

# DiffServ 망에서 양방향 트래픽 제어를 통한 QoS 성능 분석

정상길, 광재승, 변옥환  
한국과학기술정보연구원, 슈퍼컴퓨팅인프라개발실  
e-mail : {lovej, jskwak, ohbyeon}@kisti.re.kr

## Experimental Study on Effect of Bi-directional Traffic Control in DiffServ Networks

Sangkil Jung, Jaiseung Kwag and Ohwan Byeon  
Supercomputing Infra Development Lab.,  
Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI)

### 요 약

DiffServ 망에서 완전한 QoS 를 망 사용자에게 제공하기 위해서는 downstream 트래픽 뿐만 아니라, upstream 트래픽에 marking, policing 을 적용해 주어야 한다. 본 논문에서는 downstream 트래픽에만 QoS 를 적용하는 단방향 트래픽 제어기법과, downstream 및 upstream 트래픽에 QoS 를 적용하는 양방향 QoS 서비스 기법을 비교하기 위하여, cisco 라우터를 이용하여 QoS 테스트베드를 구성하고, 성능을 측정 및 분석하였다.

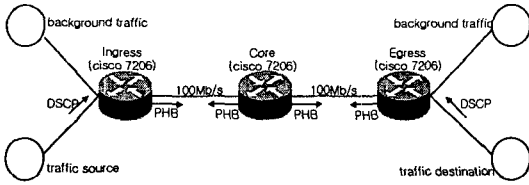
### 1. 서론

인터넷의 사용자가 급증함에 따라 사용자의 서비스 차별화에 대한 요구가 급증하고 있는 추세이다. 이러한 사용자의 서비스 차별화를 위하여 QoS 모델이 등장하였으며, 일부 시험망에서 그 기술이 적용되어지고 있다. QoS 를 적용하기 위한 기술로는 Integrated Services (IntServ) 모델과 Differentiated Service 모델이 있다. IntServ 모델은 실시간 응용에서 발생하는 패킷의 흐름을 기본 단위로 정의하고 RSVP 신호 프로토콜을 이용하여 사전에 admission control 과 자원예약을 수행하여 서비스를 제공하는 방식이며, DiffServ 모델은 flow 별로 QoS 를 보장하지 않고 flow aggregation 을 한 단위로 서비스 차별화를 기하고자 하는 개념과 복잡한 트래픽 조절 기능들을 모두 네트워크 경계 라우터 (border router)에서 처리하게 하고, 망 내부에서는 아주 간단한 패킷 전달 기능만 수행하도록 하는 간단한 매카니즘을 구성함으로써 여러 ISP 망이 연결되어있는 대규모 인터넷 망에 적용할 수 있는 확장성을 갖는다.

이러한 DiffServ 망 구조는 End-to-End QoS 를 보장하는 핵심기술로 자리잡고 있다. 최근 많은 연구들은 사용자로부터 ISP 망으로 유입되는 downstream 트래픽에 대한 marking 과 policing 을 통해 QoS 제어를 언급하고 있다. 그러나, 사용자가 완전한 QoS 서비스를 받기 위해서는 downstream 트래픽 뿐만 아니라 upstream 트래픽에도 QoS 가 적용되어야 한다.

본 논문에서는 DiffServ 망에서 ingress 라우터에서만 marking 및 policing 을 수행하는 단방향 트래픽 제어기법 및 ingress 라우터와 egress 라우터에서 marking 및 policing 을 수행하는 양방향 트래픽 제어기법을 설명하고, 이를 구체적으로 cisco 라우터에 적용하는 방법을 제시한다. 이를 위해 본 논문은 cisco 라우터를 이용하여 QoS 테스트베드를 구성하고, 성능을 측정 및 분석하였다.

### 2. 성능분석 모델



[그림 1] 테스트베드 구성도

DiffServ 망에서의 단방향 트래픽 제어기법 및 양방향 트래픽 제어기법의 성능측정을 위해 구성된 테스트베드가 [그림 1]에 나타나 있다. 본 테스트베드는 3개의 cisco 라우터를 100Mb/s 연결링크를 통해 연결하였으며, 백그라운드 트래픽을 위한 송수신 단말과, 직접 성능을 측정하기 위한 송수신 단말로 구성되어 있다. 각 라우터의 인터페이스에서는 기능에 따라, cisco 에서 제공하는 policy-map(PHB, DSCP)을 적용하였다. Core 라우터의 PHB (Per-Hop Behavior)를 위해 cisco 라우터의 CB-WFQ 모듈을 이용하여 10Mb/s priority queue 를 설정하였고, edge 라우터에서 수행하는 marking 및 policing 을 위해 DSCP 라는 policy-map 을 설정하였다. PHB 와 DSCP 를 위한 설정 내용은 다음과 같다.

```

PHB 설정
class-map match-all PREMIUM
  match ip dscp 46
policy-map PHB
  class PREMIUM
    priority 10000
interface ATM4/0/0.1
  pvc 0/1
    service-policy output PHB

DSCP 설정
class-map mach-all EF100
  match access-group 100
policy-map SETDSCP
  class EF100
    set ip dscp 46
    police cir 10000000 bc 10000 be 10000 conform-
action transmit exceed-action drop
    
```

Ingress 라우터에서만 marking 및 policing 을 수행하는 단방향 트래픽 제어기법의 설정을 위하여, ingress 라우터에 DSCP 를 설정하였으며, 이러한 설정은 downstream 트래픽에만 QoS 가 적용되도록 한다. 이때, DSCP 의 설정내용으로 다음과 같이 cisco 모듈인 access-list 가 추가되어야 한다.

```

access-list 100 permit ip host 203.230.7.202 any
    
```

여기서, 203.230.7.202 는 traffic source 의 ip 주소이며, any 는 임의의 주소를 나타내게 된다.

