

MPLS 망에서의 레이블 할당에 관한 연구

이철현, 이병호
한양대학교 전자공학과

0345)400-4045/Fax:0345)416-8847

A Study on the Label Allocation Method on MPLS Network

Chul Hyun Lee, Byung Ho Rhee

Dept. of Electronic Engineering Hanyang Univ.

e-mail : lich75@scann.hanyang.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose more effective method of label allocation on Multi-Protocol Label Switching (MPLS) which is IP over ATM integrated model. we research the problems, one is using downstream label allocation method case, the other is using both downstream and upstream label allocation method. Easily we can solve this problem through the downstream-on-demand label allocation method with RSVP(Resource ReSerVation Protocol). In experiment we can find 1.5-28% error which will be fixed by using downstream-on-demand label allocation method.

1. 서론

MPLS(Multi-Protocol Label Switching)는 IP over ATM의 integrated model로서 Cell Switching Router, IP Switching, Tag Switching, ARIS(Aggregate Route-based IP Switching)의 개발 이후 등장하게 되었다.

Network layer 패킷은 각각의 라우터에서 헤더를 분석하여 라우팅 알고리즘에 따라 독립적으로 forwarding하는 반면 MPLS는 어떤 패킷에 한번만 FEC(Forwarding Equivalence Class)를 할당하면 짧고

고정된 크기의 label을 할당하며 그 다음 홉부터는 network layer 헤더의 분석 없이 단지 label을 가지고 forwarding하게 된다.[1-3]

Label Distribution Protocol(LDP)은 두 개의 Label Switched Router(LSR) 간에 label을 이용해 연결설정, 데이터 전송, 연결제거를 관리하는 것에 대해 정의한 프로토콜이며, 그 중 연결설정에 관한 레이블 할당 방법은 downstream, upstream, downstream-on-demand 방법 등이 있다.[3][4]

Downstream 방법의 경우 거의 label을 이용한 L2 forwarding을 하는 시간만이 소요되지만, start-up delay가 길다. 반면 upstream 방법의 경우는 forwarding시 next-hop을 찾기 위해 L3 헤더를 분석해야 하기 때문에 간단한 메시지와 같은 짧은 시간의 연결을 하는 응용에 적합하다. 따라서 기존에는 이 두 가지 방법을 응용에 따라 혼용해서 함께 사용하는 방법을 제안하였는데 본 논문에서는 downstream 방법과 두 가지 방법을 혼용해서 사용하는 방법의 문제점을 지적하고 그에 대한 대안으로서 RSVP를 적용한 downstream-on-demand 방법을 제안한다.[5]

2. Label Allocation Method

1) Downstream Label Allocation Method

Trigger packet은 layer3(network layer) forwarding의

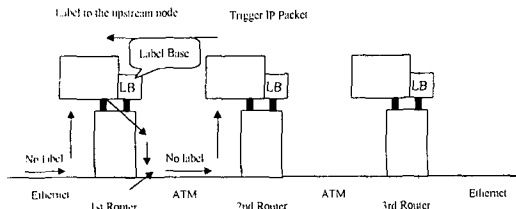


그림 1. Downstream label allocation #1
가속화를 위해 레이블을 이용한 layer2(data link layer) forwarding Label request를 운반한다. Second router가 요청을 받으면 그림 1의 경우 ATM packet(VCI or VPI Identifier field)에 그것의 레이블을 실어 upstream으로 보낸다. upstream router가 이 패킷을 받으면 그 레이블이 할당된 경로를 통해 그 레이블에 해당하는 패킷을 전송하기 시작한다. third router가 trigger IP packet을 받으면 앞에서와 마찬가지로 second router로 레이블을 할당하고, 그러면 second router는 패킷을 확인하여 할당된 레이블에 해당하는 통로를 통해 패킷을 전송하기 시작한다.[2][5]

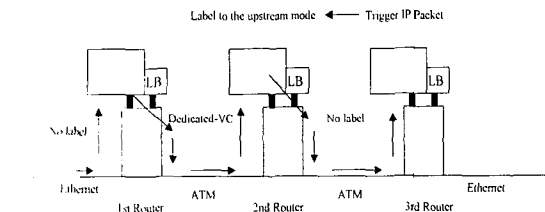


그림 2. Downstream label allocation #2

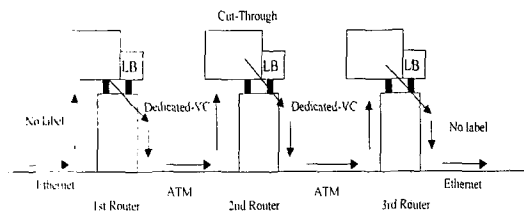


그림 3. Downstream Label Allocation #3

2) Upstream Label Allocation Method

Upstream 방법은 upstream 노드 쪽에서 사용될 레이블(=VPI/VCI)을 선택하는 방법을 의미한다. 이 경우 upstream 노드에서 레이블을 선택하게 되는데 downstream 노드는 패킷을 받아 계속 forwarding 할

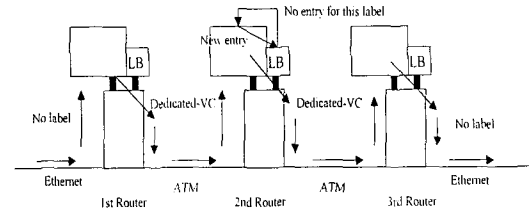


그림 4. Upstream label allocation #1

수 있도록 해야 한다.

