QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 IP/MPLS 망에서의 Multiple Virtual Network 구성

김해선° 김영탁
영남대학교 대학원 정보통신공학과
sunni@yumail.ac.kr°, ytkim@yu.ac.kr

Multiple Virtual Networking on IP/MPLS Network for QoS-guaranteed DiffServ provisioning

Haesun Kim° Youngtak Kim
Dept. of Information & Communication Engineering, Graduate School, YeungNam Univ.

요 약

본 논문에서는 IP/MPLS 망에서 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 Virtual Networking 구조를 제안한다. 제안한 구조에서는 멀티미디어 단말장치와 PE(Provider Edge) 사이에서 RSVP-TE를 이용한 signalling을 통해 연결설정을 요청하고 PE에서 CAC(Call Admission Control)가 이루어질 수 있도록 한다. 또한 provider network에서 일반 가입자에게 QoS 보장형 차별화 서비스를 제공해줄 수 있도록 Multiple Virtual Network을 구성하며, class-type별로 차별화된 virtual network을 구성하기 위해서 L-LSP를 PE간에 full-mesh 형태로 설정한다. 본 논문에서 제안한 Virtual Networking을 통하여 망 사업자는 보다 효율적으로 망을 관리하며, 통신망 자원의 이용율을 극대화시키고 사용자들에게 QoS 보장형 차별화 서비스를 제공해주는 것이 가능하다.

1. 서 론

차세대 인터넷에서는 여러 종류의 traffic이 모두 IP 기반의 광대역 통신망을 통해 전달되게 되므로 이들 traffic들에 대하여 특성에 맞는 전달기능을 차별화 하여제공해주는 것이 반드시 필요하다. 각 유형별(class-type) QoS(Quality of Service)를 차별화 시켜 제공하는데 있어 Diffserv-aware-MPLS 망이 적합하다. MPLS(Multi- Protocol Label Switch) 망은 LSP를 바탕으로 하여 각각의 traffic 특성에 맞도록 traffic engineering을 하는 것이 가능하기 때문이다.

본 논문에서는 DiffServ-aware-MPLS 망에서 end-to-end QoS를 제공하기 위한 구조를 제안한다. 그리고 Multiple Virtual Network을 설명하고 이를 통해 여러 종류의 traffic들을 class-type으로 구분하여 각각의 traffic의 특성에 맞는 Differentiate service를 제공하기 위한 방안을 제시한다.

2. 관련 연구

DiffServ(Differentiated Service)는 사용자 응용 서비스의 종류나 사용자 등급 등에 따라 차별화된 서비스를 제공하고, 각 서비스로부터의 traffic에 차별화된 우선순위 및 패킷 처리 방식을 지정한다. 현재 IETF의 DiffServ 모델에서는 traffic을 크게 NCT, EF, AF, BF로 분류하고, 우선순위를 서로 다르게 지정할 수 있다. DiffServ 기능을 지원하기 위해서는 PE(Provider Edge) 라우터에 traffic classification, metering/ marking 및 queuing/ scheduling의 기능이 필요하다. Traffic이 망으로 들어오면 우선 IP header의 여러 field들을 바탕으로 traffic이 어느 class-type에 속하는지 알아낸 후 그 정보를 IP packet header의 DSCP field에 marking 한다. 그리고 각 class-type별로 queue에 대기하고 있다가 scheduler에 의해 전송된다[1].

DiffServ 모델에서 P(Provider) 라우터에서는 들어오는 traffic에 대하여 DSCP field를 통해 class-type을 확인하고 각 class-type마다 정의되어 있는 PHB(Per Hop Behavior)에 따라 traffic을 처리한다. 그러므로 P 라우터에서도 차별화된 서비스를 제공하기 위하여 queuing 및 scheduling이 필요하다.

차별화 서비스를 제공하기 위한 DiffServ-aware-MPLS TE는 IETF에서 표준화하였다. DiffServ-aware-MPLS TE 모델에서는 DiffServ를 MPLS 망에 적용하는 방안을 제안하고 있다[2-4]. DiffServ-aware-MPLS TE 모델에서는 DiffServ와 같이 PE에서 classifier, meter/marker, scheduling을 거친다. DiffServ -aware-MPLS TE 모델에서는 classifier를 거친 traffic을 LSP로 전송하는 방식을 기준으로 크게 두 가지의 LSP로 분류할 수 있다. 하나는 E-LSP(EXP-inferred-LSP) 방식이고 다른 하나는 L-LSP (label-only-inferred LSP)이다. E-LSP에서는 여러 class-type의 traffic들이 하나의 LSP를 통해 전송된다. 이러한 방식은 VPN (Virtual Private Network) service에 적합하다.

