

# MPEG-2 비트스트림 신텍스에서 각 변수들의 오류로 인한 화질 영향 분석

°김성중\*, \*최동환, \*이상학, \*황찬식

\*경북대학교 전자·전기공학부

## Analysis of the Effects on Image Quality by each Variable Errors in MPEG-2 Bitstream Syntax

°Seong Jung Kim\*, Dong Hwan Choi\*, Sang Hak Lee\*, Chan Sik Hwang\*

\*School of Electronic & Electrical Eng., Kyungpook National University

sjkim71@netian.com

### 요약문

MPEG-2는 영상회의에서 HDTV까지 광범위하게 활용되는 국제 동영상 부호화 표준이다. MPEG-2 표준에 맞게 압축된 신호는 유선 통신망이나 공중파를 통하여 전송이 되는데, 특히 공중파 전송과정에 많은 오류가 발생될 것으로 예상된다. 이로 인해 영상 출력에 전체적으로 영향을 주는 것, 부분적으로 영향을 주는 것과 아무런 영향을 미치지 않는 것들이 존재하게 된다. 전송 자료 중에서 헤더 정보는 영상의 출력에 심각한 영향을 주는 것이 대부분인데, 오류가 영상 화질에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서 연구가 부족하다. 본 논문에서는 비트스트림의 각 변수들에 발생한 오류가 영상 출력에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

### I. 서론

최근 정보통신의 급속한 발전으로 통신망을 통한 여러 정보 서비스가 개발 운용되고 있어서 전체 통신망 사용자와 그 정보의 양이 기하급수적으로 늘어나고 있는 추세이다. 따라서, 단순히 영상 및 음성 정보의 비디오 정보뿐만 아니라 여러 미디어가 결합된 멀티미디어 정보까지 제공할 수 있도록 하기 위하여 MPEG(Moving Picture Expert Group) 표준들이 만들어지게 되었다. 그 중에서 MPEG-2 표준안은 그 활용 범위가 가장 넓어서 영상회의에서 HDTV를 바탕으로 한 Digital TV 방송까지 활용이 된다. 앞으로 시험방송을 하게 될 Digital TV는 공중파를 통하여 전송하게 된다.

전송망의 대역폭 제한으로 영상 정보의 고압축이 필요로 하게 되고 압축된 정보를 제대로 복호화할 수 있게 헤더정보를 추가하여 영상 자료를 만들게 된다. MPEG-2에서는 움직임 추정 및 보상을 이용하여 시간 방향의 중복성을 제거하며 변환 부호화를 이용하여 공간 중복성을 제거하는 복합적인 방법으로 영상을 압축한다. 모든 처리는 매크로블록 단위로 이루어지며 움직임 추정 및 보상을 한 다음 원영상과의 차신호만 변환 부호화와 가변 길이 부호화를 이용하여 전송하게 된다. 이런 고압축 방법들은 전송률을 높이지만, 망의 폭주등으로 셀 손실이 발생하거나, 채널 주파수 대역 제한 및 다중 경로 페이딩(fading)등에 의한 채널 비트 오류율(bit error rate)이 높은 이동통신망에서는 연접 오류가 발생하게 되어 이에 의한 영상 왜곡 및 화질 저하는 매우 심각하다. 이러한 문제의 해결을 위한 채널 부호화 방법과 ARQ(automatic repeat request)를 이용한 오류 보호 방법, 비트열의 계층적 분류에 의한 불균등 오류 보호방법[3]등이 연구 되어 왔으며, 오류 정정 능력을 벗어난 오류에 대한 화질 열화와 오류 전파에 대응하기 위한 방법들이 연구되고 있다[4]-[5]. 오류들은 헤더의 비트 오류, 무작위 비트 오류와 셀 손실 등의 오류가 발생할 수 있다. 헤더의 비트 오류는 화질에 심각한 영향을 주는데도 불구하고, 각 변수들의 오류 발생으로 인한 화질 영향 분석과 오류 복원 방법에 대한 연구가 미흡하다.

