

Temporal Scaling 에 기반한 종단간 frame-rate 적응 전송 기법에 관한 연구

손호신*, 김현정*, 김상형*, 유우종**, 유관종*

*충남대학교 컴퓨터과학과

**대전보건대학 전산정보처리과

e-mail : {hsson, hjkim, sangk, kjyoo}@cs.cnu.ac.kr
wjyoo@tjhealth.ac.kr

A Study on End-to-End Frame-rate adaptive streaming of MPEG Video based on Temporal Scaling

Hoshin Son*, Hyunjeong Kim*, Sanghyung Kim*, Woojong Yoo**, Kwanjong Yoo*

*Dept. of Computer Science, Chungnam Nat'l University

**Taejon Health Sciences College

요 약

이질적인 환경인 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스가 확산됨에 따라 다량의 데이터를 가지는 비디오 스트림의 전송이 늘어나게 되었다. 이로 인해 네트워크 트래픽의 대부분을 멀티미디어 데이터가 차지하게 되었고, 통신망 자원의 효율적인 사용을 위하여 사용자의 컴퓨터 환경이나 통신망의 환경을 고려한 비디오 데이터 전송에 관한 연구가 필요하게 되었다. 이에 본 논문에서는 네트워크 QoS 를 고려하여 MPEG 비디오 데이터를 전송하도록 하기 위하여 Temporal Scaling 기법과 QoS 에 따라 frame-rate 을 조절하여 전송할 수 있는 Scalable 전송 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 기법을 사용하여 MPEG 비디오 데이터를 전송할 때 보다 효율적으로 통신망 자원을 사용할 수 있게 된다.

1. 서론

컴퓨터 산업의 발전과 인터넷 사용자의 증가와 더불어 최근 들어 이질적인 인터넷 환경을 이용하여 VOD 와 같은 멀티미디어 서비스가 점차 증가하고 있으며, 관련된 연구 또한 활발히 진행 중에 있다. 멀티미디어 데이터의 대부분을 차지하는 비디오나 오디오는 특성상 대용량의 데이터를 가지게 된다. 멀티미디어 데이터를 이용한 서비스의 증가로 인해 네트워크 트래픽의 상당 부분을 이 멀티미디어 데이터가 차지하고 있다. 이로 인해 한정된 네트워크 자원을 보다 효율적으로 사용하기 위한 시도로서 다방면의 연구가 진행되어지고 있는데, 그 중 한 분야로서 주목 받고 있는 부분이 바로 계층적 코딩(layered coding)기법이다. 계층적 코딩기법은 멀티미디어 데이터를 기본 계층(base layer)과 고위계층(enhancement layer)으

로 나누고, 재생하는 사용자의 컴퓨터 환경이나 통신망 환경을 고려하여 필요한 데이터를 가지는 레이어만을 선택,복호화하는 기법이다[1]. 낮은 자원을 가지는 환경하에서는 기본계층만을 이용하여 복호화하고 보다 나은 환경하에서는 기본계층과 고위계층을 함께 복호화함으로써 불필요한 네트워크 자원의 낭비를 최소화할 수 있다.

본 논문에서는 MPEG 비디오 스트림을 네트워크 QoS 의 변화 따라 동적으로 적응하여 다양하게 서비스할 수 있는 기법으로 재생되는 프레임의 수를 조절하는 Temporal scaling 기법을 소개하고 이 기법을 적용하여 MPEG 비디오 스트림의 전송시 frame-rate 을 조절하는 Scalable 전송 기법을 제안한다.

Temporal Scaling 기법은 MPEG 비디오의 픽처 타입을 이용하여 계층화시키는 기법으로서 비디오 데이터를 I, P, 그리고 B 픽처들로 이루어진 3 개의 계층으

로 계층화 시키게 된다.

이러한 Temporal Scaling 기법을 이용하여 비디오 데이터를 계층적 코딩한 후 네트워크와 사용자의 환경에 따라 frame-rate 을 조절하면서 데이터를 전송하게 된다. 이때 클라이언트의 버퍼를 이용하여 전송되는 계층들을 조절하는 전송 기법을 사용하게 된다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 계층적 코딩기법에 대하여 간단히 살펴보고, 3 장에서는 시간적 계층적 코딩기법의 일종인 Temporal scaling 기법을 설명한다. 4 장에서는 이 기법을 이용하여 계층화된 미디어 데이터에 대해 수신측의 버퍼를 이용한 frame-rate 을 조절 전송기법에 대해서 기술하기로 한다. 5 장에서는 본 논문에서 제안한 기법을 이용한 실험결과에 대해 언급하고, 마지막으로 6 장에서는 결론을 맺고 향후 연구방향에 대해 언급하기로 한다.

