

MPLS 네트워크 시뮬레이터를 이용한 MPLS-DiffServ 설계 및 성능평가

김지은*, 이귀상
전남대학교 전산학과

전화 : (062) 530-0147 / 팩스 : (062) 530-3439

Design and Performance Evaluation of MPLS-DiffServ using MPLS Network Simulator

Ji Eun Kim, Guee Sang Lee

Department of Computer Science, Chonnam National University
E-mail : jekim@cs.chonnam.ac.kr, gslee@chonnam.chonnam.ac.kr

Abstract

As Internet users and network traffics are explosively increased, many researches have been done to provide fast and guaranteed Internet services. The results of these efforts are Multiprotocol Label Switching(MPLS) and differentiated service(Diff serv) emerging as a next generation backbone network.

In this paper, we make a research on gearing (or interworking) two technology needed to support end-to-end QoS and explain sequential procedure. And we simulate the L-LSP/E-LSP proposed by Working Group of IETF to be deployed to the DiffServ module which is implemented based on the MPLS network simulator and analyze the performance of the simulation result.

I. 서론

최근 인터넷 사용자와 호스트의 폭발적인 증가에 따라 IP 트래픽이 기하급수적으로 늘어나고 있다. 앞으로 다양한 멀티미디어 및 실시간 서비스에 대한 수요 증가를 충족시키기 위하여, IP라우터의 처리 능력 향상과 더불어 다양한 특성을 갖는 서비스에 대한 QoS를

보장해 줄 수 있는 방안을 필요로 하고 있다.

MPLS(Multi-Protocol Label Switching)는 인터넷에서 속도, 확장성 그리고 서비스제공 능력을 향상시키기 위한 기술로 IETF(Internet Engineering Task Force)를 중심으로 표준화가 진행중이다[1]. MPLS는 기존의 IP 전송 방식인 longest prefix match 방식을 사용하지 않고 MPLS를 인식하는 인접 라우터 또는 스위치 사이에 약속된 레이블을 사용하여 IP 전송을 수행한다.

또한 현재 인터넷 서비스는 서비스 요구 품질에 대한 차별화 없이 best-effort 서비스만을 지원해 왔다. 물론 기존의 IP 헤더에 서비스 형태를 지정하는 ToS (Type of Service)옥텟이 존재하지만 기존 라우터들이 거의 사용하지 않는 실정이다. 인터넷상의 서비스 품질보장을 위한 연구로 IETF의 RSVP/IntServ[2]와 차별화된 서비스(Differentiated Services or DiffServ)[3]가 있다.

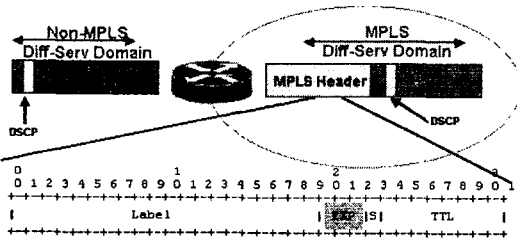
본 문서에서는 인터넷에서 QoS를 제공하기 위한 두 가지 모델 중 DiffServ 모델을 MPLS에서 수용하는 방안을 제안한다. 결과적으로 초고속 전송뿐만 아니라, 묶음(aggregated) 플로우별로 차별화된 스케줄링과 드롭 확률을 제공할 수 있었다.

먼저 2장에서는 MPLS-DiffServ 망 구성과 그에 따른 흐름모델을 제시하고 3장에서 이를 구현한 시뮬레이션의 성능분석을 수행하였다. 마지막으로 결론을 맺는다.

*본 연구는 2000년도 부처한국21사업 핵심분야에 의하여 지원되었음

II. MPLS-DiffServ 흐름 절차

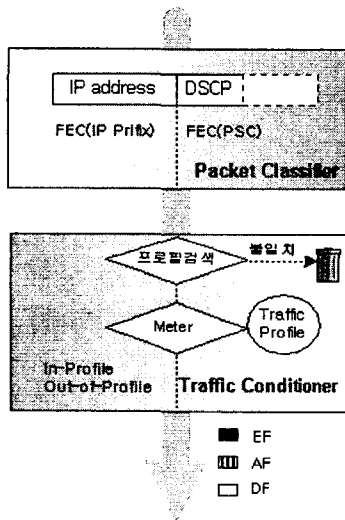
(그림 1)과 같이 두 DiffServ영역 사이의 MPLS 영역에서 종단간 DiffServ 제공하기 위해서는 추가적인 메카니즘이 필요하다. 본 절에서는 MPLS-DiffServ의 패킷 처리 절차를 단계별로 살펴본다.



