

H.263+ 기반 영상 소스 채널 결합 부호화기의 불균등 오류 보호(UEP) 기법 연구

이 상 훈(李相勳), 최 윤 식(崔潤植)

연세대학교 전기전자공학과

전화 : (02) 2123-2774 / 팩스 : (02) 362-6444

H.P 번호 : 017-391-7574

Joint Source Channel Coding for H.263+ Based Video by Using the Unequal Error Protection Technique

Sang-hoon Lee, Yoon-sik Choe

Department of Electronics and Electrical Engineering Yonsei University

E-mail : hoonee@image3.yonsei.ac.kr

Abstract

Unequal Error Protection(UEP) is reasonable scheme in transmission of compressed video with low bit rate. Because it offers the error correction ability each other data according to the Source Significance Information. Hence it can also be flexible to the given channel environment on the video transmission. This paper propose the joint source channel coding through the UEP in consideration of the hierarchical structure of H.263+ based video and the influence of the transmission error. It especially proposes the error-resilient video transmission technique which can reduce complexity of channel coder & decoder by partitioning the video data with a frame. As the result of the proposed algorithm, it is possible to increase the quality of reconstructed video in the error environment without creating additional bits.

I. 서론

최근 들어 인터넷과 이동 통신의 분야의 수요가 급진적인 증가를 이루고 있고, 양질의 서비스를 요구하고 있다. 특히 그 중에서도 멀티미디어 서비스에 대한 요구로 인해 영상 서비스는 이제 선택의 조건이 아닌 필수적 조건이 되었다. 따라서 기존의 동영상 표준안에 대한 관심이 영상의 압축의 분야에서 영상의 전송의 측면으로 이동이 되어 안정적인 영상 전송이 새로운 관심사로 부각되기 시작하였다.

저전송율을 가지고 있는 환경에서 사용하기 위해 제안된 표준안인 H.263+는 다른 동영상 압축 알고리즘과

마찬가지로 가변 길이 코드에 채용하고 공간적, 시간적 중복성을 제거하여 영상 데이터의 압축에 상당한 효과를 보고 있다. 그러나 압축 부호화 방법은 데이터의 전송의 측면보다는 주어진 데이터의 압축의 측면을 고려하여 만들어 졌기 때문에 영상 전송에서 발생하는 여러 가지 오류에 강인하지 않은 구조를 가지고 있다. 만약 전송하는 채널의 전송 오류가 H.263+ 동영상 시퀀스에 발생한다면, 전송 오류의 영향은 다음 재동기가 일어나기 전까지 영상에서 공간적으로 전파된다. 또한 동영상에서 한 번 오류가 발생하면 인트라 프레임(Intra frame)라는 시간적으로 독립된 영상이 들어오기까지 오류의 영향이 시간적으로 계속 전파된다. 따라서 동영상을 전송할 때, 적은 전송 오류가 발생하더라도 매우 치명적이고 전체적으로 안정된 영상은 기대하기가 힘들다. 특히 오류 발생 확률이 적은 전송 채널과는 달리 열악한 전송 환경을 가지고 있는 이동 채널과 같은 채널로 정보를 교환하는 경우, 영상정보는 매우 높은 준위의 수정능력을 부여해야 한다. 그러나 주어진 채널의 전송 능력과 영상 서비스의 지연시간을 무시할 수는 없기 때문에 채널에 유연한 채널 부호화 기법이 필요하게 된다.

동영상에 대한 불균등 오류 보호(Unequal Error Protection, UEP) 기법의 적용은 이런 부분에서 상당히 설득력을 가지고 있다. 왜냐하면 불균등 오류 보호 기법은 모든 데이터에 동등한 오류 수정 능력을 주는 것이 아니라 적용하는 데이터의 중요도 정보(Source Significance Information, SSI)에 따라 중요도를 계층화하고, 서로 다른 오류 수정능력을 부여하기 때문이다. 그리고 채널의 용량에 유연하게 대처하기 때문에 위에서 제시한 문제점을 보완하는데 적합하다.[1][3][5] 현재 표준안인 H.263+ 동영상의 구조를 보면 계층적으로 구조를 정의하고 있다. 그리고 H.263+ 시퀀스의 전송 오류에 대한 영향을 고찰하여 보면, 모든 데이터

가 같은 준위에 있지 않고 H.263+ 에서 정의하는 계층적 구조와 거의 일치하는 중요도를 가짐을 발견할 수 있다. 본 논문에서는 H.263+에서 정의된 구조를 고려한 H.263+ 동영상의 중요도 정보를 가지고 불균등 오류 보호 기법을 적용하여, 전체적인 전송율을 증가시키지 않고 채널 오류환경에 강인한 영상 전송 알고리즘과 프레임 단위의 데이터 분할 기법을 제안한다. 본 논문의 2장에서는 H.263+의 시퀀스에서의 UEP 적용방법을 설명하고 3장에서는 실험 방법과 실험 결과에 대해 설명한다. 그리고 4장에 결론과 추후 연구에 대해 기술하였다.

