

# 클라이언트/서버 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법

정연일\*,이정찬\*,이승룡\*  
\*경희대학교 전자계산공학과  
e-mail:zhung@oslab.khu.ac.kr

## A QoS Supporting Scheme in Client/Server-based Streaming System

Yonil Zhung, Jung-Chan Lee, Sungyong Lee  
Dept. of Computer Engineering, Kyung-Hee University

### 요 약

최근 인터넷에서는 인터넷 방송, 스트리밍 서비스, VoIP 등 QoS 보장을 요구하는 새로운 응용 서비스들의 출현과 함께 IP QoS 등의 문제가 해결해야 될 가장 주요한 이슈로 등장하고 있다. 현재 인터넷은 모든 패킷을 동일하게 전달하는 Best Effort 서비스만을 제공하고 있기 때문에 패킷의 손실 또는 지연 등 QoS에 대한 요구 사항을 보장해 주지 못하고 있다. 따라서 인터넷 서비스의 QoS를 지원해 주기 위해서는 새로운 QoS 서비스 모델을 요구 한다. 이러한 이유로 본 논문에서는 기존의 인프라를 최대한 이용한 클라이언트/서버 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법을 제안 한다. 제안된 QoS 지원 기법은 기존의 스트리밍 서비스에서 사용하는 프로토콜들을 이용하여 종단간의 QoS 지원하며, 스트리밍 시스템에서 서비스 도중 실시간으로 QoS 적용이 가능하며, 스트리밍 서버와 클라이언트에 새로운 모듈의 추가만으로 QoS를 지원할 수 있고, 대역폭에 대한 예측 기능도 지원 가능하다.

### 1. 서론

멀티미디어 운영체제, 네트워크, 응용서비스 기술과 이를 지원할 수 있는 고성능 하드웨어의 발전에 힘입어 위성 방송, VOD(Video On Demand), 유·무선 인터넷 환경에서 스트리밍 서비스가 점차 일반화 되어 가고 있다. 하지만 네트워크 활용도가 증가 하면서 안정적인 네트워크 서비스 기반 구축에 대한 요구가 더욱 증대되고 있다. 관리자에게는 최적의 네트워크 운용과 관리를 위한 효율적인 트래픽 제어와 대역폭 관리가 절실하게 필요하게 되었으며 사용자들은 네트워크 QoS의 보장에 대한 요구 또한 증가 되고 있다[1].

이러한 문제들을 해결하기 위해 지금까지는 회선의 대역폭을 증설하는 것 외에 별다른 방법이 없었지만 이러한 회선 증설은 높은 비용 부담을 감당해야 하며 지속적으로 증가하는 트래픽 문제를 해결하는 데는 한계가 있다. 인터넷 트래픽은 양적으로 증가할 뿐만 아니라 특성상의 다양한 변화가 일어나고 있기 때문에 새로운 요구에 부응하기 위한 변화가 동반되어야 하지만 현재의 최선형(Best Effort) 방식 네트워크에서는 특정 트래픽의 대역폭 독점을 방지할 수 없기 때문에 사용자의 중요 서비스에 대한 품

질을 근본적으로 보장 할 수 없다[2].

최근에는 현 시스템에서의 QoS 지원을 위한 여러 방법과 차세대 인터넷에서의 QoS를 지원하기 위한 프로토콜에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 하지만 현재의 시스템에서 대부분의 QoS 지원 방법과 차세대 인터넷 프로토콜에서의 QoS 지원 방법에서는 몇 가지 문제점이 있다. 이는 네트워크의 계속적인 관찰로 네트워크 구조 변경, 네트워크 트래픽의 분산, 높은 우선순위의 트래픽 처리 등의 새로운 방식을 이용하게 될 경우 새로운 프로토콜의 적용, 새로운 하드웨어 교체 등으로 인한 고비용과 비효율성의 문제가 생기게 된다. 또한, QoS가 지원되는 상황이라도 계속적인 네트워크 사용량의 증가로 인하여 QoS를 지원을 위한 지속적인 대책을 수립이 필요로 하게 된다. 따라서 본 논문에서는 기존의 인프라를 최대한 이용한 클라이언트/서버 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법에 대하여 제안 한다.

