류 은닉 방법들의 성능을 실험하고 평가한다. 그림 11은 오류로 인해 손실된 영상을 보여준다.

그림 10. 오류로 인해 손상되어진 Foreman영상

오류확산을 위한 2가지의 경우와 무작위 손상을 가한 3가지의 경우를 가지고 실험을 진행하였다. 또한 N_{PD}=3으로 하여 3번째 오류는 BLSkip이 아닌 RU를 사용하여 오류를 은닉 하도록 한다.

표1. 실험에 사용된 영상데이터의 설정

	기본계층	향상계층
Frame Rate	15	15
GOP Size	8	8
Number of Layer	1	1
Ref frame number	1	1
Search Mode	Fast search	
Search Range	32	
Width	176	352
Height	144	288

기본적으로 실험에 사용된 JSVM으로 부호화시에 여러 가지 설정들이 존재한다. SVC의 경우 계층이 나뉘어져 있기 때문에 설정 역시 나뉘어져야 한다. 표 1은 기본이 되는 부분과 각 계층의 설정들이다. 15FPS를 가지는 영상으로 압축하고 Group of Picture (GOP)의 크기는 8, 참조 프레임의 경우 1개, MV를 찾는 모드는 빠른모드, 탐색범위는 32등의 설정을 가지고 진행한다. 계층적 부호화를 위해 2개의 층을 나누어서 복호화 한다.

B. 실험 비교 분석 및 결과

실험은 버스트에러에 강인함을 확인하기 위해 37프레임부터 시작되어 5, 10개의 프레임에 연속된 오류를 복원하여 PSNR 데이터의 평균을 비교를 하고, 37부터 90프레임에 각각 전체 프레임의 5%, 10%, 15%의 에러율을 가지고 실험한다.

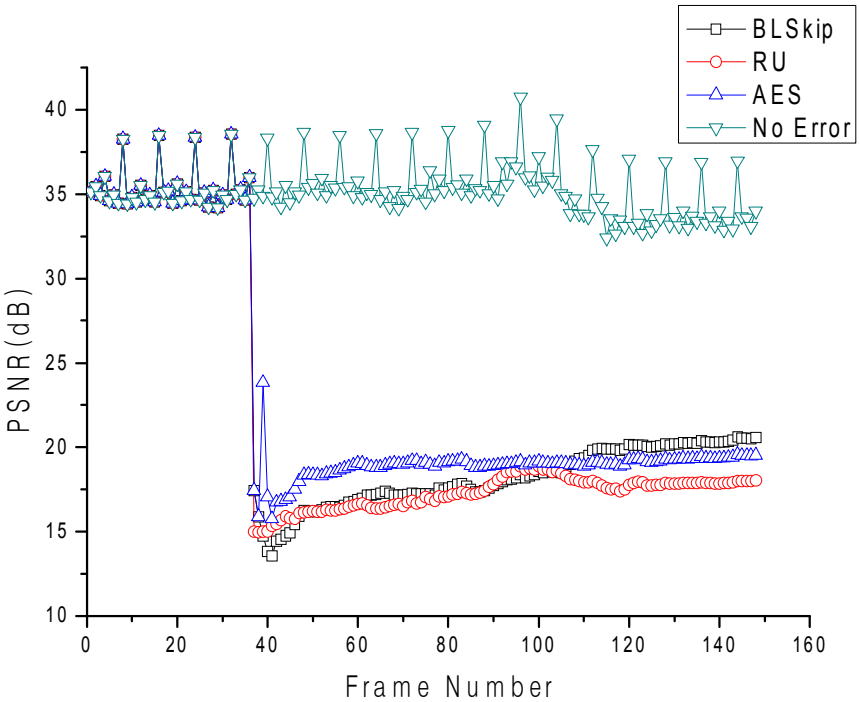

그림 15. Foreman - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

그림 15는 영상 일부를 손상을 시켜 3가지 오류 은닉 방법을 비교해 놓은 그림이다. AES를 보면 37프레임에서 오류 발생 직후부터 오류로 인해 손상된 데이터를 BLSkip을 이용해 복원을 한다. 이후 3번째 오류가 발생했을 때 RU를 이용해 복원을 하고 다시 BLSkip을 사용하는 것을 확인 할 수 있다. 이는 오류확산으로 인해 발생하는 것으로 지속적인 문제가 발생한다면 결국 버스트 에러를 불러 오기 때문이다. BLSkip, RU 그리고 AES의 PSNR의 평균을 구해보면 22.35dB, 21.67dB, 22.88dB가 나온다. 이를 이용해 성능 향상 정도를 비교해보면 AES가 BLSkip과 RU보다 각각 1.5%, 3.4%의 성능이 향상되었다고 할 수 있다. 5개 프레임 손실 환경에서 오류확산이 발생하기에 짧은 시간이기 때문에 BLSkip이 RU보다 성능이 높게 나올 수 있다.

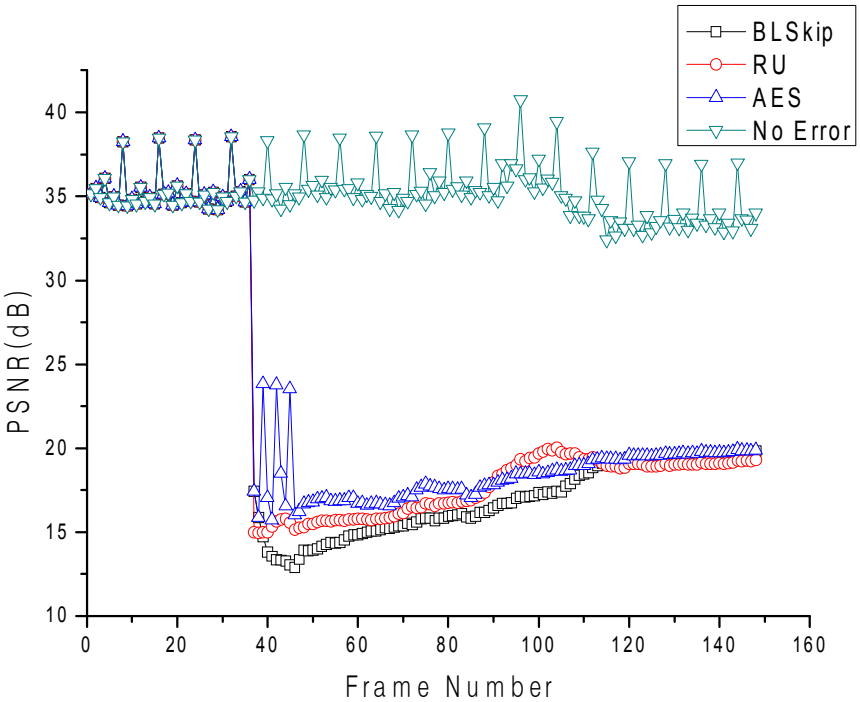

그림 16. Foreman - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

그림 16은 손상 프레임을 2배, 즉 10개의 프레임에 손상이 간 영상을 오류 은닉한 결과의 그래프이다. BLSkip의 복원하는 알고리즘 구성상 오류가 시작되는 37번 프레임부터 PSNR수치가 떨어지는 것을 볼 수 있다. 하지만 지속적인 오류 복원을 통해 느리게 복원을 하는 반면 AES는 오류가 발생한 직후 약 10여개의 프레임에서 PSNR수치가 변동이 심하나 그 이후부터 안정적이고 나아진 성능을 보여주고 있다. BLSkip, RU 그리고 AES 오류 은닉 방법의 PSNR 평균을 구해보면 각각 21.4dB, 21.9dB, 22.4dB가 나온다. 또한 이를 이용하여 성능 향상 정도를 비교해보면 AES는 BLSkip보다 3%, RU보다 1.4%의 향상을 보인다.

그림 15. 16를 보면 BLSkip이 버스트에러에 많이 취약한 반면 RU가 보다 강인한 모습을 보여주지만. 이를 선택적으로 사용한 AES는 이들보다 개선된 성능을 보여주고 있다.