하지만, 일반 사용자들에 대해 service를 할 경우에는 목적지가 하나로 고정되어 있지 않고, 목적지에 따라 class-type이 구분되는 경우가 대부분이기 때문에 E-LSP 방식을 이용하기보다는 L-LSP 방식을 이용하는 것이 더 좋다. 이에 관한 자세한 내용은 3장에서 언급하기로 한다.

3. QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 Multiple Virtual Networking

3.1 QoS 보장형 차별화 서비스 제공 구조

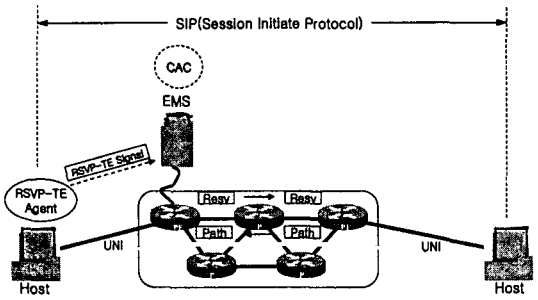
DiffServ-aware-MPLS 망에서 end-to-end QoS 보장형 차별화 서비스를 제공하기 위한 구조는 (그림 3-1)과 같다.

End-to-end QoS 보장을 위해 host들 간의 session 연결은 SIP(Session Initiate Protocol)을 이용한다. 그리고 망 자원을 할당받기 위하여 UNI(User-Network Interface) 구간에서 RSVP-TE signalling을 이용한다. PE 라우터가 RSVP-TE signalling을 통해 자원 할당 요청을 받으면 CAC(Call Admission Control) 기능을 통해 자원 할당 요청에 대한 처리를 한다.

CAC는 먼저 어떠한 class-type의 traffic이 대한 자원 요청인지를 파악하고 사용자와의 SLA(Service Level Agreement)를 기준으로 요청을 받아들일 수 있는지 결정한다. 그리고 SLA를 위반하지 않는 경우 중계망으로 RSVP-TE signalling을 보내어 L-LSP를 설정한다. 그리고 그에 대한 응답을 받으면 CAC에서 다시 host로 연

결 설정에 대한 응답을 보낸다.

위와 같은 과정을 통해 end-to-end로 QoS를 보장할 수 있게 된다. 이 때, UNI 구간의 MPLS 지원여부에 따라 연결 설정을 크게 2가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 UNI에서 MPLS가 지원되지 않는 경우로 대부분이 여기에 속한다고 볼 수 있다. 이 경우 QoS 보장을 위한 연결은 PE-to-PE로 설정이 되고 UNI에서는 일반적인 인터넷 접속망을 통해서 traffic이 전송된다. 하지만 UNI에서 MPLS가 지원이 되는 경우에는 end-to-end로 QoS 보장을 위한 연결을 종단간에 설정할 수 있다.



