

---

# NGN에서 QoS 제공을 위한 GMPLS의 라우팅 및 시그널링 확장 연구

장석기\*. 박광채\*

A Study of Routing and Signaling Extensions of GMPLS for QoS Provision in NGN

Seog-gi Jang\*. Kwang-chaе Park\*

---

이 논문은 2002년도 조선대학교 학술연구비를 지원받았음

---

## 요 약

네트워크는 IP 계층과 광 계층이 수렴되는 광인터넷 네트워크로 진화할 것으로 예상되나, 현재의 기술수준으로 인해 과도적인 진화단계로서 GMPLS가 대두되었다. MPLS가 확장되고 일반화된 GMPLS는 패킷 교환 장치뿐만 아니라 시간, 파장 및 공간 영역에서 교환을 수행하는 장치까지 지원할 수 있도록 하고 있다. 이런 다양한 스위칭 타입에 공통적인 제어 평면을 구현하기 위해 GMPLS에서는 기존의 MPLS 신호 및 라우팅 프로토콜을 확장하게 된다. 본 논문에서는 GMPLS 기술의 개요와 MPLS에서 링크의 상태 정보를 교환하기 위해 사용되었던 OSPF(Open shortest Path First) 프로토콜을 광 네트워크에서 다양한 링크 타입, 대역폭, 링크 보호 타입 등의 정보를 주고받기 위한 라우팅 확장 방안에 대하여 알아보고, 두 노드간의 수백, 수천개의 링크를 관리하는 복잡한 문제를 해결하기 위한 신호 프로토콜로 LMP라는 새로운 프로토콜의 정의를 기술한다. 그리고 MPLS에서 트래픽 엔지니어링을 위한 신호 프로토콜인 RSVP-TE를 GMPLS에 적용하기 위한 신호 프로토콜의 확장 방안과 수정된 RSVP 관련 메시지들을 검토분석 한다.

## ABSTRACT

Network is expected to be developed into optical Internet network collected IP layer and optical layer, but GMPLS is risen at the transitional evolution stage because of the present technology level. GMPLS that MPLS is extended and generalized is able to support not only the packet switching device but also the devices which perform switching in time, wavelength, and space domain. To implement the common control plane to these various switching types, GMPLS extends the existing MPLS signaling and routing protocol. In this paper, we describe the overview of GMPLS technology, and then we will refer to the OSPF(Open Shortest Path First), which was used to exchange the status information of link, as the plan of routing extension to exchange the information of various link type, bandwidth, link protection type etc. And also, we describe the definition of new protocol, so called, LMP that is a signaling protocol for solving complex problem which manages hundreds and thousands of links between two nodes. And we will examine and analyze the plan of signaling protocol extension to apply signaling protocol RSVP-TE(Resource ReSerVation Protocol) for traffic engineering in MPLS to network, and the message objects and formats associated with modified RSVP.

## 키워드

MPLS, GMPLS, OSPF, RSVP, LMP

## 1. 서론

사용자로부터 생성되는 IP 패킷의 처리는 ATM 또는 Ethernet, SONET/SDH, 그리고 물리적 계층에서 DWDM 광전송 단계를 거치면서 이루어지고, 각 계층사이에는 신호, 관리, 제어 측면에서 다양한 변화 과정을 통하여 처리되게 된다. 이러한 다중 계층 구조는 음성과 비디오와 같은 실시간 인터넷 서비스의 구현에 장애가 되고 있으며, 인터넷 트래픽의 변동에 대하여 자체 대응능력이 낮아 네트워크 자원의 활용도가 높지 않고, 운영 및 관리 측면에서의 비용도 매우 높다고 할 수 있다. 따라서 네트워크는 IP 계층과 광 계층이 수렴되는 광 인터넷 네트워크로 진화될 것으로 예상되지만 현재의 기술 수준에서 과도적인 진화과정으로 GMPLS가 대두되고 있다.

GMPLS는 MPLS가 확장되고 일반화된 개념으로서 패킷 교환장치뿐만 아니라 시간, 파장 및 공간 영역에서 교환을 수행하는 장치까지 지원할 수 있도록 하고 있다. 이런 다양한 스위칭 타입에 공통적인 제어 평면을 구현하기 위해 GMPLS에서는 기존의 MPLS 신호 및 라우팅 프로토콜을 확장하게 된다[1][2][3][4].

