

# QoS를 고려한 SpatioTemporal Layered Coding and Scalable Transmission에 관한 연구

김태영\*, 손호신\*, 유우종\*, 김형철\*\*, 유관중\*  
 충남대학교 컴퓨터 과학과\*, 한국전자통신연구원 멀티미디어 연구부\*\*

## Study on the SpatioTemporal Layered Coding and Scalable Transmission in considering QoS

Taeyoung Kim\*, Hoshin Son\*, Woojong Yoo\*, Hyungchul Kim\*\*, and Kwonjong 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 데이터의 Layered coding과 스케일러를 전송이 필요하다. 즉, 낮은 QoS 환경인 경우 일부분만을 전송하고, 높은 QoS 환경인 경우에 모두 전송하는 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 MPEG 비디오 데이터 스케일러를 전송에 맞게 초당 디스플레이하는 프레임 수를 동적으로 조정하는 기법과 화질을 조정할 수 있는 SpatioTemporal Layered Coding 기법을 제안한다. 본 기법을 이용하면 사용자는 자신의 통신망 환경과 단말기 성능에 맞는 비디오 데이터를 수신 받아 재생할 수 있다.

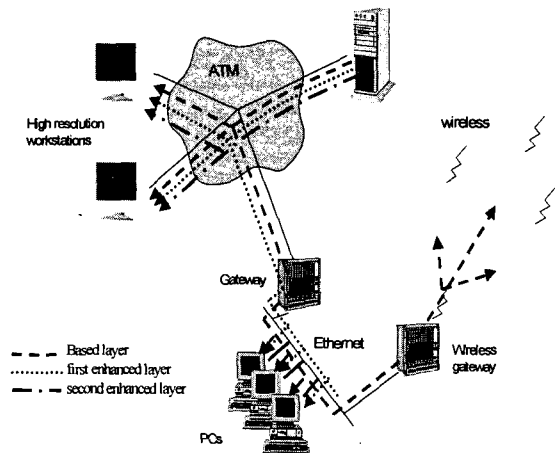
### 1. 서 론

최근 논의되고 있는 다양한 통신망 환경과 다양한 단말기 환경 즉, 이질적인 환경(Heterogeneous Environments)의 요구를 만족시키기 위해서 Layered Coding 방법이 주목받게 되었다[그림 1]. 이 Layered Coding 방식은 멀티미디어 데이터(비디오)를 여러 개의 layer로 나누어 코딩하는 방법으로 Base layer와 Enhancement layers로 나뉘어져 있어 사용자 환경에 따라 낮은 환경인 경우는 Base layer만을 전송하여 복호화하고, 높은 환경인 경우는 Base layer와 Enhancement layers들을 모두 전송하여 복호화하는 방법이다[1-2].

본 논문에서는 인코딩된 MPEG 비디오 스트림을 QoS에 따라 스케일러를 전송이 가능하도록 초당 디스플레이하는 프레임 수 및 화질(Resolution)을 동적으로 조정할 수 있는 SpatioTemporal Layered Coding 기법을 제안한다.

SpatioTemporal Layered Coding은 3개의 픽처층(I, P, B층)으로 구성되는 특성을 이용하여 픽처층을 독립적으로 I층, P층, B층으로 나누는 temporal layering을 통해서 3개의 layer로 나눈 후 여기에 DCT계수를 세분화하는 spatial 기법을 적용하여 5개의 layer로 나누어 총 15개의 layer로 나누는 새로운 방식의 Layered coding 모델을 설계하고 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MPEG 비디오에 대한 특성을 설명하며, 3장에서는 Temporal Layered Coding을, 4장에서는 Spatial Layered Coding을, 5장에서는 SpatioTemporal Layered Coding 모델의 설계 및 구현에 대한 내용을 기술하며, 마지막 6장에서 결론과 앞으로의 연구 방향에 대해 기술하였다.