본 논문에서는 헤더 정보에 오류 발생으로 인한 하위 헤더 정보와 데이터를 복호화 하는데 미치는 영향과 영상 출력 열화에 대해서 분석하고자 한다.

## II. MPEG2 비디오 부호화 표준과 헤더 구조

MPEG2의 기본 구조는 그림과 같이 움직임 보상, DCT, 양자화, 가변장 부호화를 통하여 압축을 하게 된다.

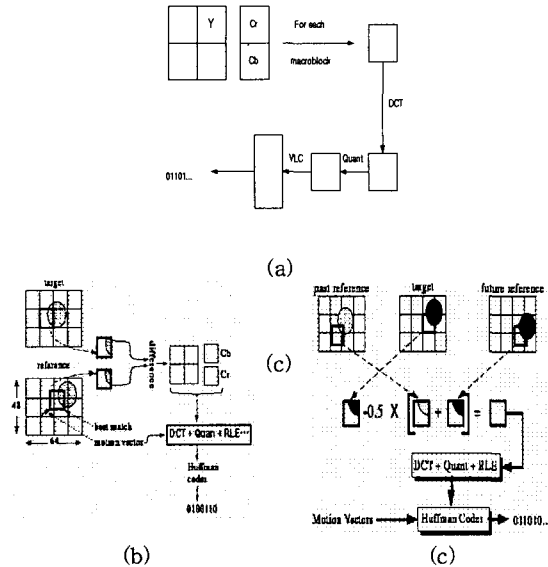
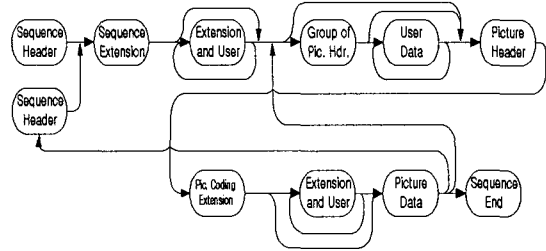


그림 1. (a) intramacroblock, (b) 전방향 또는 역방향 움직임 추정, (c) 전방향과 역방향 움직임 동시 추정

MPEG-2는 3가지의 장면 부호 유형(I-, P-, 그리고 B-pictures)이 있다. I-picture는 그림 1(a)와 같이 DCT 다음에 바로 양자화를 수행하게 된다. DCT 방법은 프레임이나 필드 방법중 최상의 방법을 선택하게 된다. P-picture는 그림 1(b)와 같이 이전 I- 또는 P-picture에서 가장 일치하는 블록을 찾고, 가장 일치하는 움직임 벡터를 얻는다. 이 움직임 벡터를 얻는 방법은 입력 영상 구조가 프레임 방식이면, 프레임, 필드, 그리고 듀얼 프레임 중에서 선택을 하고, 필드 방식이면, 필드 그리고 듀얼 프레임 방식 중에서 선택을 하게 된다. 듀얼 프레임 방식은 영상이 부호화 될때 B-picture를 포함하지 않는 경우에만 사용한다. 움직임 보상(motion compensation)을 수행하고, 그 값을 DCT를 수행한 다음 양자화를 하는 intermode와 I-picture와 같이 움직임 보상을 구하지 않고, DCT를 수행한 다음 양자화를 하는 intramode 매크로 블록을 가진다. B-picture는 그림 1(c)와 같이 P-picture와 약간 다르게 이전 그리고 다음 I- 또는 P-picture에서 움직임 보상을 하게 된다.

