

# MPLS자원의 효율적 사용을 위한 우회경로 설정 및 복구에 관한 연구

박재성, 김정윤, 유인태  
경희대학교 정보통신대학원 정보통신망관리공학과  
E-mail : jaesungssi@hotmail.com

## A Study of Alternative Path Establishment & Restoration for Efficient using in MPLS networks

Jae-Sung Park, Kim Jung Yun, In-Tae Ryu  
A Department of Network Management Engineering,  
Graduate School Of Information and Communication,  
Kyung Hee University

### 요 약

네트워크 장애로 인한 인터넷 서비스 품질의 저하는 사용자와 서비스 제공자에게 여러 가지 형태로 손실을 가져오므로 망의 우회경로 설정 및 복구방안은 중요한 요소가 되고 있다. 망 복구에 있어서 중요한 과제는 작업 경로(working path)에 대한 복구 경로(restoration path)를 설정하는 것이다. 장애가 발생하더라도 서비스의 중단이 없도록 하기 위해서는 복구 경로를 설정할 때 작업 경로의 대역을 보장할 수 있는 복구 경로를 설정해야 한다. 이를 위해 MPLS망에서는 명시적 Routing기법에 기반을 둔 Constraint-based routing이 제안되었고 또한 망의 경로 복구를 위해 정적 및 동적설정기법이 제안되고 있다. 본 논문에서 제안된 방식은 확장된OSPF프로토콜의 TE-LSAs를 이용하여 또 다른 virtual 망을 구성하고 기본경로 중간의 TE-LSR을 새로운 PIL로 설정하여 빠른 대체 LSP를 설정 및 복구하는 기법을 성능 비교를 통해 망 자원의 효율적 사용을 보고자 한다.

### 1. 서 론

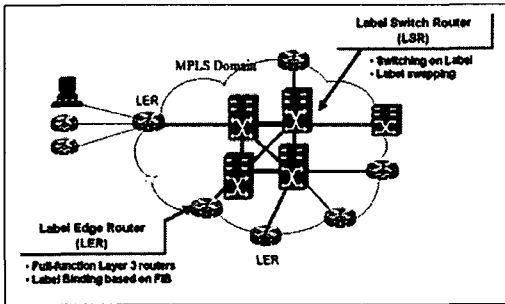
현재의 IP망에서의 Routing 알고리즘(OSPF, IS-IS등)은 node/link의 장애 발생 시 복구를 위해서 생기는 문제로 인하여 사용자가 요구하는 중단 없는 서비스 제공에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제는 높은 신뢰성을 요구하는 Voice나 Real Time Streaming등의 Traffic에는 더욱 큰 문제로 작용하고 있다. 이러한 IP망의 한계를 극복하기 위해 제안된 MPLS망에서 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위해서는 LSP(Label Switched Path)에서 link/node error/congestion을 피해서 전송 할 수 있도록 해야 하고, 이러한 요구를 수용할 수 있는 방안이 경로복구를 위해 우회경로(alternative path)를 설정하는 것이다. 현재까지 제안된 경로복구 방법에는 크게 두

가지의 기본 모델인 정적설정방식과 동적설정방식으로 나눌 수 있다. 정적설정방식은 망의 Routing 정책에 기반 하여 미리 경로를 예약하여 설정하는 방식으로써 보호 전환(Protection Switching)이라 하고, 동적설정방식은 node/link에 장애가 발생하면 각 Traffic의 보호 요구에 따라 새로운 LSP를 설정하는 방식이다. 동적설정방식은 새로운 LSP를 설정할 시에 많은 시간이 걸리기 때문에 문제가 있고 또한 정적설정방식은 자원낭비와 기본/대체경로가 모두 장애인 경우에는 복구를 할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서 제안된 방식에서는 기존방식의 가장 큰 문제점인 우회 경로설정시간 문제점을 해결하기 위하여 기존의 Constraint based Routing과 함께 확장된 OSPF TE-LSAs와 같은 Routing Protocol을 이용하여 장애가 일어났을 때 우회 LSP설정을

할 수 있는 기법을 제안하여 망 자원의 효율성을 높일 수 있음을 보여주고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 MPLS망의 구조 및에 대하여 살펴보고 3장에서는 기존의 우회경로설정 및 복구기법에 대해서 알아보고 각각의 문제점을 도출하도록 한다. 4장에서는 제안된 기법에 대한 방법을 기술하고 성능평가를 통해 제안된 기법의 효율적 사용에 대해 알아보도록한다.