제안된 QoS 지원 기법은 특징은 첫째, 기존의 방식은 종단간의 QoS를 지원하기 위하여 네트워크에 변화를 주거나 패킷 등에 변화를 주어서 QoS를 지원하는 반면, 제안한 방식은 기존의 스트리밍 서비스에서 사용하는 네트워크 파라미터들을 이용한 End-to-End 간의 QoS를 지원한다. 현재의 스트리

밍 서비스에서 사용하고 있는 RTSP(Real-Time Streaming Protocol), RTCP(Real-time Transport Control Protocol), RTP(Real-time Transport Protocol) 등의 네트워크 파라미터 값을 이용하여 현재의 네트워크 상황을 측정하여 서비스를 하는 스트리밍 서버와 서비스를 받는 클라이언트 간에서 QoS 서비스를 지원한다. 둘째, 실시간으로 네트워크의 변화를 측정하여 측정된 결과를 토대로 실시간으로 QoS를 적용하게 된다. 셋째, 제안한 기법은 서버에는 실시간 QoS가 가능한 QoS 스트리밍 전송 기법과 클라이언트에는 대역폭 측정 및 네트워크 파라미터 값 분석 모듈을 포함하는 최소한의 변경으로 QoS 적용이 가능하다. 또한, 현재의 대역폭을 토대로 대역폭을 예측하여 QoS를 할 수 있는 대역폭 예측 기능을 지원하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 소개하고, 3 장에서는 제안된 QoS 지원 기법에서 네트워크 파라미터 측정방법을 기술한다. 4 장에서는, 클라이언트/서버 기반의 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법을 논의한 뒤, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

실시간 응용 서비스가 요구하는 QoS를 지원하기 위해 새로운 서비스 모델에 기반을 둔 IP 패킷 전달 방식에 대한 연구가 최근 수년간 연구되어 왔다 [3][4]. 차세대 인터넷에서 QoS 제공을 위하여 제안된 방식 중 대표적인 것이 IntServ(Integrated Service), RSVP(Resource reSerVation Protocol), MPLS(Multi-Protocol Label Switching), DiffServ(Differentiated Service) 및 QoS 라우팅 등의 기법이 개발되고 표준화 되고 있다[5].

IntServ 모델은 실시간 응용 서비스에서 발생하는 패킷의 흐름을 단위로 하여 패킷을 전달한다. 즉 Signalling 프로토콜인 RSVP 프로토콜을 이용하여 연결 수락 제어와 자원예약을 수행하여 패킷의 전달 지연을 보장해 주는 모델이다. IntServ 구조의 문제점은 다음과 같다. 첫째, 플로우 수가 증가하면 플로우 상태 정보 양도 증가하므로, 상태 정보 저장을 위한 방대한 저장 공간이 필요하며 이를 관리하기 위한 처리 부하가 증가하게 된다. 따라서 이와 같은 구조는 확장성에 심각한 문제를 야기한다. 둘째, 라우터의 기능 요구 사항이 높다. 모든 라우터는 RSVP, admission control, MF classification, packet scheduling 기능을 모두 가지고 있어야 하며 보장된 서비스를 위해서는 IntServ를 제공하는 라우터가 망 전체에 설치되어야 한다. 이러한 IntServ 모델의 문제점으로 인하여 백본망에서는 현실적으로 수용하기에는 어려움이 있다[6].

IntServ 모델의 문제점을 극복하기 위해 제안된

DiffServ 모델은 IPv4 헤더에는 TOS(Type of Service) 필드가 정의되어 있으며[7], 작은 지연, 높은 수율, 낮은 손실률 등을 나타내기 위해 TOS 필드를 사용하여왔다. 그러나 기존 라우터에서는 이와 같은 응용의 요구를 거의 무시하고 모든 패킷을 동일하게 처리하였다. 현재 이의 구현을 위한 연구개발이 진행 중에 있다. 하지만 아직도 이 제안된 모델은 사용 되지 않고 있다. 제안된 DiffServ의 문제점은 다음과 같다. 첫째, IntServ 모델은 각 플로우별로 QoS를 보장하도록 하는 구조인 반면, DiffServ는 플로우별로 QoS를 지원하지 못하고, 보장하여야 할 서비스들을 클래스별로 구분하여 서비스함으로써 완벽한 QoS를 보장하지 못한다는 것이다. 둘째, 지금까지 제안된 DiffServ 모델에서는 아직까지 Signalling 프로토콜의 사용을 언급하고 있지 않다. DiffServ 모델이 사용되려면 이러한 자원예약 등을 위한 신호 프로토콜은 필요 없을지라도 DiffServ 네트워크 내의 BB(Bandwidth Broker)와 경계 라우터간 또는 호스트와 DiffServ 네트워크 경계 라우터간, BB와 BB간의 통신을 위한 신호프로토콜이 필요할 것으로 예상된다[8]-[10]. 셋째, 제안된 DiffServ 모델은 "역방향 서비스에 대한 QoS 지원"을 하지 못한다는 것이다. IntServ 모델과는 달리 Signalling 프로토콜을 사용하지 않고, 패킷의 IP Header에 QoS 정보를 마킹하여 정보를 전송함으로써 역방향 서비스들에 대한 고려를 할 수 없다. 따라서 Receiver-oriented 모델의 대표적인 서비스인 Multicast 문제도 근본적으로 지금의 모델에서는 서비스될 수 없다. 인터넷의 발달에 따라 향후 멀티미디어 서비스가 증가될 것으로 예상되고, 이에 따른 QoS 보장 문제가 주요한 이슈가 될 수 있으나, 이 DiffServ가 사용되기 위해서는 Edge 라우터 및 코어 라우터가 모두 이를 지원하여야 하는데, 이럴 경우 확실한 수익모델이 없이는 ISP들이 이러한 인프라에 대한 투자를 하지 않을 것이다[11].