(그림 3-1) QoS 보장형 차별화 서비스 제공 구조

3.2 차별화 서비스 및 SLA 서비스 유형 정의

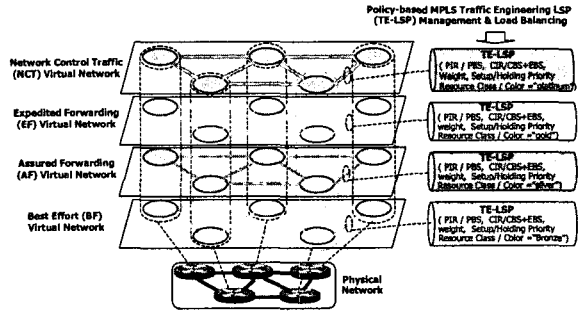
차별화 서비스를 제공하기 위한 DiffServ-aware- MPLS 서비스 구조에서는 사용자 IP주소 영역, 포트 영역, 프로토콜 유형에 따라 차별화 된 서비스를 제공한다. QoS 보장형 차별화 서비스란 각 사용자가 요청하는 대역폭이나 delay, jitter, relability 등을 종단간에 서비스의 우선순위에 따라 차별화하여 보장하는 방법으로 기존의 best-effort 방식이 아닌 차별화 서비스를 제공하는 방식이다. 차별화 서비스를 제공하기 위하여 DiffServ-aware-MPLS ingress router는 각 사용자 구내망으로부터의 패킷을 SLA에서 지정한 트래픽 유형에 다라서 구분하여 MPLS 레이블 및 EXP 필드로 표시하여 각 유형에 따라 지정된 처리를 한 후 core router로 전송하게 된다. 이들 패킷을 받은 core router는 DiffServ-aware-MPLS egress rouer까지 LSP를 통해 전송하고, DiffServ-aware-MPLS egress router는 해당하는 목적지 host에게 전송하게 된다.

SLA는 사용자와 서비스 공급자간의 트래픽 유형별 class-type 정의 및 각 class-type별 연결설정 파라메터와 QoS에 대한 사전 약속이다. 즉, SLA를 통해서 일반적으로 사용자가 받고자하는 서비스의 종류와 관련 파라메터들을 정의할 수 있다. SLA/SLS에서 규정하는 QoS 관련 정보는 IP 주소(Source IP address, Destination IP address), 포트 번호, DSCP 등에 따라서 패킷의 class-type을 구분하며, CIR(Committed Information Rate), Bc(Conformed burst size), Be(Extended burst size) 등이 규정되고 이에 따라 전송률 등을 달리하여 차별화 된 서비스를 제공하게 된다. 그러므로 망 관리자 혹은 정책 관리자는 각 사용자에게 SLA에 따라서 적절한 서비스를 제공해주게 된다.

3.3 Multiple Virtual Networking 개념

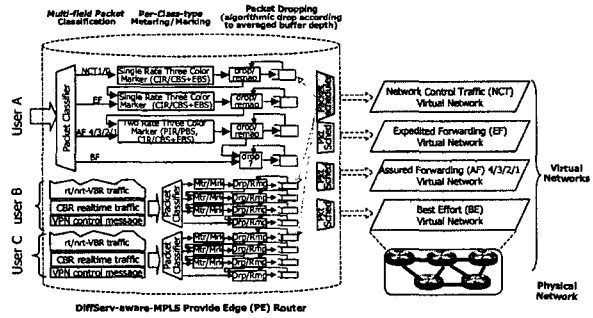
Multiple Virtual Network은 일반 사용자들의 traffic에 대해 class-type별로 QoS를 제공해주기 위한 방안이다. VPN service와 달리 일반 사용자들은 그 목적지가 다양하기 때문에, source-destination 쌍마다 LSP를 설정하여 QoS를 제공하는 것은 scalability에 큰 문제가 된다. 그보다 사용자에 관계없이 traffic을 class-type에 따라 구분하고 그에 맞는 QoS를 제공해주는 것이 좋다. (그림 3-2)는 Multiple Virtual Networking의 개념을 잘 보여준다. Multiple Virtual Network은 PE간에 full-mesh로 설정된 virtual leased line을 이용하여 각 class-type마다 각각 network이 있는 것처럼 구성하여 사용하는 것으로 각 class-type별 QoS를 보장하기 쉽고 resource utilization 측면에서도 장점을 가진다. 앞서 언급한대로 본 연구에서는 virtual leased line으로 DiffServ-aware- MPLS TE 모델에서의 L-LSP를 이용한다.

(그림 3-2)에서 보는 바와 같이 하나의 IP/MPLS physical network에 여러 개의 Virtual Network을 구성한다. 각 Virtual network을 구성하고 있는 L-LSP는 class-type별 QoS를 보장하기 위해 bandwidth, delay, protection mode 등에서 서로 다른 특성을 가진다. 예를 들어, NCT인 경우 1+1 또는 1:1의 protection mode를 가지지만 AF의 경우 M:N의 prtection mode를 가지도록 설정할 수 있다.