본 논문에서는 MPLS에서 링크의 상태 정보를 교환하기 위해 사용되었던 OSPF 프로토콜을 광 네트워크에서 다양한 링크 타입, 대역폭, 링크 보호 타입 등의 정보를 주고받기 위한 라우팅 확장방안에 대하여 알아보고, MPLS에서 트래픽 엔지니어링을 위한 신호 프로토콜인 RSVP-TE를 GMPLS에 적용하기 위한 신호 프로토콜의 확장방안에 대하여 알아본다.

## II. OSPF 라우팅 확장

OSPF-TE에서 각각의 링크의 상태 정보는 LSA(Link State Advertisement)를 통해서 각각의 링크에 전달되고, 이 LSA 페이로드는 확장성을 위해 TLV(Type/Length /Value)형태로 구성된다. 영역 플러딩 범위를 갖는 TE LSA는 단지 하나의 top-level TLV 트리플렛을 갖고 확장성을 위해 하나 이상의 내포형 서브 TLV들을 갖는다.

top-level TLV는 라우터 주소 또는 링크 가운데 하나의 값을 취할 수 있다. GMPLS 지원에 있어 링크 TLV를 위한 서브 TLV 추가에 대하여 표 1에 제시된다[4][5][6][7][8].

표 1. OSPF 확장에서 추가적인 서브 TLV  
Table 1. Additional Sub-TLV in OSPF Extension

Sub-TLV Type	Length (octets)	Name
11	8	Link Local/Remote Identifiers
14	4	Link Protection Type
15	variable	Interface Switching Capability Descriptor
16	variable	Shared Risk Link Group

### 1. 링크 로컬/원격 식별자

링크 로컬/원격 식별자는 링크 TLV의 서브 TLV이다. 이 서브 TLV의 타입은 11이고 길이는 8 옥텟으로 4 옥텟의 링크 로컬 식별자와 4 옥텟의 링크 원격 식별자로 이루어진다. 노드는 링크 로컬 식별자를 링크 로컬 오페이크 LSA를 사용하는 이웃(neighbor)으로 전달할 수 있다.

### 2. 링크 보호 타입

링크 보호 타입은 LSP를 생성할 때 경로 계산에 보호의 특성을 고려하기 위한 각각의 링크의 보호 능력과 보호 우선순위에 관한 정보를 포함하는 링크 TLV의 서브 TLV이다. 1 옥텟은 링크의 보호 용량(protection capabilities)을 표현하는 비트 벡터이다. 그리고 나머지 3 옥텟은 예약되어 있는 필드로서 0으로 설정되어 보내어지고 수신시에 무시된다. 적절한 보호 특성을 갖는 LSP들을 설정하기 위한 경로 산출 알고리즘에 의해 사용되도록 이 정보를 전달하는 것이 바람직하다. 이 정보는 일반적으로 최소 허용 보호가 경로 인스턴스화(path instantiation)에 지정되어 있고 경로 선택 기술이 적어도 최소 허용 보호를 만족시키는 경로를 찾기 위해 사용되는 계층에서 형성된다.

표 2. 링크보호용량의 정의  
Table 2-2 Definition of Link Protection Capabilities

0x01 Extra Traffic	링크가 또 다른 링크 또는 링크들을 보호. LSP들은 보호하고 있는 링크들 중 어떤 것이 실패하면 손실.
0x02 Unprotected	링크를 보호하는 다른 링크가 없음. LSP들은 링크가 실패하면 손실.
0x04 Shared	링크를 보호하고 있는 하나 이상의 Extra Traffic 타입 링크들이 있음. Extra Traffic 링크들은 하나 이상의 Shared 타입 링크들 사이에 공유.
0x08 Dedicated 1:1	링크를 보호하고 있는 하나의 Extra Traffic 타입의 고정 링크가 있음.
0x10 Dedicated 1+1	링크를 보호하고 있는 고정 링크. 보호하는 링크는 링크 상태 데이터베이스에 통지되지 않으므로 LSP들의 라우팅에 사용할 수 없음.
0x20 Enhanced	Dedicated 1+1보다 신뢰할 수 있는 보호 구성이 이 링크를 보호하기 위해 사용되고 있음.
0x40 Reserved	
0x80 Reserved	

3. SRLG(Shared Risk Link Group)

SRLG는 어떠한 링크에 문제가 생겼을 때 같이 영향을 받는 링크들의 셋을 의미한다. SRLG는 이러한 셋을 나타내기 위한 하나의 IGP 도메인 내에서 유일한 32 비트 식별자로서 링크 TLV의 서브 TLV이다. SRLG 서브 TLV에서는 특정 링크가 속한 SRLG의 리스트에 관한 정보를 가지고 있다.

