

COPS 기반 Diff-Serv 망에서의 QoS 테스트

채희성, 한태만, 정유현
한국전자통신연구원 네트워크연구소 스트리밍기술팀

QoS Test in Diff-Serv Network using COPS

Hee-Sung Chae, Tae-Man Han, Yoo-Hyeon Jeong
Streaming Technology Team Network Laboratory
Electronics and Telecommunications Research Institute
E-mail: hschae@etri.re.kr, tmhan@etri.re.kr, yhjeong@etri.re.kr

Abstract

본 논문에서는 인터넷 QoS(Quality of Service)보장을 위하여 제안된 Diff-Serv(Differentiated Service)모델을 구현하고, QoS 를 보장하지 않는 BE(Best Effort)서비스와 우선 순위가 높은 패킷을 처리하여 QoS 를 보장하는 EF(Expedited Forwarding) 서비스의 차이를 통하여 Diff-Serv 망의 우수성을 입증하고자 한다. Diff-Serv 망은 BB(Bandwidth Broker)와 에지라우터 그리고 다수의 코어 라우터로 구성된다. BB 로부터 라우터에 QoS Policy 를 전송하기 위하여 COPS(Common Open Policy Service) 프로토콜을 구현하였으며, 사용자와 BB 사이의 SLAT/RAR(Service Level Agreement/Resource Allocation Request)를 처리하기 위하여 Admission Control 이라는 명명한 자체 프로토콜을 개발하였다. 구현된 Diff-Serv 망에서 QoS 보장 테스트를 위하여 19.2Mbps 대역폭이 요구되는 HDTV 스트리밍 서비스를 이용하여 인위적으로 Background Traffic 을 발생시켰을 때, BE 서비스만을 지원하는 망에서는 현저하게 서비스의 질이 떨어지는 반면에 Diff-Serv 망에서는 QoS 가 보장됨을 알 수 있었다.

I. 서론

오늘날 인터넷 트래픽이 폭발적으로 증가하고, 사용자의 서비스 품질에 대한 다양한 요구가 높아짐에

따라, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 하드웨어 측면에서는 스위치 및 라우터 장비의 고성능, 고용량화를 통한 인터넷 인프라의 확대 작업을 수행하였으나 소프트웨어적인 측면에서는 아직 충분한 연구가 이루어지지 않고 있다. 즉, 영상, 방송, 화상통신 등과 같은 다양한 종류의 어플리케이션들이 만들어 내는 서로 다른 유형의 트래픽을 그 특성에 맞게 처리할 수 있는 연구가 이루어져야 한다.

어플리케이션 특성에 따라 트래픽을 차등화 해서 처리함으로써 트래픽의 품질을 보장하는 방법을 QoS를 보장한다고 말한다. 그러나, 현재까지의 인터넷은 Best Effort이라는 단일 서비스 모델을 사용하여 서비스를 수행하기 때문에 QoS를 보장하는 것이 근본적으로 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 기존의 인터넷이 가지는 문제를 해결하기 위해 IETF에서 QoS보장을 위하여 제안한 Diff-Serv모델을 구현하고[1], HDTV 스트리밍 서비스를 이용하여 QoS를 보장할 때와 보장하지 못하는 경우의 질적인 차이를 확인 한다.

본 논문의 2장에서는 Diff-Serv망의 기본 구성요소와 기능에 대하여 살펴보고, 3장에서는 2장에서 설명한 Diff-Serv망의 각 구성요소의 실제 구현 방법과 시그널링등에 대하여 설명한다. 마지막장에서는 이렇게 구성된 Diff-Serv망을 통하여 HDTV 스트리밍 서비스를 통하여 QoS보장이 될 때와 보장되지 않는 경우에 대하여 기술하였다.