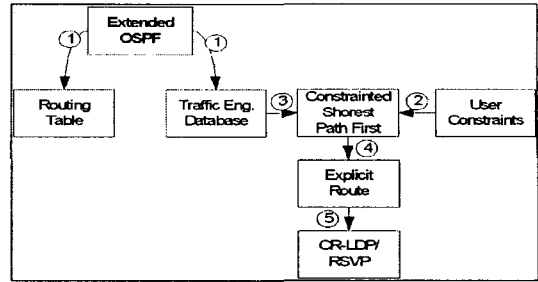
## 2. MPLS 구조 및 Constraint-based Routing

MPLS는 기존의 임의의 Stream을 구별할 수 있는 논리 식별자인 label을 이용하여 2계층 포워딩을 제공한다. 레이블은 해당 노드에서만 의미를 갖는 값으로, 레이블 Switching에 사용되는 디바이스인 LSR(Label Switching Router)이 레이블에 대한 swapping을 통해 패킷 포워딩을 진행한다. MPLS의 망 구성은 Ingress LSR(LER : Label Edge Router), core LSR, Egress LSR(LER)로 구성된다.



<그림1. MPLS 망 구조 및 Packet Forwarding>

망 동작은 기존의 IP 라우팅 프로토콜인 RIP, OSPF, BGP등을 이용하여 FIB (Forwarding Information Base) 테이블을 작성한 후 signaling Protocol (CR-LDP, RSVP-TE)에 의해 LIB(Label Information Base)테이블을 작성하여 이를 기반으로 패킷을 forwarding한다. 기존의 IP망과 MPLS망의 가장 큰 차이점중의 하나가 바로 CBR이라 할 수 있다. CBR(Constraint-based Routing)은 사용자가 명시한 제약조건을 모두 만족하는 경로를 계산하는 것을 말하며, 대역폭을 보장해주는 Routing이라고도 말할 수가 있다. CBR은 사용자의 요구에 의해서 설정되는 On-line방식과 요구 전에 미리 설정을 하는 Off-line방식이 있다. 그림2는 CBR의 동작방식을 나타내고 있다. 그 과정은 다음순서와 같다.



<그림2.Constraint based Routing Procedure>

- ① Extend OSPF를 통하여 정보를 Routing Table과 Traffic engineering DB에 저장한다.
- ② 사용자는 경로설정에서 적용 될 제약조건을 명시한다. (예: 대역폭, 홉 수, 우선 순위 등)
- ③ 트래픽 엔지니어링 데이터베이스에서 사용자가 원하는 조건을 만족하는 물리적 경로를 결정한다.
- ④ 그로 인해 명시적 경로가 설정된다.
- ⑤ CR-LDP Signaling Protocol을 통해 경로를 설정하게 된다.

## 3. 기존의 우회경로 설정 및 복구기법

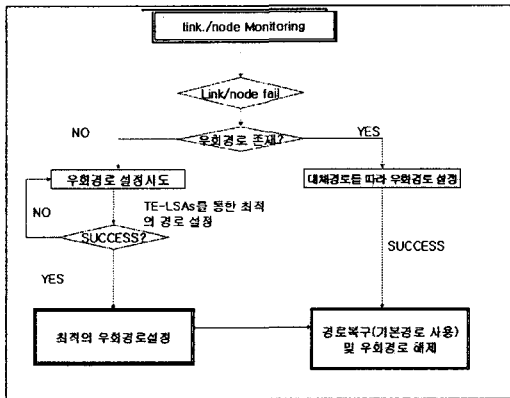
MPLS망에서의 우회경로 설정 및 복구기법을 IETF에서는 기본적으로 Protection Switching(보호 스위칭)과 Rerouting(재라우팅)이라고 하는 두 가지 모델을 정의해놓았다. 보호 스위칭기법에는 Haskin 기법과 Makam기법이 있고 재라우팅 기법에는 Simple-Dynamic 기법이 있다. Haskin기법은 장애가 탐지됨과 거의 동시에 트래픽을 우회경로로 전달할 수 있는 알고리즘을 가지고 있으므로 packet loss에는 문제가 없으나 packet reordering에는 문제가 발생하게 된다. Makam기법은 장애 알림 메시지를 이용하여 우회경로를 설정하고 복구하는 기법으로써 우회경로가 기본경로와 비슷한 길이를 가지고 있으면 packet reordering에는 별 문제가 없으나 많은 packet loss가 발생하는 문제를 가지고 있다. Simple-dynamic기법은 장애가 발생하지 않는 한 우회경로를 설정하지 않는 알고리즘을 가지고 있으므로 자원의 효율성측면에서는 아주 우수하지만 장애가 발생했을 때에는 LDP request message와 LDP mapping message가 목적지 node와 발신지 node에 도달하는 시간이 걸리게 되므로 많은 packet loss가 발생하는 문제를 가지고 있다. 이러한 기존의 우회 경로설정 및 복구방식의 문제점은 트래픽엔지니어링

이 갖는 망 자원의 효율적 이용이란 기대에 미치지 못하게 됨으로써 새로운 우회경로 설정 및 복구기법을 필요로 하게 되었다.

