

## 광 인터넷 표준화 동향

최준균, 이규명

한국정보통신대학교

### 요 약

본 고에서는 광 네트워크 기술과 인터넷 기술을 결합한 광인터넷에 대하여 지난 제55차 IETF 아틀란타 회의를 포함하여 ITU-T와 OIF(Optical Internet Forum)에서 최근에 활발하게 추진되고 있는 표준화 동향을 살펴본다. 특히, 기존의 MPLS 기술을 확장하여 광 네트워크를 경제적으로 제어할 수 있는 SONET/SDH, TDM, wavelength 및 fiber 등과 같은 모든 광 물리 매체를 통합 제어할 수 있는 Generalized MPLS 기술에 대한 표준화 동향을 중점 설명한다.

### I. 광 인터넷 네트워크 구조 표준화 현황

광 인터넷은 지금까지 라우터 기반 인터넷은 물리 전달망에 대한 개념은 거의 없이 라우터 간에 상호 연결 수단으로만 고려되었으나 실질적인 인터넷 구축시 투자비의 대부분을 차지하는 전달망을 본격적으로 고려한 것은 MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 기술이 처음이라고 할 수 있다. 그러나 MPLS 기술은 L2 switching 개념에서 모든 물리 전달 수단을 통합한다는 개념에서 출발하였으나 OXC(Optical Cross-Connect), OADM(Optical Add-Drop Multiplexer) 등과 같은 광 시스템을 효과적으로 이용하기 위해서는 이를 데이터 전달 측면의 계층 개념이 아니라 전달 제어 측면으로 적용하

려는 노력으로 Generalized MPLS 기술이 탄생한 것이다. 이는 본래 IP 기술은 3계층 프로토콜이나 광 전달 매체까지 포함하여 모든 전달 수단에 대한 제어 및 관리를 IP 기술로 한다는 데 중요한 의미가 있다. 즉, MPLS와 GMPLS를 통하여 기존의 전통적인 통신망에서 사용하던 물리 전송망과 링크 인터페이스 규격을 수용할 수 있게 된 것이다. 그리하여 대부분의 응용을 IP 기반으로 통합하고 IP 중심 제어 프로토콜을 이용하여 액세스 지점에서 다양한 서비스 품질별로 트래픽을 분류한 후, 지능화된 대용량 초고속 전달망을 통하여 효율적으로 트래픽을 전달시키는 단순한 네트워크 구조를 지향하고 있다.

현재까지 진행되고 있는 GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching) 구조와 관련된 표준화 작업 현황을 보면 다음과 같다.

#### • GMPLS Architecture

- Generalized Multi-Protocol Label Switching(GMPLS) Architecture<draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-03.txt>
- Framework for GMPLS-based Control of SDH/SONET Networks <draft-ietf-ccamp-sdhsonet-control-02.txt>
- IP over Optical Networks: A Framework <draft-ietf-ipo-framework-03.txt>
- Automatic Switched Optical Network (ASON) Architecture and Its Related Protocols <draft-ietf-ipo-ason-03.txt>
- Framework for MPLS-based Recovery <draft-ietf-mpls-recovery-frmwrk-

- 08.txt>
- G.709, Interface for the Optical Transport Network (OTN)
  - G.872, Architecture of Optical Transport Network
  - G.astn, Automated Switched Transport Network
  - GMPLS Extensions to Control Non-Standard SONET and SDH Features <draft-ietf-ccamp-gmpls-sonet-sdh-extensions-00.txt>

GMPLS 구조 문서에서 특기할 사항은 광 네트워크 기술과 IP 기술의 통합을 위한 진화 단계에 따라 기술되었으며 이는 대규모의 투자가 예상되는 광인터넷으로 최종적으로 전환하는 데 수년 이상이 걸릴 것으로 예상하는 것이다. 또한 현재 대부분의 광 전송망은 SDH/SONET 기술을 사용하고 있기 때문에 이들을 GMPLS 망으로 전환하기 위한 표준안이 가장 먼저 완성되었으며, 이는 기존의 SDH/SONET 기반 광 네트워크가 가장 먼저 GMPLS 망으로 전환될 것으로 보인 된다.