Ingress 라우터와 egress 라우터에서 marking 및 policing 을 수행하는 양방향 트래픽 제어기법을 위해, DSCP policy-map 을 ingress 라우터와 egress 라우터에 동시에 설정하며, ingress 라우터는 단방향 트래픽 제어기법과 동일하나, egress 라우터는 다음과 같이 역방향

으로 access-list 에 주소를 설정하여야 한다.

```

access-list 100 permit ip any host 203.230.7.202
    
```

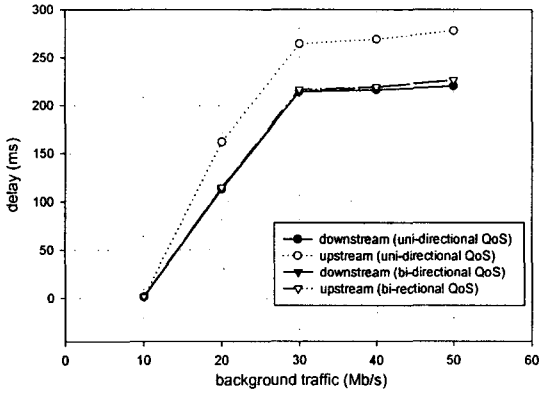
이러한 설정은 upstream 트래픽이 망 내부로 유입될 때, 만약 패킷의 ip 주소가 traffic source(203.230.7.202) 와 일치하면 QoS 적용을 받도록 한다.

성능측정을 위하여 본 논문은 ping 을 이용하여 delay 와 loss rate (%)를 측정하였다. 여기서, 백그라운드 트래픽은 Mgen 을 이용하여 UDP 트래픽을 10Mb/s 에서 60Mb/s 까지 10Mb/s 씩 증가시키면서 downstream 과 upstream 방향으로 발생시켰다. 또한, QoS 설정에 따른 TCP 의 성능측정을 위하여, ftp 를 이용하여 ftp delay 와 ftp throughput 을 측정하였다. ftp 를 위한 file size 로는 15560Byte 를 이용하였다. 이때, 백그라운드 트래픽을 위하여 25Mb/s 의 UDP 를 양방향으로 발생시켰다.

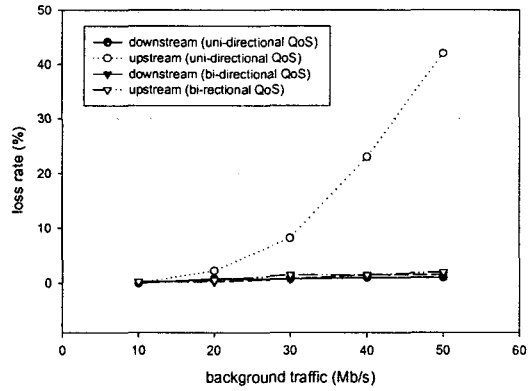
### 3. 실험 결과

[그림 2]과 [그림 3]는 단방향 트래픽 제어기법 (uni-directional)과 양방향 트래픽 제어기법 (bi-directional)에서 ping 을 이용하여 추출한 delay 와 loss rate (%)를 나타내고 있다. 단방향 트래픽 제어 기법(uni-directional)에서는 백그라운드 트래픽의 발생율이 낮을 때는 downstream 및 upstream 트래픽 모두 적은 차이를 보이고 있으나, 백그라운드 트래픽의 발생율이 증가할수록 이러한 차이는 커짐을 알 수 있다. 이러한 차이는 QoS 가 downstream 방향에만 적용되기 때문이며, upstream 트래픽은 적용받지 못하기 때문이다. 양방향 트래픽 제어기법 (bi-directional)에서는 downstream 트래픽과 upstream 트래픽 모두 높은 성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 이것은 ingress 라우터와 egress 라우터에서 access-list 의 설정값에 의해 양방향 트래픽에 QoS 를 적용해 주기 때문이다. 이 기법에서는 백그라운드 트래픽이 증가하더라도, 그것에 영향을 받지 않고 있음을 알 수 있다.

