

동적 QoS 적응을 고려한 계층적 미디어 데이터의 전송 기법

나윤주, 이승하, 박준호, 남지승, 마평수*
전남대학교 컴퓨터공학과, *한국전자통신연구원 정보가전응용연구팀
전화 : 062-530-0422 / 핸드폰 : 018-243-0127

Layered Media Data Transmission Mechanism Of Considering Adaptive Dynamic QoS Control

Yun-Joo Na, Seung-Ha Lee, Jun-Ho Park, Ji-Seung Nam, Pyeong-Soo Mah*
Dept. of Computer Engineering, Chonnam Univ.,
*Internet Appliance Technology Department, ETRI/CSTL
E-mail : yunjoo@ciscom.chonnam.ac.kr

Abstract

A common network such as internet does not provide a guaranteed network bandwidth to accommodate multimedia service in a reliable fashion.

In this paper, we propose a new rate control mechanism for multimedia service on the internet which is adaptive to the dynamic QoS in real-time. Also we adapt an QoS monitoring module and real-time transmission control module to adapt dynamic network bandwidth. To do this, we used layer attribution of media data and also considered loss rate and buffer threshold in receiver side for measurement of dynamic QoS.

I. 서론

최근 이질적인 통신망 환경으로 구성된 인터넷 상에서 비디오, 오디오와 같은 대용량의 멀티미디어 서비스가 증가함에 따라 통신망 트래픽 폭주의 문제가 대두되고 있다. 미디어 서비스 형태 또한 영상회의와 같은 실시간 서비스부터 주문형 비디오 같은 저장형 서비스에 이르기까지 다양한데 그 중 저장형 서비스의 전송방식은 하나의 압축·저장되어 있는 멀티미디어 데이터가 여러 세션에 제공되므로 각 세션의

QoS(Quality of Service) 요구에 적합하게 서비스 하기 위한 미디어 스케일링 기법이 요구된다. 또한 다양한 통신망과 단말기 환경에서도 멀티미디어의 실시간 서비스를 공정하게 제공 받을수 있도록 하기 위해 제안되고 있는 많은 기법 중 전송할 미디어 데이터의 양을 조절함으로써 QoS를 보장하는 스케일러를 전송방식에 관한 연구가 활발하게 진행되는 추세이다[1]. 그러나 이러한 스케일러를 전송방식을 통한 효율적인 미디어 전송을 위해서는 동적으로 변하는 QoS를 정확하게 파악할 필요가 있다.

본 논문은 인터넷에서의 멀티미디어 서비스를 동적으로 변하는 QoS 요구사항에 적합하게 실시간으로 적용할 수 있도록 전송데이터 발생률을 조정하기 위한 것으로써, 미디어 데이터의 계층적 특성을 이용하고 동적인 QoS의 측정을 위하여 수신측의 버퍼 임계치와 손실률 특성을 이용한다. 이를 위한 실시간 전송 프로토콜로써 RTP(Real-time Transport Protocol) 프로토콜을 사용하고, RTCP(Real-time Control Protocol)퍼드백 정보를 받아 RTP의 전송상태를 모니터링 하여 동적인 QoS에 적응하는 QoS 모니터링 모듈 및 실시간 전송을 제어 모듈을 설계하였다.

II. 관련 연구

2.1 미디어 스케일러빌리티

이질적인 통신망 환경에서 실시간 멀티미디어 서비스를 스케일러블하게 제공하기 위해 등장한 것이 계층

적 코딩이다. 이는 통신망의 대역폭을 최적화 하여 사용하게 되므로 통신자원 낭비를 방지하고 망효율을 높인다. 여러 가지 코딩 기법 중 프레임율을 조절하는 방식과 화질을 조절하는 방식, 또 본 논문에서 이용하고자 하는 기법인 두가지 모두를 병행한 방식에 대해서 설명하겠다[2].