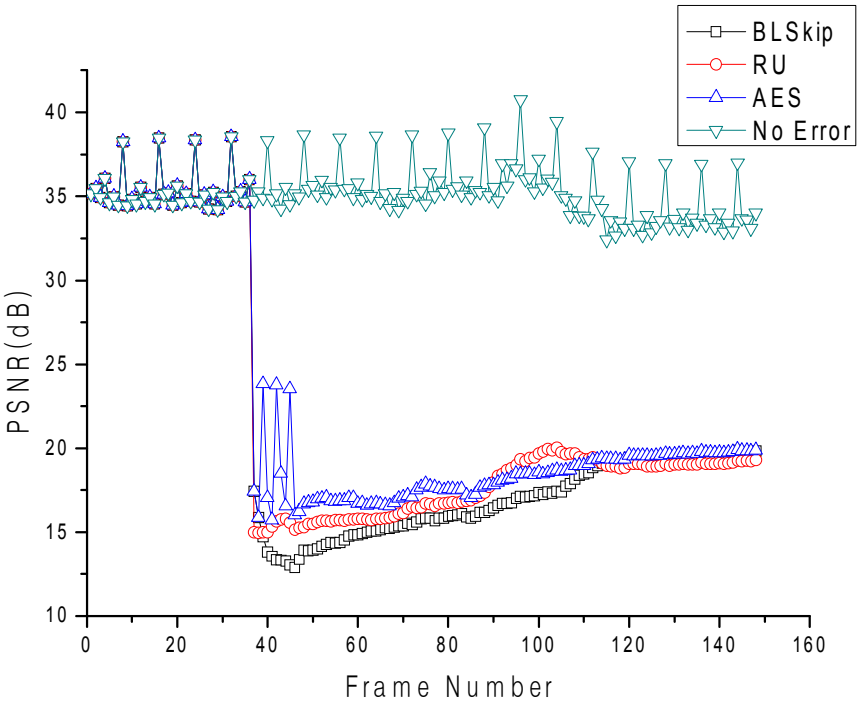

그림 17. Foreman - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

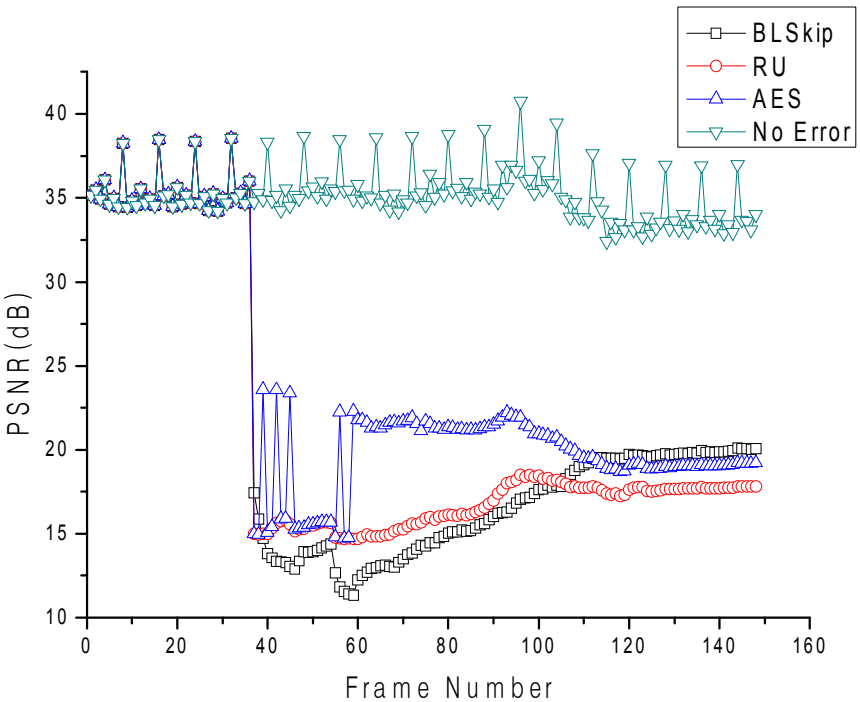

그림 18. Foreman - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

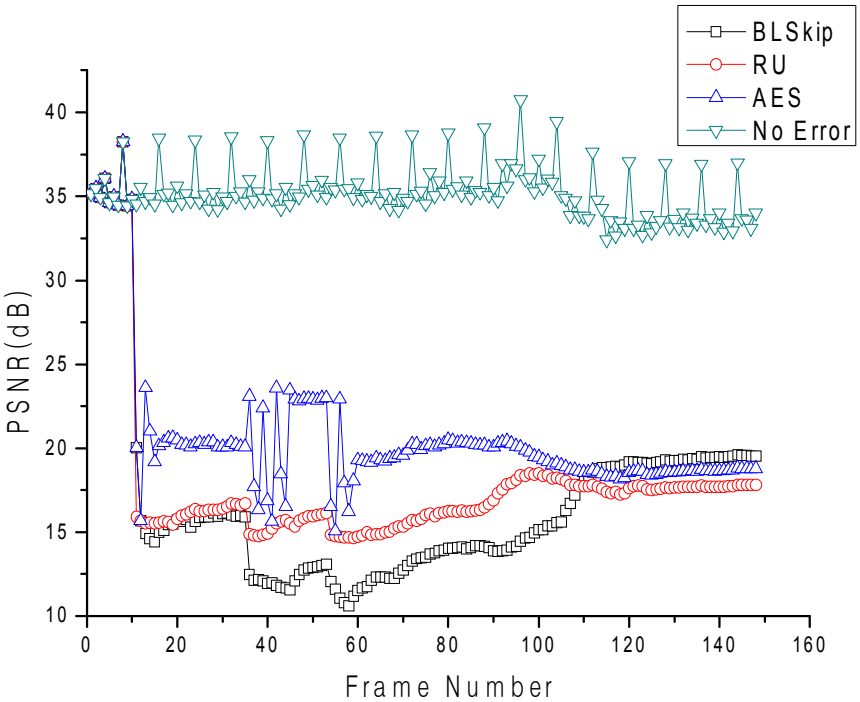

그림 19. Foreman - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

그림 17, 18, 19는 각각 5%, 10%, 15%의 Error Rate를 가지는 영상이다. 결과는 다른 오류 환경과 유사하나 RU의 경우 오류의 상황에 따라 다른 결과를 보여준다. BLSkip의 경우 오류가 시작되는 37프레임부터 PSNR수치를 천천히 복원해 가는 반면 RU의 경우 오류의 정도에 따라 PSNR수치가 변화한다. 이는 RU가 일정한 복원능력을 가지고 있음을 알 수 있다.