또한 광 네트워크 부하 균형 및 성능과 리소스 이용율을 최적화 하기 위한 광 네트워크에 트래픽 엔지니어링 기능을 가질 수 있고 네트워크 상태 모니터링과 라우팅, 리소스, 트래픽 관리 파라미터 들을 피드백 제어하기 위한 동적 제어 메커니즘이 가능한 기존 MPLS 기술을 확장하려는 활동이 현재 활발하게 진행중이다.

한편 ITU-T에서는 G.807과 G..ason 문서와 관련한 ASON(Automatic Switched Optical Network) 구조 및 관련 프로토콜에 대하여 기본적인 표준 문서가 완성이 되었으며, OIF(Optical Internet Forum)에서는 초기에 고려했던 망 사업자 서비스를 위한 프레임워크 및 고려사항에 대한 논의가 진행되고 있다. 여기서 각 기관에서 광인터넷 구조에 대하여 먼저 제어 평면으로 GMPLS를 중심으로 광 계층과 IP 계층의 구조와 각 인터페이스에 대한 기능규격을 다

루고 있다.

광 인터넷에 접속되는 client IP 망은 기본적으로 MPLS 망을 가정한다. 광인터넷 구조는 전기적인 라벨 스위칭을 하는 에지 영역과 광 파장 스위칭을 수행하는 코어 영역으로 나눌 수 있다. 광 네트워크 진입단에 위치한 에지에서는 라벨 머징(merging)이나 터널링을 수행한다. 코어 영역에서는 큰 대역폭을 가진 LSPs(Label Switched Paths)가 설정된다. 다음은 현재 작업하고 있는 광 네트워크 서비스 모델과 상호 연결 모델에 대한 특징을 살펴본다.

#### • 네트워크 서비스 모델

IP 광 인터페이스를 위해 네트워크 서비스 모델은 <그림 1>과 같이 크게 도메인 서비스 모델과 통합 서비스 모델로 나눈다.

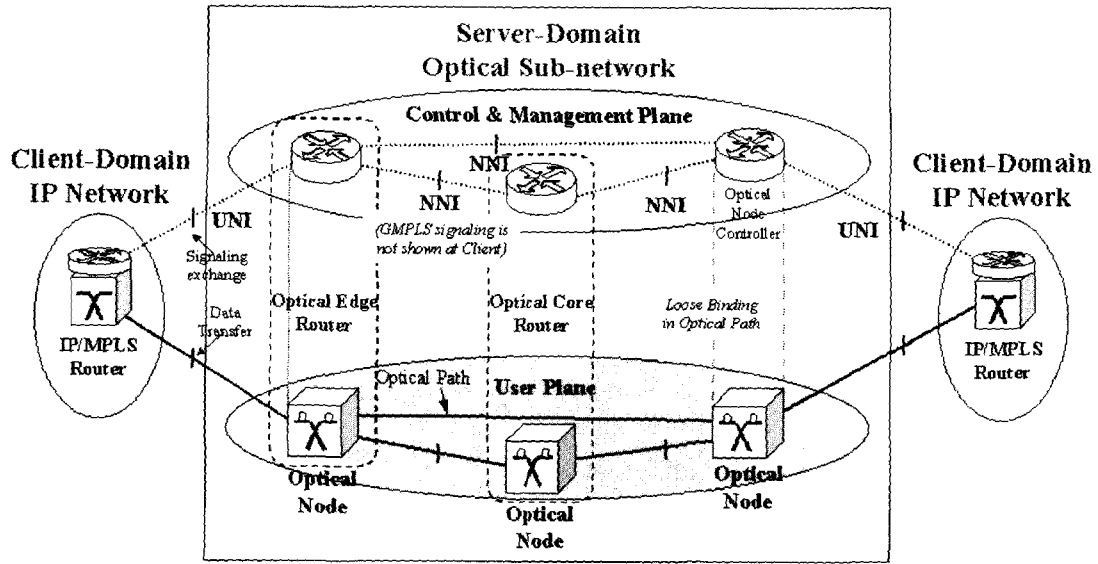
도메인 서비스 모델은 계층화된 도메인에 의해 정의된 IP 계층은 광 도메인의 클라이언트이고 광 계층은 클라이언트를 위한 점 대 점 채널을 제공하는 클라이언트와 서버의 관계로 되어있다. 클라이언트와 서버 간에 UNI를 적용하고 서버 도메인에는 서버 네트워크 간에 NNI(Network Node Interface)규격을 적용한다.

