

# SBM 네트워크에서 two-pass RSVP 의 설계

유 희열, 이 종국, 강 성수

한국전자통신연구원 기가이더넷팀

## Design of two-pass RSVP over SBM network

Heeyeol Yu, Jongkuk Lee, Sungsoo Kang

Gigabit Ethernet Team, Electronics and Telecommunications Research Institute  
Tel : +82-42-860-1334 Fax : +82-42-860-5213 E-mail : heeyeoly@etri.re.kr

### 요 약

최근에 등장한 Gigabit Ethernet 은 LAN 에서 MAN 까지 영역을 확장하고 있다. 그리고, 품질 보장 서비스를 위해 RFC 2205 에 정의된 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)는 확장성 등의 내부적인 문제로 사용이 적다. 좀더 나은 품질 보장 서비스를 하기 위한 노력 중 하나로 RFC2814 에서는 SBM(Subnet Bandwidth Manager) 이라 하여 RSVP 를 IEEE 802 형태의 LAN 에서 구현하고자 노력하고 있다. 이에 본 논문에서는 기존의 RSVP 의 문제점 중 하나인 killer problem 을 해결하기 위한 Two-pass RSVP 개념을 SBM 에서 적용할 방안을 제시하고자 한다.

### I. 서 론

현재 인터넷의 새로운 서비스들은 RFC 1633[1], 2205[2], 2210[3]등에서 정의된 Intserv.(Integrated service)를 목표로 만들어지고 있다. 즉, 새로운 어플리케이션은 기존의 best-effort 서비스 외에 보다 세부적인 서비스 수준을 네트워크로부터 요구하고 있다. 이러한 확장은 자원예약설정 프로토콜이라는 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)를 요구하고 있으며 범용적인 적용을 요구하고 있다. 즉 RSVP 같은 Intserv 규격을 특정 서브 네트워크 구조에 적용시키는 방안이 요구되고 있다.

Unicast 와 multicast 를 지원하기 위해서 RSVP 는 네트워크의 자원을 절약하기 위해서 자원 요청의 트래픽 플로우(traffic flow)를 합치도록 하고 있다. 하지만 기존의 RSVP 는 자원 예약을 위하여 단지 일회성 알립(one pass with advertising)을 사용하게 된다. 이로 인해 유동적으로 자원 예약을 할 수 없게 되며, 이른바 살인자 예약 문제(killer reservation problem, KRP)를 야기시킨다. KRP 의 한 예는 보통 작은 대역폭을 요구한 flow 가 큰 대역폭을 요구하는 flow 와 합쳐질 때 작은 대역폭이 희생될 때 발생한다. 최악의 경우 작은 대역폭을 희생시킨 큰 flow 가 다른 곳에서 합쳐질 때 더 큰 대역폭을 만나 자신이 희생되는 경우도 있다[7].

이에 본 논문에서는 기존의 RSVP 가 가지는 KRP 문제에 대한 해결책을 살펴보고, 최근 이슈가 되고 있는 SBM[4]구성을 살펴본 후, KRP 문제를 해결한 새로운 two-pass RSVP 를 SBM 에 적용할 방안에 대해서 언급하고 한다.

2 장에서는 one-pass with advertising(OPWA)으로 인하여 발생하는 KRP 를 해결하기 위한 two-pass with advertising

(TPWA)[5]을 살펴보고, 3 장에서는 RSVP 를 IEEE 802-type LAN 에 적용하기 위한 SBM 을 살펴보겠다. 4 장에서는 KRP 를 해결한 two-pass RSVP 를 효율적으로 SBM 에 적용하기 위한 방안에 대해서 살펴보고, 마지막 5 장에서는 이에 대한 효율성을 언급하고자 한다.

### II. KRP 를 위한 two-pass RSVP

#### 2.1 Resource ReSerVation Protocol(RSVP)

IETF 에서는 인터넷에서 QoS 를 보장하기 위한 방안으로써 Intserv. 와 자원 예약 프로토콜(Resource ReSerVation Protocol, RSVP)을 제안하였다. Intserv.에서 정의된 보증형 서비스는 실시간 어플리케이션이 약속한 트래픽 특성을 준수하고 할당된 대역폭이 보장된 point-to-point 큐잉 지연 한계 값을 보장하여 엄격한 실시간 요구 사항을 가지는 어플리케이션에 적합한 서비스 모델이다.