[그림 1] Layered Coding for Heterogeneous Environments

### 2. MPEG 비디오 특성

MPEG Video의 구조(신택스)는 [그림 2]처럼 스펠스층, GOP층, 픽처층, 슬라이스층, 매크로블록층, 블록층의 6개의 계층구조로 구성되어 있다[3-4]. 시퀀스 층은 일련의 같은 속성을 갖는 화면 그룹으로 화면크기, 화면률, 비트

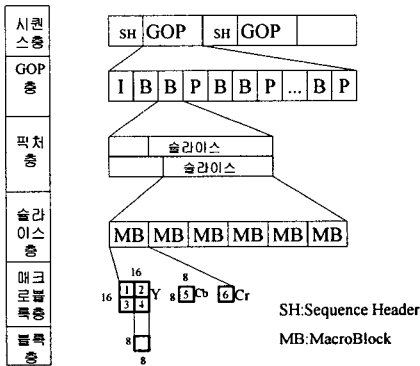
1) 본 연구는 한국전자통신연구원의 위탁 과제로 수행되고 있음.

율, 버퍼크기 등을 설정한다. GOP 층은 I 픽처층에서 다음 I 픽처층까지의 픽처들의 묶음이다. 픽처층은 한 장의 화면이 갖는 특성을 나타내며, 슬라이스층은 임의의 구성된 매크로블록의 묶음이며, 매크로블록층은 16×16화소로 움직임 보상을 하는 기본 단위이며, 블록층은 8×8의 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

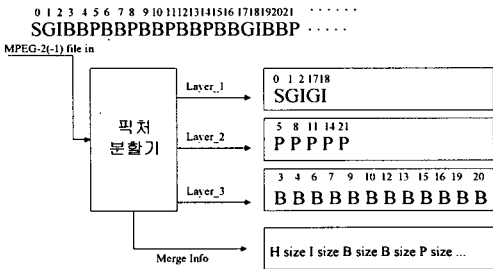
I 픽처는 해당화면 정보만으로 부호화하기 때문에 가장 많은 대역폭을 차지한다. P 픽처는 바로 이전의 I와 P픽처로부터 순 방향 예측을 통하여 얻는다. B픽처는 바로 전후의 I와 P픽처로부터 내용을 고려한 양방향 예측을 통하여 생성된다.



[그림 2] MPEG 비디오 계층 구조

### 3. Temporal Layered Coding 기법

Temporal Layered 기법은 B 픽처의 비율이 전체 MPEG 비디오 파일 크기의 40%이상이고, P픽처는 30%이상이고, I 픽처는 20%내외인 것을 착안하여 원래의 비디오 데이터를 서버의 분할기(Splitter)에서 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[5].



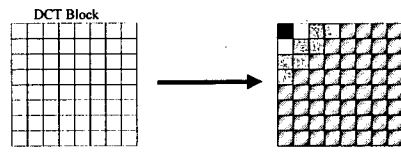
[그림 3] Temporal Splitter

스퀀스층(S)과 GOP층(G)는 Layer\_1에 삽입하며, 부가적으로 픽처 타입과 픽처 크기의 set로 구성된 merge\_info가 발생한다. 이 merge\_info로 Client에서 비디오 스트림을 재구성하기 위해 필요하다.

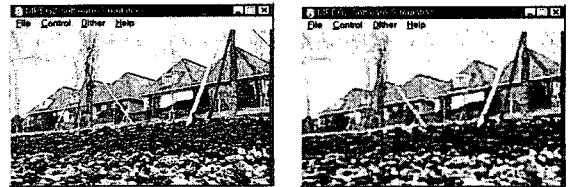
### 4. Spatial Layered Coding 기법

DCT를 수행하는 계수가 8×8로 1개의 DC와 63개의 AC로 구성되어 있는 것에 착안하여 이를 5개의 Layer로 계층화하였다. Spatial Layered 기법은 DC성분을 Layer\_1으로 하고, AC 1-2를 Layer\_2, AC 3-5를 Layer\_3, AC 6-9를 Layer\_4로, AC10-63을 Layer\_5로 계층화하였다[그림 4]. 원래 파일 크기에 대한 비율은 Layer\_1의 경우 대략 25%였고, Layer\_2, Layer\_3, Layer\_4는 각각 10% 내외였으며 Layer\_5의 경우 45% 가량 되었다[6, 8]. 원래 파일과 Layer\_3의 화질을 비교한 결과는 [그림5, 그림.6]에 나타나 있다.

