
견실한 DTV 영상 전송을 위해 LSB 부호화를 이용한 MPEG-2 헤더 정보의 오류 복원 방법

임태균* · 이상학*

Error Resilience Method of MPEG-2 Header Parameters
by using LSB Coding for Robust DTV Video Transmission

Tae-gyun Lim* · Sang-hak Lee*

이 논문은 2005년도 동양대학교 학술연구비(누리사업)의 지원으로 수행되었음

요 약

MPEG-2로 부호화 된 영상에서 발생하는 전송 오류는 화질의 열화를 가져오고, 시공간적으로 오류를 전파시킨다. 특히 비디오 비트열에서 헤더 정보의 오류는 복호화 과정 전체에 영향을 미치므로 데이터 정보의 오류와 달리 전체 영상에 심각한 화질의 열화를 일으킬 수 있다. 따라서 헤더 정보에서의 오류를 복원하는 것은 데이터 정보에서 오류를 복원하는 것보다 더 중요하다. 본 논문에서는 LSB(least significant bit) 부호화를 이용하여 헤더 정보를 양자화 된 DCT(discrete cosine transform) 계수에 반복적으로 삽입하여 전송함으로써 MPEG-2의 신택스 구조 그대로 유지하면서 헤더 정보의 오류를 복원할 수 있는 방법을 제안한다.

ABSTRACT

MPEG-2 achieves high compression ratio, by exploiting the temporal and spatial correlations in real image sequence, using the motion compensated prediction and the transform coding, respectively. However, as the image sequence is more highly compressed, the encoded bitstream becomes more vulnerable to transmission errors over the noisy channels. Furthermore, errors in the headers are fatal to decoding processes, because the header parameters in the video coding standard include a lot of important information connected to the syntax elements, tables, and decoding process. In this paper, we propose a new error resilience method using LSB coding for header parameters in MPEG-2 coded video transmissions. The experimental results for football and susie video sequence demonstrate that the proposed error resilience method for header parameters in MPEG-2 bitstream has good performance.

키워드

MPEG-2, Data Hiding, LSB Coding, Error Resilience

I. 서 론

기하급수적으로 증가하고 있는 영상 미디어 정보에

비해 유무선 전송망의 대역폭 제한으로 영상 정보의 고압축 부호화가 필요로 하게 되고, 압축된 정보를 정확하게 복호화할 수 있도록 헤더 정보를 추가하여 영

상 미디어를 만들게 된다. 그러나 고압축 방법으로 압축된 영상 미디어는 전송률은 높지만, 전송 시 노이즈, 페이딩, 인터피어런스, 망의 폭주, 그리고 버퍼의 오버플로우 등에 의해 발생하는 전송 오류로 인하여 화질의 열화가 발생하고, 시공간적으로 오류가 전파된다. 이러한 전송 오류 중에서 데이터 오류에 대한 검출, 은닉, 정정, 복원 연구는 활발하게 이루어져 왔지만 [1][2][3][4], 헤더 정보의 오류에 대한 연구는 활발하게 이루어지지 않고 있다.

DTV 비디오 표준화 압축 방식인 MPEG-2의 비트열은 시퀀스 계층, GOP(group of pictures)계층, 픽처 계층 등으로 계층화되어 있다. 각 계층의 헤더 정보는 각 계층에 속한 그룹들의 공통된 속성들을 모아놓은 것이다. 따라서, 어떤 계층의 헤더 정보 오류는 그 계층에 속한 모든 그룹들의 복호화 과정을 오동작하게 하여 심각한 화질의 열화를 일으킨다.

본 논문에서는 건설한 DTV 영상 전송을 위해 LSB 부호화를 이용하여 헤더 정보를 양자화 된 DCT 계수에 반복적으로 삽입하여 전송함으로써 헤더 정보에서 오류가 발생할 경우, 양자화 된 DCT 계수에 삽입된 헤더 정보를 추출함으로써 MPEG-2의 신택스 구조를 그대로 유지하면서 오류가 발생한 헤더 정보를 복원하는 방법을 제안한다.

II. MPEG-2의 비트스트림 구조와 LSB 부호화

2.1. MPEG-2의 비트 스트림 구조

MPEG-2 비디오 스트림은 그림 1과 같이 sequence header로 시작해서 하나 이상의 GOP(group of pictures)를 포함하고 마지막 end of sequence로 끝나게 된다.