4. ISCD(Interface Switching Capability Descriptor)

ISCD는 링크 TLV의 서브 TLV로서 길이는 Value 필드의 길이이다. Value 필드의 포맷은 그림 1과 같다. 스위칭 용량(switching capability) 필드는 표 3의 값들 가운데 하나를 포함하고 인코딩 필드는 표 4의 값들 가운데 하나를 포함한다. 최대 LSP 대역폭은 priority 0에서 priority 7까지 갖는 IEEE 플로팅 포인트 포맷에 8개의 4 옥텟 필드들의 리스트로서 부호화된다. 특정 스위칭 용

량 정보(Switching Capability specific information) 필드의 내용은 스위칭 용량 필드의 값에 의해 결정된다.

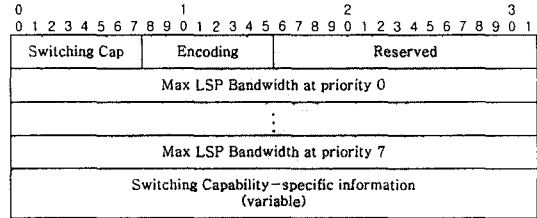


그림 1. ISCD 서브 TLV의 Value 필드 포맷  
Fig 1. Format of ISCD sub-TLV Value Field

표 3. 스위칭 용량 필드의 값  
Table 3. Values of Switching Capability Field

Value	Type
1	PSC-1(Packet-Switch Capable-1)
2	PSC-2(Packet-Switch Capable-2)
3	PSC-3(Packet-Switch Capable-3)
4	PSC-4(Packet-Switch Capable-4)
51	L2SC(Layer-2 Switch Capable)
100	TDM(Time-Division-Multiplex Capable)
150	LSC(Lambda-Switch Capable)
200	FSC(Fiber-Switch Capable)

표 4. 인코딩 타입 필드의 값  
Table 4. Values of Encoding Type Field

Value	Type
1	Packet
2	Ethernet
3	ANSI/ETSI PDH
4	확보되어 있음(예약)
5	SDH ITU-T G.707/SONET ANSI T1.105
6	확보되어 있음(예약)
7	Digital Wrapper
8	Lambda (photonic)
9	Fiber
10	확보되어 있음(예약)
11	FiberChannel

### III. GMPLS를 위한 시그널링 확장

#### 1. 레이블 관련 포맷

광 도메인과 타임 도메인으로 확장되는 MPLS의 범위를 다루기 위해 몇몇의 새로운 레이블 형식이 요구된다. 이러한 레이블의 새로운 형식들을 종합하여 일반화된 레이블이라 한다. 일반화된 레이블은 교차 접속의 타입에 관계없이 수신하는 노드가 교차 접속을 프로그램할 수 있도록 충분한 정보를 포함한다.

##### (1) 일반화된 레이블 요구

일반화된 레이블 요구는 요청되는 LSP를 지원하기 위해 필요한 특성들의 통신을 지원한다. 이러한 특성들은 LSP 인코딩과 LSP 페이로드를 포함하고 중계 노드들에서 사용된다.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1																								
Length										Class-Num (19)										C-Type(4) [TBA]				
LSP Enc. Type					Switching Type					G-PID														

그림 2. 일반화된 레이블 요구 객체의 포맷  
Fig 2. Format of Generalized Label\_Request Object

일반화된 레이블 요구에는 LSP 인코딩 타입이라 불리는 LSP 인코딩 파라미터가 실려 있다. 이 파라미터는 LSP와 결합된 데이터로 사용되어질 인코딩 타입을 나타낸다. LSP 인코딩 타입은 LSP의 특징을 나타낼 뿐, LSP를 교차하는 링크들의 특징을 나타내지는 않는다. LSP 인코딩 타입의 허용된 값들은 표 4에서 보여진다. 또한 일반화된 레이블 요구는 링크에 요청되는 스위칭 타입을 나타낸다. 개개의 링크에서 수행되어질 스위칭 유형을 나타내는 스위칭 타입의 현재 정의된 값들이 표 3에서 보여진다. 이 영역은 한 가지 이상의 스위칭 용량 타입을 통지하는 링크들을 위해 요구된다. LSP에 의해 실행되는 페이로드의 식별자로서 일반화된 PID는 LSP의 종단 노드들에서 사용되고, 어떤 경우에는 Penultimate 홉에서 사용되기도 한다.

