

MPLS 인터넷 트래픽 엔지니어링 기술

장희선* · 신현철**

요 약

MPLS(Multiprotocol Label Switching)는 네트워크 계층에서의 라우팅 기능과 레이블 교환(label swapping) Framework을 통합한 기술을 의미한다. 기존의 FEC(Forwarding Equivalence Classes) 개념을 이용하며, 기본적인 아이디어는 MPLS 도메인의 Ingress에서 패킷에 고정된 길이의 레이블을 추가하는 것이다. 이에 따라 라우팅을 위해 원래의 패킷 헤더에 의존하지 않고, MPLS 도메인 내부에서 패킷에 추가된 레이블을 이용하여 Forwarding Decisions에 사용한다. 본 논문에서는 MPLS 인터넷 망에서의 트래픽 엔지니어링을 위한 요구사항을 정리한다. 이들 요구사항들을 만족시키기 위해서는 망 관리 구조와 연계하여 트래픽 엔지니어링 기능이 수행되어야 한다. 아울러 본 논문에서는 MPLS를 이용한 IP 망 구조 및 기능을 제시하고 MPLS 신호 프로토콜과 주요 특징을 요약한다.

1. 서론

본 논문은 인터넷 망에서의 MPLS 트래픽 엔지니어링 응용을 주로 다룬다. 대규모 인터넷 백본에서의 트래픽 엔지니어링을 위한 Issues와 요구사항을 정리한다. MPLS 규격과 이 규격으로부터 나오는 방법들은 이러한 목표의 실현을 위한 것이다. 또한 대규모 인터넷 백본에서의 트래픽 엔지니어링을 위한 Issues와 요구사항을 정리한다. 요구사항을 수용하는데 필요한 기본적인 능력과 기능들을 제시한다. 아울러 MPLS를 이용한 IP(Internet Protocol) 망 구조 및 기능, 신호 프로토콜 및 주요 특징을 요약한다. 아울러 GMPLS(Generalized MPLS)에 대한 주요 특징을 정리한다.

본 논문에서 설명된 기능들은 상업망의 트래픽 엔지니어링에도 똑같이 적용될 수 있다. 일반적으로 기능들은 두 노드간에 적어도 두개의 경로가 존재하는 단일의 관리하에 있는 임의의 레이블 교환망(Label Switched Network)에 적용될 수 있다.

몇 가지 최근의 연구들은 MPLS하에서의 트래픽 엔지니어링과 트래픽 관리에 관련된 고려사항에 초점을 맞추고 있다.

참고문헌 [3]에서는 인터넷상에서 확장성 있는 차등화된 서비스와 트래픽 엔지니어링을 제공하기 위하여 MPLS와 RSVP를 이용한 방식을 제안하였다.

* 천안외국어대학 컴퓨터정보과 교수
** 천안외국어대학 컴퓨터정보과 교수

II. 트래픽 엔지니어링

Traffic Engineering(TE)은 운용 네트워크의 성능 최적화가 주 목적이며, 이를 통해 효율적이고 신뢰성 있는 네트워크를 운용함과 동시에 네트워크 자원의 이용과 트래픽 성능을 최적화한다. 일반적으로 TE는 인터넷 트래픽 측정, 특성화, 모델링, 그리고 제어 기술과 과학적 원리의 응용을 포함하고, 특정 성능 목표치를 얻기 위한 해당 지식과 기술의 적용을 의미한다. 여기서 MPLS에서의 트래픽 엔지니어링의 한 측면은 측정과 제어이다.

운용 네트워크의 성능 최적화는 기본적으로 트래픽 제어 문제와 관련되어 있다. 트래픽 엔지니어링 프로세스 모델에서 트래픽 엔지니어들은 적응 궤환 제어시스템(Adaptive Feedback Control System)에서의 자동화 도구들을 적용 시기를 적절히 고려하여 제어기처럼 동작하게 한다. 이 적응 궤환 시스템은 일련의 상호 연결된 네트워크 요소, 네트워크 성능 모니터링 시스템, 그리고 네트워크 구성 관리 도구들을 의미한다. 트래픽 엔지니어들은 제어정책을 제시하고, 모니터링 시스템을 통하여 네트워크의 상태를 관찰하며, 트래픽 특성을 규명하고, 제어정책에 따라 네트워크의 상태를 원하는 상태로 유도하기 위하여 제어동작을 수행한다. 이는 현재의 네트워크 상태에 대응하여 수행될 수도 있으며, 미래의 경향을 예측하는 예측기법을 사용하여 수행될 수도 있다.

