

MPLS 네트워크에서 경로 재설정 알고리즘*

이주환, 최덕규, 조영중
아주대학교 정보 및 컴퓨터 공학부
elisa@shmail.hanarotel.co.kr, (dkchoi,yjchoi)@madang.ajou.ac.kr

A Rerouting Algorithm in MPLS Networks

Juhwal Lee, Dug-Kyoo Choi, Young-Jong Cho
Division of Information and Computer Engineering, Ajou Univ

요약

현재는 데이터 통신망이 음성 통신망을 흡수하는 단계이다. 데이터 망이 기존의 음성 망이 가지는 영역을 포함하면서 광범위하게 활용되면서 앞으로 그 범위는 더욱 넓어질 것이다. 현재 급속히 팽창하고 있는 인터넷도 데이터 통신망이 진일보 하는데 커다란 역할을 하고 있다. 기존의 연결 지향형방식의 패킷 통신과 달리 인터넷이 주로 비연결형 방식의 IP를 사용하기 때문에 새로운 개념의 데이터 전송이 요구되고 있다. 이러한 요구들로 인해 ATM, Gigabit Router, MPLS 등이 출현하게 되었고 현재는 MPLS가 가장 적합한 해결책으로 제시되고 있다. IETF 역시 이러한 MPLS에 대한 표준안을 준비하고 있다. 이곳에서는 많은 장점을 가지는 MPLS(MultiProtocol Label Switch)망에서의 명령어 그리고 타이머를 가지는 레이블 예약방식의 경로 재설정 알고리즘을 제시한다. 방법은 경로 재설정시간을 단축하고 트래픽의 적절한 분배를 통하여 네트워크의 부하를 줄인다.

1. 서론

최근 몇 년 사이 인터넷이 급속히 보급하면서 보다 고속, 고용량의 데이터 전송이 필요하게 되었다. 이에 발 맞추어 ATM[1], Gigabit Router, MPLS[2]등의 장비가 개발되고 현재 사용되고 있다. 하지만 ATM은 망이 커짐에 따라 VP(Virtual Path)/VC(Virtual Channel) 저장에 필요한 메모리 문제, 연결 지향형망에서의 IP 전송문제, 가격문제등으로 인해 많이 보편화 되지 못하고 있으며, Gigabit Router의 경우에는 소자 집적도의 한계등의 문제를 가지고 있다. 이에 비해 MPLS는 기존의 IP 환경에도 잘 적응한다. 고속의 스위칭환경에도 적합하며, 레이어 2 스위칭의 고속의 스위칭과 트래픽 관리, 레이어 3의 확장성과 융통성을 통합한 새로운 기술이다. 또한 트래픽 엔지니어링, VPN(Virtual Private Network)등의 기술 구현에도 다른 장비와 차별화된 많은 장점을 가지고 있다.

ATM 망에서의 경로 재설정에 관한 방법에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔다[3][4][5]. 이 곳에서는 MPLS 네트워크환경에서 링크가 끊어졌을 경우 처음부터 경로를 다시 설정하지 않고 또한 트래픽의 적절

한 분배를 위한 경로 재설정 알고리즘을 제안하고 있다. 이 방법은 특별히 별도의 메모리를 요구하지 않고, 간단하게 복구가 가능한 장점을 가지고 있다.

2. MPLS의 기본동작

MPLS의 기본 동작을 그림 1에서 보여주고 있다. MPLS 망을 구축하기 위해서 기본적으로 필요한 장비들은 다음과 같다.

- Edge Router ; 네트워크의 가장 외곽에 존재하며 Label을 붙이거나 떼어내는 작업을 한다.
- LDP[6] ; 각 라우터들과의 정보 전송을 통해 레이블을 분배한다.
- Switch Router ; 레이블 테이블을 참조하여 패킷을 스위칭 한다.

우선 네트워크가 형성되면 RIP, OSPF 등으로 라우팅 테이블을 구성한 후 LDP를 통해 레이블을 분배한다(Step 1). 레이블을 할당하는 방식에는 Traffic Driven, Control Driven 방식등이 있다. 이후 패킷이 망의 외곽으로 들어오면(Step 2) 해당 레이블을 덧붙여서 MPLS 망

* 본 논문은 한국 과학 재단 지원(과제 번호 : 97-0100-1401-5)에 의해 수행되었음

을 통과하며 레이블변환과 스위칭을 수행하고(Step 3), 목적인 MPLS 의 확장 에 다르면 레이블을 떼어내고 (Step 4) 수신 목적지까지 가게 된다[7].

