

# SNR 2계층 부호화에서 에러 은닉을 위한 모드 분석

박성찬<sup>0</sup> 이귀상  
전남대학교 전산학과

## Mode Analysis for Error Concealment in 2-layer SNR Scalable Coded Bitstreams

Sung-Chan Park<sup>0</sup> Guee-Sang Lee  
Dept. of Computer Science, Chonnam National University  
{scpark1, gslee}@cs.chonnam.ac.kr

요약

저 대역 부호화된 비트스트림을 네트워크를 통해 전송중 에러가 발생하면 수신측의 복원 화질에 심각한 화질 열화가 발생한다. 따라서, 이러한 에러에 대처하기 위한 복호기에서의 에러 은닉 기법은 화질에 매우 큰 영향을 끼칠 수 있다. 본 논문에서는 SNR(Signal to Noise Ratio) 계층 부호화에 의해 생성된 고급계층의 비트스트림을 통신 채널로 전송시 복호기에서의 오류 은닉 기법을 위해, SNR 계층 부호화 방법에 사용되는 부호화 모드 및 복호기에서 이용가능한 예측 모드에 대해 알아보고, 단일 계층 부호화된 비트스트림의 에러 은닉 기법과의 차이점을 비교, 분석한다. 따라서, 본 연구에서는 저대역폭 비디오 전송을 위해 계층 부호화 모드중 SNR 계층부호화로 부호화된 비트스트림을 에러 발생 가능 채널로 전송시 에러 은닉을 위한 효과적인 방향을 제시한다.

### 1. 서론

최근 디지털 비디오 응용에 대한 많은 관심으로 ITU-T(International Telecommunications Union-Telecommunications Sector) H.261, h.263, ISO/IEC(International Organization for Standards) MPEG(Moving Picture Experts Group)-1/2/4등 다양한 비디오 압축 기법들이 연구되어 왔다[1-5]. 비디오 화상회의, 화상전화와 같은 디지털 비디오 통신에 대한 요구는 더욱 증가된 반면, 공중전화망(Public Switched Telephone Networks)과 무선 통신망에서의 전송 대역폭은 여전히 제한적이며 이러한 저 대역폭에서의 비디오 전송을 위해 H.263+과 같은 비디오 부호화 기법이 많은 흥미를 끌고 있다. 특히, 현재 비디오 부호화 방식에서 사용되는 VLC(Variable Length Coding) 및 예측 부호화 방식은 1 비트 에러에 의해서도 시간적, 공간적으로 화질에 많은 영향을 발생시킨다. 따라서, H.263+ 부호화 기법중 계층부호화 모드는 한 개의 송신 영상에 대해서도 복호기와 전송로에 따라서 여러 가지 화질의 재생

영상을 얻을 수 있는[6], 즉 에러 및 패킷 손실 발생 가능 채널에서 비디오 정보 전송시 복호기측에서 사용 가능한 다양한 비트율, 해상도, 디스플레이율을 허용함으로써 비디오 정보에 대한 전송을 향상시키는 기법이다[7]. 그러나, 계층부호화에 의해 생성된 기본계층의 비트스트림은 QoS(Quality of Services) 보장으로 무손실 전송이 가능하지만, 고급계층의 비트스트림은 에러 발생이 가능하다. 본 연구에서는 단일 계층으로 부호화된 비트스트림에서의 에러 은닉 방법과 SNR 계층부호화된 고급 계층에서의 에러 은닉 기법을 비교, 분석한다. SNR 계층부호화된 고급계층의 비트스트림에 전송 에러 발생시, 단일 계층 부호화된 비트스트림의 에러 은닉 기법에 비해, 같은 시간적 해상도에 위치한 기본계층의 복호화된 정보 및 이전 프레임의 같은 계층(Layer)의 고급계층의 영상 정보를 현재 프레임의 고급계층의 에러를 복원하는데 이용 가능하다. 따라서, 본 논문은 손실된 고급 계층의 블록을 은닉하기 위하여 기존의 단일 계층 부호화에서 사용된 에러 은닉 기법에 대해 알아보고, 고급 계층에 발생한 에러를 은닉하기 위해 적용 가능한 방법에 대해 알아본다.