최단경로 알고리즘(SPF: Shortest Path First)에 기반한 IGP는 인터넷내 자율 시스템에서의 폭주 문제를 상당히 해결하였다 그러나 네트워크 성능 문제들을 해결하기 위한 효율적인 정책의 현실화에 대한 어려움으로 인해 현재의 IGP

가 제공하는 제어 기능들은 트래픽 엔지니어링에는 적절하지 않다. 일반적으로 SPF 알고리즘은 단순한 부가적인 Metric을 토대로 최적화되며, 이러한 IGP 프로토콜들은 토폴로지에 의존하기 때문에 대역폭 가용도와 트래픽 특성들은 IGP 적용시 라우팅 결정에 고려되지 않는다.

III. MPLS와 트래픽 엔지니어링

MPLS는 기존의 hop-by-hop 라우팅에 의해 전달되는 IP 패킷을 네트워크 입/출력 노드에서만 L3 라우팅을 처리하고, Core에서는 레이블을 이용한 고속 L2 스위칭에 의해 패킷을 전달하는 기술로 IP 라우팅 성능과 확장성을 개선하고, explicit 라우팅과 효율적인 트래픽 엔지니어링을 제공할 수 있도록 한 차세대 IP 네트워크 기술이다. 패킷 헤더에 부착된 레이블은 망 내에서 패킷이 전달되어야 하는 경로나 혹은 QoS와 같은 트래픽 특성을 나타낼 수 있다.

MPLS의 전체적인 동작 절차를 요약하면 다음과 같다.

- (1) Policy server를 이용한 SLA 계약: 가입자는 망사업자와 서비스 사용에 대한 SLA (Service Level Agreement) 계약을 맺는다. 계약 내용에는 서비스의 종류, 서비스별 요구 품질(요구대역, 지연, 지연변이, 손실 등)을 포함한다.
- (2) QoS Path 계산(QOSPF & Algorithms): 서비스 계약이 이루어지면 SLA와 망사업자의 자원 사용 정책을 고려하여, 계약 내용을 만족시킬 수 있는 경로(constrained routed path)를 찾는다.

- (3) QoS Path Management(CR-LDP, RSVP-TE): CR-LDP나 RSVP-TE와 같은 신호 프로토콜을 이용하여 explicit routed LSP를 설정한다.
- (4) QoS Packet 분류 및 분배(FEC(Forwarding Equivalence Class) 구성, FE Mechanisms): MPLS 망으로 유입되는 트래픽에 대해 트래픽 특성과 SLA를 고려하여 IP 패킷을 분류한 다음 적합한 LSP 혹은 ER-LSP로 분배한다.
- (5) Network Status/Perform 정보 수집 및 분배: Traffic-engineered path에 대해서는 지속적으로 계약된 성능을 만족시키는지 감시하고, 필요시에는 재 라우팅이나 대역폭 증감과 같은 re-optimization을 지속적으로 수행한다.
- (6) TE Reaction: 트래픽 제어 서버(Policy Server)는 SLA 프로파일, QoS 정책, LSP별 품질 정보, QoS Metric과 같은 트래픽 엔지니어링 데이터베이스를 총괄 관리하고, 이를 이용하여 경로 계산, 부하 분산, 재 라우팅 등의 트래픽 엔지니어링 제어 기능을 네트워크 전반에 대해 수행한다.

3.1 MPLS를 이용한 IP 망구조 및 기능

Explicit LSP는 발신 노드에서 결정되며, 발신 연결 제어를 통해 얻어지는 explicit route는 도착지 기반 IP 최단 경로 모델에서 결정되는 경로와는 독립적으로 설정된다. Explicit route 설정 후, LSP 설정이 이루어지며, 설정된 explicit LSP들은 IP 라우팅 모델에서 회선 교환과 유사한 기능을 수행하게 된다. IP over SONET 또

는 IP over DWDM 구조에서는 L3과 L2 기능이 LSR(label switching router)에 구현된다. 따라서 기존 overlay 모델에 비해 망 구성요소의 감소, 신뢰도 증가, 운영 비용 감소 및 대기 지연 시간 감소의 효과를 얻을 수 있다. [그림 1]은 기존의 overlay 모델을 packet over SONET 인터페이스를 갖는 LSR을 이용하여 단순화한 IP 망 구조를 보여준다.