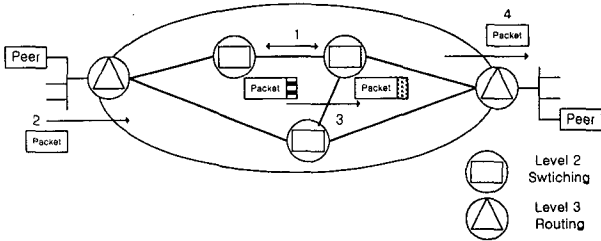


그림 1. MPLS 의 기본동작

3. 알고리즘

기본적으로 각 노드는 인접 노드의 데이터(Near node Table; NT)를 테이블의 형태로 가지고 있다. NT의 데이터는 라우팅 경로를 가진다. 이 테이블은 경로를 재설정할 때 경로 재설정이 필요한 인접 노드를 알려준다. 경로 재설정을 위한 명령어로는 Reroute-Request(RR)과 Reroute-Ack(RA)가 있다. RR은 테이블을 참조하여 원하는 노드로 갈 때 레이블을 예약하고 재전송 경로를 만든다. 이 때 예약되는 레이블은 경로를 재설정 하는 트래픽의 CoS(Class of Service)를 만족한다. RA는 RR에 의해 만들어진 레이블을 활성화시키고 새로운 경로로 전송하겠다는 것을 나타낸다. 알고리즘을 정리하면 표 1과 같다. 레이블의 분배는 RSVP[8]과 같이 기본적으로 Receiver Initiated 방식으로 분배된다.

표 1. 알고리즘

<p>Make (Near Node Table)</p> <p>Case</p> <p>(Link Fail or Link Threshold)</p> <p>Find (Error Link)</p> <p>If (Check link satisfying CoS)</p> <p>Transmit (RR message)</p> <p>(Receive RR message)</p> <p>If (Current Node = Destination)</p> <p>Transmit (RA message)</p> <p>else Forward (RR message)</p>

A. 링크 오류

그림 2에서 X는 오류가 발생한 링크이다. 이 경우 노드 E는 끊어진 D의 주소로 인접 주소 테이블(NT)을 참조하여 송신하게 되고, RR 메시지는 E에서 C를 통해 D로 전달된다. RR이 전달되면서 노드 C에서는 레이블을 일정시간 예약하게 되고 노드 D는

RA 메시지를 반송하면서 예약된 레이블을 활성화 시킨다. 이로써 A-D-E로 이어지는 링크는 D-E 노드의 오류 발생으로 경로가 변경 되면서 전체 경로 A-D-C-E가 재설정 된다.

B. 트래픽 분산

그림 2에서 DE 링크에 오류가 없을 때 AD 링크의 경우를 살펴보자. 해당 노드는 D를 통하는 트래픽은 물론 F 노드에서 발생하는 데이터도 처리해야 한다. 그러므로 노드에는 과부하가 걸릴 확률이 다른 링크에 비해 높아진다. 만일 D 노드의 관점에서 링크 AD 사이의 트래픽이 임계치 이상이 되면 앞서 설명한 경로 재설정 방법을 이용하여 DA 링크의 트래픽 중에서 CoS를 만족하는 일부 트래픽을 D-C-B-A 링크로 경로 변경하여 AD 링크에 걸리는 트래픽을 분산시켜 링크의 적절한 부하의 양을 조절할 수 있다.

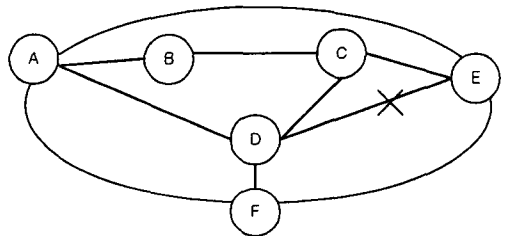


그림 2. MPLS 네트워크 구성

4. 분석

각 노드간에 연결이 설정되었을 때 해당 연결은 RIP 등의 라우팅 프로토콜에 의해 제공되었던 최단거리 경로를 가지게 된다. 이때 경로가 설정될 때 까지 걸리는 시간은 T_{SP} 로 한다. 이러한 최단거리 경로에 오류(링크 오류 혹은 트래픽 분산등)가 발생하여 경로가 끊어지게 되면 이 경우 역시 새 경로를 설정한다. 이 때 역시 경로가 완전히 설정되기 위해서는 $T_{SP,2}$ 가 필요하다. 여기에서 시간이란 경로지연, 각 노드간의 처리시간등을 모두 포함한 것이다.

$$T_{SP} \leq T_{SP,2}$$

제안하는 알고리즘에서 재설정 은 이웃 노드간의 직접 연결을 제외한 우회 경로중 최단경로를 연결하는데 걸리는 시간을 $T_{SP,Re}$ 라 한다. T_{Timer} 는 레이블이 예약되어 있는 동안의 시간이다.

$$T_{SP,Re} \leq T_{Timer}$$

경로재설정은 T_{Timer} 이내에 이루어 지고 만약 T_{Timer} 이내에 경로 재설정이 완료되지 않으면 경로 재설정은 파기되고 처음부터 경로를 다시 설정해야 한다. 또한 T_{Timer} 는 임의로 조절이 가능하다. 이 곳에서는 T_{SP} 보다 작은 값을 설정한다. 곧 최단거리의 일부를 변경하는

것임으로 그에 따른 설정 시간도 T_{SP} 보다 짧다고 본다.