통합 서비스 모델은 두 계층이 단일 시그널링과 라우팅 프로토콜을 가진 MPLS 기반의 통합된 제어 평면 구조를 나타낸다. MPLS 모델과 유사하며 광 크로스 커넥터는 마치 라우터와 같이 취급되며 UNI(User Network Interface)와 NNI 사이의 구분이 없다.

#### • 상호 연결 모델

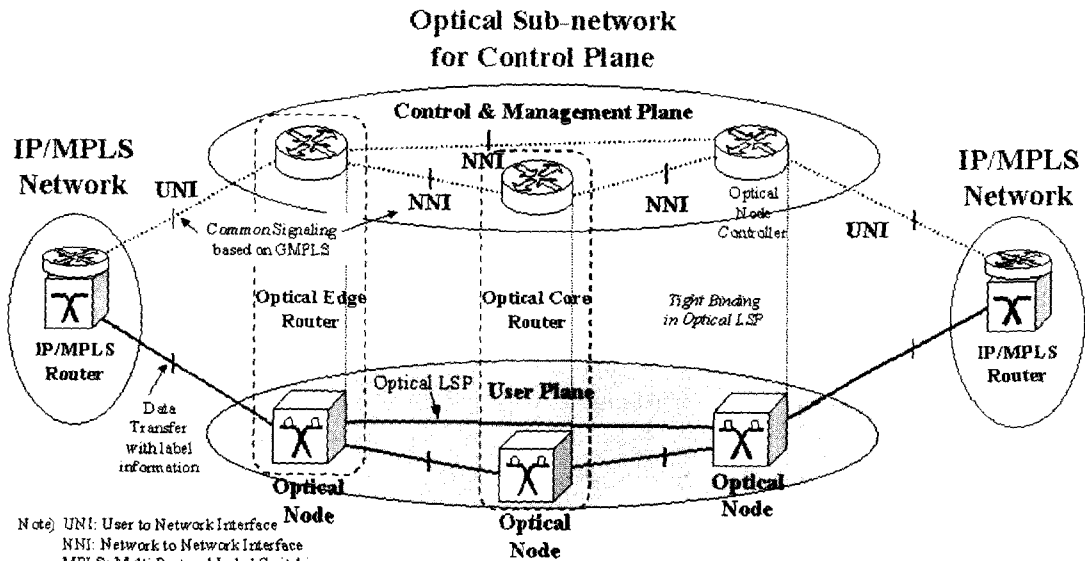
광 네트워크를 통한 IP 전송을 위해 IP와 광 네트워크의 제어 평면은 <그림 2>와 같이 오버레이 모델과 피어모델의 두 가지 상호 연결 모델로 나눈다.