#### 4. 제안된 방식 및 성능 평가 결과

##### 4-1. 제안된 방식

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 기본경로와 우회경로로 설정해놓고 트래픽이 발생하여 전달될 때에는 확장된 OSPF의 TE-LSAs(Traffic Engineering Link State Advertisemets)를 사용함으로써 망은 또 다른 virtual network를 가지게 하고 각 LSR끼리 최적의 망 정보(path alive, path delay, maximum bandwidth, available bandwidth등)를 보유하게 하여 link/node의 상태를 update하고 지속적으로 최적의 우회경로를 설정하게 된다. 장애가 발생했을 경우에는 장애 알림 메시지를 기본경로의 노드에 알리어 신속하게 우회경로를 통하여 경로도중에 TE-LSR이 존재하면 트래픽은 TE-LSR을 PIL로 인식하게 되어 새로운 우회경로를 설정하고 망을 복구하도록 하였다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 다음의 4 단계의 과정을 거쳐 새로운 우회경로의 설정 및 복구를 한다.



<그림 3. 제안된 기법의 우회 경로설정 및 복구절차>

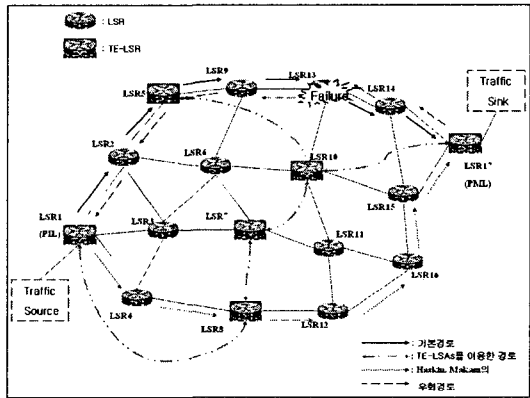
- ① Traffic이 PIL(Protection Ingress LSR)로 들어오는 OSPF프로토콜을 이용하여 각 LSR들은 망 전체의 상태를 파악하게 되고 기본적인 경로를 설정하게 된다. 현재 망의 available bandwidth, path delay등과 같은 경로에 대한 정보를 바탕으로 하여 신호프로토콜인 CR-LDP를 통하여 동적인 우회경로를 설정할 수 있다.
- ② 기본적인 경로 설정 후 PIL은 확장된 OSPF를

기반으로 하는 TE-LSAs를 flooding하여 망의 정보를 update하고 domain내의 LSR들은 새로운 정보를 기반으로 하여 망 상태에 변화가 있을 때에는 다시 최적화된 보호경로를 신호 프로토콜인 CR-LDP를 통하여 재 설정하게 된다. 이러한 방식으로 하여 망은 기본경로에 장애가 발견되기까지 Traffic을 전달하게 된다.

- ③ 지속적인 TE-LSAs의 update를 통해 망의 상태를 파악하다 장애를 검출한 LSR에 우회경로가 설정되어있다면 Traffic은 바로 그 우회경로를 통해 망을 복구하게 된다.
- ④ 그러나 그렇지 못할 경우에는 장애알림메시지를 PIL에 도달하는 모든 LSR에게 보내어 중간에 TE-LSR이 있으면 트래픽은 그것을 PIL로 인식하게 되고 TE-LSAs를 이용하여 생긴 Virtual network를 통하여 생긴 최단거리의 우회경로를 설정하고 트래픽을 전달함으로써 망을 복구하게 된다.

##### 4-2. 성능 평가 및 결과

본 논문에서는 제안한 방식에 대한 Simulation을 위해 그림4와 같이 망을 구성하였다.



<그림4. 성능분석을 위한 Test-Bed>

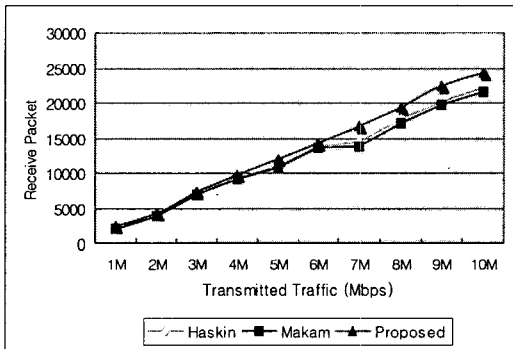
그림4 에서와 같이 실험 망에서는 기본경로가 LSR 1\_2\_5\_9\_13\_14\_17로 지정 되어있다. 위의 그림4에서와 같이 LSR9와 LSR13사이의 링크에서 장애가 발생했을 경우 장애검출은 LSR9에서 하게된다. 본 논문에서 제안한 방식에 따르면 LSR9에는 미리 설정된 우회경로가 없으므로 여러 장애 메시지가 PIL쪽으로 전달되게 된다. 이때 그림4에서 보듯이 LSR5가 TE-LSR로 구성되어져 있고 본 논문에서 제안한

