

스케러블 전송을 위한 MPEG-2 비디오 Temporal Layered Coding에 대한 설계 및 구현

김태영*, 유우종*, 김형철**, 궁상한**, 유관중*

충남대학교 컴퓨터 과학과*, 한국전자통신연구원 멀티미디어 연구부**

The Design and Implementation of MPEG-2 Video Temporal Layered Coding for Scalable Transmission

Tae-Young Kim*, Woo-Jong Yoo*, Hyung-Chul Kim**, Sang-Hwan Kung**, and Kwon-Jong Yoo*

Dept of Computer Science, Chungnam National Univ., Multimedia Dept ETRI/CSTL**

요 약

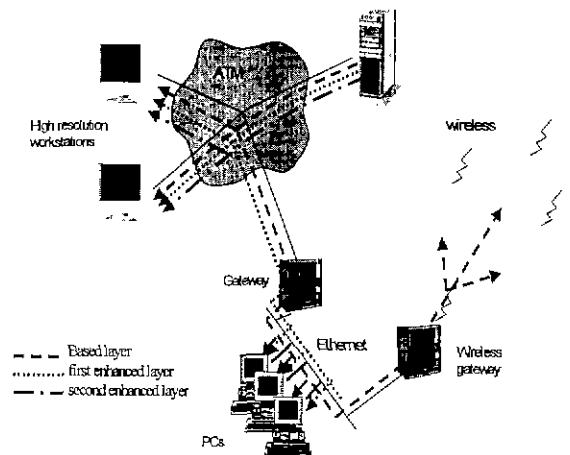
이질적인 환경(Heterogeneous Environments)에서 실시간 멀티미디어 서비스가 확산됨에 따라 비디오 데이터로 인한 트래픽이 통신망을 오가는 트래픽의 대부분을 차지하게 되었다. 이에 통신망 자원의 효율화를 위해서 사용자의 통신망 환경을 고려한, 비디오 데이터 스케러블 전송이 필요하다. 이를 위해 MPEG-2에서는 비디오 데이터를 Base layer와 Enhancement layer로 나누는 layered coding 방식을 채택할 수 있게 하여 낮은 대역폭인 경우는 Base layer만 보내고 높은 대역폭인 경우 Base layer와 Enhancement layer를 모두 보내는 방식을 사용할 수 있도록 하였으나, 실질적으로 Base layer만으로도 데이터 량이 많아 이를 적용하는 인코더는 현재 전무한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 Base layer를 MPEG-2 비디오 데이터 스케러블 전송에 맞게 초당 디스플레이하는 프레임 수를 동적으로 조정하는 temporal layered coding을 통해 사용자 통신망 환경에 맞게 비디오 데이터를 보내는 방법을 제안한다.

1. 서 론

최근 논의되고 있는 다양한 통신망 환경과 다양한 단말기 환경 즉, 이질적인 환경(Heterogeneous Environments)의 요구를 만족시키기 위해서 Layered Coding 방식이 주목받게 되었다[그림 1]. 이 Layered Coding 방식은 멀티미디어 데이터(비디오)를 여러 개의 layer로 나누어 코딩하는 방법으로 MPEG-2의 경우 Base layer 와 Enhancement layers로 나뉘어져 있어 사용자 환경에 따라 낮은 환경인 경우는 Base layer로만 복호화(Decoding) 하고 높은 환경인 경우는 Base layer 와 Enhancement layers 둘을 모두 복호화하는 방법이다[1].

국제 동영상 압축의 표준인 MPEG(Moving Picture Experts Group)-2 비디오에서는 이러한 Layered Coding 방식으로, SNR/Spatial/Temporal/Data Partitioning Scalability[2-8] 등 4가지가 존재한다. 이를 통한 많은 연구가 있었으나 Base layer 만으로도 데이터량이 상당히 적어져 실제 적용된 MPEG 인코더는 거의 없다 따라서, MPEG-2에서 제공되는 4가지 Scalability가 아닌 다른 방법으로 Base layer만을 Layered Coding하여 통신 대역폭 변화에 동적으로 적용할 수 있는 새로운 기법이 존재해야 한다.



[그림 1] Layered Coding for Heterogeneous Environments

1) 본 연구는 한국전자통신연구원과의 학·연 공동연구과제의 연구 결과임.