##### (2) 일반화된 레이블

일반화된 레이블은 결합된 데이터 패킷을 갖고 대역 내를 이동하는 레이블뿐만 아니라 타임 슬

롯, 파장, 또는 공간 분할 다중화 위치를 식별하는 레이블까지도 표현하도록 함으로써 기존의 레이블을 확장한다. 일반화된 레이블은 레이블이 속하는 클래스를 식별하지 않는다. 레이블의 다양한 레벨들이 요청될 때, 각각의 LSP는 개별적으로 확립되어야 한다. 각각의 일반화된 레이블 객체/TLV에는 가변 길이 레이블 파라미터가 실려 있다.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1																					
Length										Class-Num (16)										C-Type (2)	
Label																					

그림 3. 일반화된 레이블 객체의 포맷  
Fig 3. Format of Generalized Label Object

일반화된 레이블은 Resv 메시지에서 업스트림 방향으로 이동한다. 일반화된 레이블을 포함하는 Resv 메시지의 수신부는 전달되는 값들이 수용될 수 있는지를 검사한다. 레이블이 수용될 수 없다면, 수신부는 "Routing problem/MPLS label allocation failure" 표시를 갖는 ResvErr 메시지를 생성한다.

##### (3) 파장대 스위칭

파장대 스위칭은 특수한 램다 스위칭이다. 파장대는 새로운 파장대에 함께 스위칭될 수 있는 이웃한 파장들의 셋을 나타낸다. 최적화를 위해 한 단위로 여러 파장들을 스위칭하기 위해서는 광 교차 접속이 바람직하다. 이것은 각각의 파장들의 왜곡을 감소시키고 개별적인 파장들을 세밀하게 분류할 수 있도록 한다. 파장대 레이블은 이런 특수한 경우를 지원하기 위해 정의된다.

파장대 스위칭은 레이블 계층에 또 다른 레벨을 삽입하고, 모든 다른 상위 계층 레이블이 다루어지는 것과 동일한 방법으로 파장대도 다루어진다. MPLS 프로토콜들에 관련해서 파장대는 파장들로 세분될 수 있는 반면에 파장은 타임 또는 통계적으로 다중화된 레이블로 세분될 수 있다는 것을 제외하고는 파장대 레이블과 파장 레이블은 동일하다.

**(4) 제안 레이블**

제안 레이블은 다운스트림 노드에 업스트림 노드의 레이블 선택을 제공하기 위해 사용된다. 이것은 업스트림 노드에 레이블이 다운스트림 노드에 의해 전달되기 전에 제안된 레이블을 갖는 하드웨어를 설정하도록 한다. 이러한 초기의 설정은 하드웨어에서 레이블을 확립하는데 많은 시간이 걸리는 시스템들에 효과적이다. 그리고 초기의 설정은 설정 대기시간을 감소시킬 수 있고, 대체 LSP들이 네트워크 장애로 인해 빠르게 확립될 필요가 있는 복구에 있어서도 중요하다.

**(5) 레이블 셋**

레이블 셋은 다운스트림 노드의 레이블 선택범위를 수용할 수 있는 레이블들의 셋으로 제한하기 위해 사용된다. 또한 두 개의 피어 사이에 특별한 LSP를 위해 사용될 레이블의 범위를 제한하기 위해 사용된다. 레이블 셋의 수신부는 레이블 셋에 있는 것으로 레이블의 선택범위를 제한한다. 레이블 셋이 없다면, 유효한 레이블 범위에 있는 모든 레이블이 사용된다. 개념상으로 레이블 셋의 부재는 모든 유효 레이블들의 셋으로 값이 {U}인 레이블 셋을 의미한다.

레이블 셋은 하나 이상의 Label\_Set 객체들에 의해 정의된다. 특정 레이블 또는 서브채널은 각각 Action 0과 1 객체에 의해 레이블 셋에 더해지거나 제외된다. 레이블 또는 서브채널의 범위는 각각 Action 2와 3 객체에 의해 레이블 셋에 더해지거나 제외된다. Label\_Set 객체의 부재는 모든 다른 레이블들이 수용될 수 있다는 것을 의미한다.

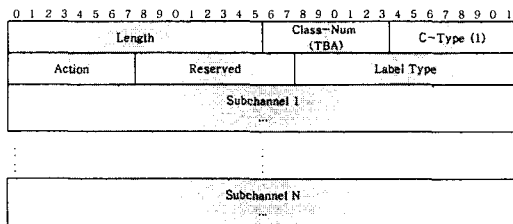


그림 4. 레이블 셋 객체의 포맷  
Fig 4. Format of Label\_Set Object

**2. Bidirectional LSPs**

MPLS에서는 단방향 LSP만 사용되나 GMPLS에서는 양방향 LSP를 고려한다. 이는 광 네트워크에서만 고려되는 것으로 하나의 이니시에이터와 터미네이터로 구성된다. 여기서 출발노드는 이니시에이터, 목적지 노드는 터미네이터이다. 양방향 LSP는 동일한 트래픽 엔지니어링 요구사항을 갖는 양방향 LSP를 한번의 이니시에이터-터미네이터 라운드 트립 및 처리시간에 설정한다. 한번에 양방향 LSP를 설정함으로써 동일한 요구사항을 갖는 두 개의 LSP를 양방향으로 설정하기 위해 발생하는 설정시간 지연, 제어 오버헤드 및 경로선택의 복잡성 등 다양한 문제점을 제거하게 된다.