IP 망에서 트래픽 엔지니어링의 주요 특징 중 하나는 트래픽 회선(traffic trunk)의 개념이다. 여기서 트래픽 회선이란 동일한 등급에 속하는 트래픽의 집합을 의미한다. 트래픽 엔지니어링에서는 이들 트래픽 회선을 주어진 망 topology로 할당하는 문제가 주요 논제이다. MPLS 망에서의 트래픽 회선할당은 explicit LSP를 통한 경로 선택을 통하여 이루어진다. MPLS에서는 트래픽 회선과 explicit LSP를 연결하기 위하여 LSP tunnel과 트래픽 엔지니어링 tunnel(te-tunnel)이라는 용어를 이용한다.

LSP tunnel은 운용 망의 성능을 최적화하기 위하여 이용된다. 예를 들어 폭주 발생시 LSP tunnel은 다른 경로로 재할당된다. 두개의 노드들 사이에 여러 LSP tunnels들이 할당될 수 있으며, 트래픽이 이들 tunnels들로 분배된다. LSP tunnel을 통해 유연성과 비용면에서 효율적으로 존속성을 높일 수 있다. LSP tunnels들로부터 수집된 통계로부터 기본적인 트래픽 조합(traffic matrix)을 구성한다. [그림 2]는 최단 경로 이용시 발생하는 폭주 문제를 해결하기 위한 LSP tunnel 사용 예를 도시한다.

MPLS 트래픽 엔지니어링은 다음의 네가지 기본 기능으로 이루어져 있다.

3.1.1 경로 관리(path management)

explicit route 선택, LSP tunnels 설정 및 관

리를 수행하며 다음의 세가지 주요 기능을 포함한다: 경로 선택(path selection), 경로 배치(path placement) 및 경로 유지(path maintenance).

경로 선택(path selection)에서는 발신 노드에서의 LSP tunnel에 대한 *explicit route(sequence of hops or sequence of abstract nodes)*를 명시한다. 경로 배치(path placement)에서는 LSP tunnels을 설정한다. 이를 위해 RSVP(resource reservation protocol)와 CR-LDP(constraint-based routed LDP) 프로토콜이 이용된다. 끝으로 경로 유지(path maintenance) 기능에서는 설정된 LSP tunnels을 유지하기 위한 관리 기능을 수행한다.

LSP tunnel의 속성은 다음과 같다: 트래픽 파라메타(traffic parameters), 적응 속성(adaptivity attributes), 우선순위 속성(priority attributes), 선제 속성(preemption attributes), 회복 속성(resilience attributes), 자원 등급 유사 속성(resource class affinity attributes) 및 정책 속성(policing attributes: 자원 속성(resource attributes) 및 자원 등급 속성(resource class attributes)).

3.1.2 트래픽 할당(traffic assignment)

트래픽 할당은 설정된 LSP tunnels로의 트래픽 할당에 관한 기능을 논의한다. 크게 분할(partitioning)과 할당(apportionment) 기능으로 나눈다. 분할 기능에서는 분할 규칙에 따라 ingress 트래픽을 분할하고, 할당 기능에서는 분할된 트래픽을 LSP tunnels로 할당한다.

트래픽 할당을 자동화하기 위한 방법은 IGP domain에서 LSP tunnels을 하나의 길(shortcut)로 고려하는 것이며 여기서 여과 규칙(filtration rules)이 이용된다. 여과 규칙에 따라 트래픽을 서로 다른 등급으로 분류하여 LSP tunnels로 할당한다.

두 노드 사이에 존재하는 여러 LSP tunnels로 부하를 분산시키는 것은 트래픽 할당에 있어서 주요한 논제이다. 이를 위해 각 LSP tunnel에 대해 서로 다른 가중치를 할당하고 이에 따라 트래픽을 할당하는 방안이 이용된다.

3.1.3 망 상태 정보 분배(network state information dissemination)

망 상태 정보 분배는 MPLS domain에서 관련된 topology 상태 정보를 분배하는 일이다. 이는 기존의 IGP에 의해 수행되며 망 상태 정보는 최대 링크 대역(maximum link bandwidth), 최대 할당 계수(maximum allocation multiplier), 기본 트래픽 엔지니어링 요구사항(default traffic engineering metric), 우선순위 등급별 예약 대역(reserved bandwidth per priority class) 및 자원 등급 속성(resource class attributes)을 포함한다.