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

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구 기법에 대해 기술하고, 3장은 기본 계층에서의 에러 은닉과 고급 계층에서의 에러 은닉기법을 비교, 분석하고, 4장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

본 절에서는 SNR 계층부호화 방법과 기존의 단일 계층에서 이용된 에러 은닉 기법에 대해 알아 본다. 즉, 기존의 단일 계층에서의 에러 은닉 기법은 주로 손실된 MB를 왜곡 측정자(distortion measure)를 이용하여 이전 프레임에서 가장 작은 왜곡을 가지는 MB으로 에러 블록을 움직임 보상하는 방법으로, BMA(Boundary Matching Algorithm)와 SMA(Side Matching Algorithm)기법을 주로 이용하였다. SNR 계층부호화된 비트스트림은 그림 3과 같이 기본 계층의 프레임과 고급 계층의 프레임의 해상도(resolution)가 같고, 또한 시간적으로도 동일한 해상도를 가진다. 따라서, 공간적(Spatial) 계층부호화 방법과는 달리 고급 계층의 임의의 마크로블록(MB)에 대해 공간적 해상도의 변화 없이 같은 위치의 기본 계층의 마크로블록과 유사한 영상 정보를 가질 수 있다.

### 가. SNR 계층부호화 및 계층부호화 모드

계층부호화된 영상은 기본계층과 고급계층으로 구성되며, 고급계층의 재생에는 반드시 기본계층의 데이터가 필요하게 된다. 이러한 계층부호화 기법은 오류 발생율이 크고 서로 이질적인 네트워크 환경에서 유용하다[7]. 그림 1은 SNR 계층부호화를 위한 부호화기를 보여주고 있다.

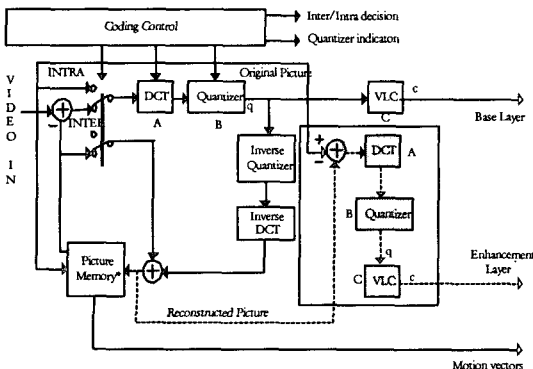


그림 1. SNR 계층부호화기 구조

본 논문은 계층부호화 기법중 기본 계층과 고급 계층간의 SNR을 달리하여 부호화 하는 방식, 즉 고급계층의 화면은 기본계층 화면의 예측 차분 신호가 고급 계층에 더하는 방식인 SNR 계층 부호화 방식을 이용한다. 그림 2는 원영상과 SNR 계층부호화시 기본 계층의 영상, 그리고 기본 계층에 추가되는 고급계층의 부가 정보를 보여준다.



그림 2. 원영상, 기본계층 영상, 고급 계층 정보

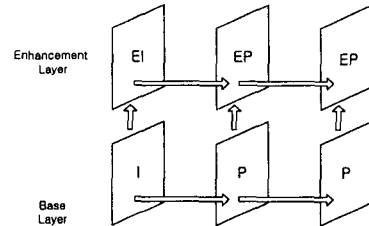


그림 3. SNR Scalability 계층도

또한, 다음 그림은 고급계층의 마크로블록 계층에 대한 선택스 구조(EP-frame)를 나타낸다[2]. 즉, 이 선택스 구조에서 전송 에러가 발생시 단일 계층에서와 같은 에러 전파 현상이 발생될 수 있음을 보인다.