(그림 1)MPLS-DiffServ 망구성 및 MPLS Shim 헤더

-1단계

수신된 패킷은 패킷분류기(Packet Classifier)에 의해 <소스주소/포트, 목적지주소/포트, DSCP> 등을 기준으로 동일포워딩등급(FEC)을 구성하게된다. 본 논문에서는 (그림 2)에서 볼 수 있듯이 목적지 주소와 DSCP 정보를 이용하여 동일하게 처리되어야 할 패킷들을 분류한다.



(그림 2) 패킷분류기, 트래픽 제어기

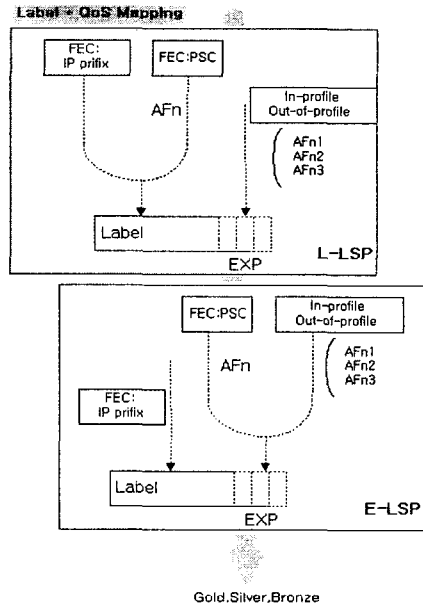
각 전송 노드에서 DSCP는 각 패킷에 해당하는 드롭 확률과 큐잉 처리 등을 결정하는 PHB(Per Hop Behavior)를 선택하는데 사용된다. 분류된 패킷들은 사전

에 협약된 내역(Service Level Agreement :SLA)에 맞게 수신되고 있는지 알기 위해 트래픽제어기(Traffic Conditioner)가 필요하다. 특히 측정기(Meter)는 트래픽 프로파일(Traffic Profile)과 비교하여 적절하게 수신되고 있다면 In-Profile로 그렇지 못하다면 Out-of-Profile로 체크한다.

-2단계

DiffServ의 DSCP는 IP 패킷 헤더에 있는 정보인데 일단 MPLS망으로 진입하게되면 (그림 1)과 같이 IP 패킷은 shim 헤더로 인캡슐화 되기 때문에 DiffServ의 정보를 shim 헤더에 인코딩 시켜야만 MPLS에서 이를 인지할 수 있어 차별화된 서비스를 제공할 수 있다.

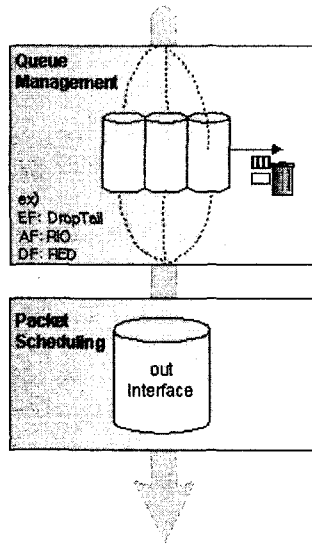
1단계에서 목적지와 서비스 단위로 묶여진 패킷들은 '레이블과 QoS 매핑 모듈'을 통하여 shim 헤더로 인캡슐화된다. (그림 3)에서 보듯이 인캡슐화 시키는 방식은 크게 두 가지가 있다. 패킷들 여러 묶음을 3bit의 EXP에 표시하고 하나의 LSP로 매핑하는 E-LSP(Exp-Inferred-PSC LSP)방식과 하나의 패킷 묶음에 대해 하나의 LSP를 매핑하는 L-LSP(Label-only-inferred-PSC LSP)방식이 있다. L-LSP는 모든 PHB를 위한 표현이 가능하지만 그 만큼 레이블 소모가 많고, E-LSP는 최대 8개의 PHB만을 지원하지만 유지비용이 덜 드는 방식이다. 어떤 방식을 쓰느냐 특히 E-LSP에서 어떤 PHB를 지원할 것이냐는 서비스 밴드의 입장에 따라 달라진다[4].