II. UEP 알고리즘의 적용방법

H.263+에 불균등 오류 보호 기법을 적용하려면, 미리 소스 중요도 정보를 정의해야 하고 중요도 정보에 따라 코드율의 변화를 주는 가변 코드율 채널 부호화기를 고려해야 한다. 본 논문에서 제안하는 전반적인 시스템의 구조를 다음 그림 1에 나타내었다.

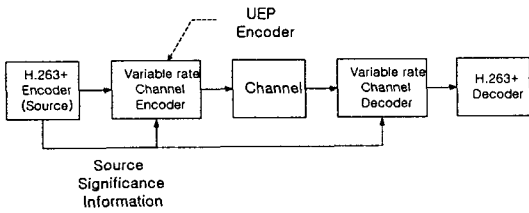


그림 1. 제안하는 시스템 구조

본 논문에서는 H.263+에서 정의하는 계층과 전송 오류 발생시 오류 전파의 형태를 고려하여 중요도를 나누었다. 일반적으로 공간적인 오류의 전파를 최소화하기 위해 H.263+에서 제공하는 GOB(Group of Block) 모드를 사용한다. 이 때 픽처 헤더(Picture Header)는 첫 번째 GOB 헤더(GOB Header)에 속하게 된다. 따라서 H.263+의 스트림을 세 개의 계층으로 나누어 아래와 같이 중요도를 정의하였다.

- ① 중요도 1 - GOB 헤더
PSC, GSC, PSTUF, GSTUF, TR, PTYPE, CPM, GN, GFID, PQUANT, GQUANT, 등
- ② 중요도 2 - 매크로 블록(Macro Block) 헤더
COD, MCBPC, MODB, CBPB, CBPY, DQUANT, MVD, MVDB
- ③ 중요도 3 - 블록 데이터(Block Data)
INTRADC, TCOEF

이렇게 중요도를 정의하고 나면 각각의 중요도에 따라 가변 코드율을 부여하기 위해 데이터의 재배열이 필요하게 된다. H.263+ 표준안은 MPEG-4과 같은 데이터 분할(Data Partitioning) 기법을 표준안 자체에서 사용하지 않기 때문에 각각의 데이터를 나누게 된다.

[5]

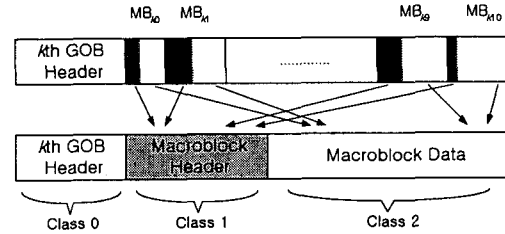


그림 2. GOB 단위의 데이터 분할 기법

정의한 중요도를 이용해 그림 2와 같이 우선적으로 GOB단위로 나누어진 데이터들은 채널 부호화의 효율을 위해 그림 3과 같이 다시 프레임 단위의 재정렬을 하게 된다. 그리고 채널 부호화에 소스 중요도 정보와 함께 보내진다.

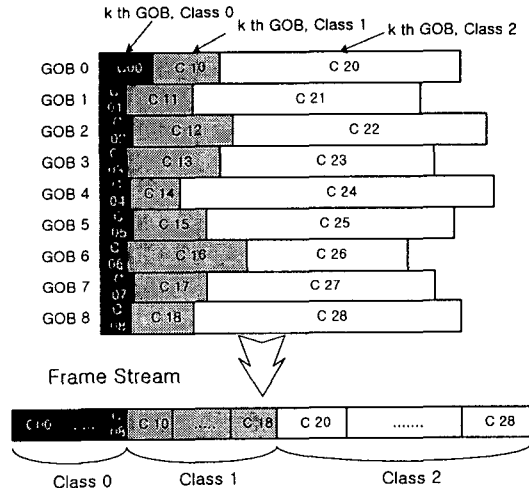


그림 3. 프레임 단위의 재정렬

GOB 단위의 불균등 오류 보호 기법은 매 GOB마다 다른 코드율을 부여하기 때문에 비트율이 효율적이지 못하고 채널 복부호기의 부하가 매우 높았다. 특히 전체적인 시퀀스에 비해 GOB 헤더 부분의 코드 길이가 약 30비트(Bits)의 아주 짧은 코드를 가지기 때문에 정정 효과가 떨어지는 경향이 있다. 따라서 본 논문에서는 프레임 단위로 재편집하여 불균등 오류 보호를 수행하는 코드의 길이를 길게 하였다. 그리고 채널 복부호기에서 발생하는 비트율을 개선하고 채널 복부호기의 부하를 낮추었다.