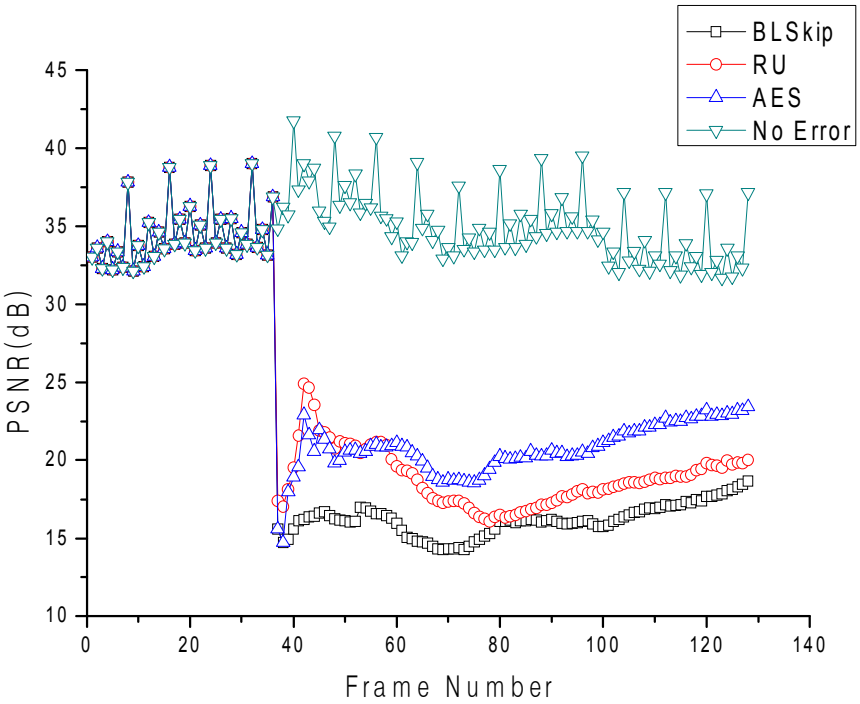

그림 20. Football - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

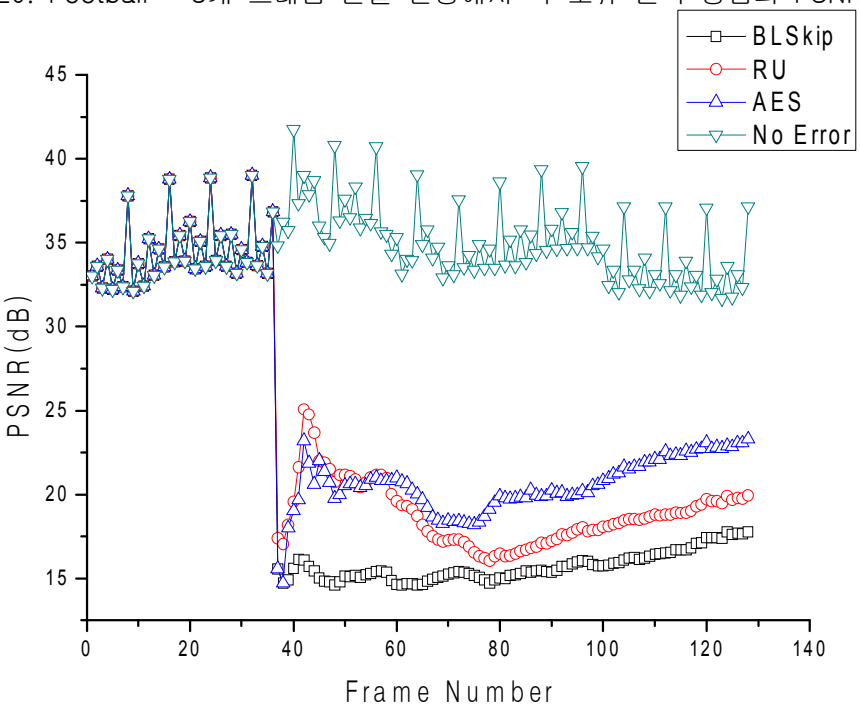

그림 21. Football - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

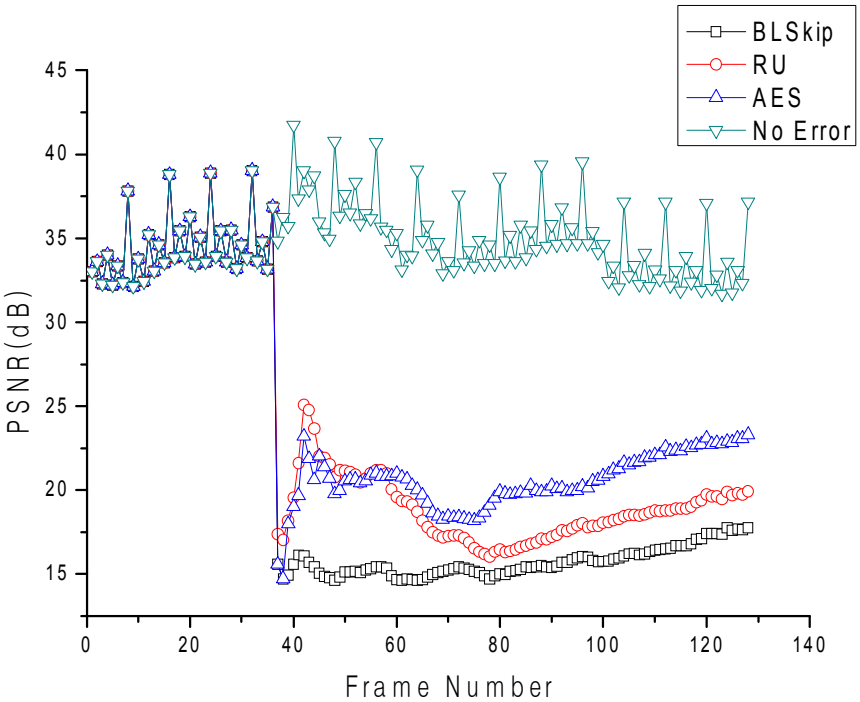

그림 22. Football - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

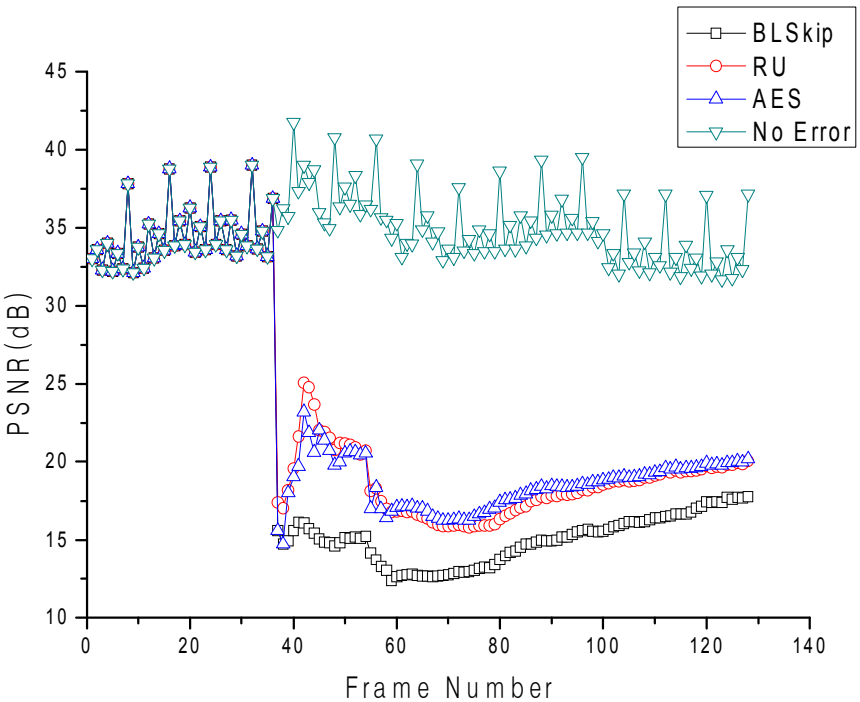

그림 23. Football - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

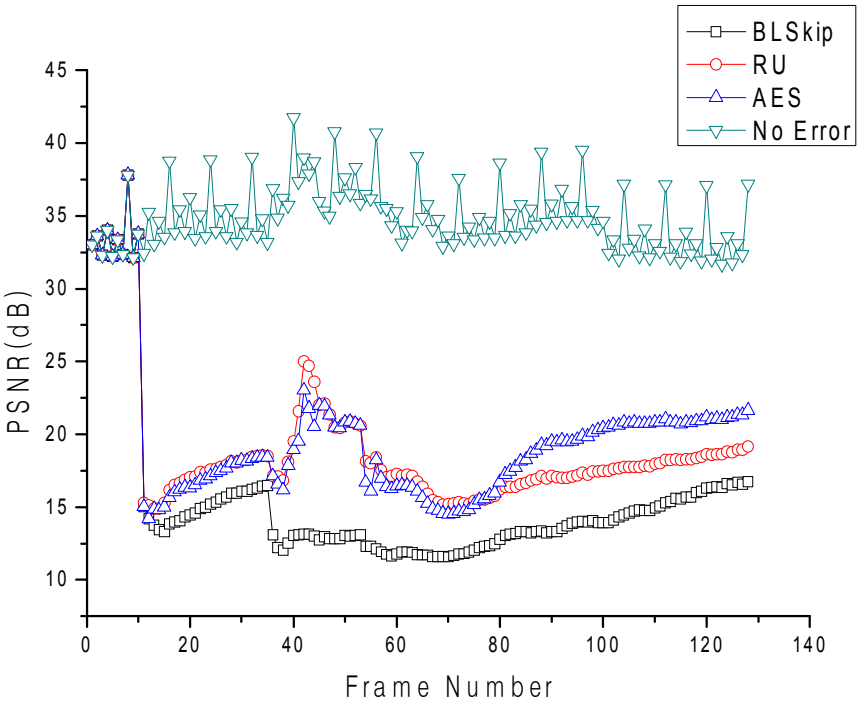

그림 24. Football - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

그림 20, 21은 다른 영상인 Football의 데이터들이다. 이 역시 오류가 발생한 프레임에서 PSNR수치가 떨어지고 BLSkip의 경우 점차적으로 복원이 되지만 RU는 비교적 피해가 적은 것을 알 수 있다. 앞서 실험했던 Foreman영상과 다른 모양의 결과를 보여주는데 이는 Football영상이 장면전환이 많아 BLSkip의 성능이 많이 떨어진 것이다. 제안된 방법인 AES는 RU와 비슷하지만 그림 20에서는 오류가 종료된 이후 60 프레임부터, 그림 21를 보면 오류가 진행되고 있는 40프레임에서 60프레임의 결과가 더 뛰어나다. 그 이유는 복원능력의 한계를 가진 RU만을 사용하는 것보다 참조 프레임의 데이터에 따라 성능차이가 나는 BLSkip과 같이 사용하는 것이 나은 결과를 보이는 것이다. 그림 22, 23, 24는 각각 5%, 10%, 15%의 에러율을 가지고 실험을 한 영상이다. BLSkip과 RU는 에러율이 상승할수록 PSNR이 떨어지는 반면 AES는 크게 떨어지지 않아 성능이 더 뛰어나다고 할 수 있다.