(그림 3) 레이블과 QoS 매핑

-3단계

목적지와 서비스로 묶인 패킷들은 레이블만 봐도 어느 곳으로 전달될 지는 알 수 있다. 하지만 실제로 차별화된 서비스를 받는다는 것은 동일 경로상의 패킷들이 서로 다른 드롭확률 갖고 있고, 다른 큐 서비스를 받고자 할 때 그것을 가능하게 해줘야 한다는 것을 의미한다. (그림 4)는 큐 관리기법과 패킷 스케줄링의 과정을 보여준다. 예를 들어 EF(Expected Forwarding) 서비스[5]는 적은 지연, 손실, 지터를 갖는 서비스 특징을 가지며, 이는 도착률을 출발율보다 크거나 같게 하여 달성할 수 있다. AF(Assured Forwarding)[6] 및 DF(Default Forwarding) 서비스는 지연이나 지터보다는 Throughput에 민감한 서비스로 정의될 수 있고 RIO 또는 RED 방식을 이용해서 구현될 수 있다.



(그림 4) 큐 관리, 패킷 스케줄링

III. 시뮬레이션 설계 및 성능평가

3.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 도구는 버클리대학의 UCB/LBNL/VINT에서 개발한 Network Simulator-ns (version 2.1b5)에 [7], LDP 기능을 확장한 MNS(MPLS network simulator)[8]을 이용하여, Linux redhat 6.2 시스템을 기반으로 실험하였다.

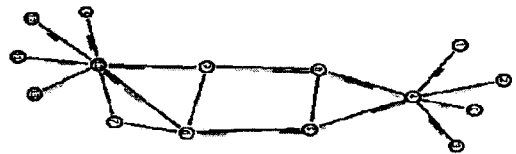
네트워크 토폴로지는 (그림 5)와 같이 7개의 경유노드와 각각 4개의 소스, 목적 노드가 있는 모델이고, 각 경유노드간 링크는 1Mb의 대역폭을 갖는다. 각 소스노드에서 발생하는 플로우(1-4)들은 CBR 형태의 트

래픽이다.

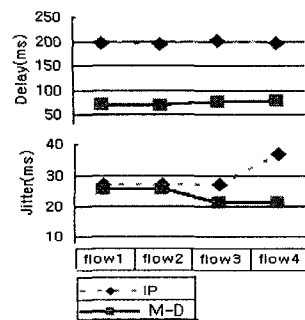
3.2 시뮬레이션 및 성능 분석

-시나리오 1 (L-LSP를 이용)

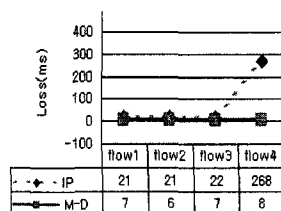
IP망에서는 항상 최단거리로 트래픽을 보내기 때문에 소스와 목적지가 동일한 트래픽이 많을 경우 한 경로만으로 트래픽이 몰려 혼잡(Congestion)이 발생할 가능성이 크며 링크의 비효율성 또한 초래하게 된다. 하지만 MPLS에서는 다수 패스로 트래픽 전달이 가능하며 L-LSP방식을 이용하여 트래픽 별로 서로 다른 LSP로 전송할 경우 이러한 문제점을 극복할 수 있다. (그림 5)는 분리된 LSP로 트래픽이 전송되는 상황을 보여주며, (그림 6)과 (그림 7)은 기존 IP망과 비교하여 MPLS-DiffServ의 성능을 지연(Delay), 지터(Jitter) 및 패킷 손실(Loss)를 이용하여 성능 비교한 것이다.