III. 실험 방법

본 논문에서 제안한 불균등 오류 보호 방법과 기존의 균등 오류 보호 기법(Equal Error Protection, EEP)

H.263+ 기반 영상 소스 채널 결합 부호화기의 불균등 오류 보호(UEP) 기법 연구

과 비교하기 위해 다음과 같은 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 입력 영상은 QCIF의 영상으로 Foreman과 Susie를 사용하였다. 그리고 11개의 매크로 블록을 GOB로 규정하여 한 개의 프레임에 9개의 GOB가 생성되는 GOB 옵션을 사용했다. 또한 H.263+는 낮은 비트율을 가지는 통신 시스템에 사용되는 표준안이므로 영상 소스를 56 kbps로 부호화 하였다.

전송 오류의 삽입은 AWGN(Additive White Gaussian Noise) 채널로 가정하고, I-프레임에 오류가 발생할 경우 I-프레임뿐 아니라 P-프레임에도 오류가 발생하게 되기 때문에 실험의 정확한 비교를 위해서 I-프레임에는 오류를 삽입하지 않았다. 따라서 오류에 의한 직접적인 영향을 비교하기 위해 오류를 삽입한 P-프레임만을 고려하여 성능 향상 여부를 비교하였다.

UEP를 적용하기 위한 가변 코드율을 갖는 채널 부호화기는 RCPC 코드(Rate-Compatible Punctured Convolutional Code)로 구현했다. RCPC 코드는 같은 모 부호기를 사용하면서 적용하는 주기가 같고 다른 천공 매트릭스(Puncturing Matrix)가 존재하여야 한다. 본 논문에서는 [2][3][4]을 참고로 하여 균등 오류 복구회기와 불균등 오류 복구회기를 구현하였다. 사용한 모부호기는 1/2의 코드율을 가지며, 균등 오류 복구회기에는 3/4의 코드율을, 그리고 불균등 오류 복구회기에는 1/2, 2/3, 4/5의 코드율을 각각 적용하였다.

표 1. 실험에 사용한 코드율

		Rate	Puncturing Matrix
UEP	GOB Header	1/2	11111111 11111111
	Macroblock Header	2/3	11111111 10101010
	Block data	4/5	11011101 10101010
EEP (All data)		3/4	111 100

그리고 여기서 발생하는 전체 전송율이 거의 동일해야 하는데, 평균적으로 균등 오류 복구회기를 통해 나온 시퀀스가 더 많은 전송율을 발생하였다. 이는 GOB 헤더와 매크로 블록 헤더가 매크로 블록 데이터에 비하여 상당히 작은 크기를 가지기 때문이다. 실험에 사용한 채널 부호화기에 대한 코드율의 정보를 표 1에 정리하여 나타내었다.

실험 결과를 통해 얻은 결과를 실험 영상에 대해 표 2와 표 3에 각각 표시하였다. 여기서는 PSNR의 값으로 복원된 영상의 화질과 열화 상태를 비교하였다. 그리고 영상의 동기가 잘 이루어지고 있는지를 비교하기 위해서 프레임 스킵(Frame Skip)의 개수를 비교하여 놓았다.

표 2. Foreman 복원 영상의 결과값

오류율 (BER)	EEP 복호화기 (dB)	프레임 스킵 수	UEP 복호화기 (dB)	프레임 스킵 수
0.0502	6.061727	24	6.362111	22
0.0205	14.94478	9	15.9115	2
0.0102	25.13197	0	25.61435	0
0.007	27.79019	0	27.94748	0
0.005	29.6316	0	29.60726	0

표 3. Susie 복원 영상의 결과값

오류율 (BER)	EEP 복호화기 (dB)	프레임 스킵 수	UEP 복호화기 (dB)	프레임 스킵 수
0.0502	10.41899	35	11.71041	11
0.0205	15.94478	1	16.3524	0
0.0102	32.28166	0	32.70592	0
0.007	34.4055	0	34.3488	0
0.005	35.29345	0	35.26689	0

그림 4와 그림 5에 결과 PSNR 값을 각각의 실험 영상에 따라 그래프로 도시하여 놓았다. 그리고 복원된 영상의 화질을 비교하기 위해 Foreman 실험 영상을 그림 6에 나타내었다.