바와 같이 트래픽은 TE-LSR을 PIL로 인식하여 가상 망을 구성하게 되어 LSR5\_10\_17이라는 빠른 우회경로를 설정하여 망을 복구할 수 있게 된다.

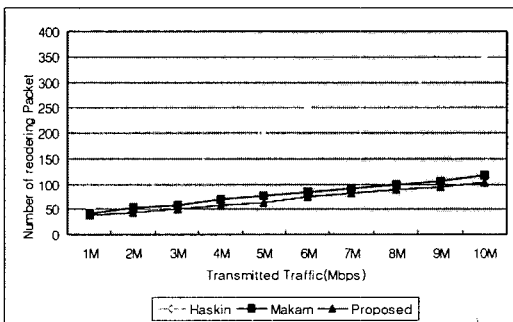
본 연구에서는 제안하는 기법의 성능평가를 위하여 Simulation Tool로써 Network Simulator인 NS-2와 MNS\_v2.0을 수정하여 사용하였고 아래와 같은 환경을 구축하여 성능평가를 하였다.

| Fail type | Traffic              | scheduler | Link                              |
|-----------|----------------------|-----------|-----------------------------------|
| link fail | Packet size: 256byte | CBQ       | bandwidth: 20Mbps<br>delay : 10ms |

성능평가 Metric으로는 Traffic속도를 1M에서 10M 까지 높일 때의 Packet 전송량과 Packet reordering 값을 통하여 본 논문에서 제안된 방식과 기존의 Haskin, Makam방식의 비교하여 성능평가를 하여 다음의 그림 5,6과 같은 결과를 얻을 수 있었다.



<그림5. Traffic증가시의 받은 패킷 수>



<그림6. Reordering해야하는 패킷의 수>

본 논문에서는 시뮬레이션을 통한 성능평가를 통해 패킷의 전송량에서는 제안된 방식이 기존의 방식보다 전송되는 트래픽 양이 많아질수록 성능이 향상되었음을 그림5를 통해 알 수 있다. 또한 패킷 reordering수에서도 제안된 방식이 기존의 두 방식보다 더 나은 성능이 나타나는 것을 그림6을 통하여

알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서 제안된 방식은 확장된 OSPF의 TE-LSAs의 지속적인 Flooding을 통하여 망 상태정보를 update하며 최상의 상태를 유지함과 동시에 어려가 발생했을 경우 TE-LSR을 이용하여 우회경로 설정 시간을 최소화하도록 하여 효율적인 망을 이용할 수 있다는 것을 보여주었다.

실험결과에서 알 수 있듯이 기존의 Haskin, Makam기법들은 신속한 우회경로 설정 및 복구를 보이지만 각각 packet loss와 packet Reordering면에서는 취약한 면을 보였다. 본 논문에서 제안된 방식을 통하여 기존의 제안된 두 기법의 단점을 해결할 수 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] E.Rosen,A.Viswanathan,R.Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture", IETF RFC 3031
- [2] Vishal Sharma, Ben-Mack Crane, Ken Owens, C.Huang, Fiffi Hellstrand, Brad Cain, Seyhan Civanlar, "Framework for MPLS-based Recovery", Internet draft, July 2001
- [3] R. Callon., P Doolan, N. Feldman, A. Fredette, G Shallow, A. Viswanathan, "A framework for Multiprotocol Label Switching", Internet draft, sep 1999
- [4] Haskin, D and Krishnan R.,"A Method for setting an Alternative Label Switched Paths to Handle Fast Reroute", Internet draft, November 2000
- [5] Srinivas Makam, Changcheng Huang, Vishal Sharma, Ken Owens,"A Path Protection /Restoration Mechanism for MPLS Networks" Internet draft July 2000
- [6] P Srisuresh, P. Joseph "TE LSAs to extend OSPF for Traffic Engineering" Internet draft January 2002
- [7] Uyles Black "MPLS&LABEL SWITCHING NETWORKS", Prentice hall second edition
- [8] " NS-2 " www.isi.edu/ns/nsnam , 2002
- [9] MNS\_v2.0 www.raonct.com, 2000