

# 부하 제어형 서비스를 위한 이더넷 대역폭 관리기\*

이재국<sup>○</sup> 김병식 전우직  
충남대학교 컴퓨터공학과

## An Ethernet Bandwidth Manager for Controlled-Load Service\*

Jaekuk Lee<sup>○</sup> Byeongsik Kim Woojik Chun  
Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University

### 요약

현재의 인터넷상에서 QoS의 제공능력이 새롭게 인식되기 시작하여 많은 노력 및 연구 결과가 나타나고 있다. 이 결과 IETF에서는 QoS를 제공하는 서비스로 보장형 서비스 및 부하 제어형 서비스를 표준으로 채택하였으며, 이런 서비스들을 인터넷에서 제공하기 위해서는 L3계층 및 L2계층에서의 제공 방법도 고려해야 한다. 본 논문에서는 여러가지 L2계층의 구현 기술중에서 현재 가장 많이 쓰이고 있는 공유 미디어 방식의 CSMA/CD 랜(이더넷)으로 구성된 서브넷에서 기존의 최선형 서비스 및 부하 제어형 서비스 제공을 위한 대역폭 관리 방법에 대해서 기술 하였다.

### 1. 서론

현재의 인터넷망에서 QoS를 제공하기 위해서 IETF를 중심으로 여러가지 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, RSVP(ReSource reservation Protocol)[1]나 ST-2[5]등을 들 수 있다. 그러나, 이러한 방법들은 L3 계층에서의 자원 예약을 통한 방법이며, 이를 실제 인터넷망에 적용하기 위해서는 이더넷, 프레임 릴레이, ATM등과 같은 여러 가지 형태의 L2 계층의 성격을 고려한 방법, 즉, L2 계층에서의 자원 예약 방법이 필요하다. IETF의 issll 워킹 그룹에서는 ATM 및 IEEE802 형태의 LAN[7][8][9]에서의 자원 예약을 위한 다양한 방법을 제시하고 있다. 그러나, IEEE802 형태의 LAN에서의 자원 예약 방법에서 Token Ring이나 FDDI와 같이 priority 메카니즘을 제공하는 기술들을 위해서 RSVP와 같은 시그널링 프로토콜을 결합시켜 통합 서비스(Integrated Service)[6]를 제공하는 방법에 대해서만 언급하고 있다.

현재 인터넷에서 가장 많이 사용되고 있는 CSMA/CD 방식의 이더넷은 특성상 공유 미디어 방식을 기반으로 하고 있으며, 각 트래픽들에 대한 명확한 클래스 개념이 없고, 이더넷 패킷내에 이 패킷의 우선 순위를 나타낼 수 있는 필드가 없기 때문에 트래픽을 명확히 구별해서 서로 다른 서비스를 제공하는 방법이 쉽지 않다.

본 연구에서는 RSVP에 의존적인 IETF의 SBM과는 달리 RSVP와 독립적으로 사용이 가능하며, 현재 이더넷의 특성상 보장형 서비스(Guaranteed Service)[4]의 제공은 불가능하기 때문에, 현재의 이더넷에서 최선형 서비스(Best-Effort Service)는 물론 부하 제어형 서비스(Controlled-Load Service)[3]를 제공하는 방법에 대해서 기술한다.

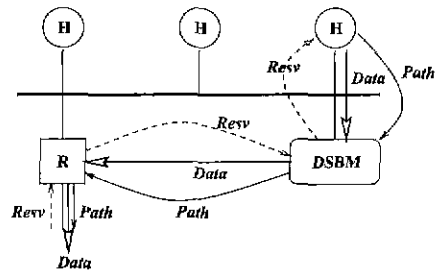


그림 1: SBM 메커니즘

### 2. 기존의 SBM

기존 SBM(Subnet Bandwidth Manager) 메커니즘에서 대역폭 관리가 될 수 있는 장치로는 스위치나 브리지 같은 L2장치 이상이 될 수 있고, 대역폭 관리가 클라이언트 가 될 수 있는 장치는 라우터나 호스트 같은 L3 장치만이 될 수 있다. 대역폭 관리기는 선출 알고리즘에 의해서 대역폭 관리 후보자들 중 대역폭 관리를 선출하게 되는데 각각 멀티캐스팅을 통하여 우선순위가 제일 높은 장치가 선출되며, 이는 하나의 관리 가능한 세그먼트(managed segment)안의 호스트들의 대역폭을 관리하게 된다.