본 논문에서는 인코딩된 MPEG-2 비디오 스트림이 3개의 픽처층(I, P, B 층)으로 구성되는 특성을 이용하여 픽처층을 독립적으로 I층, P층, B층으로 나누는 temporal layering을 통해서 3개의 layer로 나눈 후 I층을 Layer_1으로 하고 P층을 Layer_2, B층을 Layer_3로 하는 새로운 방식의 Layered coding 모델을 설계하고 구현하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MPEG-2비디오에 대한 특성을 설명하며, 3장에서는 Temporal Layered Coding 모델의 설계 및 구현에 대한 내용을 기술하며, 4장에서는 구현한 시스템의 실험 결과를 분석한 내용을 수록하였으며, 마지막으로 5장에서 결론과 앞으로의 연구 방향에 대해 기술하였다.

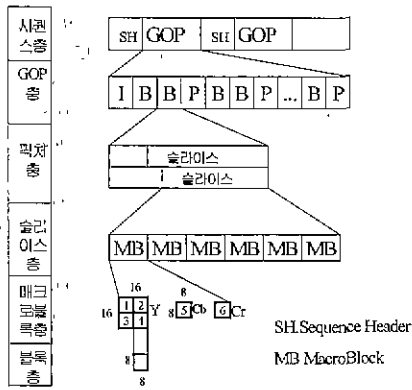
2. MPEG-2 비디오 특성

MPEG-2 Video의 구조(신택스)는 [그림 2]처럼 스킨스 층, GOP 층, 픽처 층, 슬라이스 층, 매크로블록 층, 블록 층의 6개의 계층구조로 구성되어 있다. 시퀀스 층은 일련의 같은 속성을 갖는 화면 그룹으로 화면크기, 화면률, 비트율, 비퍼지크기 등을 설정한다. GOP 층은 I 픽처층에서 다음 I 픽처층까지의 픽처들의 묶음이다. 픽처 층은 한 장의 화면이 갖는 특성을 나타내며, 슬라이스 층은 임의로 구성된 매크로블록의 모음이며, 매크로블록층은 16x16회소로 움직임 보상을 하는 기본 단위이며, 블록층은 8x8의 최소 단위이다.

픽처는 다음과 같은 세가지 형태가 존재한다

- I 픽처 : 화면의 모든 것을 인트라 부호화함
- P 픽처 : 프레임간 순방향 예측,
- B 픽처 : 쌍방향 예측 부호화,

I 픽처는 해당화면 정보만으로 부호화하기 때문에 가장 많은 대역폭을 차지한다. P 픽처는 바로 이전의 I와 P픽처로부터 순방향 예측을 통하여 얻는다. B픽처는 비로 전후의 I와 P픽처로부터 내용을 고려한 쌍방향 예측을 통하여 생성된다



[그림 2] MPEG-2 비디오 계층구조

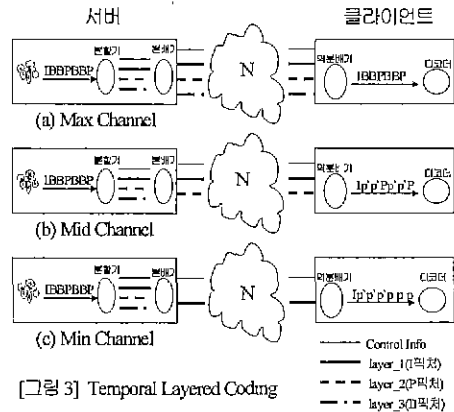
MPEG-2에서는 프로파일(Profile)과 레벨(level)이라는 개념을 도입하여 복호기의 특성을 나누고 있다. 일반적으로 프로파일은 기능을 분류한 것으로 Simple, Main, SNR, Spatial, High가 있으며, 레벨은 영상의 크기를 규정하는 것으로 High, High-1440, Main, Low가 있다. 보통은 MP@ML(Main Profile at Main Level)로 사용되며, HDTV영상은 MP@HL을 요구하고 있다. 따라서 MPEG-2의 4가지 Scalability를 사용할 경우 기존에 만들어진 MPEG-2 파일을 사용하지 못하며, 인코더 역시 새로운 것으로 교체해야 할뿐만 아니라

Base layer의 크기가 상당히 큰 문제가 발생한다.