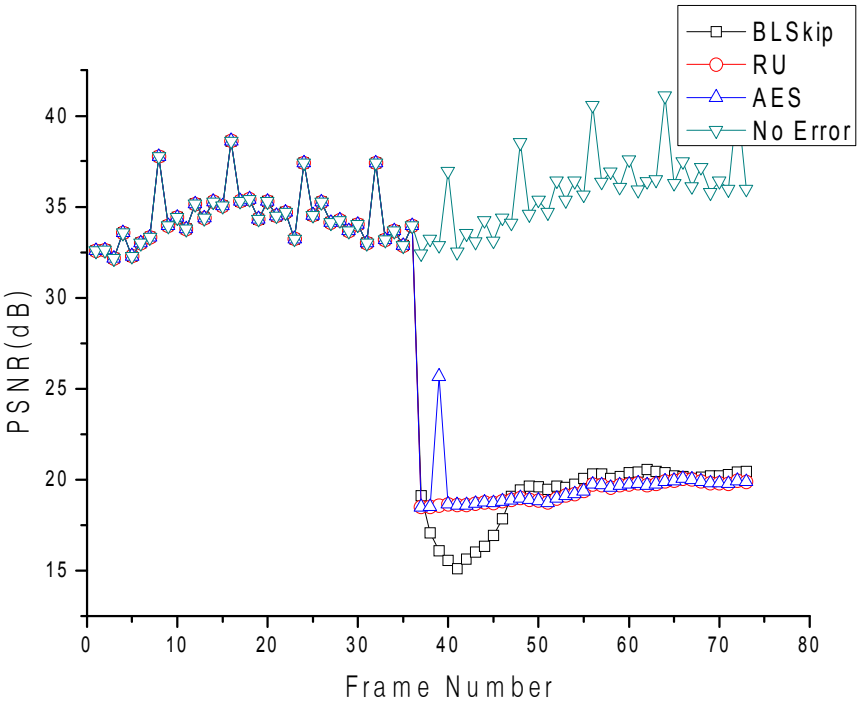

그림 25. Soccer - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

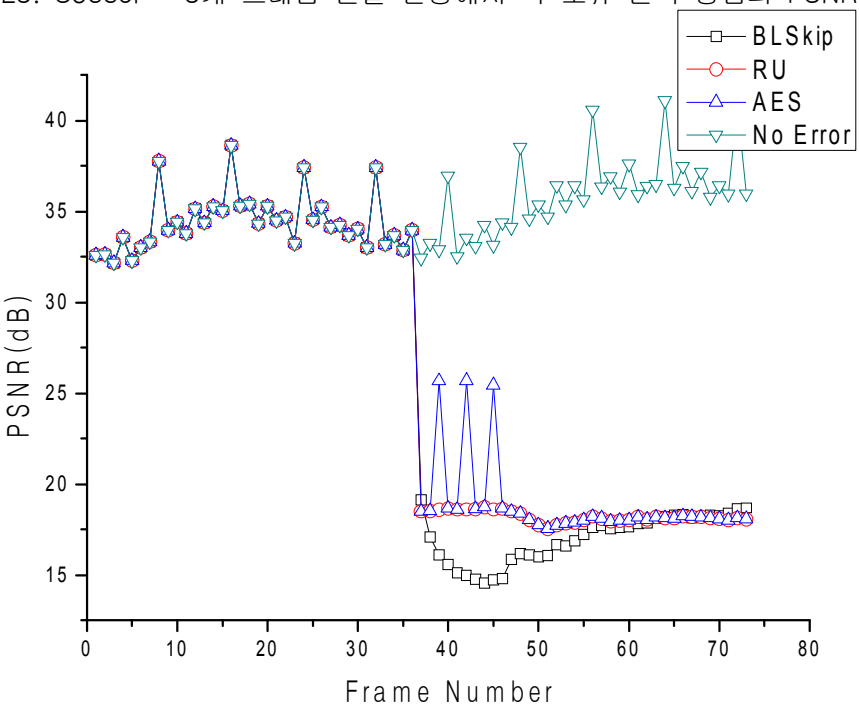

그림 26. Soccer - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

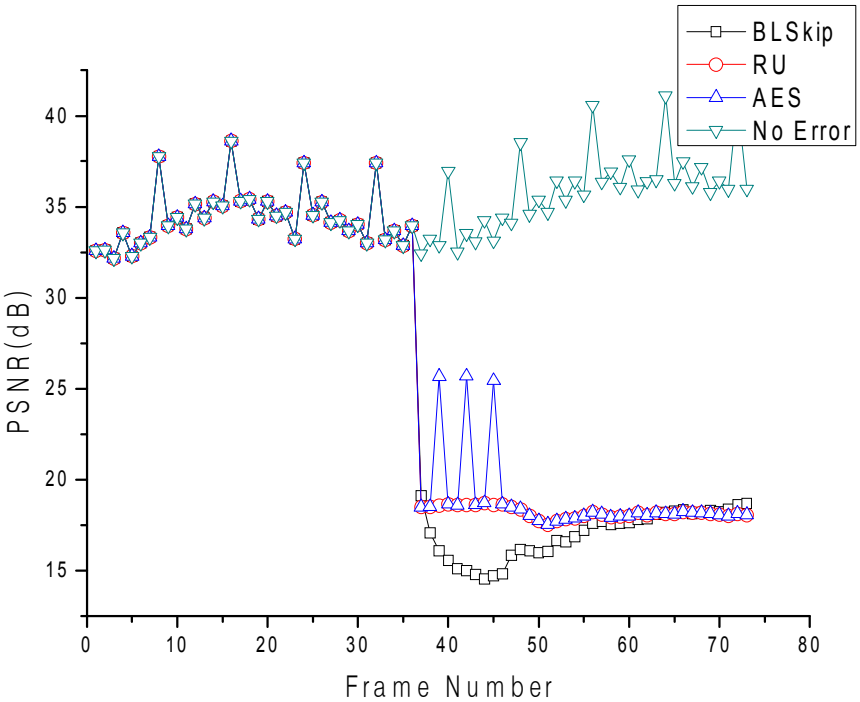

그림 27. Soccer - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

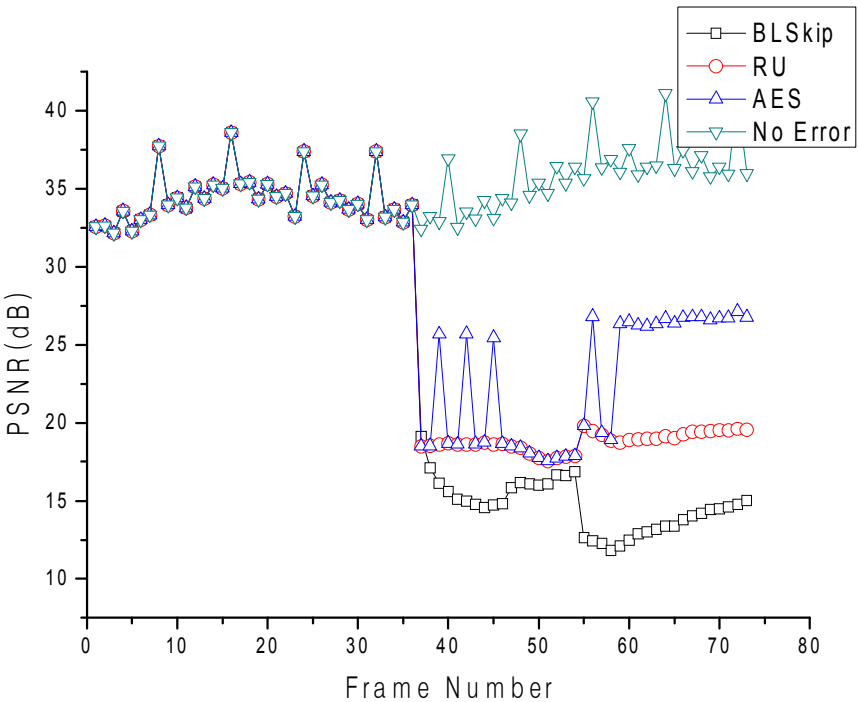

그림 28. Soccer - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

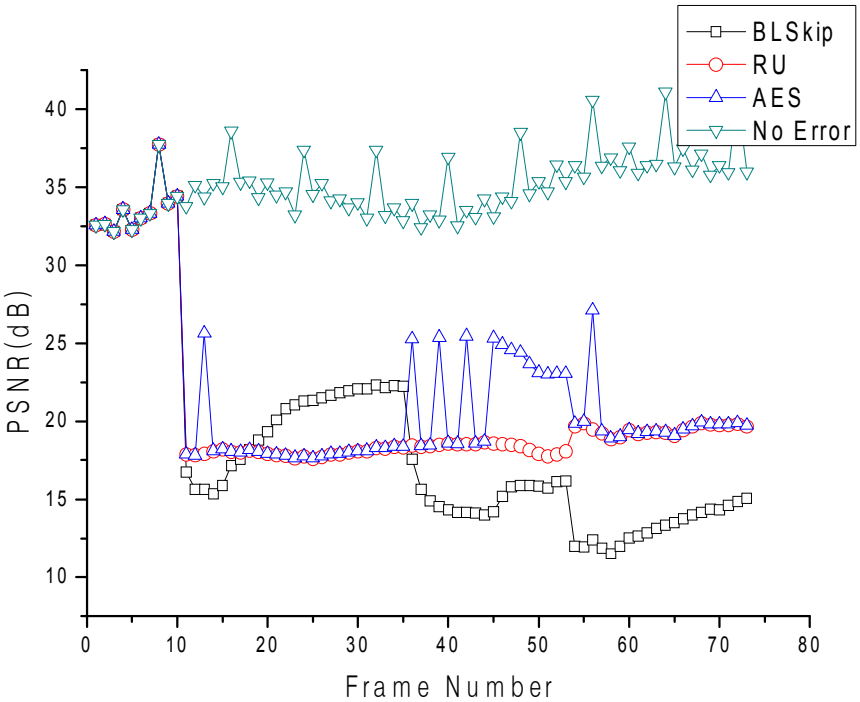

그림 29. Soccer - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

Soccer영상을 가지고 진행한 실험 결과를 보면 앞서 실험했던 영상과 비슷한 구도를 보이고 있다. 그림 25, 26, 27, 28, 29를 보면 37프레임부터 오류가 발생한 이후 BLSkip의 PSNR수치의 하락이 보인 뒤 복원되는 반면 RU는 직선적인 복원 구조를 보인다. 하지만 AES는 BLSkip과 RU의 장점을 모두 이용하기 때문에 처음 복원시 BLSkip의 특성을 따르지만 오류확산 감지후에 RU를 선택하여 복원하기 때문에 큰 변화가 없다. 그 후 알고리즘에 따라 이상이 없다는 것을 판별한 뒤에 다시 BLSkip을 사용하기 때문에 RU보다 성능이 더 높게 측정되었다.