[그림 4] Spatial Layered Coding



[Figure 4] Resolution Splitting Technique



[그림 5] original파일의 화질

[그림 6] Layer\_3파일의 화질

### 5. SpatioTemporal Layered Coding

#### 5.1 연구 배경

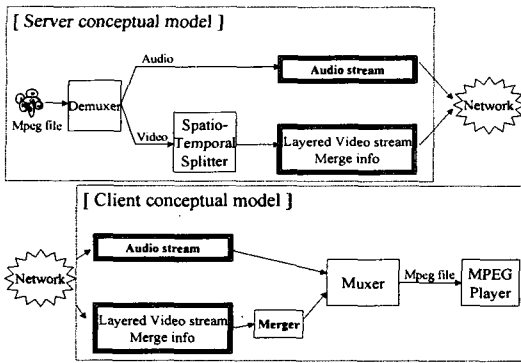
3장과 4장에 설명한 Temporal과 Spatial Layered Coding기법 모두 Layer별 크기가 각각 20-40%정도가 되므로 다양한 QoS를 만족하기가 어렵다. 이에 보다 계층화를 세분화하여 융통성 있게 QoS의 변화에 따라 적합한 서비스를 위해서 두 가지 방식을 통합한 SpatioTemporal Layered Coding 기법을 설계·구현하였다.

#### 5.2 시스템 구조

전체적인 시스템 구조는 [그림 7]와 같다.

서버에서는 MPEG 파일을 Demuxing하여 Video와 Audio로 구분한다. Video Stream은 SpatioTemporal Splitter에 의해 15개의 Layer파일과 merge\_info파일을 만든다. 클라이언트에서 MPEG파일을 요청시 Audio파일과 QoS에 맞는 비디오를 서버하기 위해서 15개로 나뉘어진 파일 중 해당 Layered 파일과 merge\_info를 전송한다.

클라이언트에서는 자신의 네트워크 등의 QoS에 맞게 수신받은 Layered 비디오 스트림과 merge\_info를 통해서 MPEG 비디오 파일을 재구성하며, 여기에 오디오 파일과 함께 muxing하여 재생한다. 단, 비디오 muxing의 경우 Skip된 frame들 때문에 재생이 맞지 않게 되므로 원래의 frame rate를 유지하기 위해서 PTS(Presetation Time Stamp)를 조정해야 한다.



[그림 7] 전체적인 시스템 구조

5.3 SpatioTemporal Splitter

SpatioTemporal Splitter는 15개의 Layer파일을 생성한 뒤 MPEG 비디오를 디코딩하면서 각 헤더 정보와 블록의 DC계수는 첫 번째 Spatial Layer인 S1 Layer에 저장하게 되고, 블록의 나머지 계수들은 블록의 인덱스에 따라서 S2-S5의 각 파일에 저장되게 된다. I픽처의 경우 T1, P픽처의 경우 T2, B픽처의 경우 T3이다.[그림 8]

T1S1 : Sequence Header, GOP Header, 1 Picture Header, Macroblock, DC
T1S2 : DCT Coefficient 1 - 2
T1S3 : DCT Coefficient 3 - 5
T1S4 : DCT Coefficient 6 - 9
T1S5 : DCT Coefficient 10 - 63
T2S1 : P Picture Header, Macroblock, DC
T2S2 : DCT Coefficient 1 - 2
T2S3 : DCT Coefficient 3 - 5
T2S4 : DCT Coefficient 6 - 9
T2S5 : DCT Coefficient 10 - 63
T3S1 : B Picture Header, Macroblock, DC
T3S2 : DCT Coefficient 1 - 2
T3S3 : DCT Coefficient 3 - 5
T3S4 : DCT Coefficient 6 - 9
T3S5 : DCT Coefficient 10 - 63