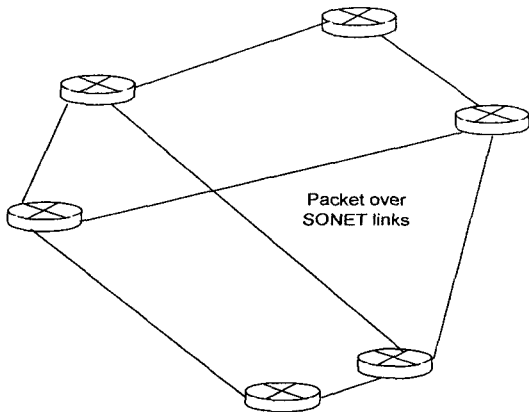
3.1.4 망 관리(network management)

MPLS 망 관리 기능은 크게 다음과 같이 나눈다. 형상 관리 기능(configuration management functions), 성능/과금 관리 기능(performance and accounting management functions) 및 오류 관리 기능(fault management functions). 이들 기능을 통해 MPLS 객체(예: LSP tunnels)를 제어하고 망 성능을 개선한다.

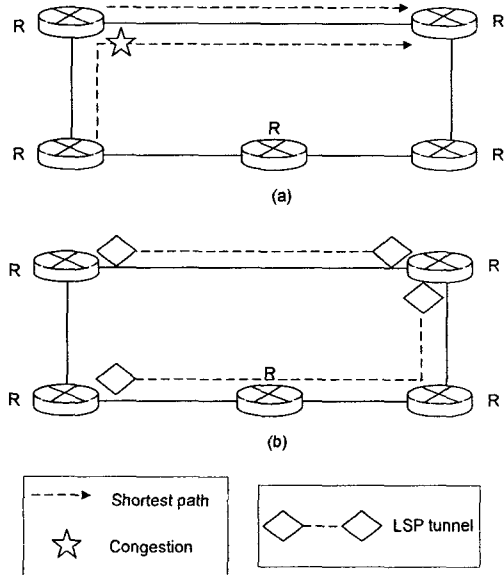
3.2 MPLS 신호 프로토콜

MPLS 신호 프로토콜은 신뢰성(robustness), 확장성, QoS 지원 기능을 수행하여야 하고, 이외에도 연결 설정 및 유지 우선순위, preemption, 멀티캐스팅, 대체경로 설정 등을 지원하여야 한다. 현재 ER-LSP 경로 설정을 위해 CR-

LDP(constrained-based routed label distribution protocol)와 RSVP-TE(resource reservation protocol-traffic engineering)의 두 규격이 같이 사용되고 있다.



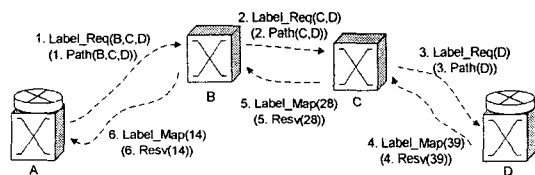
(그림 1) MPLS를 이용한 IP 망 구조



(그림 2) 폭주 발생시 LSP tunnels 이용 예:
(a) 최단 경로 상에서의 폭주 발생; (b) LSP tunnels을 이용한 트래픽 재 분배

CR-LDP는 LSP 설정 메시지 내에 explicit route 정보와 트래픽 파라메타를 전달할 수 있도록 LDP를 확장한 프로토콜로써, TCP를 이용하여 신호 메시지를 교환한다. ER-LSP 설정은 [그림 3]에서 처럼 미리 결정된 경로를 따라 label request 및 label mapping 메시지를 한 바퀴 교환함에 따라 연결이 설정되는데, 실제 자원 예약은 label request가 진행될 때(순방향) hard-state로 이루어진다. CR-LDP에서 지원하는 트래픽 파라메타는 peak rate(PDR(peak data rate), PBS(peak burst size)), committed rate(CDR(committed data rate), CBS(committed burst size)), excess burst size, frequency, weight 등이다.