첫 번째 router가 어떤 flow에 해당하는 trigger IP packet을 받게 되면, 그 router는 레이블을 할당하게 된다. flow에 해당하는 패킷들은 dedicated-VC를 통해 보내 진다. Downstream node에서 레이블에 해당하는 패킷을 받으면 이 노드에서는 LB에 entry를 가지고 있지 않으므로 패킷의 다음 경로를 결정하기 위해 패킷을 재결합해야 한다. 재결합 후 다음 링크의 레이블을 할당하고 new entry를 LB에 넣어주게 된다. 그러면 두 번째 router는 세 번째 router로 패킷을 전송하게 된다.[2][5]

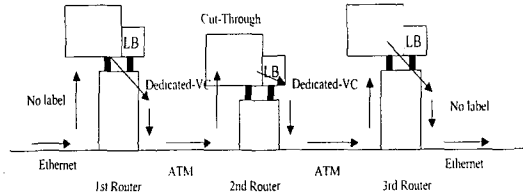


그림 5. Upstream label allocation #2

3) Downstream-On-Demand Label Allocation Method(With RSVP)

Downstream-on-demand 방법은 명시적으로 요청한 LDP adjacency에게 label을 distribution한다. 그림에서 Host1은 LSR1과 LSR2를 지나서 Host2로 RSVP PATH message를 보낸다. Host2는 이 session에 대하여 Reservation을 setup할지를 결정하고 label을 할당(allocate)한 다음 이 label을 포함한 RESV message를 LSR2에 보낸다. Host2는 이 session에 대한 식별

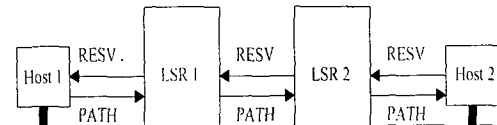


그림 6. Downstream-on-demand with RSVP label allocation method

자로서 label을 저장한다. LSR2는 RESV message를 Host2로부터 받아 정보를 저장하고 label을 할당하고 이 label 정보를 실은 RESV message를 LSR1에 보낸다. LSR1도 LSR2와 같이 LSR2로부터 받은 label을 저장하고 새로운 label을 할당해 RESV message를 Host1으로 보낸다. Host1은 LSR1으로부터 RESV message를 받으면 LSR1의 label을 가지고 session에 해당하는 data를 보낸다. 마찬가지로 LSR1과 LSR2에서도 label을 가지고 계속 forwarding하게 된다.[6-8]

3. Downstream-On-Demand with RSVP의 장점

1) 기존 레이블 할당의 문제점

label 할당에 있어 만약에 어떤 몇몇은 sender에서 label을 할당하고 또 몇몇은 receiver에서 label을 할당한다면, 이런 상태에서는 sender와 receiver가 같은 label을 서로 다른 목적으로 할당하는 경우가 발생할 수 있다. 예를 들어 downstream label allocation의 경우 하나의 sender가 2개의 receiver와 label을 주고받을 때 upstream과 downstream간의 label 할당을 위한 communication이 필요한데, 이 경우 위에서 말한 문제가 발생할 수 있다.

그림 8의 경우 router 2가 router 3와 router 4에 동시에 label request를 보내면 그림 7과 같이 레이블 충돌 현상이 발생하거나 그림 8과 같이 서로 다른 목적으로 같은 label을 할당할 수 있다는 것이다.[8]

2) Downstream-on-demand

RSVP를 적용한 downstream-on-demand 방식을 사용하면 receiver는 RESV message를 사용하여 sender에 binding하고 sender는 PATH message를 사용하여 receiver에 binding 하므로 둘 이상의 receiver가 하나의 session에 대해 label을 할당 받는데 문제가 없다. 그림 8의 경우 router 3와 router 4는 RESV

