

MPLS 망에서 최우선순위 데이터의 신뢰성 있는 전송을 위한 경로 재설정 방법

최현정⁰ 박문화
성신여자대학교 컴퓨터정보학부
hichoe@cs.sungshin.ac.kr

A Rerouting Method for the Reliable Transmission of the Highest Priority Data in MPLS Networks

Hyun-Jung Choe⁰ Moon-Hwa Park
School of Computer Science and Engineering, Sungshin Women's University

요 약

인터넷 사용자 수가 급격히 증가되고 사용자들의 요구도 다양해짐에 따라 네트워크 자원의 물리적 증가뿐만 아니라 자원의 제한이라는 상태에서 더 적은 자원으로 만족할 만한 서비스를 제공할 수 있는 트래픽 엔지니어링 기술이 부각되고 있다. 트래픽 엔지니어링은 자원의 효율성을 최적화 하는 동시에 네트워크의 성능을 최적화 시킬 수 있는 기술로 비용이 많이 드는 대규모 망일수록 중요한 기술이기 때문에 네트워크 관련 사업자들에게 필수 요구사항이 되었다. 본 논문에서는 MPLS 망에서 트래픽 엔지니어링 기술의 하나인 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 경로 재설정 방법에 대해 연구하였다. 최우선순위를 가진 트래픽에 대하여 1+1 경로 재설정 방법을 사용하여 전송 중 일어날 수 있는 에러 발생 시 지연 시간을 최대한 줄였다.

1. 서론

MPLS(Multiprotocol Label Switching)는 전형적인 IP 패킷의 포워딩에 짧고 고정된 길이의 레이블이라는 정보를 이용하여, 3계층 라우팅에 2계층 교환 기술을 결합한 차세대 인터넷 망 기술이다. 패킷이 MPLS 망의 ingress LSR(Label Switching Router)에 들어오면 같은 방법으로 처리되는 패킷들의 집합인 FEC(Forwarding Equivalence Class)[1]와 레이블을 매핑시키고, 중간 LSR에서는 다음 홉으로 전송을 위해 label forwarding information의 entry를 참고하여 IP 헤더에 대한 분석 없이 레이블 교환동작만 수행한다. 패킷이 egress LSR에 도달하면 레이블을 제거하고 목적지 IP 주소를 기반으로 전형적인 IP 라우팅을 한다.

기가비트 라우터 등 고속 라우터의 등장으로 MPLS의 스위칭 기술을 이용한 속도 상의 장점은 크게 부각되고 있지 않지만 MPLS를 사용하여 QoS, 트래픽 엔지니어링, VPN 등의 구현을 효율적으로 할 수 있고, Frame Relay, ATM 등을 MPLS를 사용하여 더 효율적으로 지원할 수 있어 차세대 인터넷의 중요 기술로 자리잡고 있다.

트래픽 엔지니어링은 네트워크 자원의 효율성을 최적화하는 동시에 효율적이고 신뢰성 있게 네트워크가 동작할 수 있게 함으로써 네트워크의 성능을 최적화 시키는 기술이다. 대규모 망일수록 많은 비

용이 들기 때문에 트래픽 엔지니어링 기술이 필수적인데, 현재 인터넷 망의 규모가 점점 커지고 상업적으로도 이용됨에 따라 그 중요성이 더욱 커지고 있다.

트래픽 엔지니어링의 한 방법으로 경로 재설정이 있다. 경로 재설정은 데이터 전송 중 경로에 이상이 생겼거나 특정 노드에 부하가 생겨 정상적인 전송을 하기 어려울 때 데이터 전송이 실패하지 않도록 새로운 경로를 설정해주는 방법으로 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 기술이다.

본 논문에서는 MPLS 망에서 전송 지연시간을 최소로 하여 전송되어야 할 가장 높은 우선순위의 데이터를 위한 경로 재설정 방법에 대하여 연구하였다.

2. 관련연구

2.1 MPLS 망에서의 트래픽 엔지니어링

MPLS는 기존에 사용하던 OSPF, IS-IS와 같은 IGP 프로토콜을 변경 없이 확장해줌으로써 링크에 관한 부가적인 정보를 보낼 수 있다. 확장된 IGP[2,3]에서는 무조건 최단 경로만을 찾는 것이 아니라 링크 정보와 사용자 요구 등을 고려하여 제약 기반의 최단 경로를 찾게 된다. 이때 기본 IGP 라우팅에 의해 자동으로 경로가 설정되는 경우를 loose CR-LSPs라 부르고 네트워크 관리자가 명시적으로 완전한 경로를 설정하는 경우를 strict-LSPs라고 부른다.