한편, RSVP-TE는 IntServ 신호 프로토콜로 사용되던 RSVP를 확장하여 explicit route 정보와 label 정보 전달을 지원하는데 기능적으로 CR-LDP와 유사하다. CR-LDP와 달리 RSVP-TE는 raw-IP를 이용하여 신호 메시지를 교환한다. ER-LSP 설정은 [그림 3]에서 처럼 미리 결정된 경로를 따라 path와 resv 메시지를 한 바퀴 교환함에 따라 연결이 설정되는데, 실제 자원 예약은 resv가 진행될 때인 역방향 예약이 soft-state로 이루어진다. RSVP-TE에서는 기존의 Tspec(시간 기준)과 Flowspec(흐름 기준) 트래픽 파라메타를 그대로 사용한다.



(그림 3) CR-LDP 및 RSVP-TE의 연결 설정 과정

<표 1>에서 CD-LDP와 RSVP-TE를 비교하였다.

IV. Constraint-based Routing (CBR)

CBR은 현재의 hop by hop 인터넷 IGP 프로토콜로 운영되는 망 토폴로지하에서의 운영을 위해 트래픽 수요 처리와 자원 예약 기능 및 라우팅 기능을 수행한다.

CBR Framework을 위해 필요한 입력 파라메타들은 다음과 같다.

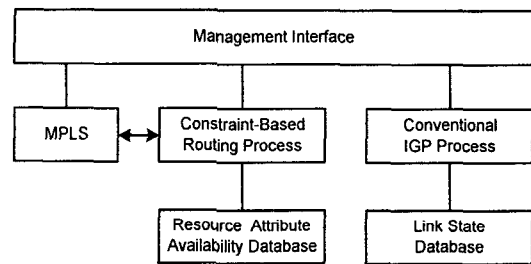
- TT(traffic trunks)에 관련된 속성
- 자원에 관련된 속성
- 기타 토폴로지 상태 정보

CBR Framework을 통해 트래픽 엔지니어링 정책을 위해, 필요한 수동적인 행위와 중재 정도를 상당히 감소시킬 수 있다. 실제적으로 트래픽 엔지니어, 운용자 또는 자동화 시스템은 TT의 중단점을 명시하고 트렁크의 성능예측과 동작특성 속성을 트렁크에 할당하여야 한다.

기존의 frame relay나 ATM 스위치들은 CBR의 일부 기능을 이미 지원하고 있으며, 따라서 MPLS의 특이한 요구사항을 수용하기 위하여 현재의 CBR을 쉽게 확대할 수 있다.

Hop by hop IGP에 의한 토폴로지를 사용하는 라우터인 경우 CBR은 다음 두 가지 방법 중 하나를 통해 구현될 수 있다.

- 1) CBR을 지원하기 위하여 OSPF[5, 7]나 IS-IS와 같은 현재의 IGP 프로토콜을 확장한다.
- 2) 현재 IGP로 동작하는 각 라우터에 CBR 프로세스를 추가하며, 이러한 시나리오는 [그림 4]에 나타내었다.



(그림 4) 계층 3 LSR에서의 CBR

<표 1> CR-LDP와 RSVP-TE 프로토콜

특성	CR-LDP	RSVP-TE	
기술적 특성	전달	TCP(reliable)	Raw IP(unreliable)
	기반	LDP	RSVP
	연결	Hard(refresh x) 확장성이 우수	Soft(refresh) 확장성 제한, 보원중
	자원	Forward 예약	Reverse 예약
	설정 메시지	Label request Label mapping	Path Resv ResvConf(option)
트래픽	Peak rate Committed rate Excess burst size Frequency Weight	Tspec Flowspec	
	장/단점	확장성 우수 시장확산이 떨어짐	RSVP 프로토콜 확산의 영향으로 빠르게 확산
표준화 및 개발 현황	IETF Constraint-based LSP Optical internet, VPN	IETF RFC 2205 Optical internet, MPLS	

CBR을 적용하는 데 필요한 Layer 3 디바이스 상에서의 중요한 상세 사항들은 다음과 같다.

- CBR 프로세스간에 토폴로지 상태 정보(자원 가용성 정보, 링크 상태 정보, 자원속성 정보)를 교환하기 위한 메커니즘
- 토폴로지 상태 정보의 유지보수를 위한 메커니즘
- CBR 프로세스와 기존 IGP 프로세스간의 상호동작
- TT의 적응성(Adaptivity) 요구사항을 수용하기 위한 메커니즘
- TT의 복구 요구사항과 존속성 요구사항을

수용하기 위한 메커니즘

V. GMPLS 기술

GMPLS(Generalized MPLS)는 MPLS를 광도메인(optical domain)에서 파장(wavelength)의 스위칭으로 라우팅을 가능하게 하도록 확장한 MPAS(Multi-protocol Lambda Switching)에 시분할(time-division, 예: SONET/SDH)과 공간형 스위칭(spatial switching, 예: PXCs, OXCs)에서도 적용 가능하도록 확장한 기술을 말한다. GMPLS의 특징은 이러한 다양한 계층에 적용 가능한 공통의 제어 평면(control plane)에 있다. 공통의 제어 평면은 네트워크 관리와 운용을 단순화시키고 Overlay 모델에서 peer model까지 다양하게 네트워크를 구성할 수 있는 융통성을 제공한다.

