

동적 QoS 적응을 위한 Temporal-Fidelity Scaling 기법에 관한 연구

김현정*, 이흥기*, 손호신*, 유우종*, 김두현**, 유관종*

*충남대학교 컴퓨터학과

**한국전자통신연구원 멀티미디어연구부

e-mail : hjkim@bk21.cnu.ac.kr

A Study on the Techniques of Temporal-Fidelity Scaling for Dynamic QoS Adaptation

Hyunjeong Kim*, Heungki Lee*, Hoshin Son*, Woojong Yoo*

Dohyon Kim**, Kwanjong Yoo*

*Dept of Computer Science, Chungnam National University

**Multimedia Dept. ETRI/CSTL

요약

인터넷을 통한 정보 전송이 급증하고 있는 오늘날, 멀티미디어 데이터 전송 또한 상당 부분을 차지하고 있다. 그러나 네트워크 대역폭이 보장되지 않고 유동적인 인터넷상에서 실시간으로 멀티미디어 정보를 전송하는 것은 여러 가지 문제점을 안고 있다. 이에 멀티미디어 데이터의 스케일러블 전송에 대한 연구가 등장하게 되었다. 본 논문에서는 동적으로 변하는 네트워크 QoS에 따라 MPEG 비디오 스트림의 스케일러블 전송이 가능하도록 하는 Temporal-Fidelity Scaling 기법에 대해 제안하고자 한다.

1. 서론

이질적인 환경인 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스가 확산됨에 따라, 멀티미디어 데이터의 전송이 네트워크 트래픽의 상당부분을 차지하게 되었다. 이에 네트워크 상태의 변동에 따라 데이터량을 조절할 수 있는 계층적 코딩(layered coding) 기법이 도입되게 되었다. 계층적 코딩기법은 멀티미디어 데이터를 기본계층(base layer)과 고위계층(enhancement layer)으로 나누어, 변동하는 네트워크 상태에 따라 전송되는 데이터 양을 달리하여, 효율적인 네트워크 사용을 가능하게 한다[1-2].

본 논문에서는 MPEG 비디오 스트림을 네트워크 QoS에 따라 다양하게 전송될 수 있도록 하기 위해 15개의 레이어로 분할하고, Indexing 기법을 이용하여 동적으로 QoS에 적용할 수 있도록 하는 Temporal-Fidelity Scaling 기법을 제안하고자 한다.

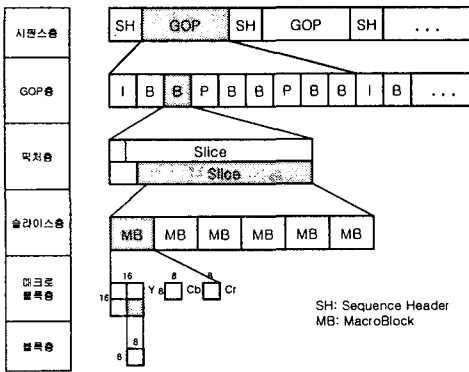
Temporal-Fidelity Scaling 기법이란 MPEG 비디오 스트림의 픽처층을 이용하여 I-픽처를 기본계

층으로, P와 B-픽처를 고위계층으로 분할하는 temporal layered coding을 적용하고, 분할된 각 픽처별로 블록의 DCT 계수를 이용하여 다시 5개의 계층으로 분할하는 fidelity layered coding을 적용하는 기법이다. 15개의 스트림 데이터 분할시 byte align 작업을 하고, 전송시 이 스트림 데이터에 직접 접근이 가능하도록 별도의 메타정보를 생성하는 것이 동적 QoS 적응을 위한 Temporal-Fidelity Scaling 기법이다.

본 논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서는 MPEG 비디오의 구조에 대해서 간단히 살펴보고, 3장은 Temporal-Fidelity Scaling 기법에 대해 설명한다. 4장에서는 동적 QoS 적응을 위한 indexing 기법을 기술하고, 5장은 동적 QoS 적응을 위한 Temporal-Fidelity Scaling 기법의 실험 결과와 분석을 다룬다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 설명한다.

