

# 확장성 있는 인터넷 자원 예약 기법

박주영\* · 고석주\* · 강신각\*

한국전자통신연구원

## Scalable Internet Resource Reservation Mechanism

Juyoung Park\* · Seok Joo Koh\*\* · Shin Gak Kang\*

\*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : jypark@etri.re.kr

### 요 약

각종 멀티미디어 서비스품질 개선을 위해 RSVP, DiffServ, MPLS 등 다양한 네트워크 QoS 기술이 개발되어 왔으나, 여러 가지 문제점으로 인해 실제 인터넷으로의 보급이 저조한 실정이다. 본 논문에서는 기존 QoS 방식들의 장단점을 보완하여 간단하면서도 보다 효율적으로 종단간 QoS를 제공할 수 있는 인터넷 QoS 제공구조를 제안한다. 제안 메커니즘은 라우터의 자원 예약에 필요한 상태정보를 최소화시킴으로써 확장성을 제공할 수 있도록 하였으며, 송신자 기반의 soft state 자원 예약 방식으로 자원을 유연하게 예약할 수 있는 방식이다. 본 고에서는 제안하는 메커니즘의 토폴로지와 자원 보장을 위한 시그널링을 다루었다.

### ABSTRACT

To improve quality of service(QoS) in the current Internet, various QoS providing mechanisms such as RSVP, DiffServ have been proposed. In this paper we propose a more simple but more scalable mechanism which can guarantee end-to-end QoS. The proposed mechanism can provide scalability by minimizing the state information which is needed by router to reserve network resources. Using sender-initiated & soft-state resource reservation, a router does not need to keep the backward data path like RSVP. In this paper we illustrate the proposed resource reservation mechanism with network topology and signaling.

### 키워드

scalable Internet QoS Architecture,

## 1. 서 론

최근 VoIP등 각종 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 증가하는 추세이다. 이러한 응용 서비스들은 현재의 최선형 서비스만을 제공하는 인터넷에서 데이터의 전달에 있어 지연이나 지터등 인터넷 서비스 품질(Quality of Service : QoS)[1]에 대한 추가적인 요구가 필요한 응용들이다.

물론, 과거 수년간 인터넷 QoS에 관한 많은 연구들이 진행되어 왔으며, 그중 IntServ[2], DiffServ[3], RSVP[4]들은 인터넷 QoS제공 방안에 관한 대표적인 연구들이다. 그런데 이들 연구들은 아직까지 실제 인터넷에서 몇몇 이유등에 의해서 QoS를 완벽하게 적용하고 있지 못하는 실정이다.

본 논문에서는 종단간 QoS를 제공할 수 있는 인터넷 하부구조를 제공하기 위한 방법을 제안하

는데, 제안 방식은 자원예약을 위한 out-of-band 시그널링 방식과 데이터 전달을 위한 in-band 시그널링 방법을 사용한다. 특징은 첫째 라우터가 자원 예약을 위해 관리해야할 상태 정보를 최소화시킴으로써 확장성을 제공할 수 있으며, 둘째, 송신자 기반의 soft state 자원 예약 방식으로 데이터 전달 경로와 자원 예약 경로가 동일하도록 하였다. 마지막으로 종단 호스트간 QoS를 보장할 수 있도록 설계하였다.

2절의 관련연구에는 현재 인터넷 QoS제공 기법과 문제점을 통하여 본 제안 구조의 제안 배경을 설명하였으며, 3절에는 제안 구조의 개요를, 4절과 5절에서는 시그널링, QoS 데이터의 전달에 대한 세부 사항을 기술하였다. 본 제안 구조의 향

후 연구 방향 및 전망에 대하여 결론을 6장에 위치하였다.