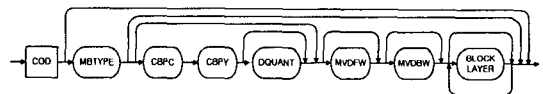


그림 4. 고급계층 MB layer의 선택스

복호화기에서 에러 은닉을 이해하기 위해 부호화기를 좀더 자세히 살펴보면, 현재 프레임의 고급 계층을 부호화하는데 다음과 같이 3가지 부호화 모드를 이용한다.

- ① 현재 프레임의 고급 계층 MB와 같은 위치에 존재하는 현재 프레임의 MB를 그대로 사용 (Upward)
- ② 현재 프레임의 고급 계층과 동일한 계층의 이전 프레임에서 예측된 움직임 벡터로 움직임 보상 (Forward)
- ③ 위 두가지를 모두 이용한 혼용 기법

(Bidirection)

따라서, 복호기에서도 에러가 발생한 블록을 예측하기 위해서는 위 3가지 모드를 충분히 이용하여야 한다.

나. BMA(Boundary Matching Algorithm)

이 방법은 손실된 블록과 손실된 블록 주변의 올바르게 복호화된 블록간의 유사성을 고려하여, 가장 유사한 블록 경계선을 갖는 블록으로 손실블록을 대체하는 기법이다. 즉, 그림 5와 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 왜곡을 가지는 움직임 벡터를 손실된 블록의 움직임 벡터로 추정하여 블록 영상을 복구하게된다[8].

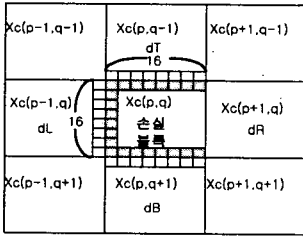


그림 5. Boundary Matching Algorithm

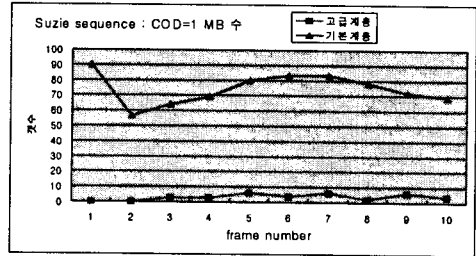
다. SMA(Side Matching Algorithm)

이 기법은 BMA 방법이 손실 블록 주변에 에지 성분이 존재할 경우 올바른 보상을 하지 못하므로, 이를 보완하기 위한 기법으로 선택된 블록과 손실된 블록 주변의 올바르게 복호화된 블록간의 경계를 비교하는 대신, 선택된 블록의 주변값과 손실된 블록 주변의 올바르게 복호화된 블록을 비교한다[9].

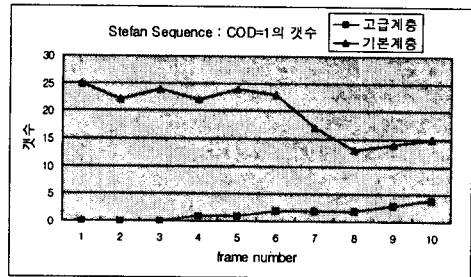
3. 고급 계층에서 에러 은닉 방법

단일 계층 부호화에서는 비디오 프레임간의 높은 상관성을 이용하여 이전 프레임으로부터 에러 블록을 예측하는 움직임 보상 기법을 이용한다. 계층형 부호화의 기본계층의 형태는 단일계층 부호화와 비슷한 경향을 보이지만, 고급 계층의 경우, 기본계층의 특성과는 많은 차이를 보인다. 그림 6은 QCIF크기의 Suzie 및 Stefan영상을

8kbps(TMN5)로 부호화할 때 COD(Coded MB Indication)가 1인 MB의 수를 나타낸다. 즉, 기본 계층에서는 많은 수의 COD=1인 MB이 존재하여 시간적 상관성을 이용한 움직임 보상이 이루어짐을 볼 수 있으나, 고급 계층에서는 상당히 작은 수의 MB이 존재함을 볼 수 있다.