SBM는 IEEE 802 형태의 랜상에서 RSVP 플로우들을 위한 대역폭의 승인 제어를 위한 시그널링 프로토콜을 제공한다. 이 메커니즘은 단지 RSVP 플로우들이 사용할 대역폭에 대해서 승인제어 및 관리를 하며 RSVP 플로우가 아닌 다른 플로우들에 대해서는 사용될 수 없다. 또한 모든 호스트들이 통합 서비스 플로우를 생성하며 최선형 서비스의 플로우들은 TCP 기반의 late adaptive 메커니즘(TCP의 "slow start" 혹은 RTP/TRCP 프로토콜에 기반을 둔 오디오/비디오 스트림 제어를 위한 feedback-based

\*본 연구는 '99년도 한국전자통신연구원 연구비 지원으로 이루어진 것임

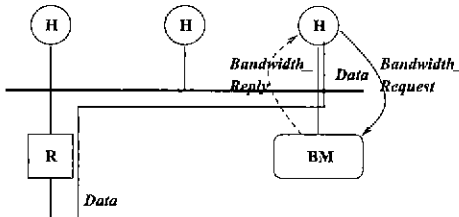


그림 2: 개선된 대역폭 관리기의 메커니즘

rate adaptation 메커니즘)을 사용하는 트래픽으로 한정하고 있다. 클라이언트들은 Path 메시지를 전송한 후 Resv 메시지가 되돌아 올때, 대역폭 관리기가 대역폭에 관한 승인 제어하는 방식으로 동작한다[그림 1].

### 3. 개선된 이더넷 대역폭 관리기

본 연구에서의 대역폭 관리기는 기존 SBM에서의 DSBM을 선출하는 알고리즘을 그대로 이용하여 선출되며, RSVP와 같이 사용되어야 한다는 기존 SBM의 단점을 극복하기 위해서 새로운 시그널링 메커니즘 및 이에 따른 새로운 메시지들을 정의하였다[1].

#### 3.1 시그널링 메커니즘

클라이언트들은 대역폭 관리기에 원하는 대역폭을 요구하게 되는데 기존의 SBM과는 달리 대역폭 관리기에 유니캐스트로 대역폭 할당 요구를 하게 되고, 이때 트래픽 제어에 사용되는 파라미터로는 통합 서비스에서 제안한 Tspec 파라미터를 사용한다. 기존의 SBM에서는 항상 시그널링 경로와 데이터 경로가 동일하여 관리된 세그먼트 하나를 지날 때 마다 대역폭 관리기를 하나 더 거쳐감으로써 생기는 패킷 지연 문제가 발생하는데 시그널링과 데이터 전송 경로를 구분함으로써 이를 개선하였다[11]. 기존의 SBM에서 나타나는 부작용은 Resv 메시지가 합병되는 경우 기존의 플로우에 새로운 플로우가 합해질 때(merging), 새로 합해지는 플로우의 서비스 수준이 높은, 즉 낮은 지연을 요구하는 플로우가 합해 졌다면 기존 플로우는 승인이 될수 있는데도 불구하고 이 새로운 플로우가 합해짐으로 인해 모두가 승인 거부가 될 수 있다는 것이다. [그림2]은 개선된 대역폭 관리기와 클라이언트 간의 시그널링 메커니즘을 보여주고 있다.

#### 3.2 이더넷 대역폭 시뮬레이션 및 실험

본 연구에서는 이더넷상의 각 호스트에서 나오는 트래픽을 적절히 제어하여, 특정 호스트의 플로우에 대해서 부하 제어형 서비스를 제공하고자 하는데 있다. [3]에 의하면 네트워크의 부하가 많이 걸려 있는 상태에서 최선형 서비스 정도의 서비스를 제공하는 것을 부하 제어형 서비스라고 정의하고 있다. 이를 위해서 이더넷 상의 각 호스트에서 나오는 트래픽을 적절히 제어하여 특정 호스트에서 나오는 트래픽들에게 이더넷상의 부하가 많이 걸려도 이 트래픽에게는 일정 수준의 대역폭을 제공하는 방법으로 부하 제어형 서비스를 제공할 수 있다.

이를 위해서 본 연구에서는 네트워크 시뮬레이터인 ns-2[10]를 이용하여, CSMA/CD 랜(이더넷)을 시뮬레이션한 후 실제 가능한 스루풋(throughput)을 알아내고 다른 트래픽들에게 할당된 대역폭에 영향을 주지 않으면서 호스트들이 일정 수준을 유지하면서 사용할 수 있는 대역폭

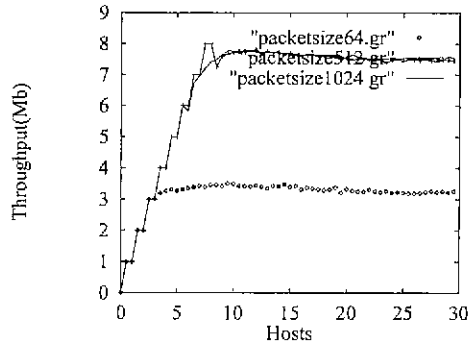


그림 3: 패킷 크기에 따른 스루풋의 변화(각 호스트의 rate=1Mb)

