

IP기반 MPLS망의 성능향상을 위한 Advanced LER

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

Advanced LER to Improve Performance of IP over MPLS

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

Abstract

Multi Protocol Label Switching (MPLS) is a high performance method for forwarding packets (frames) through a network. . It enables routers at the edge of a network to apply simple labels to packets (frames). we use MPLS in the core network for internet. MPLS provide high speed switching and traffic engineering in MPLS domain but at the Label Edge Router(LER) there is frequently cell discarding via congestion and buffer management method. It is one of the most important reasons retransmission and congestion.

In this paper we propose advanced LER scheme that provide less cell loss rate also efficient network infrastructure.

I. 서론

사용자의 증가와 이에 따른 인터넷 트래픽 폭주는 서비스의 질을 저하시켜 이에 따라 고속 모뎀, ISDN, 케이블모뎀, xDSL 등이 인터넷 액세스 문제의 해결책으로 등장하게 되었다. 하지만 역설적으로 액세스 기술의 발전은 이미 포화상태에 있는 인터넷 트래픽의 증가로 이어졌으며, 이러한 배경에서 망 사업자는 사용자의 증가

에 따라 망을 확장해야 하는 문제에 직면하였고 이에 대한 대안으로 고속라우터나 MPLS[1][2](Multi Protocol Label Switching)가 등장하게 되었다. 특히 MPLS는 단순히 라우팅 속도의 문제를 해결할 뿐 아니라 traffic engineering이 가능하기 때문에 차세대 인터넷이 가져야 할 QoS(Quality of Service) [3]문제에 대한 확실한 해결책으로 각광받고 있으며, 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행되고있다.

MPLS 네트워크에서는 에지(LER)에서만 IP 헤더를 분석해서 이에 대한 label을 할당하고 MPLS의 망 내부에서는 이에 따른 하드웨어적인 스위칭을 한다. 따라서 고속교환이 가능하고 traffic engineering이 가능하다.[4] 하지만 IP망의 core망의 일부로 MPLS를 도입했을 경우 traffic에 관한 문제는 단순히 label에 따른 스위칭을 하는 망 내부의 LSR 보다는 기존의 라우터와 마찬가지로 긴 IP address를 검색해서 label을 할당해야하는 LER에서 발생할 가능성이 많으며 LER이 처리 가능한 data보다 더 많은 data가 유입되면 buffer management를 할 것이고 buffer가 가득 차면 data를 폐기하게 될 것이다. data의 폐기는 재전송 등의 절차에 의해 반복되는 traffic을 일으키며 이로 인해 폭주가 심화 될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 기존의 방식은 dual queue, dual plane 방식[5][6]을 사용하는데 이런 방식들은 buffer의 용량증가와 switching fabric의 구조적 변화를 필요로 하기 때문에 비용의 증가를 포함한다. 또한 buffer를 효율적으로 관리하는 알고리즘인 RED(Random Early Detection)[7]등의 기법을 사용하지만 이는 셀의 폐기를 효율적으로 하여 폭주를 관리하는 것이지 셀의

폐기를 방지하는 방식은 아니다.

본 논문에서는 이러한 data 폭주가 일어났을 경우 LER의 buffer management 기법에 의해 폐기되는 data를 MPLS망이 아닌 IP 망으로 forwarding 하는 방안을 제안한다. 이 경우 LER은 data의 주소를 검색 label을 할당하는 것이 아니라 forwarding만을 수행하기 때문에 빠르게 폭주 상태에서 벗어날 수 있다. 논문에서는 이러한 Advanced LER을 정의하고 Advanced LER을 이용해 망을 구성한 다음 Advanced LER에서 목적지 router에 이르는 시간을 측정 일반 LER과 비교함으로써 망의 성능 향상과 Cell Loss Rate의 확률적 감소를 비교 검증 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 IP 망의 core 망으로 MPLS를 적용한 예시 보인후 기존의 LER의 구조와 LER에서 쓰이는 cell discarding 방식인 RED 에 대하여 설명한다. III장에서는 본 논문에서 제안하는 Advanced LER구조를 적용한 IP over MPLS 망에 대해 기술한다, IV장에서는 기존의 망과 제안된 망을 비교 분석하기 위한 환경 및 결과를 보이고 V장에서는 결론 및 추후 연구과제에 대해 논한다.