• Temporal Layered Coding 기법

비디오 스트림을 픽처타입(I, P, B픽처)에 따라 3개의 레이어로 나눈 다음 QoS에 맞춰 전송량을 조절하는 방식이다. 실험결과에 의하면 비디오에 따라 약간의 차이는 있지만 평균적으로 T_Layer1(I 계층)이 차지하는 비율은 대략 25% 내외이고, T_Layer2(P 계층)의 비율은 35% 내외이며 T_Layer3은 대략 40% 정도로 나타났다.

• Spatial Layered Coding 기법

DCT 블록의 계수들을 layering 하여 화면의 화질을 조절하는 기법으로써 보통 5개의 layer로 계층화 했을 때 S_Layer3 정도 수준의 영상을 이용하여 서비스를 하더라도 큰 문제는 없을 것으로 보인다.

• SpatioTemporal Layered Coding 기법

위에서 설명한 각각의 코딩기법을 따로 사용할 경우 원본 비디오의 데이터량보다 훨씬 적은량만으로 서비스가 가능함을 알 수 있으나 실제 서비스를 하기에는 다소 많은 데이터가 포함되어 있기 때문에 이를 통합하여 보다 세분화된 계층을 이용한다면 더욱 융통성있게 QoS 변화에 적용할수 있다.

표 1. SpatioTemporal Layered Coding을 적용 파일 이름 : flower.m2v, 크기 : 2,752 KB

T_layer F_layer	T_Layer1 (I픽처)	T_Layer2 (I,P픽처)	T_Layer3 (I,P,B픽처)
F_layer1	94 KB (4 %)	322 KB (12 %)	742 KB (27 %)
F_layer2	190 KB (7 %)	445 KB (16 %)	873 KB (32 %)
F_Layer3	288 KB (11 %)	609 KB (22 %)	1,063 KB (38 %)
F_layer4	749 KB (27 %)	1,666 KB (61 %)	2,420 KB (88 %)
F_layer5	849 KB (30 %)	1,933 KB (70 %)	2,757 KB (100 %)

이 기법은 15개의 layer 파일을 생성하게 되는데, 먼저 Temporal 기법을 통해 3개의 T_Layer로 분할되고 이를 다시 Spatial 기법을 적용하여 각각 5개씩 총 15개의 T_F_layer가 생성된다. flower.m2v라는 MPEG-2에 통합된 기법을 적용하여 T₁F₁~T₃F₃까지 15개의 스케일러블 미디어 객체로 변환한 결과는 표1과 같다[2]. 위의 비디오 스트림의 경우, 요구된 QoS에 대해 스케일러블 미디어 객체 파일 T1F1이 선택된 경우라면 원

래 비트 스트림의 4%만을 전송하면 되고 T2F4 객체 파일이 선택된 경우에는 원본에 비해 61%만 전송하면 된다. 본 논문은 더욱 세밀하게 미디어 스케일러블리티를 조절할 수 있는 세 번째 기법을 이용하여 15개의 미디어 객체에 대한 순서를 크기 순으로 부여하는 방식으로 QoS를 조절했다.

2.2 RTP/RTCP 프로토콜

서버와 클라이언트 모듈간의 데이터 전송 프로토콜은 RTP를 이용한다. RTP[3,4]는 UDP기반의 응용계층 프로토콜로써, 네트워크의 지터를 측정하는데 쓰이는 Timestamp와 패킷의 순서화에 이용되는 Sequence Number, 미디어 타입을 나타내는 다양한 Payload Type 등을 지원한다. 그러나 RTP 자체만으로는 전송 메시지의 순서화와 QoS 보장에 대한 기능이 없으므로 이를 위해 RTCP 프로토콜이 덧붙여 사용된다. RTCP는 분실된 패킷 수, 지터(jitter) 간격, 직전패킷과의 지연시간 등의 QoS 정보를 교환하도록 하여 응용이 적절한 QoS를 설정할 수 있게 해준다. 이는 서버측으로 지터와 손실율과같은 네트워크 상태 정보를 포함한 RR(Receiver Report)을 주기적으로 전송하여 QoS 모니터링과 망의 혼잡 제어를 돕는다. RTP와 RTCP는 특정 응용에 종속되지 않고 하위 망의 지원 여부에 따라 유니캐스트 또는 멀티캐스트 환경에서 모두 사용될 수 있다. 본 논문에서 설계하는 시스템에서는 UDP 기반 RTP 유니캐스트 전송으로 설정했다.