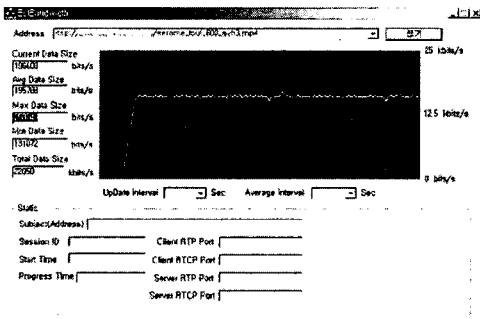
## 3. 네트워크 파라미터 측정

제안한 클라이언트/서버 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원하기 위해서는 먼저 스트리밍 서버와 클라이언트간의 네트워크에 대한 측정이 필요하다. 여기서 측정되는 파라미터들은 실시간 대역폭, 평균 대역폭, 타임스탬프, 일련번호, 딜레이, 지터 등이 있다. 측정은 스트리밍 서버에서 보내지는 RTP, RTSP, RTCP의 파라미터를 이용하여 클라이언트에서 측정하게 된다.

실시간 대역폭의 경우 현재의 네트워크의 상태를 알기 위해서 측정을 하게 된다. 측정된 실시간 대역폭에 맞는 QoS 레벨의 스트리밍 서비스를 제공하기 위하여 측정된다. 평균 대역폭의 경우, 순간적인 대역폭의 변화와 계속적인 대역폭의 변화 관계를 예측

하여 QoS에 적용하기 위하여 측정된다.

네트워크의 실시간 대역폭은 트래픽이 많아질수록 변화 차이가 많이 나게 되며 평균 대역폭의 경우 측정 간격에 따라 일정하게 변하게 된다. 이것은 실제 어떤 레벨의 QoS 서비스를 하게 될지 결정하는 요인이 된다. 타임스탬프, 일련번호, 딜레이와 지터의 경우, 실시간으로 측정을 하여 기존의 측정된 값들과 비교를 하게 된다. 기존의 측정된 값들이란 정형화된 상태의 네트워크나 알려진 네트워크의 상태의 파라미터 값을 데이터베이스화 한 값을 말한다. 이렇게 데이터베이스에 저장된 값은 분석 틀에 의해 네트워크 실시간 대역폭과 파라미터 값의 변화 관계, 시간별, 요일별 변화 관계, 응용 애플리케이션에 따른 변화 관계를 분석하여 일정한 관계를 나타내는 값을 말한다. 기존의 측정된 값과 실시간 측정으로 측정된 값들 간의 관계를 통해 미리 정의된 QoS 레벨에 따른 서비스가 가능 하게 된다. [그림 1]은 정형화된 상태나 알려진 네트워크 상태의 파라미터 값을 측정하여 데이터베이스에 저장하도록 제작된 틀이다.



[그림 1] 실시간 네트워크 파라미터 측정 틀

#### 4. C/S 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법

스트리밍 서비스나 인터넷 방송의 경우 각각 낮은 레벨부터 높은 레벨까지 인코딩된 여러 단계의 스트리밍 소스를 제공하지만 사용자는 한 가지 레벨의 스트리밍 소스만을 이용하여 스트리밍 서비스를 받는다. 사용자가 서비스를 이용할 경우 사용자나 클라이언트에서 서비스를 처음에 결정한 레벨의 코딩 방식으로 계속 서비스를 하게 된다. 이런 경우 QoS를 지원하는 시스템의 경우라도 사용자가 만족할 만한 QoS를 지원하기는 쉽지가 않다.