양방향 LSP 설정은 Path 메시지에서 업스트림 레이블에 의해 지시된다. 업스트림 레이블 객체는 일반화된 레이블과 동일한 포맷을 갖는다. 양방향 LSP를 지원하기 위해 업스트림 레이블 객체는 Path 메시지에 추가된다. 업스트림 레이블 객체는 Path 메시지가 송신되는 시간에 포워딩을 하기에 효과적인 레이블을 나타내어야 한다. 업스트림 레이블 객체를 포함하는 Path 메시지가 수신될 때, 수신부는 먼저 업스트림 레이블이 수용될 수 있는지를 검사한다.

중간 노드는 발신 업스트림 레이블을 기입하고 Path 메시지를 전달하기 전에 발신 인터페이스 상에 레이블을 할당해야 하고 내부 데이터 경로를 확립해야 한다. 터미네이터 노드는 업스트림 레이블이 이니시에이터를 향해 LSP 업스트림과 결합된 데이터 트래픽을 전달하기 위해 사용될 수 있다는 것을 제외하고, 일반적으로 Path 메시지를 처리한다.

**3. Notification**

**(1) 허용 레이블 셋 객체**

허용 레이블 셋 객체들은 Class-Number TBA를 사용한다. 그리고 C-Type을 포함한 객체의 나머지 항목은 Label\_Set 객체와 일치하는 포맷을 갖는다. 허용 레이블 셋 객체들은 PathErr 메시지와 ResvErr 메시지들에 실리게 된다. 허용 레이블 셋을 정의하기 위한 절차는 레이블 셋을 정의하기

위한 절차를 따른다. 특히, 허용 레이블 셋은 하나 이상의 허용 레이블 셋 객체들에 의해 정의된다. 특정 레이블 또는 서브채널은 각각 Action 0과 1 객체들에 의하여 허용 레이블 셋에 추가되거나 제거될 수 있다. 레이블 또는 서브채널의 범위는 각각 Action 2와 3에 의해 허용 레이블 셋에 추가되거나 제거될 수 있다. 허용 레이블 셋 객체들이 단지 제거하기 위해 레이블 또는 서브채널을 리스트하는 것은 모든 다른 레이블들이 수용될 수 있음을 의미한다.

**(2) 통지 요구 객체**

통지 요구 객체는 통지들의 생성을 요청하기 위해 사용된다. 통지 요구 객체는 Path 메시지 또는 Resv 메시지에 실리게 된다.

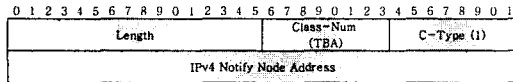


그림 5. IPv4 통지 요구 객체의 포맷  
Fig 5. Format of IPv4 Notify Request Object

그림 5에서의 IPv4 Notify Node Address 필드는 4바이트로서 에러 메시지를 생성할 때 통보되어야 하는 노드의 IP 주소이다. 그리고 IPv6 통지 요구 객체에서의 IPv6 Notify Node Address 필드는 16 바이트이다. 메시지가 다수의 통지 요구 객체들을 포함한다면, 오직 첫 번째 객체만이 의미를 가진다. 뒤이은 통지 요구 객체들은 무시될 것이고 전달되지 않는다. 통지 요구 객체는 LSP 장애를 통지하게 될 노드의 주소를 나타내기 위해 Path 메시지 또는 Resv 메시지에 삽입된다. 통지 요구 객체를 포함하는 메시지를 수신하는 노드는 상응하는 상태 블록에 통지 노드 주소를 저장한다.