(그림 5) L-LSP 방식 MPLS-DiffServ setup



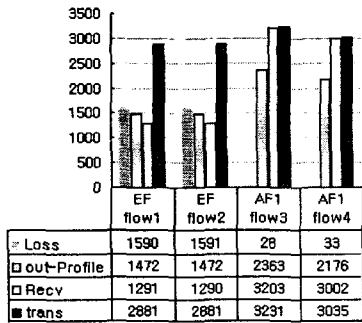
(그림 6) 분할 LSP를 이용한 트래픽 전송시 IP망과 MPLS-DiffServ망의 Delay와 Jitter 비교



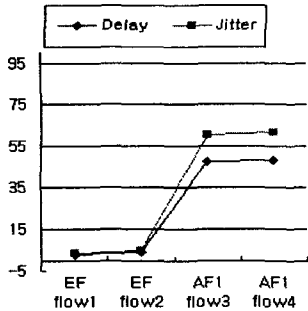
(그림 7) 분할 LSP를 이용한 트래픽 전송시 IP망과 MPLS-DiffServ망의 packet loss 비교

-시나리오 2 (E-LSP를 이용)

2장에서 설명했듯이, E-LSP 방식은 하나의 LSP로 여러 PHB를 요구하는 트래픽을 전송하기 위한 방식이다. 본 실험에서는 (플로우 1)과 (플로우 2)는 EF 서비스로, (플로우 3)과 (플로우 4)는 AF1 서비스로 전송 되도록 하였다.



(그림 8) E-LSP방식의 MPLS-DiffServ setup: 단일 LSP상으로 트래픽 전송시 각 플로우 특성 측정



(그림 9) E-LSP방식의 MPLS-DiffServ setup: 각 플로우의 Delay, Jitter 비교

(그림 8)은 실험 결과를 나타낸 것으로, 소스노드에서 전송된 총 패킷수(trans), 목적노드에서 수신한 총 패킷수(recv), 전송 중 Out-of-Profile로 분류된 패킷의 수(out-profile), 전송 중 손실된 패킷수(loss)를 플로우 별로 보여준다. 그리고 (그림 9)는 플로우들의 지연(Delay)과 지터(Jitter)의 값을 보여준다.

여기에서 EF 트래픽을 나타내는 (플로우 1)과 (플로우 2)의 경우 낮은 지연과 낮은 지터 값을 갖지만 트래픽 프로파일에서 벗어난 트래픽은 모두 손실됨을 알 수 있다. 반면 AF 트래픽은 out-of-profile 트래픽을 버퍼로 지연시키기 때문에 전체적인 throughput은 좋지만 지연과 지터 값은 커짐을 확인할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문은 종단간 QoS서비스 지원을 위해 필수적으로 요구되고있는 MPLS망에서 DiffServ 연동에 관한 연구를 수행하고 그에 따른 흐름절차를 소개하였다.

또한 [4]에서 제안된 L-LSP방식과 E-LSP방식을 MPLS 네트워크 시뮬레이터를 기반으로 구현한 MPLS-DiffServ에 적용하고 성능을 분석하였다.

본 논문에서는 언급하지 않았지만 MPLS-DiffServ를 위해서는 LSP를 설정하기 위한 프로토콜인 LDP의 확장[9]이 필요하다. DiffServ TLV와 이를 이용한 자원 할당 및 에러 체크 기능이 추가된다면 보다 완전한 성능을 볼 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1]R. Callon et al., "A Framework for Multiprotocol Label Switching",September 1999
 [2]R.Braden et al., "Integraed Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC 1633, June 1994
 [3]S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Services", RFC2475, December 1998
 [4]Francois et al., "MPLS Support of Differentiated Services", August, 2000
 [5]V. Jacobson et al., "An Expedited Forwarding PHB", RFC 2598, June 1999
 [6]K. Heinanen et al., "Assured Forwarding PHB Group", RFC 2597, June 1999
 [7]Http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns/. UCB/LBNL/VINT Network Simulator -s (Version 2)
 [8]Http://raonet.com/mns/english.html. MPLS Network Simulator(MNS).
 [9]L. Anderson et al., "Constrained-Based LSP Setup using LDP", Internet Draft <draft-ietf-mpls-cr-ldp-04.txt>, July 2000