II. Differentiated Service Network

인터넷 QoS를 보장하기 위하여 IETF에서는 Integrated Service(Int-Serv)모델과 Differentiated Service(Diff-Serv)모델을 제안하였다. 본 논문에서는 큰 규모의 인터넷 백본망에서 적용 가능한 Diff-Serv 모델을 구현하고자 한다. RSVP를 이용하여 Stream 및 Flow별로 QoS를 보장하는 Int-Serv 모델은 라우터 처리 용량 때문에 백본망에 적용하는데 한계가 있다. 인터넷 백본망에는 수많은 종류의 트래픽이 존재하기 때문에 이들에 대하여 각 Flow별로 자원예약기능을 제공하는 Int-Serv망의 경우, 망 내부의 모든 라우터에게는 고속의 처리 능력 및 많은 메모리 공간이 요구되기 때문이다. 따라서 Int-Serv 모델이 가지는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 Diff-Serv 모델은 다양한 종류의 Flow를 QoS보장 등급에 따라 클래스별로 나누고, 나누어진 클래스에 따라 Flow를 Aggregation하여 처리함으로써 라우터의 과부하를 줄일 수 있도록 하였다.

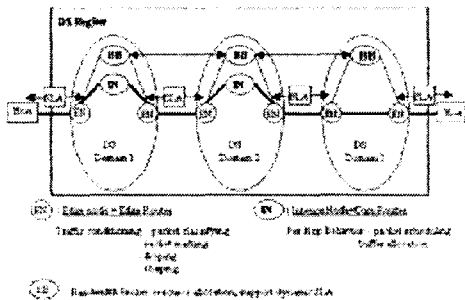


그림 1. Differentiated Service Network [2]

Diff-Serv 망의 기본구조는 그림 1과 같으며, 에지 라우터와 다수의 코어 라우터 그리고 BB로 구성된다. Diff-Serv 제공 능력을 갖는 DS 망은 여러 ISP 망으로 구성될 수 있다. ISP를 연결하는 링크 사이의 경계에 에지 라우터가 존재한다. Diff-Serv 구조는 여러 ISP가 연결된 Inter Domain 서비스와 하나의 ISP 망 내부에서 모든 작업이 이루어지는 Intra Domain 서비스로 나누어진다. Diff-Serv 망은 기능적인 측면에서 다음과 같은 요소를 충족해야 한다[2].

- DS 바이트와 패킷 전달 기능
- Traffic Conditioning
- Service Level Agreement

DS 망의 에지 라우터는 패킷 전달 방식(Per-Hop Behavior)을 정의하기 위하여 DSCP(DS Code Point)라 불리는 IPv4 패킷은 TOS 필드, IPv6 패킷의 경우는 Class Field- 패킷의 필드에 RFC 2474에서 정의한 값에 따라 서비스할 등급을 표시하게 되며 BE, EF, AF 서비스로 QoS 서비스가 이루어진다. Traffic Conditioning은 Diff-Serv 망에 유입되는 패킷을 DSCP 정보에 따라 패킷의 흐름을 측정(meter)하고, QoS 보장이 필요한 패킷의 DS 필드에 마킹(mark)하며, SLA 계약 내용을 벗어나는 패킷에 대하여 폐기(shape/drop)하는 기능이다.

Diff-Serv 망은 사용자 요구사항 및 트래픽을 처리하고, 망 내부의 라우터 자원을 관리하며, 연결 수락 여부를 결정하는 BB가 필요하다. Diff-Serv 망 내부의 모든 라우터는 BB로부터 트래픽 조절 기능 및 패킷에 대한 DSCP 코드 마킹방법 등 QoS 보장을 위해 필요한 모든 정보를 전송받으며, 망 자원의 변화여부를 동적으로 BB에게 전송하게 된다. 본 논문에서는 이러한 정보를 송수신하기 위하여 BB와 종단/코어 라우터 사이에서 COPS 프로토콜을 사용하였으며, BB와 HDTV 서버간의 SLA/RAR 정보 전달을 위하여 Admission Control이라 불리는 자체 프로토콜을 구현하였다[3].