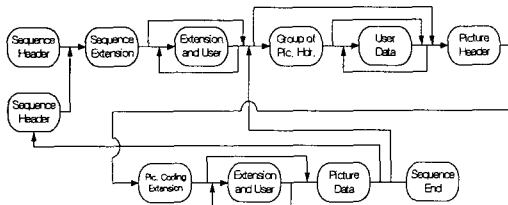


그림 1. MPEG-2 비트 스트림 구조
Fig. 1 Structure of MPEG-2 bitstream

MPEG-1에서 추가 된 헤더 정보는 sequence header뒤에 따라 오는 sequence extension, picture header뒤에 있는 picture coding extension, 그 밖의 여러 가지 확장 헤더 들이다.

2.2. LSB 부호화

LSB 부호화는 워터마킹 분야에서 활용되고 있는 워터마킹 기법이다[5][6]. LSB 부호화는 삽입하고자 하는 비트가 '0'일 때 삽입할 위치의 데이터의 LSB와 '0'을 AND 연산한다. 삽입하고자 하는 비트가 '1'일 때에는 삽입할 위치의 데이터의 LSB와 '1'을 OR 연산하여 데이터를 삽입한다. 이와 같이 LSB 부호화는 AND, OR 연산을 수행하므로 처리 속도가 빠르다는 장점이 있다. 그러나, 그림 2에서처럼 삽입하고자 하는 비트에 의해 삽입할 위치의 데이터가 변할 수도 있다는 단점이 있다.

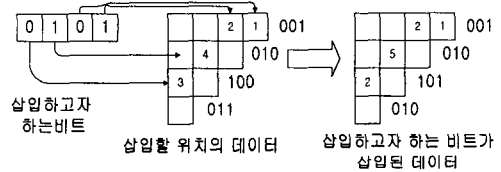


그림 2. LSB 부호화
Fig. 2 LSB coding

III. 제안 방법

본 논문에서 제안하는 방법은 LSB 부호화를 이용하여 헤더 정보를 양자화된 DCT 계수에 반복적으로 삽입하여 전송함으로써 헤더 정보에서의 오류에 대한 오류 복원 방법이다. 그림 3의 블록도처럼 움직임 예측과 움직임 보상에 영향을 주지 않도록 VLC(variable length coding)가 수행되기 바로 이전 데이터인 양자화된 DCT 계수에 LSB 부호화를 이용하여 헤더 정보를 삽입한다. 그림 3과 같이 헤더 정보가 삽입된 데이터들은 VLC를 거쳐 채널을 통하여 전송되고, 전송 시 헤더 정보에 오류가 발생하게 되면, 그림 4의 블록도처럼 VLD(variable length decoding)를 거친 양자화된 DCT 계수에서 삽입한 헤더 정보를 추출하여 오류가 발생한 헤더 정보를 복원할 수 있다.

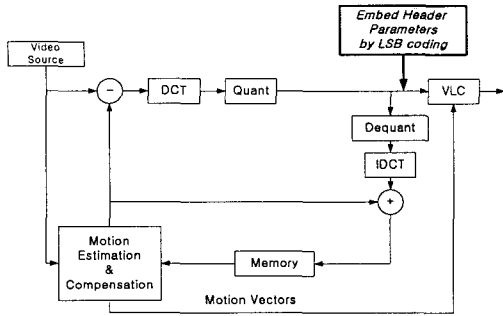


그림 3. 제안된 방법에 대한 MPEG-2 부호화기 구조
Fig. 3 MPEG-2 encoder for the proposed method

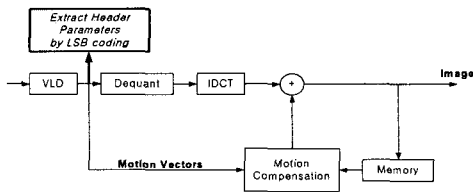


그림 4. 제안된 방법에 대한 MPEG-2 복호화기 구조
Fig. 4 MPEG-2 decoder for the proposed method

3.1. 삽입되어지는 헤더 정보

MPEG-2의 비트열에는 계층들의 헤더 정보로 헤더 부와 확장부(extention)가 있다. 그 중에서 가장 중요한 정보로는 시퀀스 헤더와 픽처 헤더, 두 개의 헤더 정보가 있다. 그 중에서 오류가 발생할 경우 화질에 심각한 영향을 주는 것은 표 1에 나타나 있다[7]. 표 1의 시퀀스 헤더 정보(31 비트)는 시퀀스의 첫 번째 픽처인 I 픽처에 매크로블록 당 한 비트씩 삽입하고, 표 2의 픽처 헤더 정보(29 비트)는 모든 픽처마다 CBP(coded block pattern)가 '0'이 되지 않는 매크로블록, 즉 스kip이 되지 않는 매크로블록 당 한 비트씩 삽입한다.

