

MPLS망에서의 DiffServ를 이용한 QoS 제공 방안

김진무, 박성진, 이병호
한양대학교 전자통신전파공학과
031) 400-4045 / Fax: 031) 416-8847

Supporting QoS with DiffServ of MPLS Networks

Jin Moo Kim, Sung Jin Park, Byung Ho Rhee
Dept. of Electronic Communication & Radio Engineering, Hanyang Univ.
e-mail : jmkim@scann.hanyang.ac.kr

Abstract

Multi-Protocol Label Switching is a comparatively new technology based on the association of labels with routes and the use of labels to forward packets. MPLS can be used for transport of any level 3 protocol over any level 2 technology. Differentiated Services define a model for implementing scalable differentiation of QoS in the Internet. The inherent characteristics of MPLS make it a very good candidate for providing Differentiated Services. In this paper we describe various approaches which can be used to support differentiated services in MPLS environments.

I. 서론

최근 인터넷은 빠른 속도로 성장하고 있고 인터넷 트래픽도 기하급수적으로 늘어나고 있다. 이에 따라 현재 인터넷은 트래픽의 증가에 따른 속도개선과 QoS(Quality of Service)의 보장, Scalability(확장성), 트래픽 엔지니어링(traffic engineering)[1] 등의 필요성이 대두되었다. 짧고 고정된 길이의 레이블을 이용하여 3계층을 거치지 않고 패킷을 전달할 수 있도록 한 기술인 MPLS(Multi-Protocol Label Switching)는 이러한 요구사항에 부합하며 최근에 각광 받고 있다.[2,3] DiffServ(Differentiated Service) 모델은 QoS를 적용하

기 위해 고안된 InterServ 모델의 확장성의 문제를 극복하고 인터넷 백본망에서 적용할 수 있다.[4]

본 논문에서는 이와 같은 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 MPLS와 DiffServ를 고찰하고 QoS를 제공 방안으로 DiffServ를 MPLS에 적용하는 방법에 대해 연구한다.[5-8]

II장에서는 MPLS의 동작 원리와 QoS, 트래픽 엔지니어링에 대해서 기술한다. III장에서는 DiffServ의 구조, DSCP의 구성, 서비스의 종류, Component의 구성에 대해 설명한다. IV장에서는 DiffServ를 MPLS에 적용하는 방법에 대해 제안한다.

II. MPLS

기존 인터넷 망의 라우터에서 포워딩 동작은 각 IP 패킷의 헤더를 검사하여 다음 홉을 결정한 후 다음 홉으로 패킷을 전송하는 방식을 따른다. 이러한 방식은 매 패킷마다 헤더 검사가 수행되어야 하며, 또한 라우팅 경로 내의 모든 라우터에서 수행되어야 하므로 트래픽 처리에 비효율적이다. 이러한 기존 라우터의 전송 방식과 달리 MPLS는 짧고 고정된 길이의 레이블을 이용하여 3계층을 거치지 않고 패킷을 전달할 수 있도록 한 기술이다. 레이블을 이용한 MPLS의 단순한 전달 방식은 기존의 IP 전달 방식에 비해 망에서의 전달 속도를 향상시킨다. 이러한 MPLS의 단순 포워딩 과정은 제 3계층의 스위칭 기능을 결합을 통해 이루어진다.

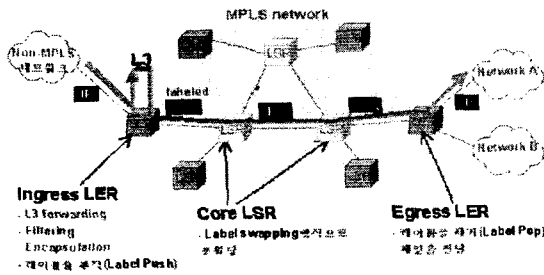


그림 1. MPLS의 동작

MPLS 기술을 검토할 때 부각되는 점은 현재 인터넷에서 요구되고 있는 새로운 기능들의 수요 가능성 여부이다. 이들 요구기술의 대표적인 것으로는 QoS와 트래픽 엔지니어링 기술이 있다. QoS는 앞으로 차세대 인터넷에 반영될 대표적인 기술중 하나이다. 현재의 인터넷은 사용자의 식별 없이 데이터를 네트워크 상태가 허락하는 한 무조건 전송하는 최선형(Best-effort) 서비스만 이용하였으나, 앞으로는 실시간 트래픽 및 상위 등급을 가진 트래픽에 대해 우선적으로 전송 처리를 하는 인터넷 QoS 관련 기술의 적용이 증가할 것이다.