제한한 클라이언트/서버 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법의 경우 클라이언트와 서버간의 네트워크 대역폭의 정확한 측정값만 요구된다. 스트리밍 서버에 얼마나 많은 클라이언트가 연결이 되어 있는지 네트워크 망이 유선인지 무선인지에 대한 네

용은 상관없이 모든 네트워크에서 적용할 수가 있다. 클라이언트에서 정확하게 측정된 대역폭에 따라서 서버에서는 측정된 대역폭에 맞는 레벨의 스트리밍 소스를 서비스하기만 하면 된다. 따라서 클라이언트에서는 네트워크 대역폭 및 파라미터 측정 및 비교 모듈과 스트리밍 서버에서는 클라이언트 요구에 맞는 레벨의 스트리밍 소스의 전송 모듈만 포함하면 된다. 전체적인 QoS 알고리즘은 다음 [그림 2]와 같다.

처음 서비스가 시작되면 클라이언트에서는 서버에서 제공하는 최상위 레벨의 스트리밍 서비스를 요구하게 된다(라인 1). 서버에서는 클라이언트의 요구에 따라 최상위 레벨의 스트리밍을 전송하기 시작한다. 클라이언트에서는 버퍼링이 되는 시간동안의 네트워크 대역폭을 측정하게 된다. 스트리밍의 실행을 위한 초기 버퍼링이 끝나면서 사용자는 스트리밍 서비스를 이용하게 되며 클라이언트에서는 RTCP를 이용하여 측정 대역폭의 내용을 서버로 보내게 된다. 서버에서는 버퍼링 동안 측정된 네트워크의 대역폭을 기준으로 버퍼링 동안 제공된 최상위 레벨의 QoS에 연결하여 맞는 레벨의 QoS 스트리밍 소스 서비스를 시작하게 된다(라인 2-4). 사용자의 경우 버퍼링이 끝나고 서비스가 시작되는 순간부터 해당 네트워크의 대역폭에 맞는 서비스를 받게 된다.

- 1 SERVICE\_for\_High\_QoS\_Level
- 2 if end of buffering
- 3 average to bandwidth
- 4 convert to QoS Level
- 5 SERVICE\_for\_Request\_QoS\_Level
- 6 if bandwidth down
- 7 convert to down QoS Level
- 8 SERVICE\_for\_Request\_QoS\_Level
- 9 if bandwidth maintenance for setting time
- 10 computation QoS Parameter
- 11 compare to Record Data
- 12 if Record Data <= computation data
- 13 convert to up QoS Level
- 14 SERVICE\_for\_Request\_QoS\_Level

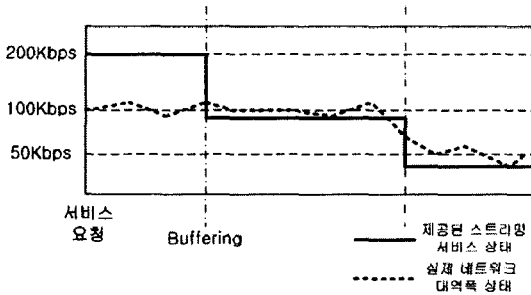
[그림 2] 제한한 QoS 알고리즘

스트리밍 서비스가 진행 중 일 때에는 두 가지의 경우로 나누어서 QoS를 지원해야 한다. 측정되는 실시간 대역폭이 서비스되는 레벨에 비하여 떨어지는 경우와 측정되는 실시간 대역폭이 현 상태를 계속 유지하는 경우로 나누어서 QoS 적용을 해야 한다. 대역폭이 서비스 되는 레벨의 스트리밍 대역폭보다 떨어질 경우 스트리밍 서버에 정의되어 있는 다음 단계의 QoS 레벨의 스트리밍 서비스를 제공하게 된다. 이 경우 클라이언트에 측정된 실시간 데이터를 바탕으로 RTCP 패킷을 이용하여 스트리밍 서버에 요구하게 된다(라인5-8).