그리고, MPEG-2 표준은 MPEG-1 표준과 달리 한 영상 처리에 관계된 순차 주사 방식과 비월 주사를 포

함하고, 프레임 방식과 필드 방식으로 영상을 부호화할 수 있고, 지그재그(zigzag) 또는 사선(slanted) 주사(scanning), 선형 또는 비선형 양자화 테이블, intramacroblock에서 DC 정확도를 선택할 수 있다. 또한 MPEG2 표준에는 '프로파일(profile)과 레벨(level)'이 정의되어 있는데, 이것은 비디오 시퀀스의 흐름에서



중요한 영상의 크기, 프레임율, 비트율, 픽셀율, 그리고 버퍼 크기의 범위를 정한다.

그림 2. 비트스트림 구조

MPEG-2 비디오 스트림은 그림 2와 같이 sequence header로 시작해서 하나 이상의 GOP(group of pictures)를 포함하고 마지막 end\_of\_sequence로 끝나게 된다. MPEG-1보다 추가된 헤더 정보는 반드시 sequence header뒤에 따라 오는 sequence extension, picture header뒤에 반드시 있는 picture coding extension, 그 밖의 여러 가지 확장 헤더가 추가되어 있다. 각 헤더의 구성과 용도를 간단하게 살펴보기로 하자.

·sequence header와 sequence extension :

비디오 시퀀스의 흐름을 제어하는 헤더로 영상의 크기, 초당 출력되는 프레임 수, 버퍼 크기, 초당 전송 비트율, 프로파일과 레벨, 순차 주사방식인지 비월 주사방식, 색차 신호 포맷, 그리고 양자화 정보가 포함되어 있다.

·GOP header:

비디오 시퀀스의 흐름을 제어하는 헤더로 영상의 임의적인 접근을 허용하게 하는 단위의 정보와 부호화 실패로 생략된 영상이 있는지를 알려준다.

·picture header와 picture coding extension:

비디오 시퀀스에서 하나의 영상을 처리하는 기본 단위로 영상의 부호화 유형(I, P, B), 움직임 보상의 범위, 영상 구조(프레임, 필드), intramacroblock 처리 방법, 양자화 유형, 스캔 방식등의 정보를 포함하고 있다. 이 정보는 하나의 영상을 제대로 복호화하기 위한 중요한 정보다.

·slice, macroblock 그리고 block:

슬라이스는 여러개의 매크로블록으로 이루어진 단위로 오류를 다루는 중요한 단위가 된다. 매크로블록은 영상 처리의 부호화나 복호화의 기본적인 처리 단위인 블록들로 이루어져 있으며, 매크로블록이 어떤 유형으로 부호화 되어 있는지 정보를 나타내고 있다. 블록은 DCT, 양자화, 움직임 보상등 영상 처리의 기본 단위이다.

### III. 헤더 변수의 오류 분석

헤더 오류를 분석하기 위해서 사용한 영상은 flower로 표 1과 같이 부호화하여 사용하였다.

표 1. 부호화 변수

부호화 변수	값
영상의 크기	704*480
프로파일과 레벨	메인 프로파일, 메인 레벨
주사 방식	순차 주사
색차 신호 포맷	4:2:0 포맷
비트율	8 Mbits/s
N, M	N = 15, M = 3
양자화 매트릭스	디폴트 양자화 매트릭스

#### 3.1 sequence header 와 sequence extension

·horizontal(vertical)\_size\_value(extension):

영상의 크기 정보로 매크로블록의 넓이와 높이에 영향을 주게 된다. 오류 발생 시 출력되는 영상의 크기에만 문제가 될 뿐 PSNR에는 차이가 없다. profile\_and\_level\_indication 정보나 8 또는 16의 배수이므로 오류 발생을 발견할 수 있다.

·load(\_non)\_intra\_quantiser\_matrix:

값이 "0"일 경우는 디폴트 양자화 매트릭스를 사용하게 되는데, 값을 "1"로 오류를 주었을 때, 각각의 변수 뒤의 값들이 양자화 매트릭스에 데이터로 오인되어 64 bytes의 헤더 정보와 picture 데이터가 손실되게 된다. 오류 발생 시 영상 출력에 치명적인 영향을 주게 된다.