II. IP over MPLS망의 구성과 LER의 구조

1. IP over MPLS망의 구성과 동작.

IP over MPLS망의 구성은 그림 1에 주어져 있다. 그림은 IP망의 core 망의 일부분으로 MPLS를 적용한 예를 보이는 것으로 IP router로 구성되어 있는 망의 일부에 MPLS 라우터를 도입한 구조를 나타내며 현재 인터넷망의 구성을 단순화 한 것이다.

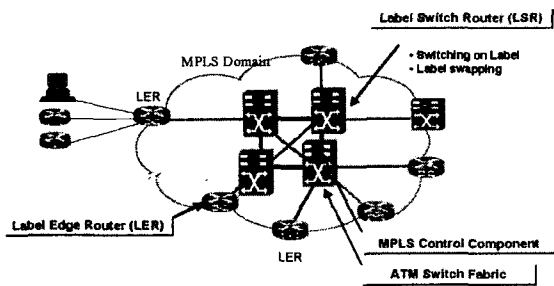


그림1. MPLS 구조

그림에서 data가 MPLS domain에 들어오면 Label

Edge Router(LER)에 의해 packet 마다 label 이 할당된다. LER에서 label이 할당되면 MPLS domain 내부에서는 3계층을 통한 IP 주소 검색과정과 이에 따르는 경로 추적과정(routing)이 생략되고 할당된 label값에 따라 switching을 하게되는 데 이것이 MPLS router가 기존의 router에 비해 고속 교환과 traffic engineering이 가능한 이유이다.

2. RED 알고리즘

MPLS망의 LER에서 버퍼관리 기법으로 많이 쓰이는 알고리즘은 RED 알고리즘이다. RED 알고리즘은 버퍼의 상태를 모니터링 하다가 평균 큐의 크기가 임계점을 넘으면 packet을 계산된 확률에 의해 폐기하는 방법이다. RED의 경우 최소 임계점과 최대 임계점을 설정하여 버퍼의 상태가 최소 임계점 이하일 경우 셀 폐기를 수행하지 않고 최소 임계점과 최대 임계점 사이에 있을 경우 주어진 확률값에 의해 셀을 폐기하며 최대 임계점을 초과하는 셀에 대해서는 모든 셀을 폐기한다.[7]

3. Dual buffering

기존 buffer management 기법의 단점을 보완하기 위해 dual buffering 기법이 도입되었다.

이는 ATM switch에서 사용되는 기법으로 switch 내에 버퍼를 2개두어서 입력 packet을 나누어서 저장하는 방식으로 기존의 single buffering 방식에 비해서network size에 따라서 cell loss rate의 감소와 throughput의 증가를 가져온다. 그러나 이 방식은 메모리의 증가로 인한 추가비용이 요구되는 방식이다. [5]

III. Advanced LER

1. Advanced LER의 구조

위에서 기존의 LER 구조와 buffer management 구조에 대해 언급하였다. 그런데 MPLS망에서 LER은 상대적으로 data의 폭주 가능성이 많다. LER에서의 data의 손실은 연속적인 data의 재전송으로 이어지고 이에 따라서 연속적인 data의 발생으로 인해 congestion이 심화 될 수 있다. IP망에서는 별도의 traffic engineering 기능이 없기 때문에 목적지가 같은 이 data들은 같은 LER로 유입될 것이고 같은 시간에 폐기된 data들이 다시 전송되었을 때 다시 동시에 도착하게 된다면 일종의 loop를 형성하게 되고 이로 인한 network resource의 낭비는 심

화될 것이다. 따라서 data의 폐기를 줄이는 방법에 대한 연구가 필요하다.

그림2는 본 논문에서 제안한 Advanced LER의 구조이다.