그러므로 다음과 같이 경로 재설정 시간이 비교될 수 있다.

$$T_{SP} + T_{SP,Re} < T_{SP} + T_{SP,2}$$

그림 4의 결과는 제안된 알고리즘을 그림 3와 같은 네트워크[3]에 적용시켜 본 것이다.

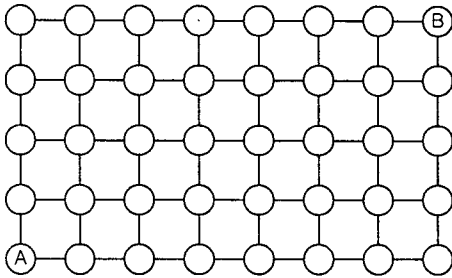


그림 3. 40 노드 MESH 네트워크

본 실험에서 모든 링크와 노드는 같은 특성을 가진다. 경로 재설정을 위한 T_{Timer} 가 최대 3개의 링크를 통하여 우회하는 시간을 가지도록 가정하였다. 또한 가장 긴 최단거리를 가지는 노드 A에서 B까지의 11개의 링크를 거치는 시간을 1로 보았다.

그림 4에서 나타나듯이 최초 경로 설정 시간인 T_{SP} 를 기준으로 링크에 오류가 발생하여 경로를 완전 재설정된 경우에는 최초 경로 설정시간과 다시 경로를 설정하는 시간인 $T_{SP}+T_{SP,2}$ 가 적어도 T_{SP} 의 2배만큼의 시간이 소요된다. 하지만 제안하는 $T_{SP}+T_{SP,Re}$ 는 노드수가 많아질수록 경로를 재설정하는데 있어서 이득을 가진다.

5. 결론

본 논문에서는 MPLS 망에서 링크에 오류가 발생하였을 때 혹은 트래픽의 분산이 요구될 때 경로 변경에 대해 기술하였다. MPLS 망에서는 링크에 오류가 발생하면 현재의 링크를 포기하고 다시 새로운 링크

를 만들게 되어있다. 하지만 이 곳에서 제안하는 알고리즘을 통해서 필요한 부분만 링크를 재설정해 줌으로써 네트워크가 새로운 링크를 만드는데 있어서의 필요 자원, 시간을 줄일 수 있다.

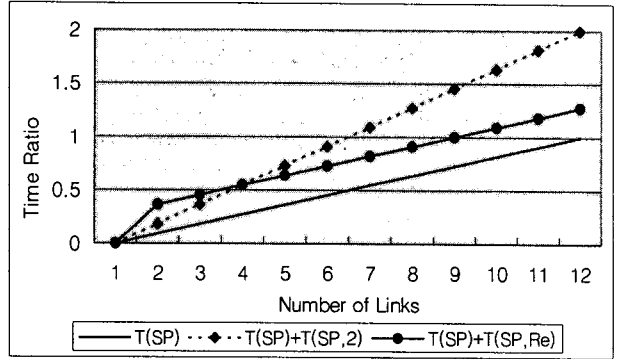


그림 4. 링크 설정시간의 비교

6. 참고문헌

- [1] Prycker, Martin de, Asynchronous transfer mode : solution for broadband ISDN, 3rd ed., Prentice Hall, 1995
- [2] R. Callon et. al., "A framework for Multiprotocol Label Switching", draft-ietf-mpls-framework-03.txt, IETF
- [3] Jon Anderson et. al., "Fast Restoration of ATM Networks", IEEE JSAC, vol. 12, no. 1, Jan. 1994, pp. 128-138
- [4] Ryutaro Kawamura et. al., "Self-Healing ATM Networks Based on Virtual Path Concept", IEEE JSAC, vol. 12, no. 1, Jan. 1994, pp. 120-127
- [5] Yael Dubinsky and Adrian Segall, "A Flexible Rerouting Protocol in ATM networks", INFOCOM '99, pp. 1488-1496
- [6] Loa Andersson et. al., "LDP Specification", draft-ietf-mpls-ldp-04.txt, IETF
- [7] White Paper, "Tag Switching: Uniting Routing and Switching for Scalable, High-Performance Services", Cisco, <http://www.cisco.com/warp/public/732/tag/tech.html>
- [8] R. Braden, Ed. et. al., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) -- Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Sept. 1997