트래픽 엔지니어링은 네트워크 내의 자원을 효율적으로 활용하고 원하는 대로 제어하는데 목적이 있다. 각 호스트들이 라우팅 프로토콜이 찾는 최단 경로로 패킷들을 전송할 때 네트워크의 다른 경로는 이용률이 낮고 한 지점만 패킷이 집중될 수 있다. 이를 핫 스팟(hot spot)이라고 하며, 다른 경로를 통해 전송할 경우 제대로 전송 가능한 상태임에도 불구하고 패킷의 집중으로 인해 혼잡이 발생하여 패킷들이 삭제될 위험이 크다. 따라서 대체 가능한 다른 경로로 패킷들을 분배함으로써 혼잡을 막고 네트워크 내의 자원을 균등하게 효율적으로 활용할 수 있게 된다.

III. DiffServ

DiffServ 모델은 IETF에서 IntServ 모델의 확장성 문제를 보완하고자 서비스의 클래스를 유한 개수로 한정하여 고안하였다. IPv4 헤더에는 TOS(Type of Service) 필드가 정의되어 있으며, 응용은 작은 지연, 높은 수율, 낮은 손실률 등을 나타내기 위해 TOS 필드를 사용하였다. DiffServ는 TOS 필드의 이름을 DS 필드로 재 명명하여 이를 다시 정의하고, PHB(Per-Hop Behavior)라 불리는 일단의 기본적인 패킷 전송 방법을 정의하고 있다. DiffServ는 패킷의 DS 필드를 다르게 표시하고, 이

표시에 따라 패킷을 처리함으로써 몇 개의 차별화된 서비스 클래스를 생성하는 것으로서 기본적으로 상대적인 우선 순위 기법이다.

DSCP(DiffServ Code Point)

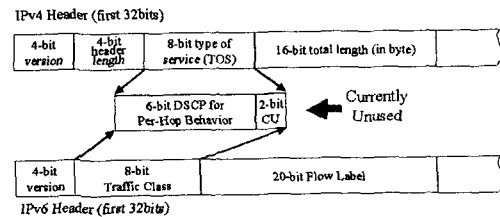


그림 2. DSCP 구성

DiffServ에서 사용되는 Traffic Aggregation 모델은 예측성이 떨어진다는 단점이 있다. Reservation Signaling mechanism, Traffic shaping이 DiffServ에서 없기 때문에 트래픽의 수준은 매우 동적이다. 이러한 이유 때문에 DiffServ에서 특정한 수준의 서비스를 보장하는 것은 매우 어려운 일이 되었다. 따라서 DiffServ에서는 어떤 수준의 서비스를 보장하기보다는 각각의 Aggregation에 대한 규칙에 근거하여 상대적으로 서비스가 제공되도록 한다. 즉 어떤 Aggregation보다 더 데이터를 잘 받거나 못 받도록 하는 것이다.

- Premium Service
 - Low loss, Low delay, Low jitter를 가짐.
 - Peak rate 초과 패킷 폐기, EF(Expedited Forwarding) PHB 이용.
 - Leased Line, Internet telephony, Video Conferencing 등에 응용.
- Assured Service 또는 Olympic Service
 - Best effort 서비스 보다 나은 서비스.
 - 약정 초과 패킷은 더 높은 폐기 확률 부여.
 - AF(Assured Forwarding) FHB 이용.
- Best effort Service
 - DF(Default) PHB를 이용 기존의 Best effort 서비스 실현.

DiffServ Architecture에서는 트래픽에 대한 그룹화 과정을 통하여 되어 같은 aggregation으로 들어가지 전에, 그 aggregation에 속하는 패킷은 반드시 확인이 되어야 한다. 각각의 Aggregation이 서비스를 보장받는 것을 방지하기 위하여 한 명의 사용자가 넣을 수 있는 트래픽 양이 정해져 있다. DiffServ Architecture에서 라우터는

반드시 flow 안의 패킷에 대한 정보를 알고 있어야 하며 필요할 때는 그것을 버틸 수 있어야 한다.