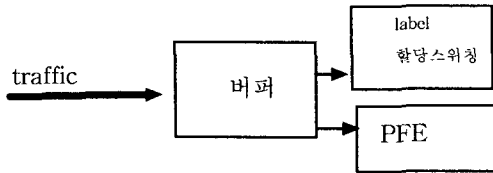


그림2. Advance LER 구조

제안된 LER은 버퍼, Label할당 스위칭부분, PFE(Packet Forwarding Engine) 부분으로 구성된다. PFE 부분은 기존의 forwarding engine이 수행하는 IP address의 검색과 routing 알고리즘에 의해 최선의 다음 hop을 결정하는 복잡한 기능을 하는 것이 아니고 LER에 저장되어있는 default router로 data를 forwarding하는 기능을 갖는다.

default router는 MPLS domain 밖의 부분에 있는 router를 advanced LER이 지정하고 있는 것으로 LER에서 label을 첨가하는 것이 아니고 전달받은 data를 그대로 다른 router에 전달하는 것이다. 이 경우 data는 아무런 수정도 거치지 않고 마치 LER을 통하지 않고 해당 router로 들어 온 것처럼 동작한다. 이는 기존의 IP에 의한 Routing 알고리즘에서 shortest path 만을 찾다가 congestion이 일어나는 path로 계속 data가 유입되는 traffic control 기능을 부여했다고 볼 수 있다.

2. Modified RED

본 LER의 buffer managemet에 적용되는 알고리즘은 Advanced LER에 적용하기 위해 제안되었다. 새로운 RED는 두 개의 임계점을 설정하고 최소 임계점 이내에 buffer 상태가 존재하면 label을 할당하여 LER의 본래 기능을 수행 정상적인 MPLS망이 동작한다. buffer의 상태가 최소 임계점과 최대 임계점 사이에 존재하면 label 할당을 중지하고 빠른 forwarding을 이용해서 buffer를 비운다. 최대 임계점을 넘어서면 cell을 폐기한다.

-알고리즘

```

for each packet arrivalf
calculate the average queue size : avglen
average queue size = (1-Wq)*avglen + Wq*q (Wq :
small value of weight)
if avelen < MinTH
accept packet
if MinTH < avelen < MaxTH
    
```

```

calculate Pa
with Pa, forwarding to PFE
if avelen > MaxTH
Drop the arriving cells
    
```

where

$$Pa = Pb / (1 - count \cdot Pb)$$

$$Pb = \max P \cdot (avelen - \text{MinTH}) / (\text{MaxTH} - avelen)$$

$$Pb = Pb \cdot \text{PacketSize} / \text{MaximumPacketSize}$$

3. Advanced LER을 이용한 새로운 망

그림3은 제안된 Advanced LER을 적용한 MPLS망이다.

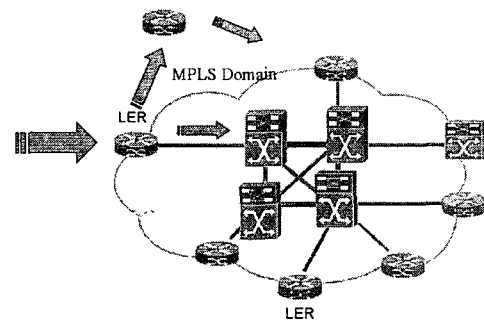


그림3. Advanced LER 적용된 MPLS망

그림3은 MPLS 망의 LER에서 congestion이 발생했을 경우 data의 흐름을 보여준다.

IV.시뮬레이션 모델 및 결과

본 논문에서 제안하는 Advanced LER을 적용한 망의 성능평가에 있어 고려할 사항은 다음과 같다.

먼저 이 구조는 해당 LER에서의 cell loss가 줄어드는 반면에 default router에는 새로운 data의 유입이 일어난다. 따라서 default router로 설정된 router가 동작의 여유가 있어서 새로 유입되는 data를 모두 수용할 수 있는 경우에는 CLR의 측면에서는 이전의 방식에서 폐기되는 cell의 개수만큼의 이득을 얻을 수 있다.

반면에 default router가 역시 congestion이 일어난 상태라고 한다면 forwarding된 cell은 기존의 방법에 해당 router에서 폐기 될 것이다. 이 경우 전체적인 망의 관점에서의 이득은 감소한다.

시뮬레이션은 advanced LER을 적용한 간단한 망의 모델을 제시하고 packet이 특정라우터에 도착하는 시간을 측정하였다. default router가 폭주상태에 있어서 default router에서 packet이 폐기되는 경우도 발생할 수

있지만 그렇지 않은 경우 data를 보낸 station에서 LER 까지의 거리가 멀면 멀수록 재 전송되는 packet보다 delay를 감소시킬 수 있다. 스위칭과 라우팅의 전송 지연에 대한 factor는 [8]과 같다.