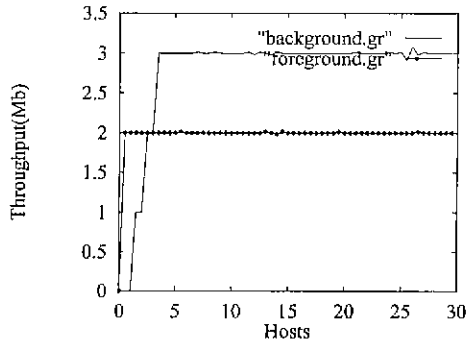


그림 4: 포어그라운드 트래픽과 백그라운드 트래픽의 상관 관계

이 얼마인지를 알아보았다. [그림 3]는 이더넷의 대역폭을 10Mb로 지연을 2ms로 했을 때, 1Mb의 rate으로 데이터를 생성하는 호스트의 수를 증가시킬 때 나타나는 이더넷의 스루풋을 패킷 크기별로 나타내었다. 이 결과로 10Mb 이더넷에서 각 호스트가 1,024바이트의 패킷을 1Mb로 계속해서 생성할 때 전체 이더넷 스루풋은 7Mb에서 8Mb정도임을 알 수 있다.

이더넷에서 부하 제어형 서비스를 위해서 사용할 수 있는 대역폭의 양이 얼마인지를 알아내기 위한 시뮬레이션 방법으로 부하 제어형 서비스를 필요로 하는 트래픽들을 포어그라운드 트래픽(foreground traffic)으로, 최선형 서비스를 필요로 하는 트래픽들을 백그라운드 트래픽(background traffic)이라 하고, 이 둘간의 대역폭에 서로 영향을 주지 않으면서, 자신의 대역폭을 유지할 수 있는 대역폭의 양이 얼마인지를 알아 보았다. 그 결과 [그림 4]에서 보는 바와 같이 포어그라운드 트래픽의 대역폭이 2Mb 일 때, 백그라운드 트래픽의 대역폭은 3Mb를 넘지 않으면 서로의 대역폭에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 포어그라운드 트래픽 및 백그라운드 트래픽의 대역폭을 변화시키면서 서로간에 영향을 미치지 않는 대역폭의 양을 알아내었다[표 1].

### 4. 대역폭 관리

대역폭 관리기는 자기가 관리하는 세그먼트 안의 대역폭의 한계를 벗어나지 않는 범위에서 최선형 서비스의 다

표 1: 포어그라운드 트래픽과 백그라운드 트래픽의 비율

포어그라운드 (부하 제어형 서비스용)	백그라운드 (최선형 서비스용)
1Mb	4Mb
2Mb	3Mb
3Mb	2Mb
4Mb	1Mb

른 트래픽의 영향을 받지 않고 대역폭을 보장받으며 서비스 되어야 하는 부하 제어형 서비스를 제공해야 한다. 그러나 현재 최선형 서비스 트래픽을 제어할 수 있는 파라미터들이 없기 때문에 부하 제어형 서비스나 보장형 서비스와 같이 QoS가 요구되는 트래픽에 영향을 주지 않으며 최선형 서비스 트래픽을 생성시킬 수 없었다.

본 연구에서는 이를 해결하기 위해 각 호스트마다 트래픽 셰이퍼(traffic shaper)를 만들어 부하 제어형 서비스 뿐만 아니라 최선형 서비스 또한 트래픽 셰이퍼를 통하여 트래픽이 스케줄링 되고 생성 될 수 있도록 하고자 하였고, 대역폭 관리는 서버넷에서 신뢰성 있게 사용 가능한 최대 대역폭을 미리 제한함으로써 위와 같은 문제를 해결하였다. 서버넷 안의 모든 호스트들이 시작되어 부하 제어형 트래픽에게 대역폭을 할당 하기 이전까지는 최선형 서비스가 최대 대역폭을 사용하며, 부하제어형 트래픽에게 대역폭이 요청에 의해 할당된 후에는 할당된 만큼의 대역폭이 최선형 서비스의 대역폭에서 줄어들게 된다 또한 주기적으로 대역폭 관리기가 네트워크의 트래픽을 모니터링하여 네트워크의 트래픽 상황을 파악하고 조절할 수 있다. 트래픽이 모니터링시 미리 설정된 최대 대역폭까지 트래픽이 발생되었다는 것이 판단되면 서버넷 안의 호스트들이 발생하는 최선형 트래픽이 부하제어형 트래픽들에게 영향을 미치고 있다는 것을 의미하므로 최선형 트래픽을 줄이기 위한 조치로서 IAmDSMB 메세지에 최선형 서비스의 감소를 지시하는 플래그를 셋한 후 전송하게 된다. 각 호스트들은 이 플래그가 셋 된 메세지를 받게되면 최선형 서비스를 위한 토큰 버킷의 전송률을 1/2로 줄이게 되고, 최선형 트래픽을 줄이자는 플래그가 셋되어 오기 전까지 주기적으로  $\delta$  값 만큼씩 전송률을 증가시킴으로써 서버넷안의 트래픽을 관리할 수 있게된다. 따라서 대역폭 관리기가 부하 제어형 서비스를 위한 대역폭을 할당 하며, 최선형 서비스를 그에 따라 조정하는 기능을 수행 함으로써 동적으로 서버넷 안의 트래픽들을 관리하게 된다 [그림 5].