(그림 3-2) Multiple Virtual Network 개념도

Multiple Virtual Network을 통해 전송되는 traffic은 먼저 packet classification을 통해 어느 class-type에 속하는지 결정되며 사전에 정해진 traffic parameters에 따라 Meter/Marker를 거친다. Meter/Marker를 거친 패킷은 class-type 및 destination address 등에 따라 어느 Virtual Network의 어느 LSP로 전송되게 될지가 결정되게 되어 queue에서 대기하게 된다. 또한 Multiple Virtual Network에서는 각 LSP별로 queue를 여러 개 두어 각 queue를 특정 user group에 할당할 수 있다. 즉, 동일한 class-type의 traffic이더라도 그 traffic이 속한 user group에 따라 서로 다른 priority를 가지고 Virtual Network으로 전송되면서 차별화된 service를 받을 수 있다. 이러한 service를 위한 PE router에서의 내부 기능은 (그림 3-3)과 같다.



(그림 3-3) DiffServ-aware Packet Processing at Edge Routers

4. Multiple Virtual Network 구성 및 관리

4.1 CSPF 알고리즘을 이용한 path 설정

Multiple Virtual Network을 구성하기 위하여 먼저, virtual leased line인 LSP를 구성하여야 한다. Virtual Network을 위한 LSP를 설정할 때, source-destination이 동일하더라도 LSP를 지나는 traffic의 class-type에 따라 path가 달라질 수 있다. 그것은 class-type에 따라 LSP 설정 시 요구되는 parameter들(bandwidth, delay, jitter, packet loss 등)이 다르기 때문이다. 이렇게 network의 상태에 대한 정보뿐만 아니라 bandwidth, delay 등의 조건을 고려하여 최적의 path를 찾기 위해서는 CSPF (Constrained-based Shortest Path First) 알고리즘을 사용하여야 한다.

4.2 Meter/Marker 정책 설정

Virtual Networking을 위한 LSP에 대한 설정이 모두 끝난 이후에는 Multiple virtual Network에 대한 정책을 결정하여야 한다. 결정한 정책은 PE router의 Meter/Marker와 Scheduler를 통해 network에 적용할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 정책에서는 Meter 기능은 사용하지 않고 Marker 기능만을 사용하고 있다. 하지만, 만약 SLA/SLS에서 정의한 협약을 넘어서는 traffic에 대해서는 모두 drop을 하는 것이 망관리 정책이라면 이에 맞게 violate-action을 drop으로 정의할 수 있다.

4.3 Scheduler 설정

특정 포트를 통해 여러 class-type의 traffic이 전송되므로 각각의 class-type에 따라 정의한 SLA정보를 이용하여 Scheduler를 설정한다. 이 때, 정의하는 scheduler는 hierarchical 하게 설정한다. NCT, EF는 다른 traffic에 비해 높은 priority를 가지고 우선적으로 전송될 수 있어야 하며, AF traffic들 간에는 일정 rate을 가지고 scheduling이 될 수 있도록 설정한다. 이 때, 망 관리자가 각각의 포트별로 해당 포트를 통해 출력되는 traffic에 대하여 class-type, 이용하는 LSP 종류 및 대역폭 등에 대하여 자세히 알고 있어야 한다.

5. 성능 측정 및 분석

Multiple Virtual Network을 실제로 구성하였을 때 QoS가 보장되는지 확인하기위하여 상용 라우터인 Cisco 라우터로 구성된 test network에서 실험을 하였다. Test network은 KT에서 실험, 실습용으로 구성해둔 KT Small KORNET 망이다[5]. 각 class-type별 SLA는 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1> 각 Class-type별 SLA

	CIR	BC	PIR	BE
NCT	200 Kbps	6250 bytes	No	6250 bytes
EF	300 Kbps	9375 bytes	400 Kbps	9375 bytes
AF	500 Kbps	15625 bytes	650 Kbps	51625 bytes

4장에서 설정한 대로 Multiple Virtual Network을 이용하여 QoS를 보장하기 위해서는 정의한 SLA에 따라서 Meter/Marker 및 Scheduler를 설정하여야 한다. <표 5-1>에서 정의한 SLA를 위한 Meter/Marker 및 Scheduler는 <표 5-2>과 같다.