**4. 보호 정보**

보호 정보가 새로운 객체/TLV에 실리게 된다. 요청된 LSP의 링크 관련 보호 특성들을 나타내기 위해 사용된다. 특정 LSP를 위한 보호 정보의 사용은 선택적이다. 지금의 보호 정보는 LSP를 위해 요구되는 링크 보호 타입을 지시한다. 특정 보

호 타입 즉, 1+1, 또는 1:N이 요청된다면, 연결 요구는 요청되는 보호 타입이 받아들여질 수 있을 경우에만 처리된다. 경로 계산 알고리즘들은 LSP들을 설정하기 위해 경로들을 계산할 때 고려사항으로 이 정보를 이용한다. 보호 정보는 또한 첫 번째 LSP인지 아니면 두 번째 LSP인지를 나타낸다. 두 번째 LSP는 첫 번째 LSP에 대한 예비용이다. 두 번째 LSP의 자원들은 첫 번째 LSP가 실패할 때까지 사용되지 않는다. 두 번째 LSP에 할당된 자원들은 첫 번째 LSP가 실패할 때까지 다른 LSP들에 의해 사용된다.

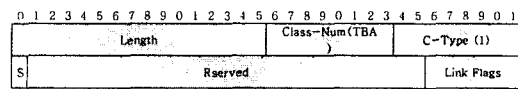


그림 6. 보호 객체의 포맷  
Fig 6. Format of Protection Object

S(Secondary)는 설정할 때, 요청되는 LSP가 두 번째 LSP임을 나타낸다. Reserved 필드는 예약되어 있다. 전송 시에는 0으로 설정되고 수신시에는 무시되어야 한다. Link Flags는 요구되는 링크 보호 타입을 지시한다. 링크의 보호 용량들은 라우팅 시에 통지될 것이다. 플래그들의 정의는 표 2에 정의되어 있다. 보호 객체를 포함하고 있는 Path 메시지를 처리하는 중계 노드들은 요청된 보호가 발신 인터페이스 또는 터널에 의해 이행될 수 있는지를 검사해야 한다.

**5. 관리용 상태 정보**

관리용 상태 정보는 새로운 객체/TLV에 실리게 되고 특정 LSP에 관해서 관리 상태를 나타낸다. 그리고 정보는 LSP의 관리 상태를 설정하기 위한 요청을 나타낸다. 이 정보는 항상 요청에 영향을 미치는 ingress 노드로 중계된다.

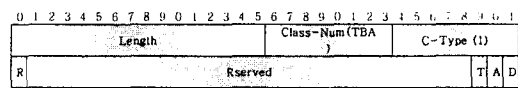


그림 7. Admin\_Status 객체의 포맷  
Fig 7. Format of Admin\_Status Object

Adjoin\_Status 객체는 특정 LSP의 관리 상태에

관련된 정보를 제공한다. 이 객체는 LSP의 관리 상태를 나타내기 위해 Path 메시지와 Resv 메시지에 실리게 되고 ingress 노드가 LSP의 관리 상태를 바꾸는 것을 요청하기 위해 통지 메시지에 실리게 된다.

R(Reflect)은 설정할 때, 에지 노드가 적절한 메시지에 객체/TLV를 반영할 것임을 나타낸다. T(Testing)는 설정할 때, 테스트 모드에 관련된 로컬 실행들이 이행되어야 한다는 것을 나타낸다. A(Administratively down)는 설정할 때, "administratively down" 상태에 관련된 로컬 실행들이 이행되어야 한다는 것을 나타낸다. 그리고 D(Deletion in progress)는 설정할 때, LSP 해체에 관련된 로컬 실행들이 이행되어야 한다는 것을 나타낸다. 에지 노드들은 연결 해제를 제어하기 위해 이러한 플래그를 사용한다 [9][10][11][12][13].

#### IV. 수정된 RSVP 메시지 포맷

RSVP 메시지는 공통 헤더와 가변 길이의 다양한 수의 객체들로 이루어져 있다. 각각의 RSVP 메시지 타입에 대하여, 객체 타입들의 허용 선택을 위한 규칙들의 세트가 있다. 이들 규칙들은 선택적인 부시퀀스들을 둘러싸는 각괄호({ })를 가지고 보강된 배커스 나우어 형식(BNF)을 사용하여 지정된다. BNF는 메시지에 객체들에 대한 순서를 수반한다. 그러나, 많은 경우들에서, 객체 순서는 논리적인 차이가 나타나지 않는다. 이 장에서는 시그널링의 확장에 의해 수정된 RSVP 관련 메시지들의 포맷들을 제시한다. 구현은 여기에서 보여진 순서로 객체들을 가지고 메시지들을 생성할 것이다 [10][13][14][15].