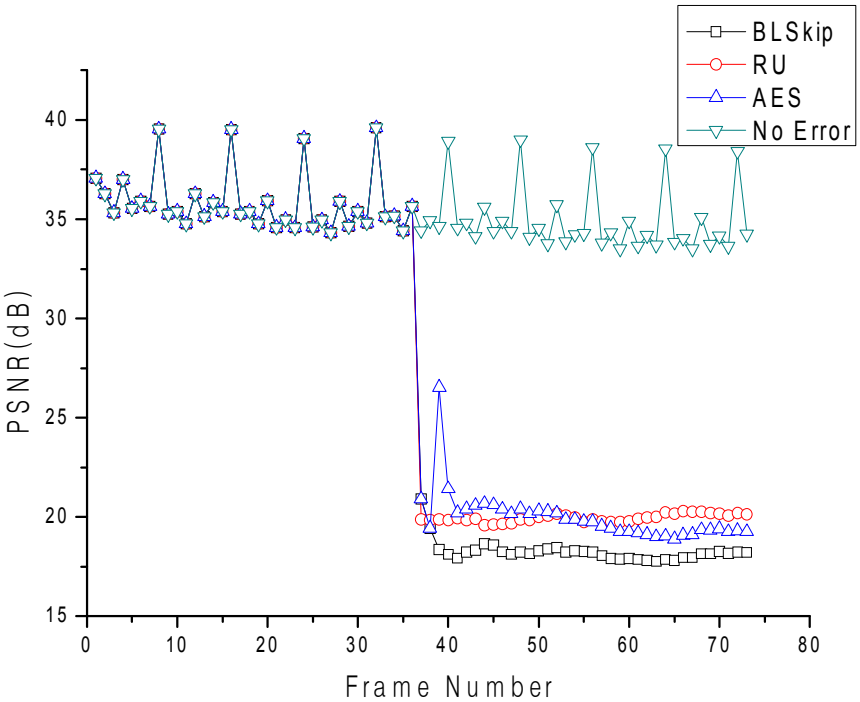

그림 30. Crew - 5개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

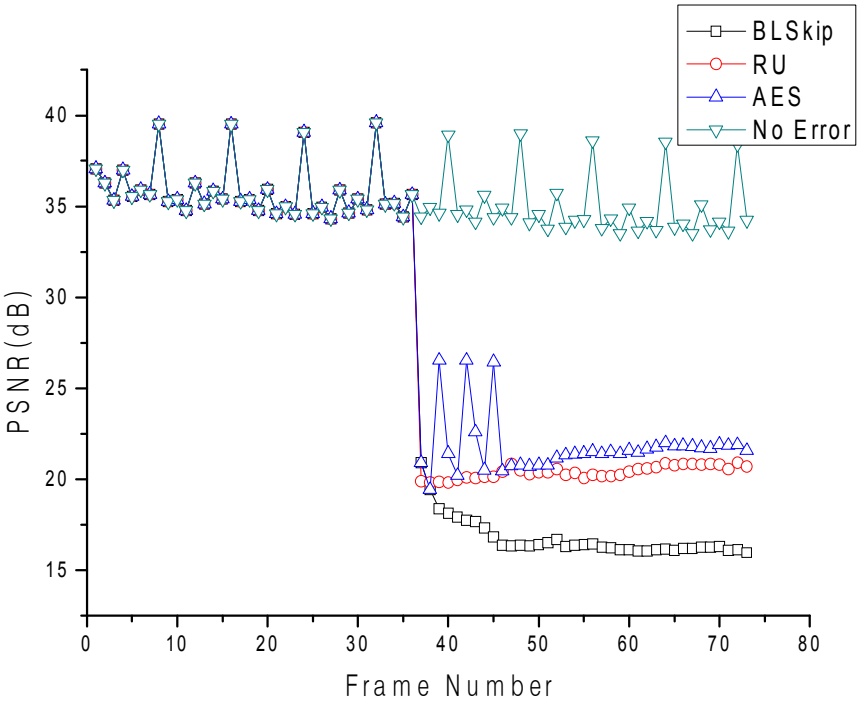

그림 31. Crew - 10개 프레임 손실 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

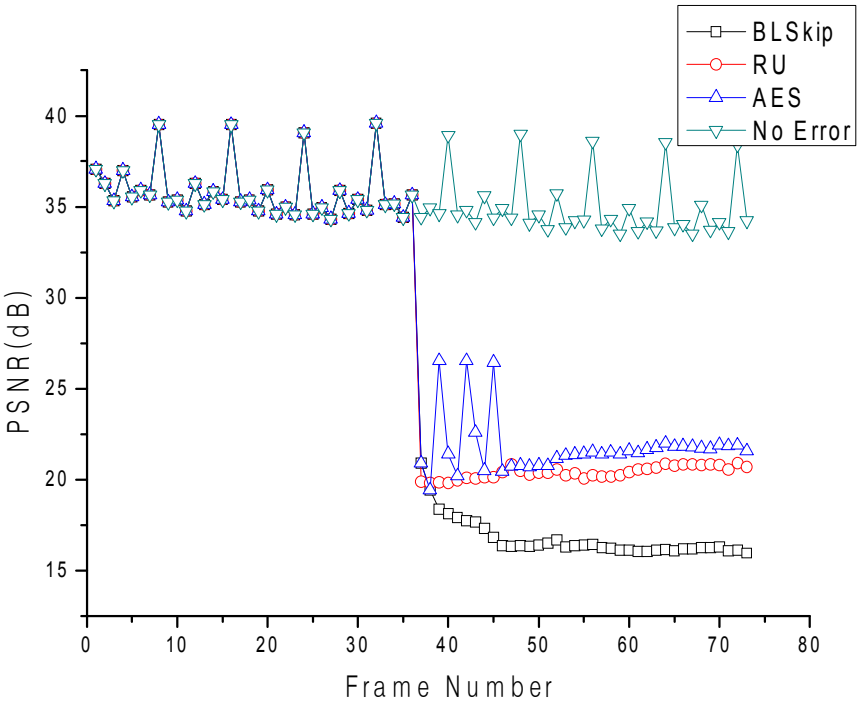

그림 32. Crew - 5% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

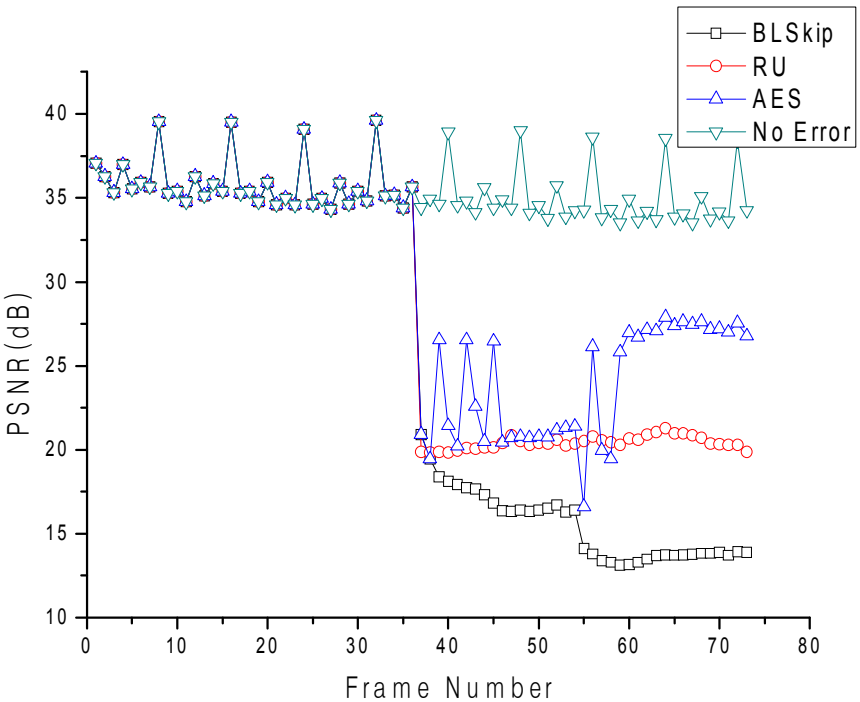

그림 33. Crew - 10% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

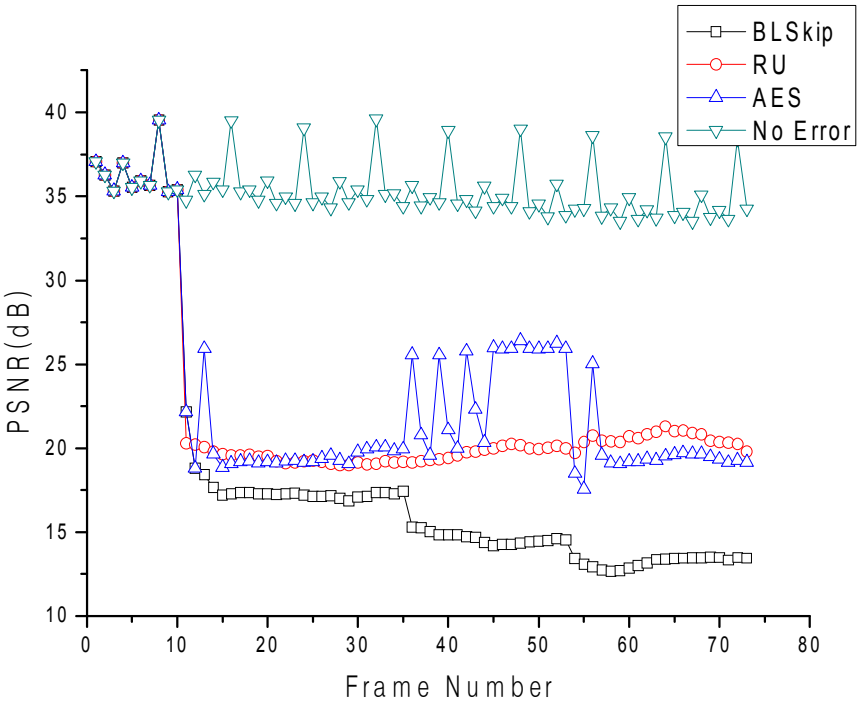