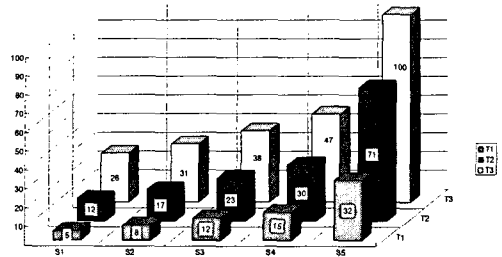
[그림 8] SpatioTemporal Layered Coding된 파일 분류

5.4 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 제안한 SpatioTemporal Layered Coding을 구현하기 위해 MPEG Software Simulation Group(MSSG) Codec[7]을 사용하여 실험하였다. 실험을 통하여 layer 별 크기를 누적인 결과가 original 파일과 비교했을 때의 비율을 측정하고자 하였다. 이에 대한 실험 결과는 [그림 9]와 같다.

실험결과에 의하면 T1S1의 경우 5-7%가 되어 통신망 트래픽을 상당히 감소시킬 수 있었으나 화질의 열화가 심하여 이미지 인식이 어려웠다. 원본 비디오에 준하는 비디오를 보기 위해서는 T2S3이상이어야 가능함을 실험을 통해 알 수 있었다. T2S3의 경우 전체 비디오 크기의 25%정도이므로 원본 파일 크기의 1/4정도이므로 데이터 량을 상당히 줄일 수 있어, 대역폭이 낮은 환경에서도 실시간 재생이 가능하다.

[그림 9] MPEG 파일의 layer 크기



6. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구의 목적은 MPEG 비디오 스트림을 통신 대역폭에 따라서 수신되는 데이터 량을 조정하는 기술 개발을 하는 것으로 이를 위해 SpatioTemporal Layered Coding 기법을 제안하였다. 다양한 QoS에 적용하기 위해 15개의 Layer로 나누었고 이를 실험 분석하였다.

실험 결과 최고 5%로 파일의 크기를 줄일 수 있었으며, 원본의 1/4정도 크기면 원본 비디오 파일에 준하는 화질을 서비스 할 수 있어서, 비교적 낮은 대역폭에서도 실시간 비디오 서비스를 받을 수 있는 환경을 만들 수 있었으며, 불필요한 통신 자원의 낭비를 막음으로써 통신 자원의 효율성을 향상시킬 수 있었다.

향후 연구 과제로는 동적으로 변화하는 QoS를 수용하여, 동적으로 layer 들을 변화시키는 기술을 연구하는 것이며, RTP, RTCP와 같은 실시간 통신 프로토콜을 이용한 멀티캐스트 분야로 확장하는 것이다.

참고 문헌

- [1] Harrick Vin, "Heterogeneous Networking," IEEE Multimedia, pp. 84-87, 1995
- [2] S. R. McCanne, Scalable Compression and Transmission of Internet Multicast Video, Report No. UCB/CSD-96-928, 1996
- [3] 정제창, 그림으로 보는 최신 MPEG, 교보문고, 1995
- [4] International Standard ISO/IEC 13818: MPEG-2, 1996.
- [5] 김태영외 4인, "스케일러를 전송을 위한 MPEG-2 비디오 Temporal Layered Coding에 대한 설계 및 구현," 정보과학회 가을학술대회, 제25권 2호 (C), pp. 462-464, 1998.10
- [6] 손호신의 4인, "MPEG-2 블록층 변환을 이용한 Multi-Resolution Layered Coding에 관한 연구," 정보과학회 가을학술대회, 제25권 2호 (C), pp. 465-467, 1998.10
- [7] MPEG Committee, MPEG Software Simulation Group(MSSG), <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG/>
- [8] W.Yoo, T.Kim, H.Son, K.Yoo, H.Shin, H.Kim, " A study on the Layered Compression and Transmission of MPEG Video," ICITCE '99, 1998.10