RSVP 는 수신 호스트에서 송신 호스트에게 수신 호스트의 어플리케이션이 필요한 서비스 품질을 요구하는데 사용되는데, 송신 호스트와 수신 호스트 사이에 존재하는 라우터를 경유하여 RSVP 에 의해 이미 형성된 경로 상태에 따라 수신 호스트의 어플리케이션이 요구한 서비스 품질을 예약하게 된다. 기본적인 자원 예약 요청은 플로우 특성(flowspec)과 필터 특성(filterspec)으로 구성되어 있다. 이 둘을 플로우 지시자(flow descriptor)라 부른다. 플로우 특성은 원하는 서비스 품질을 기술하고 필터 특성은 세션 지시자와 함께 플로우 특성에서 정의한 서비스 품질을 제공 받을 데이터 패킷의 집합을 정의한다.

#### 2.2 Two-pass RSVP

기존의 RSVP 는 확장성의 문제와 Killer Reservation

Problem(KRP)이라는 문제점을 내포하고 있다. RSVP 는 수신자지향의 특성을 가지고 있으므로, 보통 라우터에서 같은 session 에 참가하는 서로 다른 여러 수신자들에 의해 구되는 다양한 대역폭을 수용하게 된다. 그러나 이들 요청된 대역폭이 적절히 합쳐지지 않으면 KRP 가 발생하게 된다. 보통 RSVP multicast 에서 이런 심각한 문제가 발생하게 된다. 기존의 one-path RSVP 는 이런 KRP 를 해결하기에는 구조적인 문제점을 안고 있다. 다른 해결책(참조)들이 제시되고 있지만, 높은 복잡성을 가지고 있거나 아니면 필요 이상의 대역폭을 예약하는 경우가 발생하게 된다. 이런 해결책들의 공통된 취약성은 모든 라우터에서 자원 예약 과정 도중 설정된 요구 대역폭이 잘 보장되지 않는다는 것이다.

이런 문제점을 해결하기 위한 대표적인 예가 two-pass with advertising(TPWA)로 이 방식은 두 가지 pass 가 존재한다. Pre-engaged bandwidth 는 가상적으로 첫 pass 에서 예약되며, 예약 대역폭은 두 번째 pass 에서 효율적으로 유지 예약된다. Pre-engaged 대역폭을 사용하는 목적은 두 번째 pass 에서 성공적인 자원 예약을 하기 위함이다. Pre-engaged 대역폭과 reserved 대역폭을 잠시 살펴보면, pre-engaged 대역폭은 여러 수신자들 중에서 선 예약되는 대역폭으로, 이를 통해서 실제 대역폭이 설정되기 이전에 non-QoS traffic 을 best-effort traffic 으로 서비스를 할 수 있다. Reserved 대역폭은 flowspec 정보를 link layer 에서 활용하여 효율적으로 설정할 수 있는 대역폭이다. PATH 메시지는 송신자에서 수신자로 우선적으로 보내지고, 다음으로 pre-engaged 대역폭 요청(PEBR)이 수신자에서 라우터를 통해 송신자로 보내진다. 이 PEBR 메시지는 송신자에서 요청되어지는 메시지다. 두 번째 pass 에서는 수신자는 pre-engaged 대역폭을 reserved 대역폭으로 전환을 요청하는 RESV 메시지를 요청하게 된다.

### III. SBM network using RSVP

#### 3.1 SBM

IETF 에서 제안된 SBM 은 QoS 의 Signaling 프로토콜인 RSVP 같은 어플리케이션 레이어의 QoS 프로토콜을 IEEE 802-style 의 하부 레이어로 맵핑하는 방법을 제안하고 있다. Designated SBM 이라는 프로토콜 객체가 각 관리 세그먼트에 존재하며, 관리 세그먼트안의 DSBM client 에서 발생되는 RSVP 요청에 대한 admission control 을 책임지고 있다. 주어진 세그먼트에서 하나 또는 여러 개의 SBM 이 세그먼트에 존재하게 된다. 예를 들어 많은 SBM 이 가능한 스위치들은 half-duplex switch 세그먼트를 공유할 수 있다.

기본적인 DSBM-기반 admission control 절차를 살펴보도록 하겠다.

- 자원 예약 요청을 위해, DSBM client 가 RSVP PATH 메시지를 DSBM 관리 세그먼트로 보낼 때, RSVP 메시지에 쓰인 정보대로 보내기보다는 해당 세그먼트의 DSBM 에 보낸다. 변경된 PATH 메시지를 받은 DSBM 은 PATH 메시지를 목적지로 보내는데, 이때 해당 session 에 대해서 PATH state 를 설정하고 전 L2/L3 hop 에 대한 정보를 간직한다.
- 세그먼트안의 host 에서 RSVP 를 원할 경우 host 는 기존 RSVP 메시지형태로 RESV 를 이전에 받은 PATH 에서 얻은 L2/L3 hop 로 전달한다.
- DSBM 은 RESV 메시지를 처리하고, 요청이 이뤄지지 않을 경우 RESV\_ERR 메시지를 보낸다. 충분한 자원이

있을 경우 DSBM 은 RESV 자신의 PATH state 에 있는 PHOP 으로 RESV 메시지를 전달한다.