오버레이 모델은 광 전송 네트워크 도메인과 IP 도메인 간의 제어 평면이 분리되어 있는 형태로서 서로 간의 네트워크 자원 정보를 공유할 수 없으며 IP와 WDM(Wavelength Division Multiplexing)은 시그널링과 라우팅의 관점에서



Note) UNI: User to Network Interface  
 MPLS: Multi-Protocol Label Switching  
 NNI: Network to Network Interface  
 GMPLS: Generalized MPLS

(a) 도메인 서비스 모델



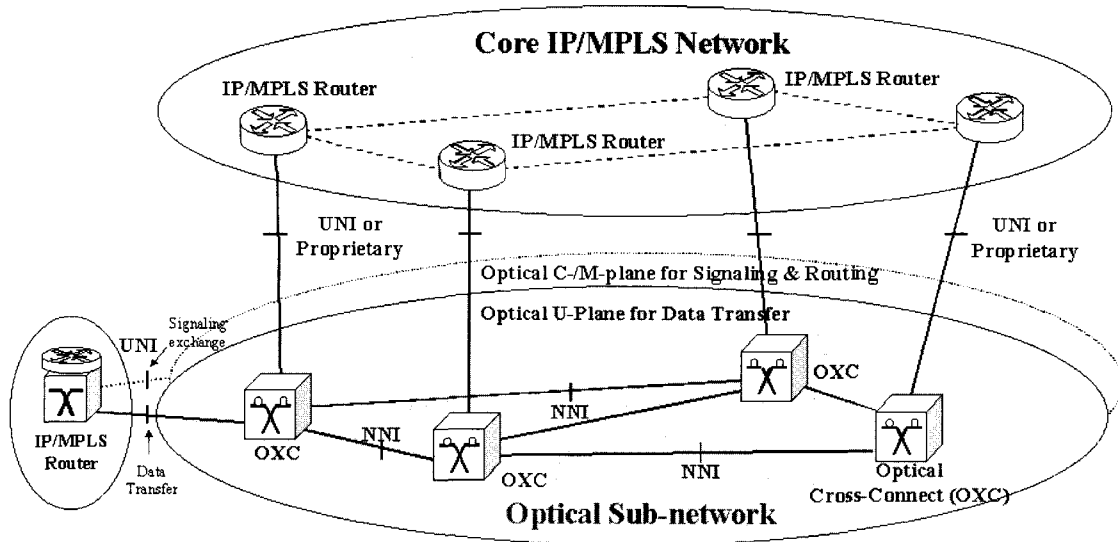
Note) UNI: User to Network Interface  
 NNI: Network to Network Interface  
 MPLS: Multi-Protocol Label Switching  
 GMPLS: Generalized MPLS  
 LSP: Label Switched Path