## II. 관련 연구

IntServ는 최선형 서비스만이 제공되는 현재의 인터넷 환경에서 서비스품질을 제공하기 위한 하부 구조의 기준 모델로써, 여기서는 QoS보장을 위해 자원예약 시그널링, 유입/유출 데이터의 분류 및 스케줄링을 도사하였다. QoS시그널링의 대표적인 프로토콜로써 RSVP 기법이 제안되었는데, 가장 큰 특징은, 하나의 플로우에 대한 적절한 자원예약 시그널링과 종단간 경로의 자원을 예약을 통하여 종단간 QoS를 보장할 수 있다는 점이다. 시그널링 방법은 송신자가 자신이 보내려는 데이터의 특성을 담은 PATH메시지를 주기적으로 보내며 수신자는 이 PATH메시지에 따라 자신이 예약하고 싶은 정도의 자원을 주기적인 RESV메시지를 통하여 자원예약을 하는 receiver-oriented 방식을 사용한다. RSVP라우터들은 주기적인 RESV메시지에 따라 자원 예약 상태를 갱신한다. 자원을 해제할 경우는 자원 예약 종료를 요청하는 메시지나 주기적인 RESV메시지가 도달하지 않을 경우에 자원을 해제한다.

또 다른 특징으로는 예약된 자원을 다수의 호스트가 서로 공유함으로써 망 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있다는 것이다. 마지막으로 응용프로그램간의 데이터 플로우에 대해 자원을 할당 할 수 있다는 것이다. 그런데 이러한 접근 방법은 3계층을 근간으로하는 라우터들에게 응용계층의 플로우에 대한 정보를 파악과 더 많은 상태 정보 관리를 요구하게 되었으며, 결과적으로 라우터들에 훨씬 많은 부하를 발생시킴으로써 확장성 문제를 야기하였다.

이런 문제점을 해결하기 위해 DiffServ방식이 제안되었는데, DiffServ는 응용 레벨의 플로우가 아니라 각각의 패킷 마다 CoS(Class of Service)정보를 담은 PHB(Per Hop Behavior)[6]를 세팅함으로써 라우터는 단순히 이 값을 보고 데이터를 전달하는데, 유입되는 패킷들은 Ingress 라우터에서 PHB를 마킹된 후, 이 값에 의해 DS Interior 라우터들을 통과한다. DS망을 빠져나올 때 Egress 라우터는 다른 DS망과 연동시 PHB값을 올리거나 혹은 낮출수 있다. 가장 큰 장점은 바로 IntServ에서 라우터가 과중한 상태 정보를 관리해야 한다는 필요성을 과감히 줄임으로써 IntServ의 가장 큰 확장성문제를 해결함으로써 WAN과 같은 상황에 유연하게 사용될 수 있다. 그러나 이 메커니즘은 자원 경쟁 상태에 있을 때, 서비스를 차등적으로 제공할 수 있는 서비스 클래스를 부여한 것이지 종단간 QoS 보장 방안을 제공한 것은 아니다. 따라서 종단간 사용자들이 요구하는 QoS와 망에서 제공하는 QoS값은 서로 다를수 있으며, 체증이 심할 경우 코어 망에서의 패킷 드롭 등에

대한 보장도 불가하다.

## III. 제안 QoS 제공구조의 개요

우선 제안 방식을 설명하기에 앞서 제안 구조의 토폴로지와 동작 메커니즘에 대해 살펴보기로 한다. 제안 구조는 그림 1에서와 같이 크게 종단 호스트, 에지 라우터, 코어 라우터의 3부분으로 구성된다.

그림 1 제안 인터넷 QoS 구조

동작 메커니즘은 그림 2에서처럼 시그널링 부분과 QoS 데이터의 전달 부분의 2부분으로 나뉘어진다. 본 제안 구조에서는 데이터를 QoS-enabled된 데이터와 QoS-disabled된 데이터로 분류하고, 이 데이터를 packet delivery module에서 판별 및 전달하도록 설계하였다.