표 1. 삽입되어지는 시퀀스 헤더 정보
Table. 1 Embedded Sequence header parameters

시퀀스 헤더 정보	비트수
수평 크기	12
수직 크기	12
프레임율	4
색차 포맷	2
시퀀스 주사 방법	1

표 2. 삽입되어지는 픽처 헤더 정보
Table. 2 Embedded picture header parameters

픽처 헤더 정보	비트수
순방향 수평 f 코드	4
순방향 수직 f 코드	4
역방향 수평 f 코드	4
역방향 수직 f 코드	4
픽처 코딩 타입	3
Q 스케일 타입	1
픽처 주사 방식	1
스캔 방식	1
인트라 DC 정밀도	3
인트라 VLC 포맷	1
프레임 예측 DCT	1
픽처 구조	2

3.2. 헤더 정보를 삽입할 DCT 계수의 위치

DCT와 양자화를 거친 한 개의 블록은 64개의 DCT 계수로 이루어지고, 이 64개의 DCT 계수 중에서 한 개의 DCT 계수를 선택하여 헤더 정보의 한 비트를 LSB 부호화를 이용하여 삽입한다. 그리고, 헤더 정보가 삽입된 계수 다음의 '0'이 아닌 모든 계수들은 식 (1)에 따라 전송한다[8].

$$v_i' = \begin{cases} v_i - 1 & \text{if } (i > T \& i = \text{odd} \& v_i = \text{even}) \\ & \text{or } (i > T \& i = \text{even} \& v_i = \text{odd}) \\ v_i & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

여기서 v_i' 는 수정된 DCT 계수, v_i 는 현재의 DCT 계수, T 는 헤더 정보가 삽입되는 DCT 계수의 위치, i 는 DCT 계수의 위치를 나타낸다.

이와 같이 수행함으로써 헤더 정보가 삽입된 DCT 계수 다음의 데이터들에서는 오류 검출이 가능해지고, 따라서 이 데이터들에서 오류가 검출되지 않는다면 헤더 정보가 삽입된 블록에서 오류가 발생할 확률이 작아짐으로 헤더 정보가 삽입된 DCT 계수에서도 오류가 발생할 확률이 줄어들게 된다. 즉, 추출되는 헤더 정보의 신뢰도가 높아지게 되는 것이다. 여기서 T 가 작아질수록 헤더 정보가 삽입된 DCT 계수에서 추출되는 헤더 정보의 신뢰도를 더욱 증가시킬 수 있다. 그러나,

헤더 정보를 삽입하는 위치가 저주파 영역으로 갈수록 PSNR은 떨어지게 된다. 그림 5는 Susie 영상에서 T 에 따른 PSNR의 변화율에 대한 실험 결과이며, $T=2$ 일 때 즉 블록의 첫 번째 AC 계수에 삽입하더라도 PSNR은 0.078% 떨어짐을 확인할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 첫 번째 AC 계수에 헤더 정보의 비트들을 삽입하였다. PSNR의 변화율은 식 (2)와 같이 정의한다.

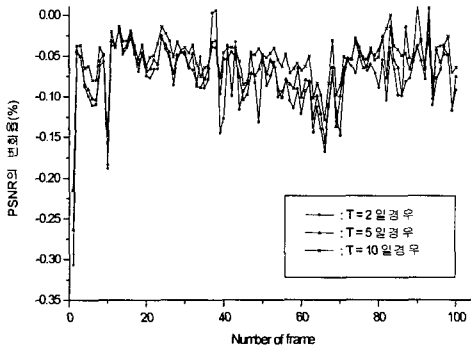


그림 5. 10 Mb/s로 압축된 Susie 영상에서 반복된 삽입 횟수에 따른 PSNR의 변화율
Fig. 5 Variation of PSNR according to T in Susie video sequence compressed at 10 Mbps

PSNR의 변화율(%)

$$= \frac{S_1 \text{의 PSNR} - S_2 \text{의 PSNR}}{S_1 \text{의 PSNR}} \times 100(\%) \quad (2)$$

여기서, S_1 은 에러 없이 복호화 된 영상이고, S_2 는 제안한 방법에 의하여 헤더 정보가 삽입된 영상이다.