(b) 통합 서비스 모델

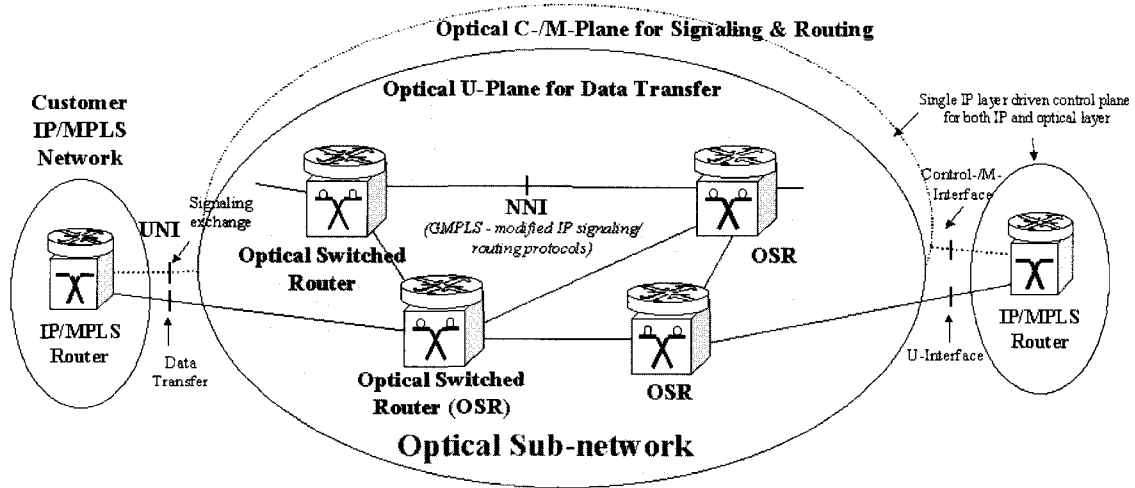
〈그림 1〉 IP 서비스를 위한 광 네트워크 서비스 모델

서 서로 독립적이다. IP가 광 도메인의 클라이언트이고 광 계층이 클라이언트를 위한 채널을 제공하는 클라이언트-서버 모델이다. 따라서 IP 계

층에서의 변화는 없고 IP over ATM 모델과 유사한 주소 해결 과정이 필요하며, 클라이언트인 IP 라우터 사이에는 광 네트워크가 지원하는



(a) 오버레이 모델



(b) 피어 모델

〈그림 2〉 IP 오버 광 네트워크의 상호연결 모델

lightpath들을 이용한 점대점 연결 형태를 가진다.

피어 모델은 광 전송 네트워크 도메인과 IP 도메인간이 하나의 계층으로 결합되어있는 형태로서 변형된 IP 시그널링/라우팅 프로토콜을 이용한 하나의 통합된 제어 평면 구조를 가지며 MPLS 모델과 유사하다. 이 모델에서는 WDM 장치들

에 IP 주소가 부여되고 기존의 IP 시그널링과 라우팅 프로토콜은 수정이 필요하게 된다.

지난 55차 IETF 회의에서 최근에 다루고 있는 주요 이슈를 보면 다음과 같다.

- GMPLS 망 구조 및 기본 절차
  - IPv4 및 IPv6 어드레스 수용, overlay 모

- 델의 경우 Private 어드레스 사용 가능
- Control 평면과 Data 평면을 분리로 인해 LMP (Link Management Protocol) 등으로 data 평면의 Neighbor Discovery 처리 방안
- Unnumbered links 와 link bundling 로 어드레싱 및 routing scalability 확장
- Unnumbered links를 위한 identifier는 LMP, RSVP/CR-LDP 및 IS-IS/OSPF extensions의 3가지 방식으로 가능
- Bi-directional 및 Unnumbered Link를 위한 Signaling 지원
- Out-of-band control channel에 대하여 세부적으로 기술
- Aggregation은 MPLS TE를 확장 적용하여 Forwarding Adjacencies (FA) 구성
- Protection 및 Restoration에 대한 draft 작업 결과 제출 (용어 정의 및 보호 절체 방안의 분류)
- MPLS 및 GMPLS에 대한 MIB 정의
- MPLS 망의 OAM 를 위한 제안
- MPLS 망에서 Bi-directionality, Load Balancing, Security 및 Multicast에 대한 방안
- Multiple Region에 대하여 GMPLS 접속 방법
- GMPLS 라벨 인코딩 방식
  - In-band 데이터 패킷에 대한 라벨 할당은 MPLS 라벨을 확장 사용
  - SONET/SDH에 대한 라벨 할당은 완료
  - WDM이나 space division 다중화 스위치를 위해서는 가상 라벨을 할당, 세부규정은 미정
  - 다단계 스위칭 단위별 또는 Optical Burst Switching (OBS)에 대한 라벨 규정 (한국 측 제안)

## II. 광 인터넷 라우팅 및 신호 프로토콜 표준화 현황

광 인터넷을 위한 제어 평면은 라우팅과 시그널링으로 구성되는 데 광 계층을 위하여 이런 기능들이 확장되어야 한다. GMPLS는 시분할(즉, SONET ADM), 파장과 공간 스위칭을 통해 분리된 단위로 대역폭 할당을 수행하며 라벨은 타임 슬롯, 파장, 혹은 물리적 공간의 위치로서 부호화된다. TDM, 파장, 그리고 파이버 스위칭을 지원하는 광 크로스 커넥터는 입력 포트에 들어오는 광 데이터 스트림을 출력 포트에 교환하고 시그널링과 라우팅 프로토콜을 구현한 제어 평면 프로세서가 사용된다.