III. Diff-Serv 구성요소

3.1 COPS (Common Open Policy Service) Protocol

COPS 프로토콜은 정책(Policy) 정보를 결정하는 PDP(Policy Decision Point)와 PDP에서 결정된 정책을 수행하는 PEP(Policy Enforcement Point)사이의 정책 정보를 전송하기 위하여 IETF에서 정의한 프로토콜이다. 본 논문에서는 BB와 라우터 사이의 QoS 정책 정보를 전송하기 위하여 COPS 프로토콜을 사용한다.

COPS 프로토콜에서 정의된 메시지의 종류 및 용도는 표 1과 같다. 본 논문에서는 DRQ 메시지를 제외한 모든 메시지를 구현하여, QoS 정책을 전송하는데 사용하였다[4][5].

표 1. COPS 프로토콜 메시지 종류 및 용도

Code	Name	Operation	구현
1	REQ	Request	O
2	DEC	Decision	O
3	RPT	Report State	O
4	DRQ	Delete Request State	X
5	SSQ	Synchronize State Request	O
6	OPN	Client Open	O

7	CAT	Client Accept	O
8	CC	Client Close	O
9	KA	Keep Alive	O
10	SSC	Synchronize Complete	O

그림 2 는 BB 와 라우터 사이의 COPS 프로토콜 시그널링을 나타낸다. Diff-Serv 망이 처음 초기화되었을 때, 망 내부의 모든 라우터는 Client-Open[OPN]메시지를 이용하여 BB 에 접속 허가를 요청한다. 접속 허가가 이루어지면 라우터는 Request(REQ)메시지를 이용하여 라우터 인터페이스 정보를 BB 에게 전송한다. 라우터 기본 인터페이스 정보를 수신한 BB 는 Decision(DEC)메시지를 이용하여 QoS 보장을 위한 기본 Setup 정보를 라우터로 송신하고 라우터는 수신한 QoS 정책을 기반으로 인터페이스를 세팅한다.

한편, 위와 같이 QoS 보장을 위한 Diff-Serv 망의 기본 세팅 작업이 완료되면, HDTV 서버는 Admission Control 프로토콜을 이용하여 BB 와 SLA 계약을 맺기 위한 SLAR 메시지를 전송한다. BB 는 라우터의 인터페이스 정보와 HDTV 서버가 요청한 SLA 를 비교하여 HDTV 서버가 요청하는 자원 및 QoS 서비스를 지원 가능 여부를 판별한 후 가능하다면 HDTV 서버에게 ACK 메시지를 전송한다.

마지막 과정은 사용자로부터 HDTV 서비스를 요청 받은 HDTV 서버는 Resource Allocation Request(RAR)메시지를 이용하여 처음 SLA 계약 시 맺은 대역폭을 초과하지 않는 범위의 서비스 대역폭 및 목적지(사용자) 주소를 BB 에게 전송한다. HDTV 서버로부터 RAR 메시지를 수신한 BB 는 HDTV 서버가 위치한 에지 라우터에 HDTV 서버로부터 특정 목적지 주소로 가는 패킷을 EF 클래스로 처리할 수 있도록 마킹하라는 Policy 정보를 전송한다.