LSP(Label Switching Path)는 여러 종류의 트래픽을 전송시킬 수 있어 통합 서비스 제공에 효율적이고, 신호 프

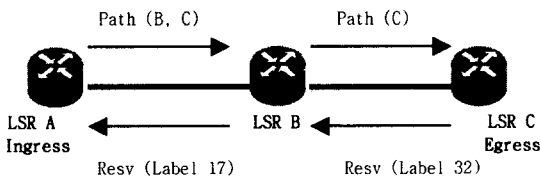
로토클을 사용한 연결 지향적인 설정으로 터널링 효과를 얻을 수 있다.

또한 MPLS 네트워크 내에서 제어 신호와 데이터 포워딩을 분리하여 다루기 때문에 확장성 있고 유동적인 라우팅을 제공할 수 있다.

2.2 신호 프로토콜

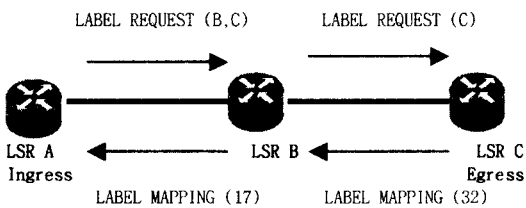
신호 프로토콜로 사용되는 LDP 에는 기존 인터넷 망에서 사용되고 있는 RSVP 를 기반으로 한 확장된 RSVP와 MPLS 를 위해 새롭게 제시된 LDP 가 있다. IETF에서는 트래픽 엔지니어링을 위해서 RSVP-TE[4] 과 CR-LDP[5] 두 가지 모두를 표준으로 채택하였다.

RSVP-TE은 ER -LSP의 지원을 위해서 기존의 RSVP 개념과 구조를 대폭 수정하였다. 호스트 간에 정의되던 세션 개념이 LSP FEC 개념을 수용하여 LSR 사이의 생성으로 변경되고, 송신지와 수신지 호스트 간의 신호 처리도 ingress와 egress 라우터 간의 처리로 변경되었다. 또한 망의 확장성을 위해 aggregation 방법을 추가하여 플로우 단위가 아니라 집합 개념인 트래픽 트렁크 단위로 refresh를 함으로써 메시지 발생 빈도를 줄였다. Path 메시지를 보내면 수신지에서 Resv 메시지를 보내어 자원 예약하게 되며 soft-state이기 때문에 ResvConf 메시지를 주기적으로 보내어 설정된 경로를 확인한다. 경로 재설정을 위해서는 SE(Shared Explicit) 예약 형태[4]를 사용한다.



[그림 1. RSVP-TE을 이용한 LSP 설정]

CR-LDP는 MPLS 를 위해 만들어진 LDP 프로토콜에 Explicit Route, 트래픽 엔지니어링을 위한 인수 등을 추가하여 만들었고, 제어 메시지는 TCP로 전달하여 신뢰성을 높였다. 송신지에서 Label Request 메시지에 명시적 경로를 포함시켜 표현된 노드대로 자원을 예약하여 보내어 적합하면 Label Mapping 메시지에 의해 레이블이 할당되면서 경로를 사용한다. 망 관리자에 의해 레이블 분배를 할 수 있고, Hard-state이기 때문에 refresh를 위한 오버헤드가 없어



[그림 2. CR-LDP를 이용한 LSP 설정]

확장성이 좋다.

2.3. 경로 재설정

경로 재설정 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 동적으로 경로를 설정하는 방법[6]이고 또 다른 하나는 미리 대체 경로를 설정하는 방법[7]이다.

데이터 전송 시 이상이 발생하면 동적으로 경로를 재설정 해주는 경우, 미리 대체 경로를 설정했을 때 생기는 자원의 오버헤드가 없어 낭비를 막을 수 있고, 이상 발생 당시의 네트워크 상황에 맞춰 가장 적절한 링크를 사용해서 데이터를 전송 시킬 수 있는 장점이 있다. 하지만 전송 지연 시간에 영향을 받는 데이터의 경우 다시 경로를 설정하기 위해 걸리는 계산 시간이 문제가 될 수 있다.