그림 34. Crew - 15% 에러율을 가지는 환경에서 각 오류 은닉 방법의 PSNR 비교

그림 30, 31, 32, 33, 34의 Crew 영상을 보면 역시 BLSkip의 PNSR은 하락하고 RU는 큰 변화가 없으며 AES는 이들보다 더 나은 성능을 보여주고 있다.

앞서 실험 데이터들 중에서 15% 에러율의 환경에서 실험한 결과를 보면 BLSkip이 오류확산에 얼마나 취약한지를 알 수 있다. 12프레임에서 오류가 발생해 PSNR 수치가 감소하는 것을 알 수 있다. 그 이후 지속적인 오류 발생으로 인해 PSNR 수치는 점점 감소하고 오류가 없는 55프레임 이후에서도 그 잔재가 남아 PSNR수치의 감소가 보인다. 이러한 오류가 반복되면 결국에는 버스트에러가 발생해 영상의 화질이 심각하게 떨어지게 된다.

각기 다른 영상 4가지를 5가지의 오류 상황을 가지고 실험을 진행해 보았다. 영상의 특징마다 독특한 결과를 보이는 것도 있었지만 제안된 방법이 버스트에러뿐만 아니라 일반적인 오류에도 강한 모습을 보이는 것을 알 수 있었다.