그림 1 은 DSBM-기반 admission control 의 전반적인 흐름을 보여주고 있다.

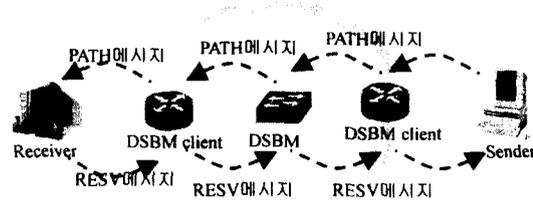


그림 1 SBM 에서의 RSVP 메시지 흐름도

#### 3.2 Enhanced RSVP 특징

기존의 point-to-point RSVP 의 경우 RSVP 노드들은 RSVP\_HOP 을 이용하여 수신자와 송신자 사이의 path 를 유지하여 왔다. 하지만 RSVP 메시지가 L2 세그먼트를 지날 경우 DSBM 을 반드시 경유해야 한다. 하지만 라우터가 PATH 메시지를 L2 장치인 DSBM 에 보낼 경우 DSBM 은 L3 routing 정보를 알지 못하기 때문에 출구 라우터로 PATH 메시지를 보낼 수 없다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 SBM 은 LAN\_NHOP 이라는 새로운 RSVP 객체를 사용하게 된다. 이 객체의 용도는 RSVP 의 L3 인 PHOP 과 NHOP 사이에서 L2 세그먼트를 지나는 PATH 메시지에 대해 다음 L3 hop 을 유지한다.

SBM 에서 추가된 또 하나의 특징은 LOOP detection 이다. RSVP session address 가 multicast address 이고 SBM,DSBM 및 DSBM client 가 같은 세그먼트 안에 있다면 DSBM client 가 이전에 이미 전달한 하나 이상의 PATH 메시지를 받을 경우가 발생한다. 이런 loopback 를 방지하기 위해서 LAN\_LOOPBACK 이라는 새로운 객체를 사용한다. DSBM client 와 SBM 은 자신의 IP address 로 LAN\_LOOPBACK 객체에 덮어 쓴다. 이렇게 되면, SBM 과 DSBM client 는 순서로 LAN\_LOOPBACK 객체를 점검함으로써 중복된 PATH 메시지를 받으면 버릴 수 있게 된다.

또 다른 SBM 프로토콜의 특징은 TCLASS 이다. Intserv.의 기본 모델은 다른 traffic flow 와 함께 특정 traffic flow 를 섞지 않는다는 것이다. 이에 IEEE 802-style 의 Ethernet 에서는 서로 다른 서비스를 요청하는 flow 에 대한 서비스 class 를 구별할 방법이 없다. IEEE 802.1p 의 경우 packet 안에 내장된 user priority 를 이용하여 스위치에서 서비스 class 를 정의할 수 있게 되었다. 그러나, IEEE 에서는 송신자나 네트워크가 어떻게 user priority 를 사용해야 하는지에 대해서 확고한 권고를 하지 않았다. 단지 참고 문서로 user priority 의 사용법을 권고하고 있다[6].

Intserv. 모델에서는 L3 객체가 L2 세그먼트로 traffic flow 를 보낼 경우 admission control 에 따른 요청사항에 준수하며, 추가로 flow 의 서비스 class 를 나타내기 위해서 프레임에 user priority 를 첨가하기도 한다. ISSLL working group 에서 쓰이는 모델의 경우 DSBM 이 송신자로부터 오는 PATH 메시지에 대해서 traffic class 객체인 TCLASS 객체를 PATH 메시지에 첨가한다. 어떤 경우 TCLASS 객체는 ADSPEC 객체로 취급된다. PATH 메시지를 받은 L3 장치는 PATH state 의 일부분으로서 TCLASS 객체를 삭제 저장할 하게 된다. 향후 과거의 L3 장치가 RESV 메시지를 송신자에게 다시 송부를 하게 될 경우 RESV 메시지에 TCLASS 객체

를 반드시 집어넣게 되어 있다.

#### IV. Two-pass RSVP over SBM

기존의 SBM 에서 two-pass RSVP 의 PEBR 메시지를 처리하기 위해선 다음의 네 가지 절차가 필요하다

- PEBR 및 PEBR ACK 메시지 모두 과거 PATH 메시지가 지나간 경로를 PATH state 의 정보를 이용하여 전달되어야 한다.
- SBM 네트워크에서 TCLASS 가 없어 DSBM 이 RSVP 메시지에 추가시키는 경우 PEBR 의 대역폭 예측은 user\_priority 의 priority 0 를 사용한다.
- PEBR 의 예측 함수에 TCLASS 를 활용하여 선점-대역폭 값을 설정한다.
- 송신자가 SBM 네트워크에 존재할 경우, Sender Adjustment 에서 정의되는 서비스 class 는 user\_priority 에서 정의된 8 개로 한다.