<표 5-2> Meter/Marker 및 Scheduler 설정

Class-type	DSCP Marking	Bandwidth(kbps)
NCT	56 (only Marking)	500(strict)
EF	40 (only Marking)	600
AF4	32 (only Marking)	400
BF	No Setting (Default 0)	

위와 같이 설정하고, <표 5-3>과 같이 traffic을 발생시킨 후, 수신측에서 측정한 traffic 전송율은 <표 5-4>와 같다.

<표 5-3> 생성한 Traffic

Class-type	1차	2차	3차	4차	5차	6차
NCT	200k	200k	0	0	400k	400k
EF	300k	300k	600k	700k	300k	600k
AF	500k	500k	600k	700k	500k	600k
BF	0	400k	400k	200k	500k	0
Total	1000k	1400k	1400k	1600k	1700k	1600k
Congestion	N	Y	Y	Y	Y	Y

<표 5-4> Throughput

Class-type	1차	2차	3차	4차	5차	6차
NCT	200k	200k	0	0	400k	400k
EF	300k	300k	600k	670k	300k	380k
AF	500k	500k	600k	700k	500k	580k
BF	0	360k	160k	0k	160k	0
Total	1000k	1360k	1360k	1370k	1360k	1360k
Congestion	N	Y	Y	Y	Y	Y

<표 5-3, 5-4>를 통하여 <표 5-1>에서 협의한 SLA가 잘 지켜지고 있음을 알 수 있다. 특히, 5차의 경우를 살펴보면, 가장 우선순위가 높은 NCT는 그 traffic의 양에 관계없이 100% 보장되는 것을 확인할 수 있으며, EF와 AF 또한 규정된 CIR을 잘 준수하면서 traffic이 발생되었기 때문에 모두 통과되는 것을 알 수 있다. 그리고 BF는 다른 class-type의 traffic들이 전송되고 난 이후 남는 대역폭을 이용하여 전송이 되는 것을 확인할 수 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 end-to-end QoS 보장을 위한 서비스 제공 구조와 DiffServ-aware-MPLS 망에서 일반 사용자에게 QoS를 제공하기 위한 Multiple Virtual Network 방안을 제안하였다. End-to-end QoS 보장을 위한 서비스 제공 구조에서는 SIP와 RSVP-TE signalling을 이용한다. SIP는 host-to-host session에 대한 연결을 담당한다. 그리고 UNI에서 RSVP-TE signalling을 통해 CAC를 할 수 있으며, 이를 통해 SLA를 지키며 end-to-end QoS를 보장할 수 있는 연결 설정이 가능하도록 하였다.

Multiple Virtual Network은 구성하는 시점에서 사용자와 서비스 수준을 SLA를 통해 결정하고, LSP 설정을 위하여 CSPF 알고리즘을 이용한다. 또한 사용자와 체결한 SLA 및 망 관리 정책에 따라 Meter/Marker 및 scheduler를 설정한다. 이를 통해 Service Provider는 좀더 쉽게 사용자에게 QoS를 제공해줄 수 있다. 또한 NMS에서 Multiple Virtual Network을 관리하기 위한 기능들이 MPLS network의 기본적인 기능들로 이루어질 수 있음을 보였다.

추후에 본 논문에서 제안한 End-to-end QoS 보장을 위한 서비스 제공 구조에서 host의 RSVP-TE agent와 EMS의 CAC 기능을 구현하여 기능에 대한 시험을 해나갈 계획이다. 또한 Multiple Virtual Network을 관리하기 위한 망 운용관리 기능들에 대해 더욱 구체적으로 정의하고 network load balancing 및 장애와 관련된 연구를 계속해 나갈 계획이다.

6. 참고 문헌

[1]IETF RFC 2475, "An Architecture for Differentiated Services," S.Blake, Dec. 1998.
[2]IETF RFC 3564, "Requirements for Support of Differentiated Services-aware-MPLS Traffic Engineering," F. Le Faucheur, July 2003.
[3]IETF RFC 3031, "Myltiprotocol Label Siwtch Architecture," E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, Jan. 2001.
[4]IETF RFC 3270, "Multiprotocol Label Switching(MPLS) support of Differentiated Services," F. Le Faucheur, L. Wu, B. Davie, May 2002.
[5]Haesun Kim, Young-Tak Kim, "Multiple Virtual Networking on DiffServ-aware-MPLS Network for QoS-guaranteed DiffServ provisioning," Techinical Report, 2004.