그림 35. Foreman영상으로 보는 오류은닉방법 성능 비교

그림 35는 5%손실을 가지는 Foreman 영상의 80번째 프레임의 영상이다. 오류가 끝난 뒤의 프레임의 영상으로 오류가 없는 첫 번째 사진을 기준으로 비교를 하면 BLSkip은 심각한 화질저하 현상이 일어나는 것을 알 수 있다. RU역시 형체를 알아 볼 수 있지만 화질이 떨어져 있다. 반면 AES는 이들과 비교하여 손상이 매우 적다.

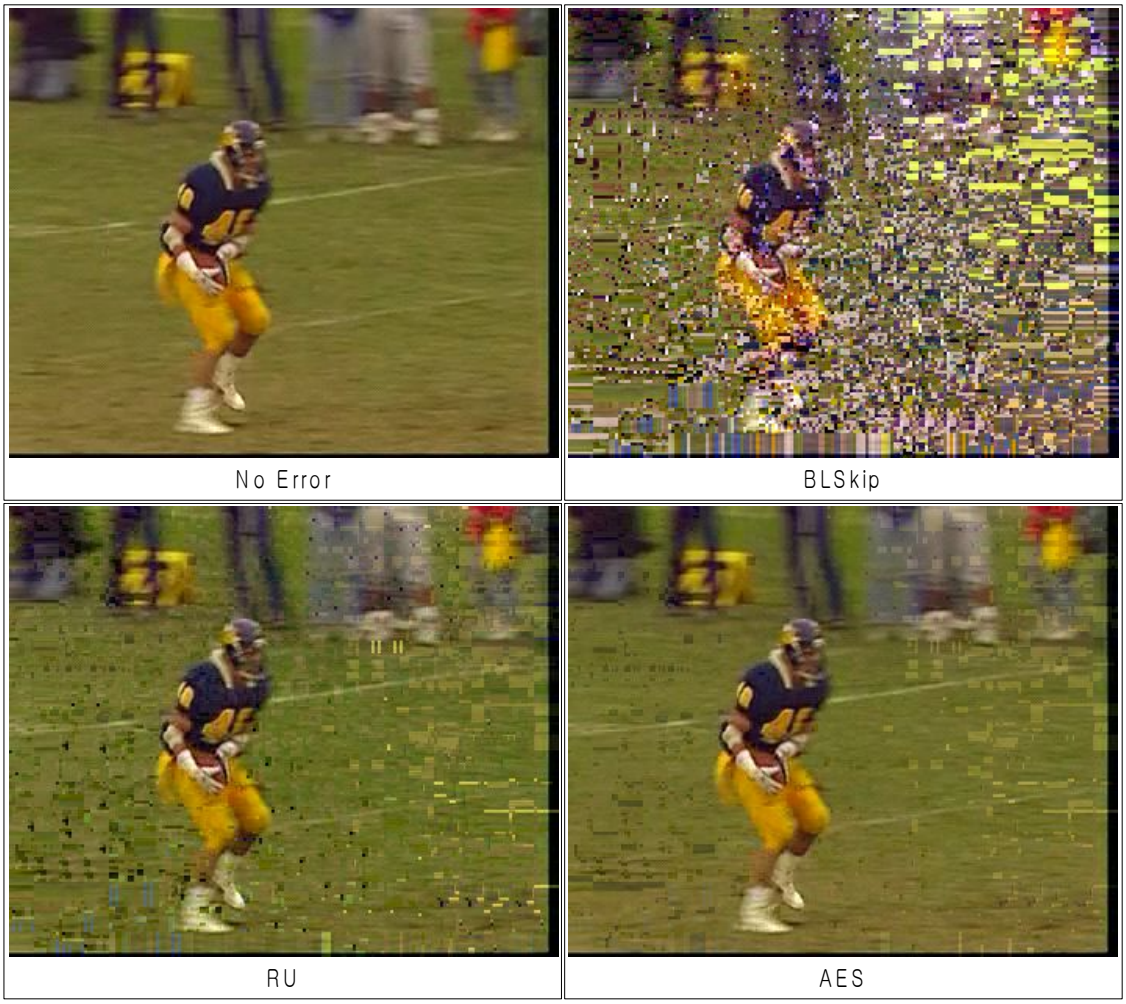

그림 36. Football영상으로 보는 오류은닉방법 성능 비교

그림 36은 5%의 손상을 가지는 Football영상의 53번째 프레임 영상이다. BLSkip의 경우 심각하게 손상된 화질을 볼 수 있다. RU는 손상이 있긴 하지만 비교적 덜하다. 반면 AES의 경우 약간의 손상이 있지만 비교적 화질 열화가 덜하다는 것을 보여준다. 이러한 비교영상을 보면 BLSkip과 RU를 독자적으로 사용하는 것보다 AES가 성능이 더 뛰어나다는 것을 알 수 있다.

표 2. 버스트 에러 환경에서의 각 영상의 PSNR 평균

[단위 : dB]

	PSNR 평균					
	버스트 에러					
	5 프레임			10 프레임		
	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES
Foreman	22.4	21.6	22.8	21.4	21.9	22.4
Football	21.2	23.2	24.6	20.9	23.2	24.4
Soccer	26.6	26.7	27.4	25.5	26.1	26.7
Crew	26.9	27.7	28.6	26.1	27.9	28.2

표 3. 랜덤 에러율 환경에서의 각 영상의 PSNR 평균

[단위 : dB]

	PSNR 평균								
	랜덤 에러율								
	5%			10%			15%		
	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES
Foreman	21.4	21.9	22.4	21.1	21.2	23.4	16.7	17.8	20.6
Football	20.9	23.2	24.4	20.4	22.9	23	15.3	18.9	19.6
Soccer	25.5	26.1	26.7	24.3	26.4	28.0	18.7	20.6	21.8
Crew	26.1	27.9	28.6	25.4	28	29.7	18.2	22.1	23.0

표 2, 3을 보면 전체적으로 제안하는 AES가 BLSkip과 RU를 사용했을 때보다 PSNR 평균값이 높다는 것을 알 수 있다. 영상의 길이, 특징, 오류의 종류 등 변수들이 존재하지만 전체적으로 AES의 성능이 우수함을 알 수 있다. 위 PSNR 데이터를 가지고 전체적인 성능을 평가해 보자면 AES는 BLSkip보다 약 8.7%, RU보다 2%의 성능이 향상되었다.

더 자세한 성능을 알아보기 위해 표 4를 보도록 하겠다.

표 4. 버스트 에러 환경에서의 PNSR 분산

	PSNR 분산					
	버스트 에러					
	5 프레임			10 프레임		
	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES
Foreman	57.09	61.34	50.93	66.37	60.05	55.29
Football	69.71	53.07	41.11	72.98	53.34	42.16
Soccer	61.70	58.13	48.83	78.46	67.57	61.53
Crew	93.53	61.18	52.36	93.53	61.18	58.39

표 5. 랜덤 에러율 환경에서의 PSNR 분산

	PSNR 분산								
	랜덤 에러율								
	5%			10%			15%		
	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES
Foreman	66.37	60.05	55.29	71.58	65.75	49.73	32.34	23.53	18.16
Football	72.98	53.34	42.16	79.67	55.68	54.27	30.30	21.42	21.62
Soccer	78.46	67.57	61.53	101.2	62.94	51.06	78.46	67.57	61.53
Crew	93.53	61.18	52.36	108.1	61.04	43.13	56.23	32.85	34.90

표 4, 5를 보면 각 영상들의 오류에 따른 PSNR의 분산 값을 보여주고 있다. BLSkip의 경우 오류의 종류에 따라 PSNR값의 변화가 심하기에 분산 값이 크지만 AES는 전체적으로 분산 값이 고르다는 것을 알 수 있다. 또한 RU와 비교를 해봐도 분산 값이 크다는 것은 PSNR 변화량이 크다는 것이기 때문에 역시 성능이 더 뛰어나다고 할 수 있다.