III. 제안하는 동적 QoS 적용 기법

3.1 수신측 버퍼 관리

제안하는 수신측 버퍼 구조는 그림1과 같이 버퍼 임계가 5개로 설정이 되어 있다. 수신측의 버퍼에 채워진 데이터양을 서버에게 피드백 하여 줌으로써 서버는 버퍼 적재량 대 버퍼 소비량의 균형을 맞추므로써 비디오의 QoS를 조절한다는 것이 기본적인 개념이다.

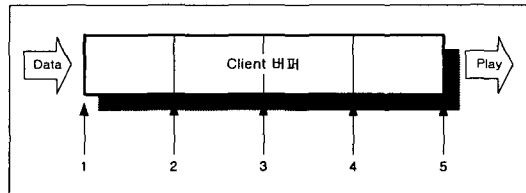


그림1. 제안하는 수신측 버퍼 구조

버퍼 임계로 설정된 5개 인덱스에 대해 설명은 다음과 같다.

- 1 : Overflow, 버퍼 소비 속도보다 버퍼 적재 속도가 빠른 상태가 계속되면 마침내는 버퍼의 범람으로

동적 QoS 적응을 고려한 계층적 미디어 데이터의 전송 기법

- 패킷손실이 발생한다.
- 2 : Warning_Overflow, Overflow가 발생하지 않도록 버퍼 소비 속도를 높여주거나 버퍼 적재 속도를 낮춰주어야 한다.
 - 3 : Stability, 버퍼 적재 속도와 버퍼 소비 속도가 동일한 상태이다.
 - 4 : Warning_Underflow, Underflow가 발생하지 않도록 버퍼 소비 속도를 낮춰주거나 버퍼 적재 속도를 높여주어야 한다.
 - 5 : Underflow, 버퍼 소비 속도보다 버퍼 적재 속도가 느린 상태가 계속되면 마침내 Underflow가 발생하여 재생이 끊기게 된다.

서버의 Sending rate을 일정한 rate으로 가정하고 클라이언트의 재생 속도 역시 일정한 속도로 가정한다.

만약 비디오 데이터 프레임의 화질 수준이 높다면 해당 프레임은 큰 데이터 size를 갖는 프레임일 것이고 서버는 하나의 프레임을 더 많은 횟수로 나누어 전송하게 된다. 반면에 수신측 버퍼의 관점에서 보면 화질 수준이 높은 비디오를 재생할 때에는 버퍼 적재량 대비 버퍼 소비량이 크므로 버퍼의 점유율이 감소하게 되고 반대로 화질 수준이 낮은 비디오를 재생할 경우에는 버퍼의 소비 시간이 버퍼 적재 시간보다 길기 때문에 버퍼의 점유율은 증가하게 된다.

2. 네트워크 상태

수신측에서 측정된 패킷의 손실율을 이용하여 망상태를 분류한다. Ingo Busse의 실험에 의해 측정된 네트워크 상태 분류를 적용하여[5] 손실율이 2%이하일때는 unload, 4%이하일때는 load, 그 이상은 congestion으로 간주한다. 망 상태를 이와같이 분류한 것은 미디어 객체 레벨을 조절할 때 조절 정도의 차이를 두기 위한 것이다. 만약 망이 혼잡상태라면 전송 지연이 크다고 간주할 수 있으므로 망이 안정적인 때보다 더 낮은 레벨의 미디어 객체를 더 많이 보내주어야 한다. 이는 다시말해서 미디어 객체 레벨 조절량이 망상태에 따라 달라져야 함을 의미한다. 서버의 전송률을 일정한 것으로 가정하였기 때문에 망의 혼잡을 완화시키는 기능은 고려하지 않았고 이는 차후 연구 과제로 남겨둔다.