2. MPEG 비디오의 구조

MPEG 비디오는 [그림 1]과 같이 시퀀스층, GOP 층, 픽처층, 슬라이스층, 매크로블록층, 블록층의 6개 계층구조로 이루어져 있다[3-4].



[그림 1] MPEG 비디오 구조

시퀀스층은 같은 속성을 갖는 화면 그룹을 말하며, GOP층은 일련의 픽처를 포함하며 랜덤 액세스의 단위이다. 픽처층은 한 장의 화면에서 공통적인 속성을 나타내며, 슬라이스층은 한 장의 화면을 임의의 길이로 분할한 소 화면에 공통인 정보를 가지고 있다. 그 하부의 매크로블록층은 16×16화소로 움직임 보상을 수행하는 기본단위이다. 마지막으로 블록층은 8×8화소로 구성된 최소의 단위이다.

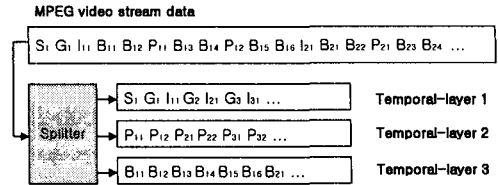
이중 temporal layered coding[5]에 이용되는 픽처층에는 예측 없이 화면 내 정보만으로 부호화되는 I-픽처, 순방향 예측만을 허용하는 P-픽처, 순방향 역방향의 쌍방향 예측을 통해 부호화되는 B-픽처의 3가지 타입이 존재한다.

MPEG 구조의 최하위층인 블록층은 fidelity layered coding[6]에 이용되는 계층으로서 DCT(이산여현변환: Discrete Cosine Transform)를 수행한 DCT 계수를 포함하며, EOB로 종료된다.

3. Temporal-Fidelity Scaling 기법

Temporal-Fidelity Scaling 기법은 먼저 [그림 2]와 같이 temporal layered coding 기법을 적용하여 MPEG 비디오 스트림을 다음과 같은 3개의 레이어로 분할한다.

- Temporal-Layer 1 : I-픽처, 픽처층 상위 헤더
- Temporal-Layer 2 : P-픽처
- Temporal-Layer 3 : B-픽처



[그림 2] Temporal Layering

3개의 레이어로 분할된 각각의 픽처에 다시 fidelity layered coding 기법을 적용하게 된다. 이는 [그림 3]에서 보는 바와 같이 픽처의 DCT 블록 계수들을 5부분으로 나누어 각 픽처들을 5개의 layer로 분할한다. 이로서 1개의 MPEG 비디오 스트림은 15개의 레이어 파일로 나누어지게 된다.

- Fidelity-Layer1: 헤더정보, DC
- Fidelity-Layer2: AC 1-2
- Fidelity-Layer3: AC 3-5
- Fidelity-Layer4: AC 6-9
- Fidelity-Layer5: AC 10-63