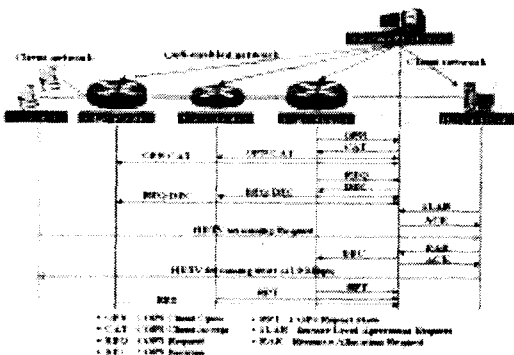


그림 2. COPS Signaling Flow

3.2 Bandwidth Broker/Router

본 논문에서 구현한 BB 및 라우터의 기본 구조는 그림 3 과 같다. BB 는 사용자의 SLA/RAR 요구사항에 대하여 자신이 관장하는 라우터의 잉여자원(대역폭)을 기반으로 연결 수락 여부를 결정하는 PDP(Policy Decision Point)부분과 사용자 및 라우터, 네트워크 정보등을 저장하는 Database 그리고 COPS, Admission Control, DB 등을 처리하는 각종 인터페이스로 구성된다. COPS 프로토콜을 통하여 전송된 라우터 인터페이스 정보와 HDTV 서버로부터 전송된 SLA/RAR 정보는 기본적으로 DB 에 저장된다. PDP 로부터 결정되어 라우터에 전송된 Decision 정보 또한 DB 에 저장된다. Decision 정보를 DB 에 저장하는 이유는 이미 Decision 정보에 의해 세팅된 라우터가 불특정 이유로 재부팅되거나 재세팅이 필요한 경우에 최초로 내려진 Decision 정보를 필요로 하기 때문이다.

라우터의 경우는 에지/코어에 관계없이 모든 라우터는 COPS 프로토콜을 처리하는 PEP(Policy Enforcement Point)와 트래픽 조절 기능을 담당하는 ALTQ 그리고 라우터 자원 현황을 모니터링 하는 기능 등으로 구성된다.

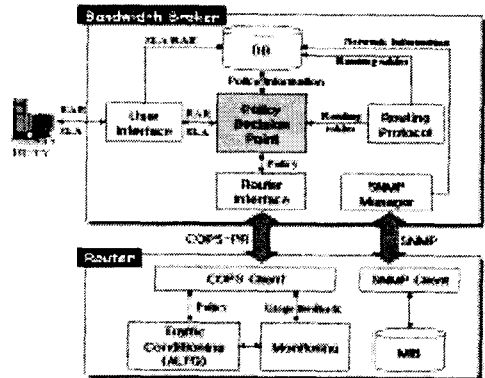


그림 3. BB 및 Router Architecture

3.3. 큐잉 및 트래픽 조절기(ALTQ)

본 논문에서는 에지 라우터의 큐잉을 위하여 Priq(우선 순위 큐)를 사용하였다. Priq 에서 유입되는 트래픽은 이미 정해진 우선 순위 중의 하나로 분류된다. 각각의 우선 순위 에 따라 논리적인 큐를 가지고, 상위 우선 순위 큐가 비워져 있는 상황에서만 하위 우선 순위 큐의 서비스가 가능하게 된다. 각각의 큐는 FIFO 큐와 동일한 방법으로 동작하지만, 우선 순위 종류 마다

논리적인 큐를 유지해야 한다는 복잡도가 추가된다. 그림 4는 Priq 동작 방법을 보여준다[6].

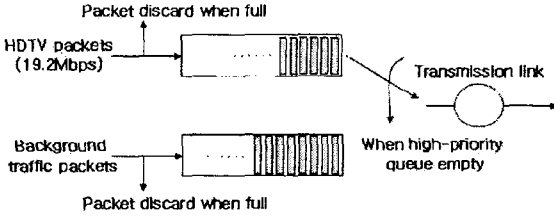


그림 4. Priq 동작 알고리즘

트래픽 조절기능(classify, meter, mark, shape, drop)을 위하여 본 논문에서는 ALTQ 프로그램을 이용하였다. PDP로부터 QoS 정책을 수신한 라우터의 PEP는 ALTQ 때문에 수신 정보를 전송한다. 트래픽 조절기능을 위하여 사용한 ALTQ는 interface, class, conditioner, filter 명령어로 구성된다[6].