3.3. 헤더 정보 삽입의 반복 횟수

720×480 크기의 영상은 1000여개가 넘는 매크로블록으로 이루어져 있고, 본 논문에서 제안하는 방법에 의해 삽입되는 헤더 정보의 비트 수는 시퀀스 헤더 정보를 실어 보내는 첫 번째 I 픽처를 제외하고 29 비트이므로 여러 번 반복해서 삽입할 수 있다. 이렇게 여러 번 반복해서 헤더 정보를 삽입함으로써 첫 번째 29 비트의 헤더 정보가 삽입된 매크로블록들에서 오류가 발

생한다면 두 번째 헤더 정보가 삽입된 매크로블록들에서 추출이 가능하므로, 추출되는 헤더 정보에 대한 신뢰도를 증가시킬 수 있다.

그림 6은 10 Mb/s로 압축된 Susie 영상에서 반복된 삽입 횟수에 따른 PSNR의 변화율에 대한 실험 결과로서, 반복 횟수가 증가할수록 PSNR이 감소한다는 것을 보여준다. 그러나, 헤더 정보를 5번 반복해서 삽입하더라도 PSNR은 1.32% 감소하므로, 본 논문의 실험에서는 절대적인 화질의 열화에 영향이 없도록 삽입하는 반복 횟수를 5번으로 하였다.

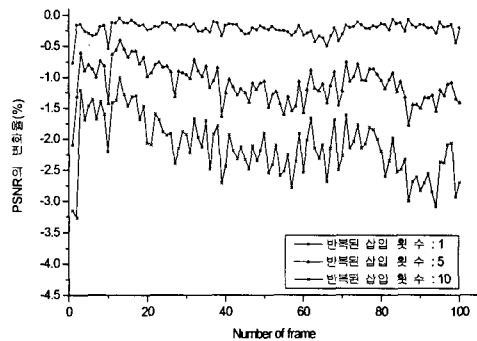


그림 6. 10 Mb/s로 압축된 Susie 영상에서 반복된 삽입 횟수에 따른 PSNR의 변화율
Fig. 6 Variation of PSNR according to repeating times of embedding header parameters in Susie video sequence compressed at 10 Mbps

IV. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 방법을 실험하기 위해서 사용한 실험 영상은 Football, Susie, Flower Garden, Table Tennis 영상으로, 표 3과 같이 부호화하였다.

표 3. 부호화 변수
Table. 3 The parameters for encoding

영상의 크기	720×480
비트율	10 Mb/s
주사 방식	비월 주사
색차 신호 포맷	4:2:0 포맷
N, M	N = 12, M = 3
삽입되는 DCT 계수 위치	첫 번째 AC 계수
반복된 삽입 횟수	5번

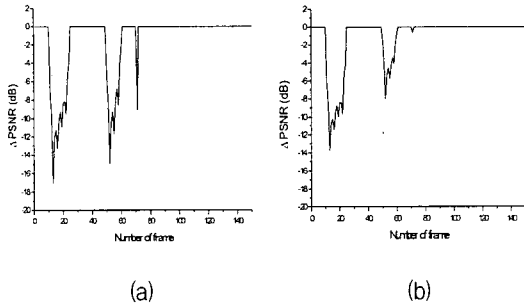


그림 7. (a) 스캔 방식 헤더 정보의 오류로 인한 Susie 영상의 PSNR의 변화량 (b) 인트라 DC 정밀도 헤더 정보의 오류로 인한 Susie 영상의 PSNR의 변화량
 Fig. 7 (a) The quantity of PSNR for error of scan mode header parameter in Susie video sequence (b) The quantity of PSNR for error of intra DC precision header parameter in Susie video sequence

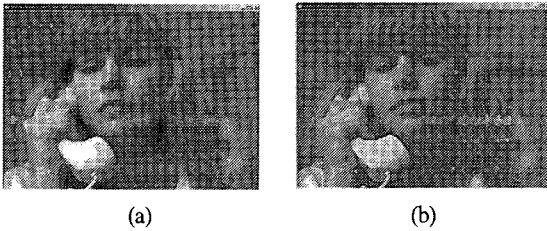


그림 8. (a) 스캔 방식 헤더 정보의 오류로 인한 Susie 영상 (b) 인트라 DC 정밀도 헤더 정보의 오류로 인한 Susie 영상
 Fig. 8 (a) Corrupted Susie image by bit error in scan mode (b) Corrupted Susie image by bit error in intra DC precision