표 6. 버스트 에러 환경에서 오류 은닉 방법들의 PSNR 복원율

	PSNR 복원율					
	버스트 에러					
	5 프레임			10 프레임		
	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES
Foreman	63.6%	61.7%	65.1%	60.9%	62.5%	64.0%
Football	61.2%	66.7%	70.6%	60.2%	66.6%	70.2%
Soccer	75.8%	76.1%	78.2%	72.8%	74.5%	76.0%
Crew	76.1%	78.6%	81.1%	74.0%	79.2%	80.0%

표 7. 랜덤 에러율 환경에서 오류 은닉 방법들의 PSNR 복원율

	PSNR 복원율								
	랜덤 에러율								
	5%			10%			15%		
	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES	BLSkip	RU	AES
Foreman	60.9%	62.5%	64.0%	60.1%	60.4%	66.7%	47.8%	50.8%	58.7%
Football	60.2%	66.6%	70.2%	58.8%	66.0%	66.1%	44.2%	54.4%	56.3%
Soccer	72.8%	74.5%	76.0%	69.4%	75.4%	79.8%	53.4%	58.6%	62.2%
Crew	74.0%	79.2%	81.1%	72.1%	79.2%	84.1%	51.6%	62.6%	65.2%

표 6, 7은 다른 오류 환경에서 각각의 오류 은닉방법들의 복원율을 보여주는 표이다. 일부분 RU와 AES의 복원율이 같이 표기된 것은 차이가 미비하기 때문이다. 이러한 데이터를 통해 우리는 RU만을 사용하는 것보다 적절한 알고리즘을 통해 BLSkip을 같이 사용하여 성능이 향상 되었다는 것을 알 수 있다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 기존에 사용되던 SVC에서의 오류 은닉 방법에서 오류확산에 취약한 부분을 지적하고 이러한 단점을 보완한 AES 오류 은닉 방법을 소개하였다. 또한 성능을 PSNR데이터를 통하여 분석한 뒤 SVC에서의 오류 은닉 방법과 AES 오류 은닉 방법을 비교 하였다. 각 영상마다 성능 향상 정도가 다르지만 AES가 BLSkip보다 약 5.15%, RU보다 약 1.43% 정도 향상된 것으로 보아 오류 은닉 방법에 있어서 더 뛰어나다고 할 수 있다. 또한 다양한 오류 환경에서 전체적인 복원율을 보면 BLSkip은 약 63.%의 복원율을 보이고 RU는 약 67%, AES는 약 70%의 복원율을 보인다. AES의 가장 큰 특징은 서로 다른 특성을 지닌 BLSkip과 RU를 상황에 따라 선택하여 사용한다는 것이다. 이렇게 오류 확산 감지 알고리즘을 통해 오류 은닉 방법을 선택하여 사용함에 따라 버스트에러를 예방하고 나아가 다양한 오류 상황에서까지 성능이 향상됨을 보여주었다. 이러한 검증 과정을 통해 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

- RU는 BLSkip보다 오류 확산에 대해 강하지만 복원하는 부분에 있어 한계가 있다. 반면 BLSkip의 경우 오류 확산에 취약하나 참조프레임의 데이터에 따라 성능이 달라진다.
- 심각한 오류가 발생했을 때 RU로 복원하여 오류확산에 대비하고 다음 오류에 BLSkip을 사용했을 때 높은 성능을 기대 할 수 있다.
- 연속적인 오류가 발생한다면 AES가 아닌 RU가 더 효과적이다.

위와 같은 사실을 통해 AES 오류 은닉 방법은 오류 확산에 뛰어나므로 버스트에러에 강인하다고 할 수 있다. 제안된 오류 은닉 방법은 무선 채널 환경에서 영상 데이터 서비스를 할 때 버스트에러에 강인한 것을 강점으로 고품질의 서비스를 할 수 있을 것이라 예상한다.

본 연구를 바탕으로 AES의 연속적인 오류가 비교적 취약한 부분을 보완하고 오류 확산 알고리즘을 개선한다면 보다 완벽하게 버스트 에러의 원인인 오류확산을 차단할 수 있을 것이다. 또한 버스트 에러뿐 아니라 멀티미디어 서비스의 발전에 발맞추어 다양한 오류에도 강인한 오류 확산 방법을 개발해야 할 것이다.

참고 문헌

[1] Heiko Schwarz, Detlev Marpe, and Thomas Wiegand, "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard", Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 17, pp. 1103-1120, Sep. 2007.

[2] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Tech, Vol 13, No. 7, Jul. 2003.

[3] Yao Wang and Qin-Fan Zhu, "Error control and concealment for video communication: a review", Proceedings of the IEEE, pp. 974-997, May 1998.

[4] YI Guo, Ying Chen, Ye-Kui Wang, Honqiang Li, Miska M. Hannuksela, and Monoef Gabbouj, "Error Resilient coding and Error Concealment in Scalable Video Coding", Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 19, pp. 781-795, Jun. 2009.

[5] L. Liu, S. Zhang, X. Ye, and Y Zhang, "Error resilience schemes of H.264/AVC for 3G conversational video services", in Proc. 5th Int. Conf. on Computer and Information Technology (CIT'05), pp. 657-661. 2005

[6] 박선영, 송준호, 문주희, "무선환경에서 MPEG-4 영상의 오류은닉 방법", 전자공학회 논문지 SP편 제39권 제6호, pp. 77-87, 2002.11.

[7] Xue-Bo Zhang and Yei-Ping Ye, "Adaptive Block-based Error Concealment Scheme in Spatial Enhancement Layer on H.264/AVC,SVC", Computer Communication Control and Automation (3CA), 2010 International Symposium, Vol. 1, pp. 177-180, May 2010.

[8] Ying Chen, Kai Xie, Feng Zhang, Purvin Pandit, and Jull Boyce, "Frame loss error concealment for SVC", Zhejiang Univ - SCIENCE A, Vol. 7, No. 5, pp.667-683, Jul. 2006.

[9] M. Uitto and J. Vehkaperä, "Spatial enhancement layer utilisation for SVC in

base layer error concealment", in Proc. Mobi-media 2009, London, UK, Sep. 2009.

[10] Q. Ma, F. Wu, and M.T. Sun, "Error Concealment For Spatially Scalable Video Coding Using Hallucination", Proceedings of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2009.

[11] Y. Wang, S. Wenger, J. Wen, and A. K. Katsaggelos, "Error Resilient Video Coding Techniques-real Time Video Communications over Unreliable Networks", IEEE Signal Processing Mag, vol. 17, no. 4, pp. 61-82, Jul. 2000.

[12] Liu Wei, Liang Yongsheng, Chen Xu, and Zhang Jihong, "Test Conditions and Error Concealment for SVC Based on RTP Encapsulation", Multimedia Technology (ICMT), 2010 International Conference, pp.1-5, Oct. 2010.

[13] Wai-Man Lam, Reibman, and Liu, "Recovery of lost or erroneously received motion vectors", Vol. 5, pp. 417-420, Apr. 1993.

[14] Chun-Su Park, Min-Seok Yoon, Seon-Tae Kim, Choi, Hae-Chul, and Sung-Jea Ko, "Error Tracking Based Error Concealment Strategy for Scalable Video Coding", Consumer Electronics, ICCE 2008. Digest of Technical Papers. International Conference, pp. 1-2, Jan. 2008.

[15] Paul Salama, Ness B. Shroff, Edward j.Coyle, and Edward J. Delp, "Error concealment techinique for encoded video stream", Proceeding ICIP, Vol. 1, pp. 9-12, Oct. 1995.

[16] D. Tian , M. M. Hannuksela, Y.-K. Wang, and M. Gabbouj, "Error resilient video coding techniques using spare pictures", Proc. Packet Video Workshop, May 2003.

[17] 기근영, 변재영 "무선 오류채널 환경에서 SVC 오류 은닉 기술의 개선 연구", 한국정보기술학회 2012 빅데이터 시대의 정보기술전략을 위한 워크숍, pp. 240-244 2012.5.