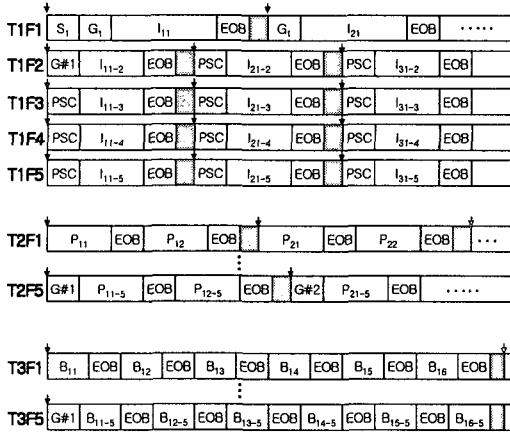


DCT Block

[그림 3] Fidelity Layering

MPEG 스트림은 비트 단위의 정보를 내포하고 있다. 그러므로 나뉘어진 각각의 layer 파일들을 GOP 단위로 접근시, 바이트 단위가 아닌 비트 단위로 접근해야하는 문제점이 있다. 따라서 이러한 layering coding을 하는 과정에서 15개 레이어 스트림 데이터를 나누어서 저장할 때, 랜덤 액세스 단위인 매 GOP마다 패딩처리를 하여, 시작점을 byte 단위로 맞추는 작업이 필요하다. 이러한 byte align 작업은 다음 장에서 언급할 indexing의 전처리 과정으로서 매 GOP의 시작점이 byte 주소값을 가지도록 하기 위함이다.

실제로 Temporal-Fidelity Scaling 기법을 적용한 MPEG 비디오는 [그림 4]와 같은 15개 layer 형태가 된다. 여기서 명암은 padding 처리한 부분을 의미한다.



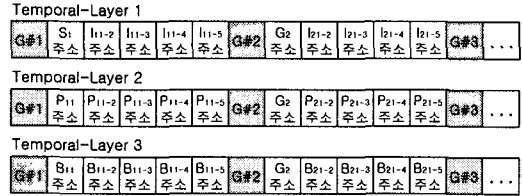
[그림 4] Temporal-Fidelity Scaling Layering

4. 동적 QoS 적용을 위한 indexing 기법

Temporal-Fidelity Scaling 기법에 의해 분할된 15개 레이어 파일 전송 시, 네트워크 QoS에 따라 전송되는 레이어의 수가 결정되게 된다. 전송 시작 시 네트워크의 상태가 양호하여 Temporal-Layer와 Fidelity-Layer를 모두 전송(T3F5)하였다 하더라도 전송도중 변하는 네트워크 상태에 따라 temporal이나 fidelity의 일부 레이어만이 전송 가능할 수 있다. 이렇게 전송되는 레이어의 수를 네트워크 상태에 따라서 변화시키기 위해서는 각 레이어에 대한 직접 접근이 가능해야한다. 따라서 MPEG의 랜덤 액세스 단위인 매 GOP마다 시작위치를 별도의 메타 정보에 저장해 두는 indexing 작업을 수행하여 레이어의 직접접근을 가능하게 한다.

메타 파일은 각 Temporal-Layer마다 하나씩, 총 3개를 생성하며, 실제적으로 저장되는 주소값은 [그림 4]에서 화살표가 표시된 매 GOP의 시작위치이다. 각 Temporal-Layer의 메타 파일은 [그림 5]와 같은 형태로 구성되는데, 먼저 GOP 번호를 헤더 값으로 하여 5개의 레이어에 대해 그 GOP에 해당하는 데이터의 시작위치를 차례로 기록하게 된다. 여기서 매 GOP마다 저장되는 15개의 위치 정보는 각각의 레이어로 나누어진 파일에서 해당 GOP에 관련된 정보의 시작 위치를 나타낸다. 이것은 한 GOP 내에서는 QoS의 변동이 있더라도 기존의 협상결과를 그대로 유지하며, 변동 결과는 QoS 협상 단위인 새로운 GOP에서 반영함을 의미한다. 만약 QoS 협상 단위가 10GOP 라면, 10개의 GOP는 설정된 QoS에 따라 전송하고 11번째 GOP에서 새로 협상한

QoS 정보에 따라 전송하게 된다. 즉, QoS 협상의 단위는 n GOP ($n \geq 1$)이다.