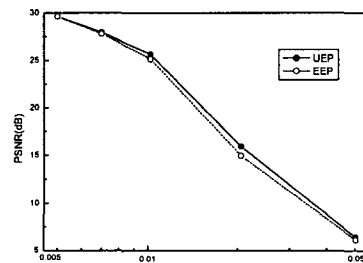


그림 4. Foreman 실험 영상의 PSNR 그래프

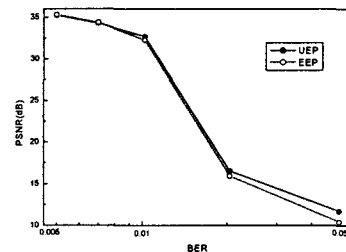


그림 5. Susie 실험영상의 PSNR 그래프

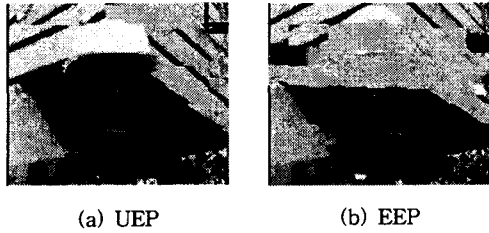


그림 6. 실험 영상의 비교 (Foreman)
(a) UEP 영상, (b) EEP 영상

VI. 결론 및 추후 연구

영상의 중요도 정보를 이용하는 불균등 오류 보호 기법은 MPEG-4나 H.263을 통하여 활발히 연구되고 있다. 이 방법은 주어진 채널의 용량을 충분히 활용하면서 전송 오류에 대한 강인성을 더욱 심화시킨다. 본 논문에서는 H.263+의 전송 오류의 발생시 생기는 화질 열화와 H.263+에서 정의한 계층적 분류를 고찰하여, H.263+의 소스 중요도 정보를 정의하였다. 그리고 GOB 단위의 영상 데이터를 분리 후, 다시 프레임 단위의 재배열을 통하여 불균등 오류 보호 기법을 적용하는 새로운 기법을 제시하였다.

기존의 연구들은 GOB단위의 계층적 구조를 정의하거나 DCT 계수상의 중요도 정보를 나누어 적용하여 불균등 오류 보호 기법을 적용하였다. 그리고 그 성능 또한 균등 오류 보호 기법보다 만족할만한 성능을 거두었다. 그러나 GOB 단위나 블록단위의 불균등 오류 보호 기법은 채널 복부호기에서 발생하는 빈번한 코드율의 변화를 고려하지 않았다. 논문에서 제시한 프레임 단위의 재정렬은 전체적인 동영상 정보에서 매우 짧은 헤더의 길이를 길게 하여 오류 정정 능력을 높이고, 채널 복부호기에서 발생하는 빈번한 코드율의 변화도 줄일 수 있다. 그리고 실험을 통하여 불균등 오류 보호화기가 균등 오류 보호화기보다 채널을 낭비하지 않고도 더 좋은 성능을 발휘함을 볼 수 있었다.

불균등 오류 보호화기의 설계는 비교하는 균등 오류 보호화기의 코드율을 중심으로 계층에 따라 코드율을 조정하기에 중요도 정보를 완전히 활용하지 못하고 있다. 따라서 불균등 오류 보호 기법을 적용할 때에 중요도 정보에 대한 오류의 민감도를 부여하여 더욱 섬세한 최적의 코드율을 찾는 방법이 필요하다.

참고문헌

[1] A. Katsaggelos and N. Galatsanos, Signal recovery techniques for image and video compression and transmission. Boston: Kluwer Academic Publishers. 1998
[2] S. B. Wicker, Error control systems for digital communication and storage. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995

[3] Hagenauer. J, "Rate-compatible punctured convolutional codes(RCPC codes) and their applications" IEEE Trans. Commun., Vol. 36, pp. 389-400, April 1988.
[4] Haccoun, D.; Begin, G. "High-rate punctured convolutional codes for Viterbi and sequential decoding", Communications, IEEE Transactions on, Volume: 37 11 , Nov. 1989 , Page(s): 1113 -1125
[5] Heitzelman, W.R.; Budagavi, M.; Talluri, R. "Unequal error protection of MPEG-4 compressed video", Image Processing, 1999. ICIP 99. Proceedings. 1999 International Conference on, Volume: 2 , 1999 , Page(s): 530 -534 vol.2
[6] Bahl, P.; Chlamtac, I. "H.263+ based video codec for real-time visual communications over wireless radio networks", 1997 IEEE 6th International Conference on, Volume: 2 , Page(s): 773 -779
[7] Version 2 of Recommendation H.263+: Video coding for low bit rate communication, ITU-T, September, 1997.
[8] Raj Talluri "Error-Resilient Video Coding in the ISO MPEG-4 Standard", IEEE communications, June. 1998