DiffServ Architecture에서는 네트워크의 edge 부분과 core부분에서의 policing과 classifying의 차이에 대해서도 언급하고 있다. 또 DiffServ Architecture에서는 multiple administrative domain간의 관계에 대해서도 정의하고 있다. 그리고 TOS byte에서 새롭게 정의된 DiffServ(DS) field로의 변화에 의해 발생하는 backward compatibility(기존의 것보다도 잘 맞도록 동작할 수 있도록 하는 것)에 대해서도 언급하고 있다.

Component

• Traffic conditioner

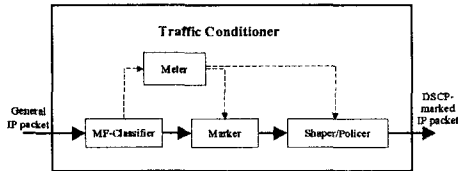


그림 3. Component 구성

Traffic Conditioner

- Classifier

패킷 header 내의 특정 영역들을 참고로 하여 traffic stream으로부터 packet들을 선택.

BA(Behavior Aggregate) Classifier : DS field만을 참고.

MF(Multi-field) Classifier : 다른 여러 개의 field 참고(Source/Destination address field, port field).

- Meter

Classifier에 의해 선택된 packet들을 measuring Measuring.

- Using TSW(Time Sliding Window) : Average rate estimator.

- Using Leaky Bucket Algorithm : Token bucket estimator.

- Marker

Packet header 내의 DS field 값을 특정 codepoint 값으로 설정(DSCP).

- Sharper

Traffic stream을 traffic profile에 맞추기 위해 하나 또는 여러 개의 packet들을 지연.

- Dropper/Policer

Buffer 크기를 0 또는 작은 값으로 설정함으로써

discard policer를 구현.

IV. DiffServ over MPLS

DiffServ와 MPLS를 사용하여 QoS를 보장하는 중단 간 QoS의 구조적 모델을 구현할 수 있다. DiffServ에서는 DSCP(DiffServ Codepoint)에 의해서 패킷의 구분과 패킷의 폐기 우선 순위가 이루어진다. 따라서 DiffServ에서 정의된 동일한 PHB를 LSR이 수행할 수 있도록 해야 한다. DSCP 값은 LSR에서는 볼 수 없기 때문에 DSCP 값은 MPLS 헤더의 값으로 매핑되어야 한다. 이러한 DiffServ의 정보를 MPLS에 전달하는데 두 가지 방법이 제안된다. 첫 번째 방법인 E-LSP (EXP-inferred PSC LSP)는 MPLS Domain내의 한 노드에서 다른 노드로 두 PHB class의 패킷이 전달된다고 할 때 동일한 LSP(즉 같은 label 값)를 통해서 전달되나 EXP 값에 의해서 다른 버퍼에 들어간다.

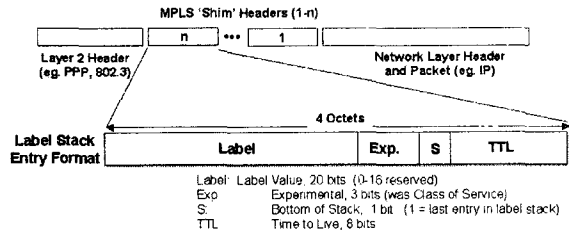


그림 4. Shim 헤더

MPLS의 경우 표준화된 총 32 bits의 레이블 중 20 bits의 레이블 필드와 현재 실험용으로 3 bits의 EXP bits와 1 bit의 Bottom of stack과 8 bits의 TTL로 구성 되어 있다. E-LSP는 단지 MPLS의 EXP 필드를 DiffServ의 DSCP 필드와 매핑한다. 이 방법은 EXP 필드에 의해 8 PHBs의 다른 서비스를 제공하는 것이다.