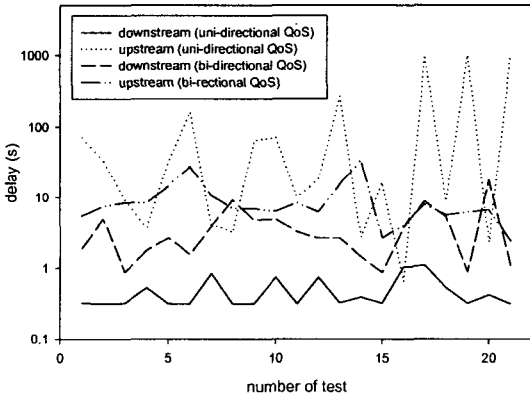
[그림 4]와 [그림 5]은 ftp 에 단방향/양방향 트래픽 제어기법을 사용하였을 때 나타나는 성능을 보이고 있다. [그림 4]은 ftp delay 를 보이고 있다. 단방향 트래픽 제어기법 (uni-directional)이 적용된 상태에서의 ftp delay 는 downstream 과 upstream 사이에 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 upstream 트래픽의 경우에는 delay 의 변동폭이 큰데, 이것은 망 내부의 트래픽 혼잡에 영향을 받을 뿐아니라 TCP window mechanism 에 의해서도 영향을 받기 때문이다. 그러나, 양방향 트래픽 제어기법 (bi-directional)에서는 downstream 과 upstream 모두 비슷한 성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 그러나, 이 경우 downstream 과 upstream 모두가 단방향 트래픽 제어기법의 downstream 보다 성능이 좋지 않은 것은 라우터에서 양방향 트래픽을 처리하는데 드는 오버헤드에 의한 것으로 볼 수 있으며, 이것은 cisco 라우터 고유의 특징에 기인한 것이라 할 수 있다. [그림 5]은 ftp throughput 을 나타내고 있다. ftp delay 와 같이 throughput 역시 단방향 트래픽 제어기법에서는 downstream 과 upstream 사이에 성능이 크게 차이가 나



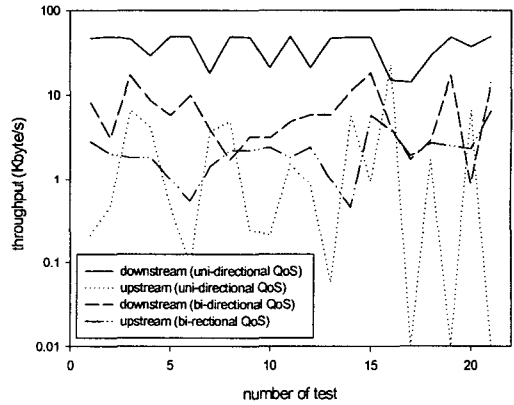
[그림 2] Ping 을 통한 delay



[그림 3] ping 을 통한 loss rate



[그림 4] TCP delay



[그림 5] TCP throughput

고 있음을 알 수 있다. Downstream 의 경우는 높은 throughput 을 보이고 있으나, upstream 의 경우는 낮은 throughput 을 보임과 동시에, 변동폭이 큼을 알 수 있다. 그러나, 양방향 트래픽 제어기법에서는 upstream 및 downstream 트래픽에 QoS 가 모두 적용됨으로써, 이러한 변동폭을 줄일 수 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 DiffServ 망에서 ingress 라우터에서만 marking 및 policing 을 수행하는 단방향 트래픽 제어기법 및 ingress 라우터와 egress 라우터에서 marking 및 policing 을 수행하는 양방향 트래픽 제어기법을 설명하고, 이를 구체적으로 cisco 라우터에 적용하는 방법을 제시하였다. 이를 위해 cisco 라우터를 이용하여 QoS 테스트베드를 구성하였다. 성능 측정을 위하여, 백그라운드 트래픽을 udp 트래픽을 이용하여 양방향으로 발생시켰으며, 측정 트래픽으로 ping 과 ftp 를 이용

하였다. 단방향 트래픽 제어기법에서는 ping 과 ftp 모두 downstream 방향으로의 트래픽은 QoS 를 적용받으나, upstream 방향으로의 트래픽은 QoS 를 적용받지 못함을 알 수 있었고, 성능의 차이 또한 변동폭이 큼을 알 수 있었다. 그러나, 양방향 트래픽 제어 기법에서는 downstream 트래픽과 upstream 트래픽 모두 QoS 를 적용받아, 높은 성능을 보임을 알 수 있었다. 이것은 DiffServ 네트워크에서 QoS 를 ingress 라우터에만 적용하는 단방향 트래픽 제어기법은 양방향 특성을 가지고 있는 인터넷 트래픽에 적절하지 못함을 알 수 있는 것이며, 양방향 트래픽 제어를 함으로써, QoS 서비스 사용자에게 완전한 QoS 를 서비스해 줄 수 있음을 말해 주는 것이다.

참고문헌

- [1] “DiffServ 망에서 Assured Services 에 대역폭 보장을 제공하는 방법에 관한 연구”, 정상길, 박재승, 변옥환, 황구연, 오창환, 2001 정보처리학회 추계학술대회 논문집
- [2] “QoS aware 네트워크에서의 TCP 트래픽의 성능 분석”, 정상길, 박재승, 변옥환, 2002 정보과학회 추계학술대회 논문집 제출