### 1. 광 인터넷 라우팅

현재까지 진행되고 있는 광인터넷 라우팅과 관련된 프로토콜 표준화 작업 현황은 다음과 같다.

- GMPLS Routing
  - Optical Inter Domain Routing Considerations <draft-ietf-ipo-optical-inter-domain-00.txt>
  - Routing Extensions in Support of Generalized MPLS <draft-ietf-ccamp-gmpls-routing-05.txt>
  - OSPF Extensions in Support of Generalized MPLS <draft-ietf-ccamp-ospf-gmpls-extensions-08.txt>
  - IS-IS Extensions in Support of Generalized MPLS <draft-ietf-isis-gmpls-extensions-03.txt>

IETF에서는 광 네트워크를 위한 라우팅에 대한 표준화를 IPO WG에서 다루고 있다. 기존 MPLS를 확장한 GMPLS에서 라우팅을 위해 OSPF (Open Shortest Path First)와 IS-IS (Intermediate System-Intermediate System)를 확장하는 내용에 대한 규격이 나와 있다.

또한 Optical Subnet 내에서만 적용 가능한 Inter Domain 라우팅 방안 검토 중이다. 광 인터도메인 라우팅을 위한 고려사항으로서 안정적이고 트래픽 엔지니어링 목적을 적용시킬 수 있어야 하는데 현재 나와있는 라우팅 프로토콜 중 OSPF, P-NNI(Private-Network Node Interface), BGP(Border Gateway Protocol) 등을 고려하고 있다.

광 인터넷에서의 라우팅 문제를 해결하기 위해 IP 계층 라우팅과 광 계층 WDM 라우팅을 통합하고자 하는 노력이 진행 중이며 상위 계층의 트래픽 요구에 따라 우회 경로 설정 및 재구성이 가능한 가상 토폴로지를 설계하고 파장을 할당하는 RWA(Routing and Wavelength Assignment) 알고리즘에 대한 연구가 선행되어야 한다.

기존 라우팅에서 필요한 메트릭 값 외에 광 인터페이스의 리소스 및 SRLG(Shared Risk Link Group), 파장 등에 대한 다양한 정보를 함께 고려한 라우팅 테이블 작성과 flooding 메커니즘에 대한 논의가 필요하다.

## 2. Generalized MPLS 신호 프로토콜

현재까지 진행되고 있는 Generalized MPLS 프로토콜과 관련된 표준화 작업 현황은 다음과 같다.

- GMPLS Signaling Protocol
  - Generalized MPLS - Signaling Functional Description <draft-ietf-mpls-generalized-signaling-09.txt>
  - Generalized MPLS Signaling-CR-LDP Extensions<draft-ietf-mpls-generalized-cr-ldp-07.txt>
  - Generalized MPLS Signaling-RSVP-TE Extensions <draft-ietf-mpls-generalized-rsvp-te-09.txt>
  - Signalling Unnumbered Links in CR-LDP <draft-ietf-mpls-crldp-unnum-09.txt>
  - Signalling Unnumbered Links in RSVP-

TE <draft-ietf-mpls-rsvp-unnum-08.txt>

- Link Bundling in MPLS Traffic Engineering <draft-ietf-mpls-bundle-01.txt>
- Generalized MPLS Signalling Extensions for G.709 Optical Transport Networks Control <draft-ietf-ccamp-gmpls-g709-01.txt>
- Fault Tolerance for the Label Distribution Protocol (LDP) <draft-ietf-mpls-ldp-ft-06.txt>