두 번째 방법으로, 주 경로에 대한 대체 경로를 미리 설정해 놓는 경우, 만약 대체 경로를 사용하지 않고 남겨둔다면 에러가 발생되지 않을 때에 자원만 낭비하는 결과를 초래하게 된다. 반대로, 대체 경로 사용에 더 높은 우선순위를 두어 미리 예약된 대체 경로를 다른 데이터 전송의 주 경로로 사용하면서 에러가 발생할 때 대체 경로로 사용할 수 있다. 이 경우 자원의 낭비는 없지만 에러가 발생되었을 때 대체 경로에서 전송 중이던 다른 데이터들이 해당 대체 경로로 연속적으로 재설정돼야 하는 일이 발생할 수 있다.

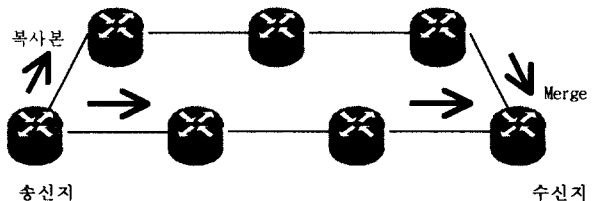
3. 1+1 경로 재설정

본 논문에서 제안하는 경로 재설정 방법은 최대한 전송 지연시간을 줄여 서비스 해야 하는 데이터 전송 시에 링크가 끊어졌거나 특정 노드에 부하가 많아져 정상적인 전송에 이상이 생기는 경우를 가정한다. 이 경우 관리자나 망 관리 프로그램은 망 전체 혹은 특정 부분에 대하여 문제 발생 시 빠르게 경로를 재설정하여 데이터 전송을 다시 시작할 수 있도록 대체 경로를 미리 지정해 주도록 한다.

FEC element	주 경로		대체 경로	
	Next Hop	Label	Next Hop	Label
x.y.z	3	13	2	12

[그림 3. 확장된 FTN]

3.1. 경로 설정 및 데이터 전송

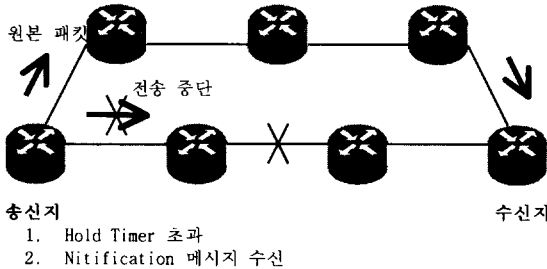


[그림 4. 정상적인 경우의 트래픽 전송]

경로 설정 시 <그림 3> 에서 1->3->5->7 로 설정된 경로에 대하여 대체경로 1->2->4->6->7 을 설정하고 송신지에 있는 FTN(FEC to Next Hop Label Forwarding Entry)[8] 테

이블을 대체 경로 항목을 추가하여 확장한다. 데이터 전송 이 시작되면 송신지는 주 경로 3번 노드로 패킷을 보내면서 대체 경로 2번 노드에도 같은 패킷을 복사하여 보낸다. 수신지에서는 도착한 패킷들을 순서에 맞게 병합하고 똑같은 패킷이나 나중에 들어온 순서가 지난 패킷은 버린다.

3.2. 에러 감지



[그림 5. 에러 발생 시의 데이터 전송]

이상이 발생하여 경로를 재설정해야 하는 경우는 두 가지로 생각한다.

먼저 설정된 경로들을 확인하기 위해 송신지에서 뿌린 Hello 메시지에 대하여 응답이 없어 Hold Timer가 초과된 경우가 있고, 두 번째로 트래픽 전송 중에 링크에 이상이 발생하여 송신지가 에러 발생 이유를 포함한 Notification 메시지를 받았을 경우가 있다.

이러한 경우에 송신지는 주 경로에 대한 데이터 전송을 즉시 중단하고 원본 트래픽을 대체 경로로 보내고, 이미 주 경로로 보내진 패킷들은 버린다.

수신지에서는 트래픽이 재전송 되면서 요구되는 전송 시간을 초과한 데이터는 버린다.