2. 관련연구

2.1 계층적 코딩

실시간으로 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 서비스에서 필요로하는 대역폭에 비해 높은 대역폭이 요구되며, MPEG-1 비디오의 경우 1.5Mbps의 대역폭이 요구되게 된다. 하지만, 이처럼 높은 대역폭을 갖는 광대역 통신망(B-ISDN)환경이 있는 반면에 이동망과 같이 대역폭이 적은 통신망 환경도 존재하게 된다. 이처럼 이질적인 환경에서 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 등장한 것이 계층적 코딩이다.

계층적 코딩이란 다양한 대역폭에 적응할 수 있도록 멀티미디어 데이터를 세분화하여 코딩하는 것으로 높은 대역폭을 갖고 있는 통신망 환경에서는 모든 데이터를 전송하게 되고 그렇지 못한 통신망 환경에서는 멀티미디어 데이터를 재생하는데 필요한 최소한의 데이터만을 전송하여 재생하는 기법이다. 이와 같이 계층적 코딩을 할 경우 통신망의 대역폭을 최적화하여 사용하게 되므로 통신 자원의 낭비를 방지할 수 있게 되어 통신망의 효율을 높일 수 있다. 또한, 사용자가 원하는 실시간 멀티미디어 서비스도 제공할 수 있게 된다.

MPEG-2 비디오에서는 이를 위해 3 가지의 스케일러빌리티(Scalability)를 제공하고 있는데, 이는 시간적 스케일러빌리티(Temporal Scalability)/공간적 스케일러빌리티(Resolution Scalability)/화질적 스케일러빌리티(SNR Scalability)이다.

하지만 이러한 스케일러빌리티를 이용하더라도 데이터를 재생하는데 필요한 최소한의 데이터를 포함하는 기본계층의 데이터량이 상당히 크기 때문에 실제 사용하는데 다소 문제점이 있을 수 있다.

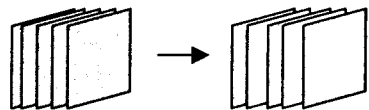
3. Temporal Scaling

3.1 Temporal Scaling의 개념

Temporal scaling 기법은 MPEG 비디오 스트림의 픽처층이 I 픽처, P 픽처, B 픽처로 구분이 되어 있는 것에 착안하여 개발된 시간적 계층적 코딩(Temporal layered coding)기법이다[그림 1].

I 픽처, 시퀀스(Sequence)층, GOP(Group of Picture)층과 같은 재생에 필요한 최소한 데이터를 기본계층(Base layer)으로 하고, 고위 계층으로는 P 픽처와 B 픽처를 고위계층 1(Enhancement layer 1)과 고위계층 2(Enhancement layer 2)로 정하였다.

- 계층-1 : I 픽처, Sequence, GOP
- 계층-2 : P 픽처
- 계층-3 : B 픽처



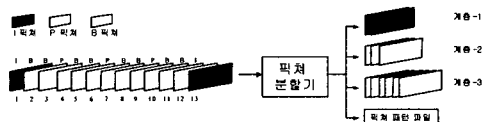
[그림 1] Temporal Scaling의 개념

Temporal scaling 기법에서는 위에서 정의한 하나의 기본계층과 두개의 고위계층을 이용하여 사용자의 환경이나 통신망의 환경에 따라 MPEG 비디오 스트림을 서비스 해주게 된다. 이때 적은 대역폭의 통신망에서는 기본계층만을 이용하여 서비스하고, 제공되는 대역폭에 따라서 기본계층과 대역폭이 허락하는 하에서 두개의 고위계층에서 전송할 수 있는 계층의 데이터를 이용하여 서비스한다.

만약 충분하지 못한 대역폭에 의해 기본계층만이 전송되거나 고위계층 1 까지만 전송되는 경우나 네트워크 상태에 따라 전송되지 못한 픽처들로 인해 전체 스트림을 구성하는 픽처의 수가 달라지게 된다. 이때에는 수신측에서 이전 픽처와 동일한 픽처를 나타내는 Skipped Picture 를 생략된 픽처의 위치에 삽입하여 재생되는 frame-rate 을 보장해주게 된다.

3.2 Temporal Scaling 기법의 구조

Temporal scaling 기법의 구조는 MPEG 비디오 스트림을 픽처타임에 따라 계층화(layering)하는 픽처 분할기(Temporal Scaler)와 계층화된 각각의 계층(layer)를 새로운 MPEG 비디오 스트림으로 재구성 해주는 픽처 병합기(Temporal restrucutor)로 나누어져 있다.