IV. Adaptive QoS 시스템 설계

4.1 전체 모듈 구조 및 기능

서버는 오프라인상에서 SpatioTemporal Coding 기법을 통해 비디오 스트림을 스케일러블 미디어 객체로 변환시킨다. 클라이언트가 서버에게 서비스 연결 요청

을 하면 세션이 연결되고 서비스 요청이 수락되면 클라이언트와의 연결상태에 따라 연결 세션을 통해 전달 가능한 최대 비트율을 결정한다. 세션이 운영되는 동안 계속적으로 변하는 통신망의 상태 즉 동적 QoS 값에 따라 전송할 스케일러블 미디어 객체를 선정하고 해당 스케일러블 미디어 객체를 병합하여 X'.mpg로 복원한다. 복원된 MPEG 파일은 RTP 전송모듈에 입력되어 클라이언트 측으로 전송된다.

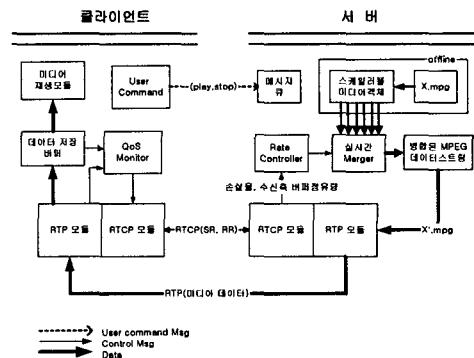


그림 2. 서버와 클라이언트의 모듈 구조도

4.2 서버, 클라이언트 제어 모듈 구조

RTP는 RTCP를 통해 서버, 클라이언트 응용간 QoS 정보의 교환은 물론 교환된 정보를 바탕으로 네트워크의 상태를 파악하고 QoS를 제어할 수 있는 기반을 제공한다. 주기적으로 교환되는 RTCP 메시지 중 SR 메시지는 서버가 클라이언트에게 RTP 패킷들 간의 동기화 및 패킷 수신율 정보 등을 제공하기 위해 보내는 메시지이고 RR 메시지는 fraction lost, 평균 패킷 손실율, RTP 패킷 전송간의 지터, 버퍼점유율등의 정보를 제공한다. 이러한 QoS 정보를 바탕으로 비디오 응용은 프레임율 및 매체 프레임당 비트를 감소 등과 같은 QoS 유지를 위한 여러 정책을 수행하여 QoS 향상을 얻을 수 있다.

- 클라이언트 제어 모듈별 기능

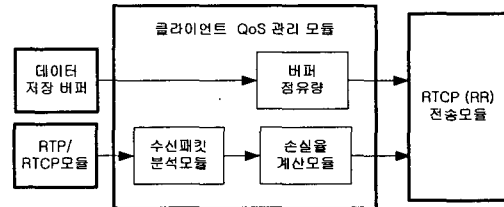


그림 3. 클라이언트 QoS 관리 모듈 구조

- 수신 패킷 분석 모듈 : RTP 패킷과 RTCP(SR) 패킷의 헤더 중 패킷번호, 손실패킷 수 등의 정보를 추출한다.

표 2. Loss율 계산식의 Notation

변수	Value
LPN	Loss Packet Number 손실 패킷 수
PSN_L	Packet Sequence Number Last 마지막 패킷의 순서번호
PSN_F	Packet Sequence Number First 처음 패킷의 순서번호

- 손실을 계산 모듈 : 위의 표2와 같은 매개변수를 이용해 손실율을 계산한다.