3.3. 경로 복구

문제가 발생했던 경로가 복구되면 문제 발생 지점으로부터 노드가 복구되었다는 신호가 인접 노드로 전달되고 송신지까지 이 메시지를 받으면 트래픽을 다시 주 경로로 보낸다.

3.4. 결과

제안된 방법은 설정된 대체 경로를 주어진 경로에 추가하여 사용하기 때문에 자원 이용의 효율성은 낮다.

그러나 주 경로에서 대체 경로로의 스위칭이 송신지에서만 일어나기 때문에 중간 노드에서는 대체 경로를 위한 테이블을 유지하거나 트래픽 스위칭 기능을 제공할 필요가 없고, 대체 경로가 미리 지정되어 있어 경로 계산에 따른 지연이 없다. 또한 에러 발생 시 이미 주 경로로 전송되었던 패킷들을 송신지로 되돌려 다시 대체 경로로 보낼 필요가 없기 때문에 패킷 손실율이 적어 전송 지연시간을 최소화해야 하고 신뢰성 있는 데이터 전송이 필요한 경우 적합하다. 그리고 에러 발생 후에 다른 데이터 트래픽에

영향을 주지 않기 때문에 다른 데이터 서비스에 영향을 주지 않는다.

4. 결론 및 향후 과제

전송 지연시간과 패킷 손실율을 최대한 줄여야 하는 최우선순위 데이터의 경우 전송 경로에 이상 발생 시 동적으로 경로 계산을 하면 지연시간이 너무 오래 걸리고, 미리 대체 경로를 지정한 경우라도 정상적인 전송 시 대체 경로를 다른 데이터의 전송 경로로 사용하게 되면 에러가 발생했을 때 대체 경로로 전송되던 다른 트래픽에 영향을 주게 되어 이미 주 경로로 전송되었던 패킷을 송신지로 되돌려 전송하는 동안 손실이 있게 된다.

본 논문에서는 미리 대체 경로를 지정하고 대체 경로로는 같은 패킷의 복사본을 이중으로 보내다가 경로에 에러가 발생하면 이상이 발생한 경로로의 전송을 중단하고 대체 경로로만 패킷을 보낸다. 이렇게 하면 수신지에서는 아무런 변화를 받지 않고 데이터를 받을 수 있고 다른 데이터 트래픽에도 영향을 주지 않는다.

향후 과제로 CR-LDP와 RSVP-TE 을 사용하여 본 논문의 경로 재설정 방법을 실험하였을 때 어느 프로토콜에서 적합하게 운용할 수 있는지 성능 분석을 할 예정이다. 또한 좀 더 효율적으로 네트워크 자원을 이용할 수 있는 방법과 경로에 부하가 생겼을 때 트래픽을 분배하는 방법에 관해 연구할 계획이다.

5. 참고문헌

- [1] Eric C. Rosen, Arun Viswanathan, Ross Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture," IETF Internet draft (work in progress: draft-ietf-mpls-arch-05.txt), April, 1999.
- [2] D. Awduche, J Malcolm, J. Agogbua, M. O'Dell, J McManus, "Requirements for Traffic Engineering Over MPLS," RFC 2702, September, 1999.
- [3] George Swallow, "MPLS Advantages for Traffic Engineering," IEEE Communications, December, 1999.
- [4] V. Sharma, K. Square, "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels," IETF Internet draft (work in progress: draft-ietf-mpls-rsvp-lsp-tunnel-05.txt), February, 1999.
- [5] J. Ash, Y. Lee, P. Ashwood-Smith, B. Jamoussi, L. Li, "LSP Modification Using CR-LDP," IETF Internet draft (work in progress: draft-ietf-mpls-crldp-modify-01.txt), February, 2000.
- [6] P. Aukia, M. Kodialam, P. V. Koppol, T. V. Lakshman, H. Sarin, B. Suter, "RATES: A Server for MPLS Traffic Engineering," IEEE Network
- [7] Dmitry Haskin, Ram Krishnan, "A Method for Setting an Alternative Label Switched Paths," IETF Internet draft (work in progress: draft-haskin-mpls-fast-reroute-03.txt), March, 2000.
- [8] S. Makam, V. Sharma, K. Owens, C. Huang, "Protection/Restoration of MPLS Networks," IETF Internet draft(draft-makam-mpls-protection-00.txt), October, 1999.