이 방법의 문제점은 EXP 값은 단지 3 bits로 구성되어 있는데 DSCP는 6 bits 구성되어 있어 8 PHB의 서비스만 제공된다는 점과 shim header를 사용하지 않는 경우 문제가 발생한다. 두 번째 방법인 L-LSP(Label inferred PSC LSP)는 다른 label 값에 의해서 다른 버퍼에 들어가나 폐기 우선 순위는 EXP 값에 의해 결정된다. L-LSP는 label과 FEC 사이에 결속하여 하나의 LSP를 매핑하는 방법이다. 같은 AF 클래스 패킷은 같은 버퍼에 들어간다. 들어간 패킷은 EXP에 의해 8 클래스의 차등화된 서비스를 제공하는 방법이다.

본 논문에서 제안한 시뮬레이션 모델은 그림 5이다. 그 방법은 여섯 개의 L-LSP를 설치하여 Codepoint 앞

의 3bits를 분석해서 여섯 가지의 클래스로 나눈다.

에서는 RSVP를 사용하여 QoS를 제공하는 방안에 대해서 연구하겠다.

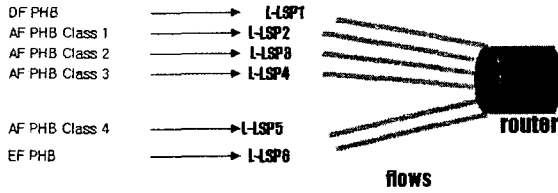


그림 5. 제안된 L-LSP 모델

클래스는 표 1에서 보는 바와 같이 DF PHB 한 가지, AF PHB 네 가지와 EF PHB 한 가지로 L-LSP는 구성된다. 앞의 3bits에 의해 다른 L-LSP로 들어간 후 표 2에서 보는 바와 같이 나머지 3bits로 우선 순위가 결정되어 진다.

| PHB | Codepoint |
|--------------------|-----------|
| DF PHB(L-LSP1) | 000000 |
| AF PHB(L-LSP2 ~ 5) | xxxxxx |
| EF PHB(L-LSP6) | 101110 |

표 1. PHB의 Codepoint

| Drop precedence | Class 1 L-LSP2 | Class 2 L-LSP3 | Class 3 L-LSP4 | Class 4 L-LSP5 |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Low | 001010 | 010010 | 011010 | 100010 |
| Medium | 001100 | 010100 | 011100 | 100100 |
| High | 001110 | 010110 | 011110 | 100110 |

표 2. AF PHB의 Codepoint

그 결과 기존 방법 보다 간단하고 효율적인 인터넷 QoS를 보장할 수 있는 모델을 제안한다.

V. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 속도개선과 QoS의 보장, 확장성, 트래픽 엔지니어링에 효율적인 MPLS와 IntServ의 문제점인 확장성을 극복하고 QoS를 제공하는 DiffServ에 대해서 소개하고 MPLS망에서 DiffServ를 매핑하는 방안에 대해 제안하였다. DiffServ over MPLS는 간단하고 효율적인 인터넷 QoS 모델의 제안이다.

추후 연구는 이와 연계하여 본 논문에서 제안한 DiffServ over MPLS는 망의 중심부에서 사용하고 edge

참고문헌

- [1] Le Faucheur, F, "IETF Multiprotocol Label Switching (MPLS) Architecture", ICATM'98, pp. 6-15
- [2] Internet-Draft, "A Framework for Multiprotocol Label Switching," <draft-ietf-mpls-framework-02.txt>, Nov. 1997.
- [3] E. Rosen and et. al., Multiprotocol Label Switching Architecture, draft-ietf-mpls-arch-02.txt, Jul. 1998.
- [4] Y. Bernet, et. al., A framework for Differentiated Services, <draft-ietf-diffserv-framework-00.txt>, May, 1988.
- [5] Shahram Davari, MPLS Support of Differentiated Services over PPP links, <draft-davari-mpls-diff-ppp-00.txt>, April, 1999.
- [6] Liwen Wu, MPLS Support of Differentiated Services by ATM LSRs and Frame Relay LSRs, <draft-ietf-mpls-diff-ext-01.txt>, December, 1999.
- [7] Ilias Andrikopoulos, "Supporting Differentiated Services in MPLS Networks", IWOoS'99, pp. 207-215.
- [8] Zhigang Jing, "Supporting Differentiated Services in MPLS-Based ATM Switches", APCC/OECC'99, vol . 1, pp. 91-93.