이에 본 논문에서는 기존의 인코더와 디코더의 수정이 없고 기존의 모든 MPEG-2 비디오 파일을 그대로 사용할 수 있고, 실시간으로 비디오 서비스를 가능하게 해주는 새로운 유형의 Temporal Layered Coding 방식을 제안하게 되었다

3. Temporal Layered Coding 모델의 설계 및 구현

본 논문은 B 픽처의 비율이 전체 MPEG-2 비디오 파일 크기의 40%이상이고, I 픽처는 20%내외인 것을 착안하여 원래의 비디오 데이터들 시버의 분할기에서 독립적으로 3개의 Layer(Layer_1 헤더 및 I 프레임들의 모임, Layer_2 P 프레임들의 모임, Layer_3 : B 프레임들의 모임)로 나누는 것으로, 전체적인 구조는 [그림 3]과 같다



[그림 3] Temporal Layered Coding

(1) 서버(분할기 및 분배기)

한 개의 스트림으로 구성된 분할기는 MPEG-2 비디오 파일(확장자 * m2v)을 입력 받아 필요한 Control 정보는 만들고 원래의 비디오 데이터를 Layer_1(I 레이어)과 Layer_2(P 레이어), Layer_3(B 레이어)로 나누는 일을 하며, 총 4개의 스트림으로 구성된 분배기는 Control 정보를 전송하는 스트림과 3개의 layer를 각각 전송하는 3개의 스트림(I, P, B)가 존재한다.

① 분할기 스트림

분할기의 모듈은 디코딩의 과정과 거의 비슷하나, 버퍼에 저장하는 기법과 픽처의 크기를 저장하는 부분만 다르다. 먼저 입력을 받은 파일을 읽어 들여 픽처 헤더에 있는 픽처 타입으로 I, P, B를 구분하며 이들 Control정보 버퍼에 저장한다. 또한 다음 픽처가 나올 때까지 카운트를 하여 그 이전의 픽처 크기를 알아내어 역시 Control 정보 버퍼에 저장한다. 픽처 타입으로 구분된 I픽처는 Layer_1 버퍼에, P픽처는 Layer_2 버퍼에, B픽처는 Layer_3 버퍼에 저장한다. 분할기는 스트림으로 구성되어 있으므로 분배기와의 상관없이 독립적으로 계속 버퍼에 저장할 수 있다.

② 분배기(Control 정보스트림 및 각 layer 전송 스트림)

총 4개의 스트림 중에서, 설정된 채널(Channel)에 따라, Max channel 인 경우 총 4개(Control정보 전송, I, P, B layer별 전송)스트림을 모두 사용하며, Mid channel 인 경우는 총 3개(Control정보 전송, I,

P layer별 전송)스레드를 사용하고, Min channel인 경우는 총 2개 (Control정보 전송, I layer 전송)스레드를 사용한다 Control 정보는 바로 전송하면 되고, layer별 데이터는 각 channel에 의해 연결된 layer buffer에서 픽처 크기만큼 읽어 들어 전송하면 된다

따라서 어떠한 클라이언트가 서버와 연결 실시간 사용하는 채널 수는 통신 대역폭과 디스플레이하는 단말기 성능에 따라 달라지게 된다. 다시 말해 QoS가 좋은 환경에서는 3개의 기본 Layer를 위한 채널에 Control 정보 송수신을 위한 1개의 채널을 추가하여 4개의 채널을 설정하며, QoS가 좋지 않은 환경에서는 I Layer(Layer_1)를 위한 채널에 Control 정보를 위한 채널을 더하여 총 2개의 채널을 실행한 후 비디오 데이터를 송수신하게 된다

본 연구에서는 채널 수가 많으면 많을수록 서버가 클라이언트에 더 많은 데이터를 송신하므로 클라이언트는 좀더 품질이 좋은 비디오를 재생할 수 있게 된다

(2) 클라이언트(역분배기)

분배기에 의해 보내진 여러 개의 layer 데이터를 하나로 모아서 MPEG-2 비디오 임시 파일을 만들어 주면서 실시간으로 플레이를 시켜 주는 역할을 수행한다

Max channel인 경우 받은 Control 정보대로 각 layer별 버퍼에서 픽처 크기만큼 읽어와서 원래의 MPEG 파일을 만드는 것이며, Mid channel인 경우 받은 Control 정보에서 픽처타입이 B픽처인 경우 "이전 픽처와 동일"한 픽처(p)를 삽입하여 준다. 그 이유는 원래의 디스플레이 시간과 같게 맞추기 위해서이다 Min channel 인경우도 받은 Control 정보에서 픽처타입이 P나 B픽처인 경우 "이전 픽처와 동일"한 픽처(p)를 삽입하여 주어 MPEG 파일을 만든다

4. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 제안한 모델을 구현하기 위해 MPEG Software Simulation Group(MSSG) Video Codec[9-12]을 사용하여 실험하였다. 실험을 통하여 layer 별 크기 비율과 Base layer 만으로 구성된 original 화일의 크기 감소율 측정하고자 하였다 이에 대한 실험 결과는 다음과 같다