Loss Rate 계산식
$Loss_rate_result = LPN / (PSN_L - PSN_F)$

- 서버 제어 모듈별 기능

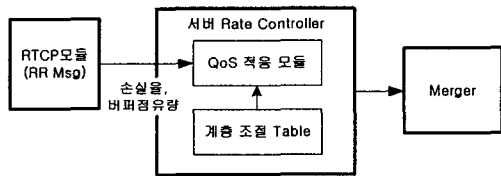


그림 4. 서버 Rate Controller 모듈 구조

- QoS 적응 모듈 : 클라이언트가 보내온 QoS정보를 RTCP RR 패킷에서 추출하여 망상태와 클라이언트의 데이터 수신 상황을 파악한다. RR패킷에서 추출된 QoS 정보를 <Merge Level 조절 Table>과 비교하여 다음 주기 전송데이터의 Merging Level을 조절한다.
- 계층 조절 Table : 망상태와 클라이언트 버퍼 점유량에 따라 계층선택 레벨을 달리한다.

표 4. 계층 Level 조절 테이블

버퍼 망	1	2	3	4	5
unload	+3	+2	+1	0	0
load	+2	+1	0	-1	-2
congestion	0	0	-1	-2	-3

표4에서의 숫자(+3 ~ -3)는 미디어 객체 레벨의 단계 조절 정도를 의미한다. 만약, 네트워크가 congestion 상

태일 때 수신측 버퍼량이 4 즉 warning_underflow이며 현재 레벨이 5단계라면 QoS적용 모듈은 테이블을 참조하여 두 레벨의 화질 수준을 낮춤으로써 단위 전송시간 당 프레임 수를 늘려서 전송한다. 수신측에서는 버퍼 적재 시간당 버퍼 소비 시간이 작아지게 되므로 수신측 버퍼 점유량은 증가하게 된다.

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 대역폭 변동이 심한 인터넷망에서 저장형 멀티미디어 전송 서비스를 할 때, 미디어 데이터의 계층적 특성을 이용하여 동적인 QoS 에 적용해 가기 위해 수신측의 버퍼 점유율과 손실율을 고려한 기법을 제안했다.

제안한 기법을 통해 QoS를 조절한다면 재생의 끊김 현상이나 수신측 버퍼 overflow로 인한 데이터 손실을 방지하여 안정적인 재생을 보장할 수 있다. 또한, 제안한 기법을 적용한 미디어 전송 시스템을 설계했고 이를 토대로 한 구현이 현재 진행중이다.

향후 연구과제로는 본 논문이 제시한 기법에서 가정으로 설정했던 정적인 sending rate을 네트워크 상황에 따라 유동적인 전송율로 설정했을 때 망에 미칠 수 있는 영향을 모의 실험을 통해 확인하고, 네트워크 혼잡을 제어하는 방법에 대해 더 많은 연구가 필요하다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] 김태영, 손호신, 유우종, 김형철, 유관중, "QoS를 고려한 SpatioTemporal Layered Coding and Scalable Transmission에 관한 연구", 한국정보과학회 추계 학술발표 논문집, 제26권, 제2호, pp.614-616,1999.
- [2] 유우종, 김두현, 유관중, "통신망 대역폭 변화에 적용하는 MPEG 데이터의 QoS 필터링 기법과 스케일러블 전송기법", 멀티미디어학회 논문지, 제3권, 제5호, 2000.10
- [3] H.Schulzrinne, S.Casner, R.Frederick, and V.Jacobson, "RTP:Atransport protocol for real-time applications", RFC 1889, Nov.,1995
- [4] Aylin Kantarci, "The Design and Implementaion of a streaming application for MPEG Videos", IEEE, 2000
- [5] Ingo Busse, "Dynamic QoS control of multimedia applicatons based on RTP", Computer Communications, vol 19, pp.49-58,1996