Path 메시지의 포맷은 다음과 같다.

```
<Path Message> ::=
  <Common Header> [<INTEGRITY>]
  [[<MESSAGE_ID_ACK> | <MESSAGE_ID_NACK>]...]
  [<MESSAGE_ID>]
  <SESSION> <RSVP_HOP>
  <TIME_VALUES>
```

```
[<EXPLICIT_ROUTE>]
<LABEL_REQUEST>
[<PROTECTION>]
[<LABEL_SET> .I. ]
[<SESSION_ATTRIBUTE>]
[<NOTIFY_REQUEST>]
[<ADMIN_STATUS>]
[<POLICY_DATA> ... ]
<sender descriptor>
```

단방향 LSP들에 대한 sender descriptor의 포맷은 다음과 같다.

```
<sender descriptor> ::=
  <SENDER_TEMPLATE> <SENDER_TEMPLATE_SPECIFIC>
  [<ADSPEC>]
  [<RECORD_ROUTE>]
  [<SUGGESTED_LABEL>]
  [<RECOVERY_LABEL>]
  <UPSTREAM_LABEL>
```

PathErr 메시지의 포맷은 다음과 같다.

```
<PathErr Message> ::=
  <Common Header> [<INTEGRITY>]
  [[<MESSAGE_ID_ACK> | <MESSAGE_ID_NACK>]...]
  [<MESSAGE_ID>]
  <SESSION> <ERROR_SPEC>
  [<ACCEPTABLE_LABEL_SET> ... ]
  [<POLICY_DATA> ... ]
  <sender descriptor>
```

sender descriptor는 앞의 Path 메시지의 sender descriptor를 복사한다. Resv Message의 포맷은 다음과 같다.

```
<Resv Message> ::=
  <Common Header> [<INTEGRITY>]
  [[<MESSAGE_ID_ACK> | <MESSAGE_ID_NACK>]...]
  [<MESSAGE_ID>]
  <SESSION> <RSVP_HOP>
  <TIME_VALUES>
  [<RESV_CONFIRM>] [<SCOPE>]
  [<NOTIFY_REQUEST>]
  [<ADMIN_STATUS>]
```

```
[<POLICY_DATA>
  <STYLE> <flow descriptor list>
  <flow descriptor list> ::= <empty> |
    <flow descriptor list> <flow descriptor>
```

BNF는 단지 flow descriptor들의 리스트로서 flow descriptor list를 정의한다. 다음의 스타일에 의존하는 규칙들은 예약 스타일들 각각에 대한 유효한 flow descriptor list의 구성을 상세하게 열거한다.

```
· WF Style :
<flow descriptor list> ::= <WF flow descriptor>
<WF flow descriptor> ::= <FLOWSPEC>
  · FF Style :
<flow descriptor list> ::=
  <FLOWSPEC> <FILTER_SPEC> |
  <flow descriptor list> <FF flow descriptor>
<FF flow descriptor> ::=
  [<FLOWSPEC>] <FILTER_SPEC>
  · SE style
<flow descriptor list> ::= <SE flow descriptor>
<SE flow descriptor> ::=
  <FLOWSPEC> <filter spec list>
<filter spec list> ::=
  <FILTER_SPEC>|<filter spec list><FILTER_SPEC>
```

ResvErr 메시지의 포맷은 다음과 같다.

```
<ResvErr Message> ::=
  <Common Header> [<INTEGRITY>]
  [[<MESSAGE_ID_ACK>|<MESSAGE_ID_NACK>]...]
  [<MESSAGE_ID>]
  <SESSION> <RSVP_HOP>
  <ERROR_SPEC> [<SCOPE>]
  [<ACCEPTABLE_LABEL_SET> ... ]
  [<POLICY_DATA> ... ]
  <STYLE> <error flow descriptor>
```

error flow descriptor의 구성을 정의한다. 객체 순서 요구사항들은 flow descriptor에 대하여 이전에 주어진 것과 같다.

```
· WF Style :
<error flow descriptor> ::= <WF flow descriptor>
```

```
· FF Style :
<error flow descriptor> ::= <FF flow descriptor>
· SE Style :
<error flow descriptor> ::= <SE flow descriptor>
```

## V. 결론

이 논문에서는 다양한 스위칭 타입에 공통적인 제어 평면을 구현하기 위해 기존 MPLS의 라우팅 및 시그널링을 확장하였다. OSPF 라우팅 확장에서는 링크 TLV에 대한 서브 TLV로서 4 옥텟의 링크 로컬 식별자와 4 옥텟의 링크 원격 식별자로 이루어진 링크 로컬/원격 식별자, LSP를 생성할 때 경로 계산에 보호의 특성을 고려하기 위한 각각의 링크의 보호 능력과 보호 우선순위에 관한 정보를 포함하는 링크 보호 타입, 어떠한 링크에 문제가 생겼을 때 같이 영향을 받는 링크들의 집합을 의미하는 SRLG, 그리고 스위칭 용량 필드와 인코딩 필드를 포함하는 ISCD 등을 추가하였다.