[그림 2] Temporal Scaling의 구조

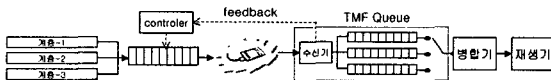
픽처 분할기는 멀티미디어 데이터를 제공해주는 서버에서 MPEG 비디오 스트림을 여러 개의 계층으로 나누어 저장하는 역할을 수행한다. 이때 원래의 픽처순서로 재구성 하기위해 픽처들의 타입과 순서 정보를 가지고 있는 픽처 패턴 파일(Picture pattern file)을 3개의 계층들과 함께 생성해주게 된다.

4. Scalable 전송 기법

스케일러블 전송 기법의 기본 목적은 네트워크의 변화에 따라 전송되는 데이터량을 조절하는데 있다. 이는 서비스를 받는 클라이언트 입장에서 보았을 때, 최대한 화질을 보장하면서 비디오 서비스를 받는 것을 의미하게 된다.

네트워크에서 congestion 이 발생했을 때, 전송되는 데이터량을 조절함으로써 패킷로스를 줄일 수 있게 되는데, 이때 데이터를 전송하는 서버의 입장에서는 데이터량이 많은 I, P, B의 순서로 전송되는 데이터의 양을 조절하는 것이 효율적이지만 서비스를 받는 클라이언트의 입장에서는 화질이 우선시 되기 때문에 이와 반대로 화질에 영향을 적게 미치는 B, P, I의 순서로 전송량을 줄이는 것이 유리하게 된다.

이를 위해 전송 시스템에서는 3개 계층의 데이터를 전송 버퍼에 담을 때 하나의 GOP 단위로 I, P, 그리고 B 픽처 순서로 버퍼에 삽입되게 된다. 이는 하나의 GOP가 M=3, N=12로 구성되어 있을 때, 'IPPPBBBBBBBB'의 형태로 전송이 되어지게 됨을 의미하게 된다.



[그림 3] Scalable 전송 시스템

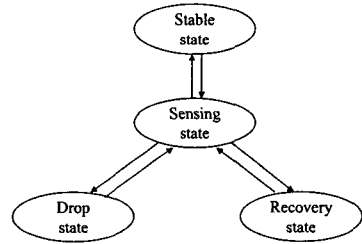
이렇게 전송 버퍼에 저장된 데이터는 클라이언트로 전송되는데 전송시 패킷로스가 발생하는 경우 다른 픽처에 비해 화질에 적은 영향을 미치는 B 픽처가 우선적으로 드롭되기 때문에 데이터량을 조절하면서도 화질에는 많은 변화가 있지 않다. 픽처를 드롭시킬 때에는 버퍼에 들어있는 GOP 단위에서 마지막에 위치한 픽처부터 드롭을 시키게 된다.

클라이언트에서는 수신버퍼의 상태에 의해 네트워크 congestion 을 감지하고 이에 따라 4개의 상태로 전이 시키면서 전송을 받게 된다. 4개의 상태는 Stable state, Sensing state, Drop state, Recovery state로 이루어진다[그림 4].

Stable state 는 전송을 시작한 후 기본적인 상태가 되게 된다. 네트워크의 상태가 변화되지 않는다면 이 상태를 그대로 유지해나가게 되며, 만약 변화가 발생한 후 다시 안정화 되면 Stable state로 돌아오게 된다.

Sensing state 는 나머지 3개의 상태에서 네트워크의 변화가 발생했을 때 거치는 단계이다. 일반적으로 네

트워크에서는 약 10%정도의 패킷로스가 발생할 수 있다는 연구결과가 있다[2]. 이 범위 내에서는 자연적인 네트워크 congestion 으로 간주하고 Sensing state에 들어오기 전의 상태로 다시 돌아가게 된다. 만약 10% 이상의 패킷로스가 발생하게 되면 우선 일시적인 문제인지를 확인 후 픽처 드롭이 필요할 경우 서버에게 전송 데이터를 줄이도록 요청하게 된다.



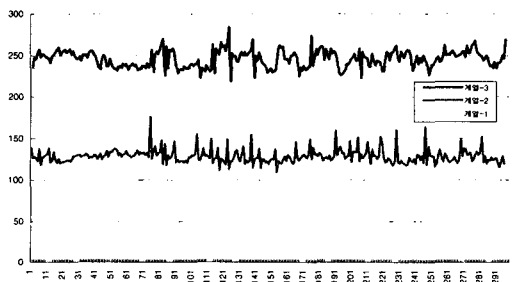
[그림 4] 클라이언트의 버퍼상태에 의한 4-State

Drop state 는 congestion 이 발생하여 패킷로스가 발생했을 때 픽처를 드롭시켜서 전송되는 데이터를 줄이는 상태로서 B, P, I의 순서로 화질에 최대한 영향이 미치지 않게 픽처를 드롭시키게 된다. 이 상태는 congestion 이 발생하지 않을 때까지 드롭시키는 픽처의 수를 증가시켜 나가게 된다. 만약 congestion 이 발생하지 않게 되면 다시 Sensing state로 이동을 해서 네트워크 상태를 확인 후 전송량의 증가나 감소를 결정하게 된다.