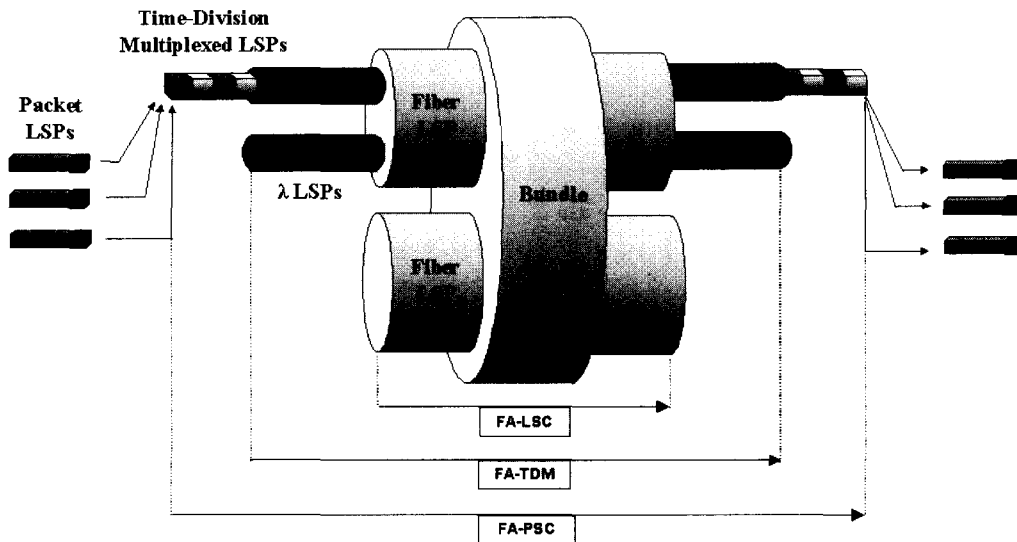
GMPLS 신호 프로토콜은 기존 CR-LDP (Constraint-based Label Distribution Protocol)와 RSVP-TE (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering)를 확장한 형태로 MPLS WG과 CCAMP(Common Control and Measurement Plane) WG이 함께 표준화를 진행하고 있다. 현재 GMPLS 구조와 GMPLS 시그널링 기능 규격과 CR-LDP extension, RSVP-TE extension 문서가 계속 작업 중이다.

GMPLS에 신호 프로토콜에 새롭게 규정된 기능들을 살펴보면 다음과 같다.

### • GMPLS의 전달 인터페이스 유형

GMPLS의 전달 인터페이스는 <그림 3>과 같이 4단계로 구분된다.

- Packet-Switch Capable (PSC) : 패킷/셀 경계를 인식하고 헤더 정보에 따라 데이터를 전달한다.
- Time-Division Multiplex Capable(TDM) : 반복 주기에 있는 데이터의 타임 슬롯에 따라 데이터를 전달한다.
- Lambda Switch Capable(LSC) : 파장에 따라서 데이터를 전달한다.
- Fiber-Switch Capable(FSC) : 실제 물리 공간의 데이터 위치 정보를 기반으로 데이터를 전달한다.



〈그림 3〉 Generalized MPLS 전달 인터페이스

위의 여러 가지 인터페이스를 계층화된 구조를 나누어서 하나의 FA (Forwarding Adjacency) 형태로 묶어서 LSP (Label Switched Path) 를 설정하게 한다.

- 일반화된 라벨 요구

일반화된 라벨은 크로스 커넥터를 조정하는 정보를 포함하고 있고 일반화된 라벨 요구는 LSP 를 지원하는 특정 정보를 가지고 있고 링크 보호, LSP 인코딩, LSP 페이로드를 포함한다. 일반화된 라벨 요구의 포맷을 보면 LSP 인코딩을 지시하는 LSP 인코딩 유형과 원하는 보호 레벨을 지시하는 링크 보호 플래그 그리고 LSP에 의해 전달된 페이로드의 식별자가 있다. LSR (Label Switched Router)은 요구 파라미터가 만족될 수 있는지 확인해야 하고 만약 노드가 지원할 수 없으면 그 노드는 “Routing problem/Unsupported Encoding”, “Routing problem/Unsupported Link Protection”, “Routing problem/Unsupported G-PID” 통지 메시지를 생성해야 한다.