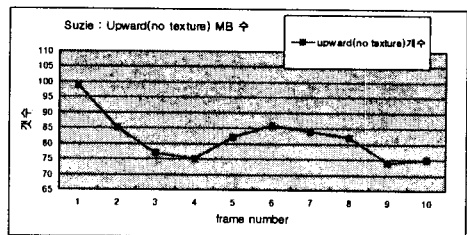
(a) Suzie 영상에서의 COD=1인 MB 수



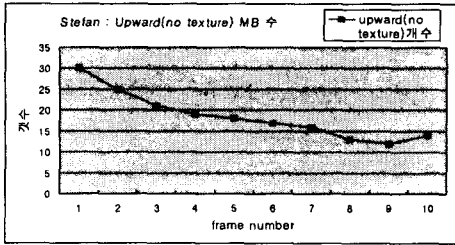
(b) Stefan 영상에서의 COD=1인 MB 수

그림 6. 기본계층과 고급계층에서의 COD 수

또한, 계층부호화에서 고급 계층은 많은 수의 MB이 기본 계층의 같은 MB 위치에서 그대로 가져오는 Upward MB의 특성을 가진다. 다음 그림은 각각 Suzie 및 Stefan 영상의 고급 계층에서 기본 계층의 같은 위치에서 그대로 가져와 사용되는 Upward(No texture) MB 수를 나타낸다. 즉, 고급 계층의 많은 MB이 기본 계층의 데이터를 그대로 이용함을 볼 수 있다.



(a) Suzie 영상에서의 Upward MB 수



(b) Stefan 영상에서의 Upward MB 수  
그림 7. 고급계층에서의 Upward MB 수

위의 결과에 따라, 고급계층의 에러 은닉을 위해서 단일 계층에서처럼 이전 프레임으로부터 움직임 보상을 하기보다는, 기본계층의 같은 위치의 MB를 이용하여야 함을 알 수 있다. 즉, 단일 계층 부호화된 비트스트림은 현재 프레임에 에러 발생시 이용 가능한 정보는 에러 없이 복호한 이전 프레임 정보만 존재하는데 반해, 계층부호화된 고급 계층의 비트스트림을 복호화시에는 에러 없이 전송된 현재 프레임의 기본 계층 정보와 이전 프레임 고급 계층 정보가 존재하므로 고급 계층의 각 MB가 가지는 특성을 고려하여 수행되어야 한다.

가. 단일 계층에서의 에러 은닉을 위한 예측 모드 일반적으로, 단일 계층 부호화된 비트스트림에 에러 발생시 에러전파(Error Propagation)에 의해 손실블록의 오른쪽 블록부터 Resynchronization 전까지는 손실이 되므로 손실블록의 오른쪽블록을 이용할 수 없고, 복구된 손실블록의 움직임 벡터는 다음 우측 블록 복원시 이용될 수 있다. 따라서, 단일 계층에서 에러 은닉을 위해 현재 프레임의 손실 MB를 이전 프레임의 탐색 영역에서 BMA나 SMA와 같은 왜곡 측정자를 이용하여 Full Search하거나, 다음과 같은 후보 벡터를 이용하여 가장 작은 왜곡을 가지는 후보벡터를 이용하여 손실 블록의 움직임 벡터로 보상하게 된다. 일반적으로 사용되는 후보 벡터군은 다음과 같다.