크기 단위 : Bytes

파일 이름	sflower	stennis	station	animation
총픽처수	50	150	120	234
총파일크기	180,685	184,564	2,043,052	6,002,358
I픽처 크기 (백분율 : %)	34,168 (18.9)	31,015 (16.8)	481,865 (23.6)	1,386,567 (23.1)
P픽처 크기 (백분율 : %)	58,854 (32.6)	45,053 (24.4)	726,182 (35.5)	2,085,907 (34.8)
B픽처 크기 (백분율 : %)	87,663 (48.5)	108,496 (58.8)	835,005 (40.9)	2,529,894 (42.1)

이 실험에서는 N= 15, M = 3, 프레임율(frame rate) =30frame/s 으로 제한하였다 N은 GOP의 픽처 수를 의미하며, M은 I, P가 다음에 나올 주기를 의미하며, 프레임율은 초당 보여주는 프레임(픽처)수를 의미한다

이 실험 결과에 의하면 Layer_1(I 픽처)의 평균 백분율은 20.6%로 나왔으나, Control과 같은 별도의 부가 정보를 네트워크로 보내 줘야하므로 실제로는 20 - 25% 정도를 차지한다. 실제로 I, P, B 픽처의 크기는 MPEG 파일마다 천차만별로 달라 실험대상 파일이 바뀌면 본 실험 결과와 달라질 수 있다[13]. 하지만, 대략 I 픽처(Layer_1)는 20%이상, P 픽처(Layer_2)는

30%이상, B픽처(Layer_3)는 40%이상 정도 되는 걸로 나타났다. 또한, MPEG-1 Video도 적용 가능했다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 스케리블 전송을 위한 MPEG-2 비디오 Temporal Layered Coding을 제안하고 실험 결과를 분석하였다. 기존의 인코더와 디코더의 수정없이 적용 가능하며, 기존의 MPEG-2(MPEG-1 포함) 비디오 파일에 실시간적으로 적용할 수 있었다 또한, Base layer 중에서 Layer_1(I 프레임들의 모임) 만을 layering하면 크기를 원래 크기의 1/4 정도로 줄일 수 있어, 비교적 낮은 대역폭에서도 비디오 서비스를 받을 수 있는 환경을 만들 수 있었으며, 불필요한 통신 자원의 낭비를 막음으로써 통신 자원의 효율성을 향상시킬 수 있었다.

향후 연구과제로는 첫째 실시간 보장을 위한 서버와 클라이언트 부분의 최적화를 연구하는 것이며, 둘째 재생 중 통신 대역폭 변동에 동적으로 지원해 주기 위한 서버와 클라이언트 간 layered 전송채널 구성에 대해 연구하는 것이고, 마지막으로 멀티캐스팅이나 ATM과 같은 통신망 및 VOD에 적용하기 위한 연구를 진행하는 것이다.

참고문헌

- [1] Harrick Vin, "Heterogeneous Networking," IEEE Multimedia, pp 84-87, 1995
- [2] International Standard ISO/IEC 13818-2, Infomation technology - Generic coding of moving pictures and associated audio infomation' Video, 1996.
- [3] 정재창, 그림으로 보는 최신 MPEG, 교보문고, 1995
- [4] H. H. I Berin, "MPEG-1 and MPEG-2 Digital Video Coding Standards," http://www.wam.hhu.de/mpeg-video/paper/sikora/mpeg1_2/mpeg1_2.htm
- [5] R. Arvind, R Civanlar, and R. Reibman, "Packet Loss Resilience of MPEG-2 Scalable Video Coding Algorithms," IEEE Trans. circut and systems for video tech vol6 no.5, pp 426-435, 1996
- [6] J. Y Lee, T. H Kim, and S. J Ko, "Motion Prediction Based on Temporal Layering for Layered Video Coding," Proceeding of ITC-CSCC'98, vol.1, July, 1998
- [7] A. Puri, L. Yan and B.G. Haskell, "Syntax, semantics and description of Temporal Scalability," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG Doc. 93/795, Sept. 1993
- [8] S R McCanne, Scalable Compression and Transmission of Internet Multicast Video, Report No. UCB/CSD-96-928, 1996
- [9] MPEG Commtee, MPEG-2 Test Model 0-5, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N0400, April, 1993
- [10] MPEG Committee, MPEG Software Simulation Group(MSSG) Video Codec, <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG/>
- [11] 구중모, "소프트웨어 MPEG-2 만들기," 마이크로소프트웨어, 1997 5 - 1997 11호 연재
- [12] 구중모, "MPEG-2 Source," http://www.infoage.co.kr/maso/MPEG_9706.zip
- [13] M Krunz, R Sass, and H. Hughes, "Statistical Characteristics and Multiplexing of MPEG Streams," Proceeding of INFOCOMM'95, pp 455-462, 1995