그림 2 시그널링 및 데이터 전송 모듈

종단 호스트는 에지 라우터에게 자원을 요청한 후, 자원을 예약한 만큼의 데이터를 송출한다. 여기서 말하는 종단 호스트는 송신자를 말하며, 송신 노드는 자신이 송출하는 데이터 플로우에 대한 정보를 모두 가질수 있기 때문에 노드내의 모든 트래픽에 대한 스케줄링을 할 수 있다. 따라서 종단 호스트는 자신의 트래픽이 QoS용인지 아닌지를 파악하여 QoS용 데이터일 경우 패킷을 QoS-enabled로 표시하며, 그렇지 않을 경우 QoS-disabled로 표시한다.

에지 라우터의 역할은 종단 호스트로부터의 자원 예약 수락 제어와 송신 호스트로부터 유입된 패킷들을 코어 라우터로 전달하는 역할을 담당한다. 자원예약은 시그널링에 의해서 제공되며, 데이터의 전달은 종단 호스트로부터 유입되는 패킷들이 QoS-enabled인지 아닌지를 구분한다. 만일 QoS-disabled로 설정된 패킷들의 경우 일반 최선

형 서비스로 IP 포워딩된다. 반대로 QoS-enabled로 설정된 패킷들은 트래픽 측정을 통해 만일 중단 호스트에서 예약한 대역폭에 순응할 경우, 코어 라우터로 패킷을 전달하지만 그렇지 않을 경우, 그 패킷을 QoS-disabled로 설정한다.

본 제안 메커니즘의 큐 메커니즘은 RSVP나 Diff-Serv에서 보이는 바와 같이 플로우에 따른 각 클래스를 여러 개로 나누기 보다는[1], 에지 라우터를 포함한 모든 라우터들은 자신이 제공할 수 있는 총 대역을 In-Service 및 Out-Service 대역으로만 나눈다. In-Service대역은 QoS-enabled된 패킷들의 전달을 위한 대역이며, Out-Service 대역은 그렇지 않은 패킷들, 즉 QoS-disabled된 패킷들의 전달을 위한 대역이다.

In-Service대역은 시그널링을 통해서 항상 예약되어 있는 상태이며, 만일 이 영역에 대한 자원할당이 되어 있지 않을경우 Out-Service용 패킷들의 전송에 사용될 수도 있다. 두번째 QoS 시그널링 부분의 개요로써, QoS 하부 구조의 각 엘리먼트들은 다음과 같은 동작을 한다.

동작 방법은 우선 중단 호스트가 목적지까지의 자원 예약 가능 여부를 에지 라우터에 요청한다. 중단간 자원예약이라는 특성 때문에 비록 에지단에서 자원 예약이 가능할 수 있더라도 중단간 자원 예약 여부의 판단은 불가능하다. 따라서 중단호스트는 에지 라우터로부터 자원 예약 가능 허가 도착하기 전까지는 중단간 QoS를 기대할 수 없다. 다음은 에지라우터의 수락제어 및 순응도 검사를 위한 단계로써, 에지 라우터는 중단 호스트로부터의 자원 요청을 자신 및 코어 라우터들과의 수락 및 정책 제어를 담당한다. 그림 3은 에지 라우터의 구성요소들을 나타낸다. 에지 라우터는 각 플로우에 대한 QoS 예약 상태를 관리하고 있으며, 자원 예약 상태에 위배되는지를 확인한다. 만일 위배되었을 경우, QoS-enabled된 패킷을 QoS-disabled로 변환한다.

에지 라우터부터 수신측 에지 라우터는 일련의 코어 라우터로 구성되어진다. 이 부분의 시그널링은 홉-바이-홉 방식으로 자원을 예약하며, 만일 자원 예약 도중 오류가 생길 경우 이에대한 오류 메시지를 역 방향으로 전달하며 예약중이던 자원을 해제한다. 중단간 경로의 자원 설정은 기본적으로 라우팅테이블의 경로에 따른다.