- ① 이전 프레임에서 손실 블록과 같은 위치의 블록을 가져와 그대로 사용
- ② 손실 블록 주변의 이용 가능한 움직임 벡터를 이용한 움직임 보상
- ③ 손실 블록 주변 움직임 벡터의 중간값(Median)으로 움직임 보상

④ 손실 블록 주변 움직임 벡터의 평균값(Average)으로 움직임 보상

나. 고급 계층에서 이용 가능한 복호화 모드

SNR 계층 부호화에서 고급 계층에 대한 에러 은닉을 위한 시간적 은닉 기법을 살펴보면 다음과 같다. 그림 8은 SNR 계층형 부호화에서 손실 블록의 움직임 벡터를 예측하기 위한 이용 가능한 예측 모드를 나타낸다.

- ① 고급 계층의 에러 MB와 동일한 위치의 기본 계층 MB를 그대로 이용하는 방법(Upward) : 'C'
- ② 고급 계층의 에러 MB와 동일한 위치의 이전 프레임의 고급 계층 MB를 이용한 방법(Zero Forward) : 'A'
- ③ 고급 계층의 에러 MB와 동일한 위치의 기본 계층 MB의 움직임 벡터를 사용하여 이전 프레임의 고급 계층으로부터 움직임 보상을 하는 방법
- ④ 고급 계층의 에러 MB 주변 블록의 움직임 벡터를 이용하여 에러 MB를 이전 프레임의 고급 계층으로부터 움직임 보상을 하는 방법(Forward) : 'B'

- 이때 이용할 수 있는 움직임 벡터 후보군은 단일 계층에서 사용된 후보군과 같은 손실 블록의 평균, 중간값등을 이용할 수 있다.

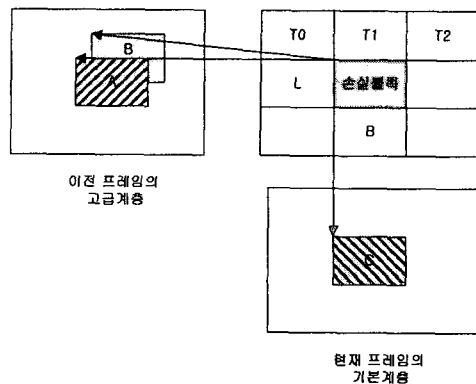
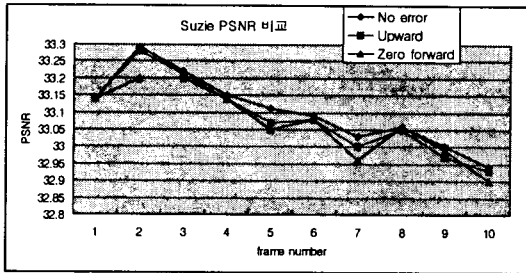


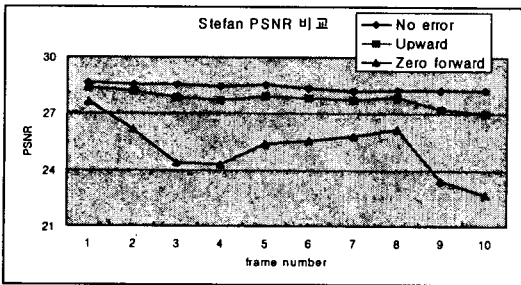
그림 8. 고급계층에서의 에러 은닉 모드

다음 그림 9는 H.263+(TMNDEC3.2)를 사용하여 QCIF포맷의 Suzie 및 Stefan 영상에 대해 8kbps, TMN5방법으로 1%~10%의 랜덤 블록 에러를 주었을 때 실험 결과를 나타낸다. 에러가 없을 때 PSNR(No error), 기본계층의 같은 위치의 MB의

로 은닉시 PSNR(Upward), 그리고 이전 고급계층의 같은 위치의 MB으로 은닉시의 PSNR(Zero Forward) 결과를 각각 보인 것이다. 결과에서 보인바와 같이 움직임이 상대적으로 적은 Suzie 영상에서는 그림 7(a)에서 보인 것과 같이 많은 MB들이 Upward(no texture)모드로 구성되어 있으므로 Upward와 Forward 모드가 작은 PSNR 차이를 보이고 또한 Upward 모드가 좀더 나은 PSNR을 보인 반면, 움직임이 많은 Stefan 영상에서는 이전 프레임의 고급계층으로부터 은닉하는 경우는 상당히 낮은 PSNR을 보인다.