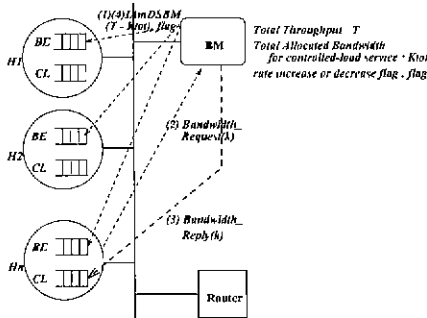


그림 5: 대역폭 할당

### 5. 결론 및 향후 계획

본 논문은 미디어가 공유되는 랜 환경에서도 호스트가 요구하는 부하 제어형 서비스를 위해서 필요한 대역폭을 보장하기 위한 메커니즘으로 대역폭 관리를 서버넷에 두어 유동성있게 대역폭을 관리하게 하였다. 이 메커니즘은 RSVP와 같은 L3계층의 QoS 제공 메커니즘과 독립적으로 사용이 가능하다. 또한 기존 SBM의 패킷 지연, 폭주하는 트래픽등의 단점들을 개선하였다.

이더넷이 갖고있는 기본적인 특성상 보장형 서비스는 제공할 수 없기 때문에, 시뮬레이션을 통하여 다른 호스트들의 트래픽의 양에 영향을 받지 않고 사용이 가능한 대역폭을 알아내어 이를 부하 제어형 서비스로 사용할 수 있도록 하였다.

향후 계획으로는 한 서버넷내에 여러개의 세그먼트가 존재하는 경우에 이 세그먼트들을 거쳐가는 트래픽들을 부하 제어형 서비스 제공 방법 및 이 서버넷의 라우터를 거쳐 나가는 트래픽들의 서비스 제공 방법에 대한 연구가 필요하다.

### 참고 문헌

- [1] B. Braden, L. Zhang, S. Berson, and S. Jamin, "Resource reservation Protocol(RSVP)-Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Sep. 1997.
- [2] J. Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services", RFC 2210, Sep. 1997.
- [3] J. Wroclawski, "Specification of the Controlled-Load Network Element Service", RFC 2211, Sep. 1997.
- [4] S. Shenker, C. Partridge, and R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service", RFC 2212, Sep. 1997.
- [5] L. Delgrosso, and L. Berger, "Internet Stream Protocol Version2 (ST2) Protocol Specification - Version ST2+", RFC 1819, Aug. 1995.
- [6] B. Braden, D. Clark and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview", RFC 1633, Jun. 1994.
- [7] R. Yabalkar, D. Hoffman, Y. Bernet, and F. Baker, "SBM(Subnet Bandwidth Manager) : Protocol for RSVP-based Admission Control over IEEE 802-style networks", Internet Draft draft-ietf-issll-is802-sbm-07.txt, Nov. 1998
- [8] A. Ghanwani, J. W. Pace, V. Srinivasan, A. Smith, and M. Seaman, "A Framework for Integrated Services Over Shared and Switched IEEE 802 LAN Technologies", Internet Draft draft-ietf-issll-is802-framework-07.txt, Jun. 1999.
- [9] M. Seaman, A. Smith, E. Crawley, and J. Wroclawski, "Integrated Service Mappings on IEEE 802 networks", Internet Draft draft-ietf-issll-is802-svc-mapping-04.txt, Jun. 1999.
- [10] "UCB/LBNL/VINT Network Simulator - ns (Version 2)", <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/>
- [11] 이재국, 김병식, 전우직, "서버넷 대역폭 할당 및 관리에 관한 연구", 한국정보과학회 99년 춘계 학술발표논문집, 1999년 3월.