Recovery state 는 Drop state에서 조절된 전송량을 원래의 상태로 회복 시키거나 네트워크 상태가 나아져서 전송량을 늘릴 때 사용되는 상태가 된다. 이 상태에서는 Drop state와 반대로 서버로부터 전송되는 픽처의 수를 점차 증가시켜나가게 된다.

5. 실험 결과 및 분석

본 연구는 MPEG 비디오 스트림 전송시 서버와 클라이언트 사이에 네트워크 QoS의 변화에 따라 동적으로 협상을 하여 변동되어지는 네트워크 상태에 따라 차등의 비디오 정보를 전송하기 위한 방안을 제시하였다.



[그림 5] 각 계층별 전송 데이터량 변화

실제로 동적 QoS 적응을 위한 Temporal Scaling 기법을 통하여 MPEG 비디오를 3개의 계층으로 나누고, 매 GOP 마다 임의의 $n(1 \leq n \leq 3)$ 형태의 QoS 정보를 발생시켜 이에 따라 전송된 스트림을 다시 병합한 결과, 정상적으로 재생되었다. [그림 5]에서는 각 계층별로 전송되는 데이터량의 변화를 나타내고 있다.

6. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 MPEG 비디오 스트림을 통신망의 환경에 따라 전송되는 데이터의 양을 조정할 수 있도록 하기 위해 Temporal Scaling 기법과 Scalable 전송 기법을 제안하였다.

이 기법을 이용하여 이질적인 환경을 가지는 인터넷을 통해 비디오 서비스를 할 때, 대역폭의 변화에 동적으로 적응하여 실시간으로 서비스할 수 있는 환경을 구축할 수 있었고 불필요한 데이터로 인해 생기는 통신망 자원의 낭비를 줄임으로서 보다 효율적인 자원의 사용이 가능함을 알 수 있었다.

향후 연구방향으로는 실제 환경에서 사용할 수 있도록 RTP, RTCP, RSVP 와 같은 실시간 전송 프로토콜을 이용하여 실험하고, 이를 바탕으로 하여 설정된 파라미터들을 재조정 함으로서 연구결과를 필드에서 활용할 수 있도록 하는 것이다.

참고문헌

- [1] Harrick Vin, "Heterogeneous Networking," IEEE Multimedia, pp. 84-87, 1995.
- [2] Jean-Chrysostome Bolt, "Characterizing End-to-End Packet Delay and Loss in the Internet", Journal of High-Speed networks, September 1993, vol.2, no.3, pp. 305-323
- [3] Chi-Woon Fung; Liew, S, C, "End-to-End Frame-rate adaptive streaming of video data," International Conference on Multimedia Computing and Systems, vol.2 pp. 67-71 1999.
- [4] V. Paxson, "End-to-End Internet Packet Dynamics", Proceeding of SIGCOMM 97, 1997
- [5] S.C. Liew and C. Y. Tse, "Video Aggregation: Adaptive Video Traffic for Transport over Broadband Networks by Integrating Data Compression and Statistical Multiplexing", IEEE J. on Selected Areas in Commun., Vol. 14, no.6, pp. 1123-1137, Aug. 1996.
- [6] J. Walpole, R. Koster, S. Cen and D. Towsley, "A Player for Adaptive MPEG Video Streaming over The Internet", Proceedings of 26th Applied Imagery Pattern Recognition Workshop, SPIE, October 1997.
- [7] J. Rexford, S. Sen, J. Dey, W. Feng, J. Kurose, J. Stankovic and D. Towsley, "Online Smoothing of Live, Variable-Bit-Rate Video", University of Massachusetts Computer Science Technical Report, July 1998.
- [8] Hyungchul Kim, Yoojae Won, Changun Jeong, "Scalable Media Object Framework for Heterogeneous Network Environment," IEEE/IEE ICT '99, vol.2, pp.427-431, June. 1999
- [9] 김현정, 이흥기, 손호신, 유우중, 김두현, 유관중,

"동적 QoS 적응을 위한 Temporal-Fidelity Scaling 기법에 관한 연구", 정보처리학회 추계 학술발표회, 제 6 권, 2 호 2000.