(a) Suzie 영상에서의 PSNR



(a) Stefan 영상에서의 PSNR

그림 9. 고급계층에서의 에러 은닉 PSNR 비교

움직임 작은 영상에서는 기본 계층의 부호화 예측이 잘 이루어져 고급 계층 정보가 그만큼 줄어들게 되므로 기본 계층의 정보 또는 이전 고급 계층의 같은 위치의 MB으로 은닉하여도 되고, 움직임 많은 경우는 비트율을 맞추기 위해 기본 계층에 많은 양자화 에러가 누적되므로 기본계층과 고급 계층의 정보가 차이가 나므로 단지 기본 계층의 정보로 은닉하면 화질의 차이가 발생하므로 낮은 PSNR을 보일수도 있고, 이전 프레임의 고급 계층으로부터 은닉하면 움직임이 많은 관계로 정확한 움직임 보상이 이루어지지 않을 수도 있는

현상이 발생하나 위 실험 결과 이전 프레임으로부터 보상하는 경우가 같은 위치의 기본 계층 MB으로 은닉하는 경우보다 더 낮은 PSNR 결과를 보였다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 인터넷과 같은 네트워크 환경에서 계속 증가하는 멀티미디어 데이터의 스트리밍 서비스를 위한 SNR 계층 부호화에 의해 생성된 고급계층의 비트스트림을 에러 및 패킷 손실 발생 가능 통신 채널로 전송시 복호기에서의 오류 은닉 기법을 위해, SNR 계층 부호화 방법에 사용되는 부호화 모드에 대해 알아보고, 단일 계층 부호화된 비트스트림의 에러 은닉 기법과의 차이점을 비교, 분석하였다. 일반적으로, 고급 계층의 MB들이 Upward(no texture) 부호화 모드일 때는 이전 고급 계층으로부터 움직임 보상을 하는 방법보다, 기본 계층의 같은 위치의 MB으로 은닉하는 방법이 더 나은 PSNR을 보이고, 또한 움직임이 많은 경우 역시 기본 계층의 같은 위치의 MB으로 은닉하는 방법이 더 좋은 결과를 보였다. 따라서, 계층 부호화에서 에러 은닉은 단일 부호화 방법에서의 에러 은닉 방법과 달리 기본 계층의 정보가 상당히 중요한 정보를 차지함을 알 수 있었다.

#### 6. 참고 문헌

- [1] ITU-T Rec. H.261, "Video Codec for Audio-Visual Services at 64-1920kbit/s", 1993
- [2] ITU-T Rec. H.263, "Video Codec for Low Bit Rate Communication", 1996
- [3] ISO/IEC 11172-2 International Standard of MPEG-1, Part2 : Video, 1993
- [4] ISO/IEC, 13818-2 Generic coding of moving picture and associated audio, International Standard : Video, 1994
- [5] MPEG-4 Video Group, Generic Coding of audio-visual objects : Parts2-Visual, May 1998
- [6] Guy Cote, Berna Erol, Michael Gallant, "H.263+ : Video Coding at Low Bit Rate", *IEEE Transactions on circuits and systems for video technology*, Vol.8, No.7, Nov. 1998
- [7] 김재균, "영상통신시스템", 영지문화사, 2000
- [8] W. M. Lam, A. R. Reibman, and B. Liu,

Recovery of lost or erroneously received motion vectors, *Proc. ICASSP*, vol. 5, pp. 417-420, 1993.

[9] Z. Yu, H. R. Wu, and S. Yu, Lost motion vector recovery for digital video communication, *Proc. SPIE*, vol. 4067, pp. 1250-1260, 2000.