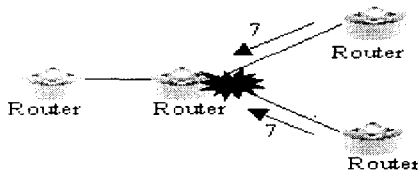


그림 7. Downstream 방법의 문제점

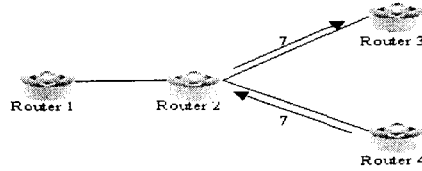


그림 8. Upstream과 downstream 방법을 함께 사용할 경우의 문제점

message를 이용해 upstream node(router 2)에서 다른 downstream node에 다른 label을 할당하도록 광고하는 역할을 할 수 있다. 실질적으로 label을 할당하는 역할은 upstream(router 2)에서 하므로 위의 그림의 경우 같은 label을 요청하더라도 Router 2에서 서로 다른 label을 할당하게 되어 label message 재전송을 사전에 방지할 수 있다. 따라서 RSVP를 이용한 downstream-on-demand 방식이 최선의 선택이라 할 수 있다. Downstream node는 upstream node에서 PATH message에 의해서 할당된 label을 특별한 경우(out of range)를 제외하고는 받아들여야만 한다.

4. 실험 및 결과

MPLS의 실험 모델은 그림 8과 같이 fixed platform 형태로 했으며, host1에서 가운데 라우터를 거쳐 host2로 downstream label allocation 방식으로 forwarding 할 경우 다른 네 개의 라우터에서 입으로 upstream label allocation 방식으로 레이블 요청 시 서로 같은 레이블을 할당함으로써, 같은 레이블을 다른 목적으로 사용하는 경우가 얼마나 발생하는지에 대하여 실험하였다. 실험은 레이블의 크기가 각각 5비트와 6비트의 경우에 대하여 실시하였다.

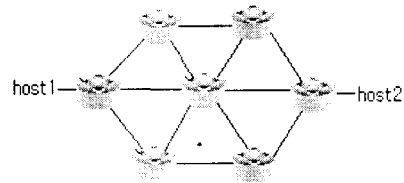


그림 9. 실험모델

그림 10을 통해 알 수 있듯이 레이블 크기가 5비트인 경우 최소 약 3%, 6비트인 경우 약1.5%정도의 에러가 발생하는 것을 알 수 있다. RSVP를 적용한 downstream-on-demand 방식을 사용할 경우 이러한 충돌 현상을 막을 수 있으므로 1.5~28%정도의 에러만

컴 성능이 향상된다.

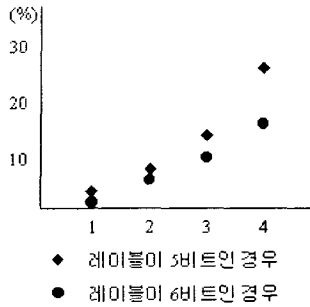


그림 10. 실험결과

5. 결론

본 논문에서는 IP와 ATM의 통합 모델로서 최근 각광받고 있는 MPLS의 레이블 할당에 대하여 연구하였다. 실험결과를 통해 알 수 있듯이 downstream label allocation 방법이나 upstream과 downstream label allocation 방법을 함께 사용할 경우 발생할 수 있는 1.5-28%의 에러가 발생하며 이 에러는 downstream-on-demand 방식을 사용함으로써 없앨 수 있다. 따라서 레이블 할당 방법으로 downstream-on-demand 방식을 사용할 경우 전체 네트워크 측면에서도 상당한 성능향상을 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 RSVP를 단지 시그널링 프로토콜로 사용하였으나 RSVP의 Explicit Routing (ER), Constraint-based Routing(CR) 기능을 잘 이용하면 MPLS 구현에 있어 traffic engineering 측면에서도 장점이 있을 것으로 기대된다.

6. 참고문헌

- [1]P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, G. Swallow, "A Framework for Multiprotocol Label Switching", Internet Draft <draft-ietf-mpls-framework-05> September 1999.
- [2]Rosen, E. et al., "Multiprotocol Label Switching Architecture", Internet Draft <draft-ietf-mpls-arch-01>, February 1998.
- [3]"Generic Label Distribution Protocol Specification" Internet Draft <draft-gray-mpls-generic-spec-00>
- [4]L. Andersson, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette B. Thomas, "LDP Specification", Internet Draft <draft-ietf-mpls-ldp-06>, June 1999.
- [5]M.V. Loukola, J.O. Skytta "IPv6 over ATM flow-handling", Computer Communications 21, p.1124-1130, 1998.
- [6]Daniel O. Awduche, "Extension to RSVP for LSP Tunnels", Internet Draft <draft-ietf-mpls-rsvp-lsp-tunnel-02>, 1999
- [7]Braden, R. et al. "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)--version 1 Functional Specification", RFC 2205, sep. 1997
- [8]B. Davie, Y. Rekhter, "Use of Label Switching with RSVP", Internet Draft <draft-ietf-mpls-rsvp-00>, 1998