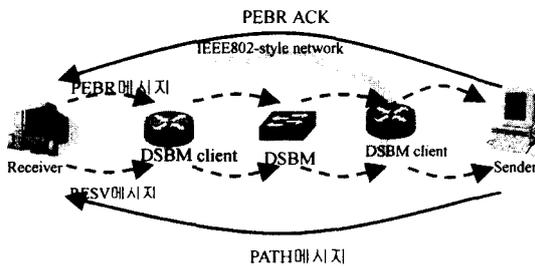


그림 2 two-pass RSVP 를 이용한 SBM 메시지 흐름도

그림 3-5 은 Two-pass RSVP 에서 쓰인 packet scheduler 와 sender adjustment 에 대한 pseudo code 를 기반으로, SBM 네트워크에 맞는 pseudo code 를 살펴보고도록 하겠다.

```

Flowspec Packet Scheduler for PEBR in SBM
(Upper-bound Flowspec, Session, Style)
{
    Existing_Pre-engaged_bandwidth
    = ESTIMATOR(Session, Style, TCLASS);
    IF(Upper-bound Flowspec
    <= Existing_Pre-engaged_bandwidth)
    return();
    ELSE IF(Upper-bound Flowspec
    <= Existing_Pre-engaged_bandwidth
    + Free_bandwidth)
}
    
```

그림 3 Packet Scheduler at first pass

```

Void Sender Adjustment in SBM()
{
    get information Upper-bound Flowspec;
    get information Service|Number_of_user_priority;

    for(class=0;
    class < Number_of_user_priority; class++
    {
    ...
    }
}
    
```

```

IF(class== Number_of_user_priority)
Error_process();
ELSE
Upper-bound flowspec = Service[class];
Send PEBR ACK to the Receiver
}
    
```

그림 4 Bandwidth re-adjustment by Sender

```

Packet Scheduler for RSVP in SBM(Flowspec,Session,Style)
{
    Pre-engaged_bandwidth
    = ESTIMATOR(Session,style,TCLASS);

    IF(Flowspec <= Existing_Reserved_bandwidth)
    Return();
    ELSE IF(Flowspec <= Pre-engaged_bandwidth
    + Existing_Reserved_bandwidth)
}
    
```

그림 5 Packet scheduler at second pass

#### V. 결론

본 논문에서는 two-pass RSVP 로 KRP 를 효율적으로 해결하는 방안과 IEEE 802 네트워크에서 SBM 을 이용하여 RSVP 를 지원하는 방안을 살펴보았다. One-pass RSVP 에서 내포하고 있는 KRP 를 pre-engaged 대역폭을 첫 pass 에서 설정하여 non-QoS traffic 을 손 쉽게 처리하고, 향후 두 번째 pass 에서는 가상으로 선점된 대역폭을 예약 대역폭으로 바꾸는 것이 two-pass RSVP 다. 또한 IEEE 802 네트워크에서 TCLASS, LAN\_NHOP 과 LOOPBACK 을 이용하여 RSVP 를 활용하는 것이 SBM 이다. 이 두 가지 장점을 활용하기 위한 방안을 제안하였다. 제안된 본 논문의 방안으로 IEEE 802 에서 효율적일 non-QoS traffic 을 처리하고, RSVP 의 killer problem 도 손 쉽게 해결되리라 전망한다.

#### [참고 문헌]

- [1] R. Barden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC 1663, June 1994
- [2] Braden, R., Zhang, L., Berson, S., Herzog, S., and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol(RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Sept. 1997
- [3] Wroclawski, J., "The use of RSVP with IETF Integrated Services", RFC 2210, Sept. 1997
- [4] R. Yavatkar, D. Hoffman, Y. Bernet, F. Baker, and M. Speer, "SBM(Subnet Bandwidth Manager): A Protocol for RSVP-based Admission Control over IEEE 802-style networks", RFC 2814, May 2000
- [5] Tsang-Ling Sheu and Guan-Ying Pao, "Design of a Two-Pass RSVP Setup Mechanism", ICC 2000, vol. 2, pp 718-722.
- [6] Seaman, M., Smith, A. and E. Crawley, "Integrated Service Mappings on IEEE 802 Networks", RFC 2815, May 2000
- [7] Talwar M., "RSVP Killer Reservatons", Internet Draft, Jan. 1999.