그림 5는 PEP로부터 ALTQ에 전송된 정책 정보가 라우터에 세팅된 모습이다. 그림에서 보는 것과 같이 class 명령어를 이용하여 라우터의 특정 인터페이스(fxp1)에 Priq를 적용하며, 필터 명령어를 이용하여 패킷의 TOS 필드부분이 0xb8로 마킹된 패킷에 대해서 EF 클래스로 서비스 한다는 것을 전송한다. 이러한 class, filter 명령어는 Diff-Serv 망의 내부의 모든 라우터에 동일하게 전송되는 명령어이다. conditioner 명령어는 QoS를 보장할 패킷에 대한 명령 즉, 실제적인 트래픽 조절 기능을 세팅하기 위하여 필요한 명령어이다.

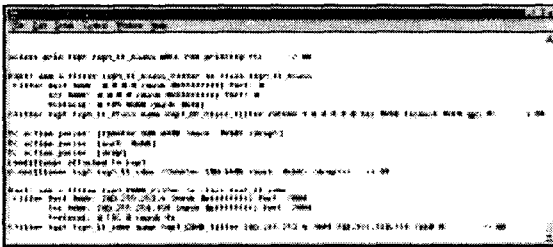


그림 5. PDP 정책정보가 에지 라우터에 세팅된 모습

IV. QoS 실험 및 결론

인터넷 QoS 보장 테스트를 위하여 BB를 비롯한 Diff-Serv 망을 구현하고, QoS 보장을 위해 필요한 Policy 정보를 전송하기 위하여 COPS 프로토콜과 HDTV 서버와 BB 사이의 Admission Control을 위한 프로토콜을 구현하

였다. 구현된 Diff-Serv 망을 이용하여 백그라운드 트래픽을 발생시킨 상태에서 EF 서비스로 QoS가 보장되는 EF 서비스와 QoS 보장이 불가능한 BE 서비스를 시연하였다. QoS 보장 테스트를 위하여 사용된 컨테츠로 19.2Mbps 대역폭을 필요로 하는 HDTV 스트리밍 서비스를 이용하였다. 10/100Mbps 처리 용량의 PC 기반 라우터로 구성된 Diff-Serv 망에 30Mbps 용량의 EF 서비스(0xb8 마킹)등의 Policy를 COPS 프로토콜을 이용하여 전송하고 그 차이를 테스트 하였다. EF 클래스로 서비스는 받는 클라이언트의 경우는 백그라운드 트래픽이 발생하더라도 Diff-Serv 망의 라우터들이 19.2Mbps의 대역폭을 보장하여 고품질의 서비스를 제공하지만 BE 서비스를 받는 다른 클라이언트의 경우는 백그라운드 트래픽이 커질수록 전송이 지연되거나 아예 연결이 끊어지는 경우가 자주 발생하였다.

본 논문에서는 Intra Domain에서의 QoS 테스트를 목적으로 하였으나 궁극적으로 Inter Domain까지 확장하기 위하여 서로 다른 망 사이의 SLA 계약등을 위한 BB 사이의 시그널링과 테스트베드를 구성하여 테스트해야 할 것이다. 또한 IPv6 패킷에 대한 QoS 보장을 위하여 IPv6 헤더의 DSCP 코드를 EF 및 AF 서비스가 가능하도록 마킹하고, IPv6 기반의 Diff-Serv 망을 구성하여 본 논문에서 수행한 테스트과정을 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services," *RFC 2475*, Dec. 1998.
- [2] 홍석원, 장재준, "인터넷 QoS 모델," NetManias White paper, <http://www.netmanias.com>
- [3] Hyun Joo Kang, Hee Sung Chae, et al., "The Implementation of Service Level Specification Protocol Between VoDServer and Bandwidth Broker," *SoftCom2003-submission*, Oct 2003.
- [4] D. Durham et al., "The COPS(Common Open Policy Service) Protocol," *RFC 2748*, January 2000.
- [5] K. Chan et al., "COPS Usage for Policy Provisioning," *RFC 3084*, March 2001.
- [6] 김지연, 정유현, "IPv6 망에서 차등 서비스에 대한 실험," 차세대 통신소프트웨어 학술대회는문집, 2002.