·chroma\_format:

색차 신호 포맷으로 4:2:0, 4:2:2 또는 4:4:4 포맷을 사용하는 정보로 오류가 발생시 바로 뒤 블록의 Y 신호 데이터가 색차 신호 정보로 오인되어 복호화가 제대로 수행되지 않고, 그 다음 시작 코드가 있는 슬라이스까지 오류가 전파가 된다.

#### 3.2 picture header 와 picture coding extension

·picture\_coding\_type:

모든 매크로블록형과 복호화 과정 선택에 중요한 정보로 에러가 발생하면, macroblock\_type의 불일치로 복호화기가 인식할 수 없는 비트들이 만들어진다. 이런 오류로 그림 3와 같이 심각한 영상의 열화가 발생하게 된다. 또한 그림 4와 같이 부호화 순서와 출력 순서에는 차이가 있는데, B-picture는 복호화된 후 바로 출력되게 되고, 현재 I- 또는 P-picture는 이전의 움직임 보상에 사용된 I- 또는 P-picture 프레임이 출력되게 된다. 표 2와 같이 오류가 발생했을 때, 프레임 13은 15번째 P-picture가 복호화 되고 나서 출력되게 되는데, B-picture로 오류가 난 경우는 13번째에 출력되게 된다. 그러므로 오류 발생 시 출력 순서가 재조정 되어 영상의 움직임이 끊어지게 된다.

표 2. picture\_coding\_type의 오류

	picture_coding_type 오류
Frame 13 (I-picture)	P
Frame 43 (I-picture)	B
Frame 76 (P-picture)	I
Frame 104 (B-picture)	I

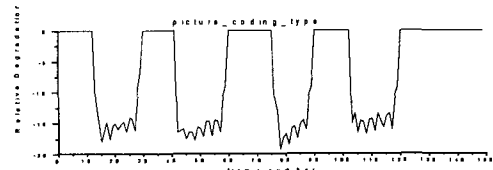


그림 3. picture\_coding\_type 오류로 인한 영상 열화

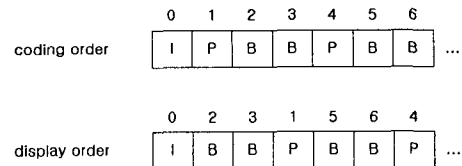


그림 4. 영상의 부호화 순서와 출력 순서

·intra\_dc\_precision과 intra\_vlc\_format:

intra\_dc\_precision과 intra\_vlc\_format은 intramacroblock에만 영향을 미친다. intra\_vlc\_format은 intramacroblock이 가변장부호화(VLC)에 어떤 코드북을 사용할 것인가에 대한 선택, intra\_dc\_precision은 DCT DC 계수의 정확도를 결정하게 된다. 부호화 순서로 13번째 I-picture, 46번째 P-picture와 73번째 B-picture에 오류 발생 시, 그림 5와 같이 I-picture는 대부분 intramacroblock으로 구성되어 있기 때문에 영향이 크고, 움직임 예측으로 인해 재동기가 이루어지는 다음 I-picture까지 에러의 전파가 발생한다.

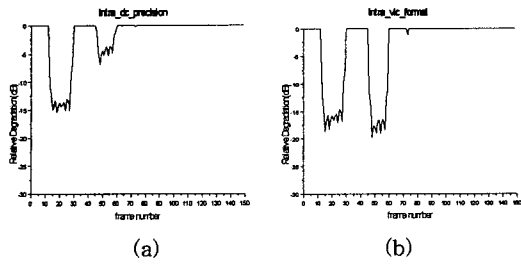


그림 5. (a) intra\_dc\_precision, (b) intra\_vlc\_format의 오류로 인한 화질 열화

•alternate\_scan과 q\_scale\_type:

alternate\_scan은 스캐닝 순서를 지그재그 스캐닝 또는 사전 스캐닝 선택, q\_scale\_type은 양자화 테이블(선형 또는 비선형)중 선택하는 것으로 부호화 순서로 13번째 I-picture, 46번째 P-picture와 73번째 B-picture에 오류 발생 시 그림 6과 같이 I-picture에 더 많은 영향을 미치게 된다. 그 이유는 P-와 B-picture들은 대부분의 매크로블록들이 움직임 보상으로 복호화하는데, 복호화에 사용되는 값들의 차이가 적기 때문에 영향을 적게 받는다.

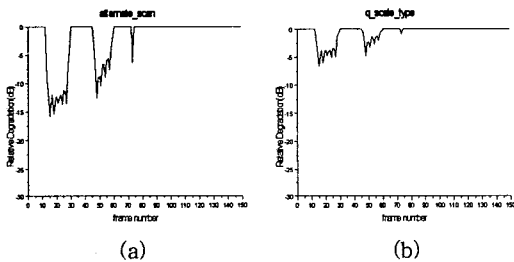


그림 6. (a) alternate\_scan, (b) q\_scale\_type의 오류로 인한 화질 열화

3.3 slice header

•slice\_vertical\_position:

슬라이스의 시작 코드로, 한 영상에서 슬라이스 출력의 수직 위치에 해당된다. 부호화 순서로 13번째 I-picture, 46번째 P-picture와 73번째 B-picture에 오류 발생 시 출력 위치의 오류로 그림 7과 같이 영상의 열화가 발생된다.

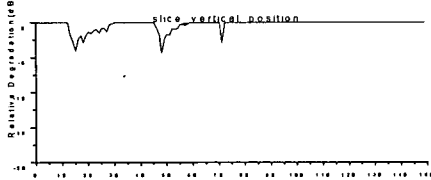


그림 7. slice\_vertical\_position의 오류로 인한 화질 열화

IV. 결론

헤더 정보는 두 가지 범주(비디오 시퀀스와 영상)로 나눌 수 있다. 비디오 시퀀스에 해당되는 sequence header와 sequence extension은 구성 비율이 낮지만, 오류 발생 시 영상을 복구하거나 은닉할 수 없는 영향을 미치게 되고, 영상에 해당되는 picture header, picture coding extension 그리고 slice header는 오류 발생 시, N=15로 되어 있으면 1/30초로 지속되는 B-picture는 시각적인 열화를 거의 감지할 수가 없으나, I- (17/30초) 또는 P-picture (최대 14/30초)에 오류가 발생하면 오류 전파로 인해 시각적인 열화를 인식할 하게 된다. 슬라이스에서는 오류 발생 시 은닉 기법들이 많이 연구되고 있으나, 한 영상 전체를 복구하는데 너무 많은 시간이 걸리게 된다. 앞의 실험으로 알 수 있듯이 헤더에 발생하는 오류는 영상에 심각한 화질 열화나 상당한 복구 시간이 요구된다. 각 헤더 정보의 오류로 인한 비디오 시퀀스 흐름과 화질 열화에 대해서 보다 더 연구가 되어야겠다..

참고문헌

[1] "Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Video", ITU-T Recommendation H.262, July, 1995.  
 [2] Cheng-Tie Chen, "Error Detection and Concealment with an Unsupervised MPEG2 Video Decoder", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 6, no. 3, pp. 265-279, Sep, 1995.  
 [3] M. Khansari, A. Jalali, E. Dubois and P. Mermelstein, "Low bit-rate video transmission over fading channels for wireless microcellular system", *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, vol. 6, no 1, pp. 1-11, Feb. 1996  
 [4] 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  
 [5] M.J. Chen, L. G. Chen and R. M. Weng, "Error Concealment of Lost Motion Vectors with Overlapped Motion Compensation", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Tech.*, vol. 7, no. 3, Jun, 1997.