GMPLS의 주요 기술적 특징을 요약하면 다음과 같다.

5.1 MPLS 신호 프로토콜 확장

MPLS에서 트래픽 엔지니어링을 위한 신호 프로토콜인 CR-LDP와 RSVP-TE를 네트워크에 적용하기 위해 확장시킨다. 기존의 MPLS와 달리 GMPLS는 TDM, 파장 스위칭, fiber 스위칭 등과 같은 다양한 형태의 스위칭 방식을 지원하기 위해 인코딩 타입, payload, 대역폭 인코딩의 정보를 담고 있는 Generalized Label Request 메시지를 정의하고 있다. 마찬가지로 Generalized Label 메시지도 정의되어 있다. 특히, 파장 스위칭의 특별한 경우인 waveband 스위칭도 지원이 되도록 하고 있는데, 이 스위칭

방식은 같이 전송되는 여러 파장들을 하나의 waveband로 묶어서 레이블을 할당함으로써 왜곡현상을 줄일 수 있고, 파장들을 더 촘촘하게 분리할 수 있는 장점이 있다.

5.2 라우팅 프로토콜 확장

MPLS에서 링크의 상태 정보를 교환하기 위해 사용되었던 OSPF(Open Shortest Path First)나 IS-IS(Intermediate System to Intermediate System) 프로토콜을 광 네트워크에서 다양한 링크 타입(link type), 대역폭(bandwidth), 링크 보호 타입(link protection type) 등의 정보를 주고 받기 위해 확장한다. OSPF-TE에서 각각의 링크의 상태 정보는 LSA(Link State Advertisement)를 통해서 각각의 링크에 전달되고, 이 LSA payload는 확장성을 위해서 type/length/value(TLV) 형태로 구성되어 있다. GMPLS에서의 OSPF-TE는 기존의 MPLS에서 OSPF-TE와 비교하여 다음의 sub-TLV를 추가한다: outgoing interface identifier, incoming interface identifier, maximum LSP bandwidth, link protection type, link descriptor, shared risk link group. 한편, 현재 제안된 GMPLS 초안의 IS-IS에서 새로 추가된 부분은 OSPF와 마찬가지로 6가지의 TLV가 추가되었다: outgoing interface identifier, incoming interface identifier, maximum LSP bandwidth, link protection type, link descriptor, shared risk link group.

5.3 LMP(Link Management Protocol)

번들 링크(bundle link)와 제어 채널(control

channel)을 다루기 위해서 GMPLS에서 새롭게 도입된 프로토콜이다. LMP는 제어 채널을 관리하고 링크의 연결 상태를 점검하며 링크의 특성 및 결함 분리(fault isolation) 등의 기능을 수행한다. 제어 채널 관리(control channel management)를 통해 번들링된 링크에서 메시지를 통해서 제어 채널의 연결과 유지를 관리한다. 링크 연결 입증(link connectivity verification) 기능은 각각의 링크에 테스트 메시지를 통해서 링크의 연결을 입증하는 기능을 의미한다. 링크 특성 상호 관련(link property correlation) 기능을 통해 링크의 보호 알고리즘의 변화, 링크 식별자 변화 및 번들링된 링크에 다른 링크를 추가할 경우에 메시지를 통해서 해당 변화를 설정한다. 끝으로, 결함 분리(fault isolation) 기능은 에러의 발생을 빛의 손실로 감지하여 그것을 특정 지역으로 지역화 시켜 빠른 시간에 복구하는 기능을 말한다.