측정되는 실시간 대역폭이 현 상태를 유지 하게

되는 경우는 두 가지 상태로 유추 할 수 있다. 첫 번째 상태는 대역폭이 현 상태를 계속 유지하고 있는 경우이고, 두 번째는 스트리밍 서버가 낮은 레벨의 QoS를 제공하고 있기 때문에 네트워크의 상태가 좋아졌지만 알지 못하는 경우이다. 두 번째의 경우라면 다시 높은 단계 QoS 서비스를 제공해야 하지만 낮은 상태의 QoS 상황에서는 네트워크의 정확한 대역폭을 알 수가 없게 된다. 따라서 측정된 실시간 대역폭이 계속 현 상태를 유지 할 경우 일정 시간마다 실제 네트워크의 상태를 점검 할 필요가 있다. 실제 네트워크 상태를 점검 한 결과 현 상태가 유지되는 상황이라면 계속해서 현 단계의 QoS를 유지하며(라인 9-11) 만일 네트워크의 상태가 좋아졌다면 측정 결과에 맞는 레벨의 QoS를 제공하게 된다(라인 12-14). 현 상태의 대역폭을 측정하고자 서비스의 질은 낮출 수는 없기 때문에 현 상태의 실질적인 대역폭을 측정하는 방식에는 여러 가지 어려움이 따르고 있다.

실제 네트워크 대역폭을 측정하는 방식은 3절에서 측정한 전형적인 네트워크의 파라미터 값이나 알려진 네트워크의 파라미터 값을 미리 측정하여 그 파라미터 값들과 대역폭간, 또한 응용 애플리케이션, 시간대별 변화량과 비교하여 결정하게 된다. 따라서 현 상태가 계속 유지되고 있는 경우에는 일정 시간마다 네트워크 파라미터 값을 미리 측정된 값과 비교하여 네트워크의 상태를 예측하게 된다. 이러한 값은 미리 클라이언트에 저장되어 있으며 필요에 따라 바뀌어 질수 있다.



[그림 3] 실제 네트워크 대역폭과 서비스 되는 스트리밍과의 관계

스트리밍 시스템에서 QoS를 위한 레벨은 각각의 스트리밍 서비스를 제공하는 서버의 종류에 따라 나누어지게 된다. [그림 3]의 경우 스트리밍 서버가 200k, 100k, 50k의 세 가지 레벨의 스트리밍 서비스를 제공하는 경우 실제 네트워크의 변화량에 따른 제안한 QoS 스트리밍 서비스와의 관계를 나타낸 것이다.

## 5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 인터넷에서 서비스의 QoS를 보장해 주기 위해서는 현재의 모델과는 다른 새로운 서비스 모델을 제안하였다. 제안된 클라이언트/서버 기반 스트리밍 시스템에서 QoS 지원 기법은 기존의 프로토콜에서의 파라미터 추출을 통한 방식으로 실시간 QoS 서비스가 가능하며, 기존의 인프라를 그대로 이용하며 스트리밍 시스템의 서버와 클라이언트에 적은 변화만으로 최대의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 네트워크 대역폭의 예측 기능으로 사용자가 요구하는 QoS 서비스를 제공할 수 있다.

향후 연구로는 현재의 QoS 지원 기법의 경우 측정된 데이터를 이용한 경험적인 방식을 사용하고 있으나 앞으로는 보다 정형화된 방법이 연구되고 있으며 보안 QoS 파라미터를 이용하여 스트리밍 시스템의 보안에도 지속적인 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] Anna Bouch, M. Angela Sasse, "The case for predictable media quality in networked multimedia applications", University College London, 2000
- [2] Vergsna, "IP Quality of Service", Cisco Press, 2001.
- [3] R. Braden and et al., "Integrated Services in the Internet Architecture : An Overview", IETF RFC 1633.
- [4] J. Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services", RFC 2210
- [5] 전용희, 박수영, "DiffServe를 이용한 인터넷 QoS 보장 기술", 한국 통신 학회지 제 17권 9호, pp 1152-1173, 2000년 9월
- [6] Walter Weiss, "Qos with Differentiated Service", Bell Labs Technical journal October-December, 1998
- [7] J. Postel, "Service Mapping", RFC 795, Sept. 1981.
- [8] Andreas Terzis and et al., "A Prototype Implementation of the Two-Tier Architecture for Differentiated Services", RTA99.
- [9] Francis Reichmeyer, and et al., "A Two-Tier Resource Management Model for Differentiated Service Networks", Internet Draft.
- [10] A. Kantawala, and etc., "DiSP : An Architecture for Supporting Differentiated Services in the Internet", Proceedings of INET99, 1999.
- [11] 김효곤, "Architectural and Practical Problems in Diff-Serv Deployment", 차세대인터넷 워크샵, 2000.