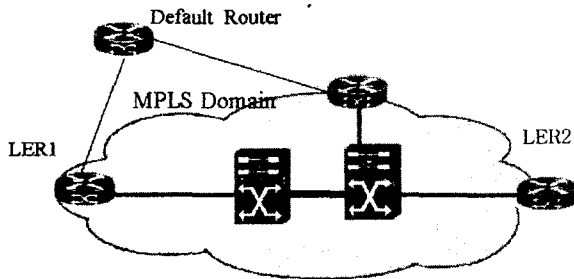


그림4. 성능평가모델

시뮬레이션은 그림4의 망을 모델로 LER1에 유입되는 data가 LER2에 도착하는 시간을 측정함으로써 기존의 셀 폐기 방식에 따라 재전송이 일어나는 경우와 Default router를 경유하는 경우의 시간을 비교하였다. 전송 시간을 측정하는데 있어서 전파지연시간은 고려하지 않는다. Default router가 혼잡이 발생 폐기되는 경우는 재전송 되는 data가 2 hop을 더 진행해야 하기 때문에 delay가 심해질 수 있다. 그러나 이 경우는 두 개의 라우터가 모두 혼잡 상태 인 경우로 확률적으로 발생 빈도가 낮다.

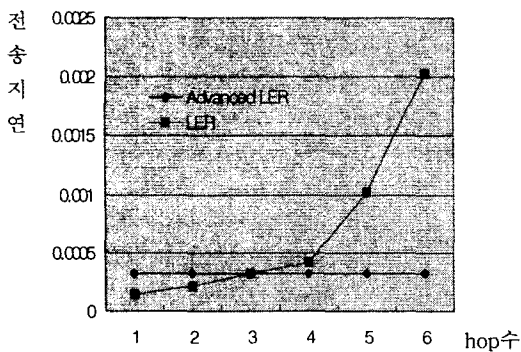


그림5. Default router가 혼잡이 없을 경우의 성능비교

CLR의 경우에도 Default router의 상태에 관한 함수에 비례해서 CLR의 감소가 일어난다.

V. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 IP망의 core 망의 일부로 MPLS를 도

입했을 경우 traffic engineering 기능이 없는 IP망에서 유입되는 data의 폭주에 대해 LER에 간단한 traffic engineering 기능을 부여함으로써 전체적인 망의 성능을 향상시킬 수 있음을 보였다. 본 시뮬레이션 에서 LER이 data의 sender에서 3hop 이상일 경우부터 성능향상을 보인다. 본 망은 네트워크의 core망에 적용모델이기 때문에 sender와의 거리는 충분히 확보 가능하다.

실제망 에 좀더 유사한 모델을 구현하기 위해서는 Default router의 상태에 대한 확률함수에 대한 고려와 재 전송된 data가 다시 congestion 상태로 들어가는 상황에 대한 복합적인 고려가 필요하다.

참고문헌

- [1]. D. Awduche, J. Malcolm , J. Agogbua, M . O'Dell and J. McManus, "Requirements for Traffic engineering over MPLS", RFC 2702, Sept. 1999
- [2]. E. Rosen, A. Viswanathan and R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture", Internet draft <draft-ietf-mpls-arch-06.txt>, Aug. 1999
- [3]. E. Crawley, R. Nair, B. Jajagopalan and H. Sandick, "A Framework for QoS-based Routing in the Internet", RFC 2386, Aug. 1988
- [4]. Daniel O. "MPLS and Traffic Engineering in IP Network", IEEE Communication Mag, Dec. 1999
- [5]. C .Kolias, and L. Kleinrock, "Throughput Performance Of The Odd-Even Input Queueing ATM Switch", ICC, 1996
- [6]. C. Kolias, L. Klenrock, "Throughput Analysis of Multiple Input-Queueing in ATM Switches", Broadband Communications, April 1996
- [7]. S. Floyd and V. Jacobson, "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance", IEEE/ACM Transactions on Networking, 1(4):397-431, 1993
- [8] S. Lin and N. Mckown "A Simulation Study of IP Swiching," Technical Report CSL-TR-97-720, Apr.1997