헤더 정보에서 오류가 발생하면 영상에 어떤 영향을 끼치는지를 확인하기 위해서 11번째(I), 50번째(P), 72번째(B) 픽처의 헤더 정보에 단일 비트 오류(one bit error)를 삽입하였다. 그림 7과 8의 (a)는 양자화된 DCT 계수가 지그재그 스캔 방식으로 부호화되어 전송될 때, 전송 오류로 인하여 얼터네이트 스캔으로 복호화될 경우에 대한 화질의 열화를 보여주고 있다. 그림 7과 8의 (b)는 인트라 DC 정밀도 헤더 정보에 의하여 인트라 DC가 8 비트로 부호화되어 전송될 때, 전송 오류로 인하여 9 비트로 인트라 DC가 복호화될 경우에 대한 화질의 열화를 보여주고 있다.



그림 9. 제안한 방법에 의해 오류가 복원된 영상
 Fig. 9 Reconstructed Susie image by the proposed method

헤더 정보에서 오류가 발생하면 오류가 발생한 픽처뿐만 아니라 픽처의 부호화 특성(I, P, B)에 따라 그 영향이 GOP단위까지 전파되면서 화질에 심각한 열화를 발생시키게 된다. 그러나, 본 논문에서 제안한 방법에 의해 부호화를 하여 전송한다면 헤더 정보에 대한 오류가 복원된다는 것을 그림 9를 통하여 확인할 수 있다.

V. 결 론

헤더 정보에서 오류가 발생하면 데이터에서 오류가 발생하는 것보다 더 심각한 화질의 열화를 일으킨다. 따라서, 헤더 정보에 대한 오류 복원은 데이터에 대한 오류 복원보다 효과가 더 크다고 할 수 있다. 본 논문에서는 건설한 DTV 영상 전송을 위해 MPEG-2의 신택스 구조를 그대로 유지하면서 LSB 부호화를 이용하여 헤더 정보를 양자화된 DCT 계수에 반복적으로 삽입하여 전송함으로써, 헤더 정보에서 오류가 발생할 경우 삽입된 헤더 정보를 추출하여 헤더 정보의 오류를 복원하는 방법을 제안하였고, 제안한 방법을 통하여 헤더 정보에서 오류가 발생하였을 경우, 헤더 정보의 오류가 복원된다는 것을 실험을 통하여 확인할 수 있었다. 그리고, 앞으로 헤더 정보 오류에 대한 것보다 더불어 블록 오류에 대한 대책을 서로 연동할 수 있는 방법이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] Yao Wang, Stephan Wenger, Jiangtao Wen, Aggelos K. Katsagelos, "Error Resilient for Video Coding Techniques", *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 17, Issue 4, pp 61-82, Jul. 2000.

[2] Chang-Su Kim, Sang-Uk Lee, "Multiple Description Coding of Motion Fields for Robust Video Transmission", *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, Vol. 11, No. 9, pp 999-1010, Sep. 2001.

[3] Jennifer L. H. Webb, "Efficient Table Access for Reversible Variable Length Decoding", *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, Vol. 11, No. 8, pp 981-985, Aug. 2001.

[4] Stephan Wenger, Gerd Knorr, Jörg Ott, Fauzi Kossentini, "Error resilience Support in H.263+", *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, Vol. 8, No. 7, pp 867-877, Nov. 1998.

[5] Shinfeng D. Lin and Chin-Feng Chen, "A Robust DCT-based Watermarking for Copyright Protection", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol. 46, No. 3, pp 415-421, Aug. 2000.

[6] Wen-Nung Lie, Li Chun Chang, "Data Hiding in Images with Adaptive Numbers of Least Significant Bits Based on The Human Visual System", *Proc. ICIP 99*, Vol. 1, pp 286 -290, 1999.

[7] C. T. 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.

[8] F. Bartolini, A. Manetti, A. Piva, M. Barni, "A Data Hiding Approach for Correcting Errors in H.263 Video Transmitted over a Noisy Channel", *Proc. 2001 IEEE Fourth Workshop*, pp. 65-70, 2001.

저자약력

임태균(Tae-Gyun Lim)



경북대학교 전자공학과 공학석사
동양대학교 정보통신공학부
전임 강사

※관심분야 : 디지털신호처리, 영상신호처리,
수중음향탐지

이상학(Sang-Hak Lee)



경북대학교 전자공학과 공학석사
경북대학교 전자공학과 공학박사
동양대학교 정보통신공학부 교수

※관심분야 : 디지털신호처리, 영상신호처리,
컴퓨터비전