5.4 확장성 향상

GMPLS에서는 일반적으로 기존의 MPLS 보다 Core 네트워크에서 많은 수의 링크가 존재한다. 개별 링크별로 관리하는 것은 확장성에 문제가 된다. 이러한 확장성 문제를 해결하고 향상시키기 위해 링크 번들링(link bundling), unnumbered link 및 LSP 계층화 방안을 제시한다. 링크 번들링은 여러 개의 광섬유(optical fiber)를 묶어서 마치 하나의 링크처럼 OSPF나 IS-IS 라우팅 프로토콜에서 관리 및 성능 향상을 위한 것이고, unnumbered link는 IPv4/IPv6 주소체계를 쓰는 것이 아니라 라우터의 ID와 라우터의 인터페이스 ID로 각 링크를 구별하게 된다.

VI. 결론

본 논문에서는 MPLS 인터넷 망에서의 트래픽 엔지니어링을 위한 요구사항을 정리하였다. 이들 요구사항들을 만족시키기 위해서는 망 관리 구조와 연계하여 트래픽 엔지니어링 기능이 수행되어야 한다. 아울러 MPLS를 이용한 IP 망 구조 및 기능을 제시하고 MPLS 신호 프로토콜과 주요 특징을 요약하였다. 그리고 GMPLS에 대한 주요 특징을 요약하였다.

참고문헌

- [1] Rosen, E., Viswanathan, A. and R. Callon, "A Proposed Architecture for MPLS", Work in Progress.
- [2] Callon, R., Doolan, P., Feldman, N., Fredette, A., Swallow, G. and A. Viswanathan, "A Framework for Multiprotocol Label Switching", Work in Progress.
- [3] Li, T. and Y. Rekhter, "Provider Architecture for Differentiated Services and Traffic Engineering (PASTE)", RFC 2430, October 1998.
- [4] Rekhter, Y., Davie, B., Katz, D., Rosen, E. and G. Swallow, "Cisco Systems' Tag Switching Architecture-Overview", RFC 2105, February 1997.
- [5] Zhang, Z., Sanchez, C., Salkewicz, B. and E. Crawley "Quality of Service Extensions to OSPF", Work in Progress.
- [6] Crawley, E., Nair, F., Rajagopalan, B. and

- H. Sandick, "A Framework for QoS Based Routing in the Internet", RFC 2386, August 1998.
- [7] Guerin, R., Kamat, S., Orda, A., Przygienda, T. and D. Williams, "QoS Routing Mechanisms and OSPF Extensions", RFC 2676, August 1999.
- [8] C. Yang and A. Reddy, "A Taxonomy for Congestion Control Algorithms in Packet Switching Networks," IEEE Network Magazine, Volume 9, Number 5, July/August 1995.
- [9] W. Lee, M. Hluchyi, and P. Humblet, "Routing Subject to Quality of Service Constraints in Integrated Communication Networks," IEEE Network, July 1995, pp 46-55.
- [10] ATM Forum, "Traffic Management Specification: Version 4.0" April 1996.
- [11] A. Ghanwani et al, Traffic Engineering Standards in IP Networks using MPLS, IEEE Communications Magazine, pp.49-53, Dec. 1999.
- [12] Daniel O. Awduche, MPLS and Traffic Engineering in IP Networks, IEEE Communications Magazine, pp.42-47, Dec. 1999.
- [13] G. Swallow, MPLS Advantages for Traffic Engineering, IEEE Communications Magazine, pp.54-57, Dec. 1999.
- [14] K. Bala and Z. Zhang, Traffic Engineering, Optical Networks Magazine, pp.12-21, January/February 2001.
- [15] X. Xiao et al, Traffic Engineering with MPLS in the Internet. IEEE Network. pp.28-33, March/April 2000.
- [16] 정민영, 양선희, 이유경, 인터넷망의 MPLS 트래픽 엔지니어링 기술 동향, 전자통신 동향분석, 제15권, 제5호, pp.115-124, 2000. 10.

MPLS Internet Traffic Engineering in IP Networks

Hee-Seon, Jang* · Hyun-Cheul, Shin**

Abstract

MPLS is a integrated technology by using routing function and label swapping in the network layer. Based on the previous forwarding equivalence classes, it adds the fixed length label in ingress of the MPLS domain. For the routing, without the packet header information, it uses label for the forwarding decisions. In this paper, traffic engineering requirements in the MPLS internet will be setup. The traffic engineering function have to be performed previously with the network topology. In addition to, we presents the IP network topology and main function with MPLS signaling protocol.

* Prof., Department of Computer Information, Cheonan College of Foreign Studies

** Prof., Department of Computer Information, Cheonan College of Foreign Studies