자원예약이 완료된 후, 송신측의 QoS-enabled 패킷들은 송신 호스트로부터 수신측으로의 일련의 자원예약된 큐를 따라 전달된다. 각 라우터들은 그림 4와 같이 단지 2개의 큐만을 관리한다. IS(In-Service)큐는 QoS서비스를 제공해 줄수 있는 큐이고, OS(Out-Service)큐는 최선형 서비스 패킷을 전송하기 위해 사용되는 큐이다.

이와 같이 각 인터페이스에 2개의 큐만을 관리함에 따라 송수신경로에 해당되는 라우터들은 그만큼의 더 적은 상태만을 관리할 수 있다. 다음 절에서는 송신 호스트로부터의 중단간 QoS시그널링에 대하여 정리하도록 한다.

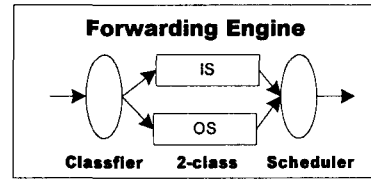


그림 4 제안 queue 구조

#### IV. QoS 시그널링

일반적으로 라우터 자원은 다른 여러 자원들 중에서 대역폭이 가장 큰 고려 대상이다. 본 제안 메커니즘에서의 자원 예약의 주체는 QoS 데이터를 송출하는 송신자이며, 자원 예약을 수행하는 개체는 송신자와 수신자 사이의 라우터들에서 이루어지며, 자원 예약 시그널링은 그림 5에서 보이는 바와 같이 송신자로부터 수신자까지 단대단 방식으로 이루어진다.

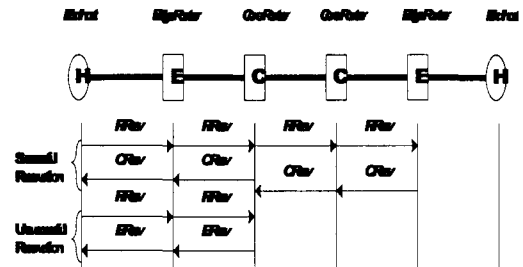


그림 5 자원예약 시그널링

그림 1에서와 같이 송신자와 수신자 사이의 라우터는 크게 2종류가 있는데, 중단 호스트와 접한 라우터를 에지 라우터라하며, 이 라우터에서는 송신 호스트가 요청하는 자원을 망에 요청할 수 있는지 없는지를 검사한다.

코어 라우터는 수락 혹은 정책 제어를 하지 않고, 단순히 자신이 가지고 있는 자원이 예약 가능한지에 따라 자원을 예약한다. 이때 라우터들은 망관리자에 의해 미리 설정된 자신이 선점할수 있는 대역폭이 얼마인지, 예약한 자원은 얼마인지를 다음 그림 6와 같이 수정된 라우팅 테이블을 통하여 판단할 수 있다.

자원의 선점이 필요한 송신 호스트는 주기적으로 자원 보장 요청 메시지를 보낸다. 이 메시지에 따라 에지 라우터는 자원 요청의 수락을 제어한 후, 이를 코어 라우터로 요청하는 방식을 사용한다.

예약된 자원은 별도의 해제 요청이 없을 경우, 자원의 선점 정보는 라우팅 테이블이 갱신될 때 해제 하도록 한다. 즉 망 자원은 주기적인 자원 요청 메시지에 의해서 갱신되며, 일단 점유된 자원은 라우팅 갱신이 될때까지 유지된다.

IntServ에서처럼 본 제안 구조에서도 상태관리

가 필요하다. 그러나 이 상태관리는 에지 라우터에서만 이루어지며, 코어 라우터에서는 이루어지지 않는다.