[그림 5] Temporal-Layer별 메타파일

5. 실험결과 및 분석

본 연구는 MPEG 비디오 전송시 서버와 클라이언트 사이에 QoS 협상을 하여 변동되어지는 네트워크 상태에 따라 차등의 비디오 정보를 전송하기 위한 방안을 제시하였다. 실제로 동적 QoS 적용을 위한 Temporal-Fidelity Scaling 기법을 통하여 MPEG Video를 15개의 레이어 파일로 나누고, 매 GOP 마다 임의의 $TnFm (1 \leq n \leq 3, 1 \leq m \leq 5)$ 형태의 QoS 정보를 발생시켜 이에 따라 전송된 스트림을 다시 병합한 결과, 정상적으로 재생되었다.

네트워크 QoS에 따라 전송 량을 변동하는 것에 대한 효율성을 알아보기 위하여, 재생된 MPEG 비디오 데이터를 T1F1로 전송할 경우부터 T3F5로 전송할 때까지의 한 GOP당 전송량을 측정해보았다. 실험한 MPEG 비디오 파일에서는 한 GOP당 평균적으로 다음과 같은 전송량을 나타내고 있다.

[표 1] Layer별 한 GOP당 평균 전송량

[단위: byte]

	F1	F2	F3	F4	F5
T1	4357.3	8429.8	11409.0	13310.5	14226.3
T2	17086.0	27586.6	37734.6	45613.1	50590.2
T3	38517.3	48301.5	58189.1	66031.7	71329.8

(소수 둘째자리에서 반올림)

위 실험으로 T3F5으로 전송시, T1F1으로 전송하는 경우보다 매 GOP당 약 17배 많은 데이터를 전송해야 하는 결과를 얻을 수 있었다. 이 수치는 스트림 데이터의 특성에 따라 다르겠지만, I-픽처가 픽처층에서 약 20%를, 레이어1이 Fidelity-Layer에서 약 25% 내외를 차지한다는 샘플 데이터 측정 결과를 토대로 할 때, T3F5로 전송시 T1F1보다 약 20배 많은 데이터를 전송해야 함을 예측할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구방향

vol.2, pp.427-431, Jun. 1999

본 연구에서는 MPEG 비디오 데이터 전송시 네트워크 대역폭에 따라 전송량을 달리할 수 있는 방법을 제안하였다. Scalable한 전송을 위하여 기존의 MPEG 비디오 스트림 데이터를 15개의 레이어로 나누었으며, 이 15개의 데이터 정보에 직접 접근할 수 있도록 byte align 작업을 하고, QoS 적용 단위인 GOP의 15개 layer 시작위치를 별도의 메타 파일에 기록하였다. 이 방법을 통해 네트워크 대역폭에 따라 전송량을 달리하면 보다 효율적인 통신자원의 사용이 가능하다.

향후에는 네트워크 상태를 측정하여 15개의 레벨로 등급화하는 방안과 실제 네트워크를 통해서 전송하는 기법에 대해 연구해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] H. 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] 정재창, 그림으로 보는 최신 MPEG, 교보문고, 1995
- [4] International Standard ISO/IEC 13818 : MPEG-2, 1996
- [5] 김태영, 유우종, 김형철, 궁상한, 유관종, "스케러블 전송을 위한 MPEG-2 비디오 Temporal Layered Coding에 대한 설계 및 구현," 정보과학회 가을학술대회, 제 25권 2호(C), pp. 462-464, 1998. 10
- [6] 손호신, 유우종, 김형철, 정찬근, 유관종, "MPEG-2 블록층 변환을 이용한 Multi-Resolution Layered Coding에 대한 연구," 정보과학회 가을학술대회, 제 25권 2호(C), pp. 465-467, 1998. 10
- [7] MPEG Committee, MPEG Software Simulation Group, <http://www.mpeg.org/mpeg/mssg>
- [8] W.Yoo, T.Y. Kim, H.S. Son, K.J. Yoo, H.S. Shin, H.Kim, "A study on the Layered Compression and Transmission of MPEG Video," ICITCE '99, Jan. 1999
- [9] H.C. Kim, Y.J. Won, C.G. Jeong, "Scalable Media Object Framework for Heterogeneous Network Environment," IEEE/IEE ICT '99,