시그널링의 확장에서는 교차 접속의 타입에 관계 없이 수신하는 노드가 교차 접속을 프로그램할 수 있도록 충분한 정보를 포함하는 일반화된 레이블, 광 네트워크에서만 고려되는 양방향 LSP, 통지에 관한 확장으로 레이블 에러에 대한 통지를 지원하기 위한 허용 레이블 셋 객체, 어디로 이벤트 통지들이 보내어질 것인가를 식별하는 통지 요구 객체에 대하여 기술하였다. 또한 요청된 LSP의 링크 관련 보호 특성들을 나타내기 위해 사용되는 보호 정보, 특정 LSP에 관해서 관리 상태와 LSP의 관리 상태를 설정하기 위한 요청을 나타내는 관리용 상태 정보를 기술하였고 시그널링의 확장에 의해 수정된 RSVP 관련 메시지들의 포맷들을 제시하였다.

GMPLS의 표준화를 위해 라우팅과 시그널링의 확장이 연구되고 그에 따른 수정된 메시지 포맷들 제시되고 있지만, 다양한 스위칭 타입들의 다중화에 따른 문제점들이 산재되어 있다. 특히, 제시된 Path 메시지의 sender descriptor 포맷들은 단방향 LSP들에 대한 수정된 포맷들이므로 양방향 LSP들을 위한 sender descriptor를 고려해야 할 것이며, 기존 예약 메시지의 flow descriptor list와 예약 에러 메시지의



error flow descriptor를 그대로 사용하고 있는데 이들에 대한 새로운 정의가 있어야 할 것이다.

**감사의 글**

본 연구는 2002년도 조선대학교 학술연구비의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

**참고 문헌**

[1] 스위칭 및 라우팅 연구회·통신연구회, "차세대 광 네트워크 기술", 제 18권 1호  
 [2] 스위칭 및 라우팅 연구회·통신연구회, "GMPLS 기술 동향", 제 17권 1호  
 [3] 한국통신학회지, "NGN 진화를 위한 GMPLS 기술의 적용", 제 19권 6호  
 [4] Berger, L. et al., "Generalized MPLS-Signaling Functional Description", Internet Draft, Work in progress, April 2002.  
 [5] Mannie, E., Papadimitriou D., et al., "Generalized Multiprotocol Label Switching Architecture", Internet Draft, Work in progress, August 2002.  
 [6] Kompella, K., and Rekhter, Y. (Editors), "OSPF Extensions in Support of Generalized MPLS".  
 [7] Katz, D., Yeung, D., and Kompella, K., "Traffic Engineering Extensions to OSPF".  
 [8] Awduche, D., Malcolm, J., Agogbua, J., O'Dell and J. McManus, "Requirements for Traffic Engineering over MPLS", September 1999.  
 [9] Ayan Banerjee, John Drake, Jonathan Lang, and Brad Turner, "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Signaling Enhancements and Recovery Techniques", IEEE Communications Magazine, July 2001  
 [10] Ashwood-Smith, P. et al, "Generalized MPLS Signaling RSVP-TE Extensions", Internet Draft, August 2002.  
 [11] Awduche, et al, "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels", December 2001.  
 [12] Wroclawski, J., "The Use of RSVP with

IETF Integrated Services," September 1997.  
 [13] Berger, L. et al., "Generalized MPLS Signaling u RSVP-TE Extensions", Internet Draft, Work in progress, April 2002.  
 [14] Braden, R. Ed. et al, "Resource ReserVation Protocol--Version 1 Functional Specification", September 1997.  
 [15] Baker, et al, "RSVP Cryptographic Authentication", January 2000.

**저자 소개**

**장석기(Seog-Gi Jang)**



2001년 2월 조선대학교 전자공학과(공학사)  
 2003년 2월 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

2003년 현재 조선대학교 대학원 전자공학과 박사과정  
 ※ 관심분야: ATM Networks, 초고속 통신망, 데이터 통신 및 프로토콜

**박광채(Kwang-Chae Park)**



1975년 2월 조선대학교 전자공학과(공학사)  
 1980년 2월 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1994년 8월 광운대학교 대학원 전자통신공학과(공학박사)  
 ※ 관심분야: 데이터 통신 및 프로토콜, 디지털 교환기, ATM Networks, 광대역 정보통신