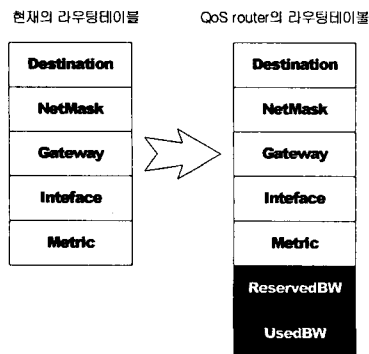


그림 6 QoS 라우터의 라우팅테이블

### V. QoS 데이터의 전달

시그널링을 통해 종단간 예약된 경로를 통해 송신자는 QoS 데이터를 송출할 수 있다. QoS 데이터는 패킷내에 QoS-enabled 비트를 설정한 후, 송신자로부터 수신자까지 설정되어 있는 QoS 채널을 따라 전달된다. 종단 송신 호스트는 자신이 얼마만큼의 QoS 데이터를 보내는지를 검사할 수 있다. 만일 종단 호스트로부터의 In-Service(IS) 큐를 통과하는 트래픽은 guaranteed 서비스를 보장하고, Out-Service(OS) 큐를 통과하는 트래픽은 best-effort 서비스를 제공하기 때문에, 라우터 체증시 패킷의 손실 등이 따른다.

IS, OS 큐를 통과하는 법칙은 패킷에 표시되어 있는 QoS-enabled bit를 통해서 이루어진다. 만일 QoS-enabled 패킷일 경우 송신지로부터 목적지까지 예약된 자원으로 할당된 IS 큐를 통해 전달된다. 반대의 경우 OS 큐를 통해서 전달되기 때문에 라우터의 체증시 패킷 손실 등을 겪는다.

QoS-enabled bit는 세팅은 우선 송신 호스트의 스케줄러의 마킹으로부터 시작된다. 송신 호스트는 자신이 송출하는 모든 트래픽에 대한 정보를 알 수 있으며, 또한 자신이 예약한 자원이 얼마인지를 알 수 있다. 송신 호스트는 자신이 예약한 자원만큼의 QoS-enabled bit를 설정한다. 만일 송신 호스트가 자신이 예약한 자원을 위반하여 QoS-enabled 트래픽을 송출할 경우, edge router는 이 비트를 QoS-disabled로 세팅하여 코어 라우터로 전달한다. [6]

### VI. 결론

인터넷에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 반드시 고려되어야 할 사항은 서비스 품질

을 어떻게 얼마나 잘 제공할 수 있는냐이다. 그러나 과거 수년간 많은 연구기관에서 인터넷 서비스 품질 관련 연구를 수행해 왔지만, 아직까지도 인터넷에 적용되어 글로벌하게 사용되는 메커니즘은 없다는 것을 보았을 때 서비스 품질을 보장한다는 것은 그리 쉽지만은 않은 과제임은 분명하다.

따라서 본 고에서는 과거 서비스 품질 보장 방안들의 장단점을 추려내어 현재의 인터넷에 쉽게 적용할 수 있는 방안에 대해 제안하였다. 제안 메커니즘의 특징을 간략히 정리해 보면, soft-state 시그널링을 통해 송수신지의 경로 자원을 확보한 후, 이 경로를 따라 QoS 데이터를 보내는 것이다. 예약 자원에 순응하는 것은 송신 호스트가 자율적으로 조절할 수 있지만 만일 위배하였을 경우, 에지 라우터에서 이 패킷들에 대한 벌칙을 부여함으로써 코어 라우터는 예약된 자원만큼의 데이터가 흐를 수 있도록 보장할 수 있다. 현재는 서비스 품질 보장 메커니즘에 대한 구조만을 제안하였으며, 향후 연구로써 시뮬레이션과 프로토타입의 구현을 통한 자원 보장 메커니즘의 가능성이 제시될 것이다.

### 참고문헌

- [1] Geoff Huston, Internet Performance Survival Guide, Wiley Computer Publishing, 2000
- [2] R. Braden et al., "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC1633, June 1994.
- [3] S. Blake, et al., "An Architecture for Differentiated Services", RFC2475, Dec. 1998
- [4] R. Braden, et al., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-Version1 Functional Specification," RFC2205, Sep. 1997
- [5] Nichols, K. et al., "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", RFC 2474, Dec. 1998
- [6] K. Nichols, et al., "A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet", draft-nichols-diff-svc-arch-00.txt, Nov. 19