- 일반화된 라벨

일반화된 라벨은 묶음으로 된 단일 파이버, 파

이버 내의 단일 주파 대, 주파 대 내의 단일 파장, 파장 내의 한 쌍의 타임 슬롯을 나타내는 라벨 정보를 전달한다. 일반화된 라벨은 링크의 유형에 따라 가변적이다.

- 제안된 라벨 (Suggested Label)

제안된 라벨은 업스트림 노드의 선택권을 가지고서 다운스트림 노드를 제공하기 위해 사용되는 것으로 업스트림 노드는 라벨이 다운스트림 노드까지 도착되기 전에 제안된 라벨을 가지고 하드웨어를 제어하여 설정 대기 시간을 줄인다.

- 양 방향 LSP 설정

양 방향 LSP 설정 기능을 이용하여 경로 설정 시 대기 시간을 줄이고 성공 확률을 증가시킬 수 있다. 기존 단 방향 LDP (Label Distribution Protocol) 동작은 한 쪽 방향의 LSP가 설정된 후 상대 편 방향으로 LSP를 설정하기 위해서는 같은 절차가 되풀이 되어야 한다. 그러나 양 방향 LSP 설정 가능하도록 LDP를 확장하면 한번의 요구로 양 방향의 LSP를 설정할 수 있다.

### 3. Optical UNI 신호 프로토콜

현재까지 진행되고 있는 Optical UNI 프로토

콜과 관련된 표준화 작업 현황은 다음과 같다.

- LDP Extensions for Optical User Network Interface (O-UNI) Signaling <draft-ietf-mpls-ldp-optical-uni-00.txt>
- RSVP Extensions in Support of OIF Optical UNI Signaling <draft-gray-mpls-rsvp-oif-uni-ext-00.txt>
- Optical User Network Interface Specification version 1.0, OIF

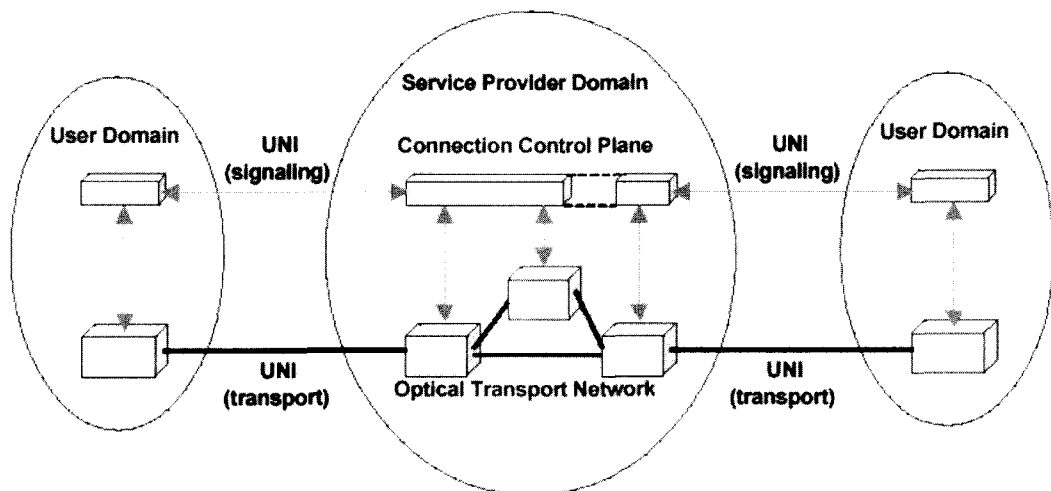
OIF에서는 서비스 제공자 도메인과 사용자 도메인 간에 UNI(User-Network Interface) 규격을 통하여 기존 MPLS 시그널링(CR-LDP, RSVP-TE 등)에 기능 확장을 하였고 보호 기능과 같은 새로운 기능을 포함하려는 활동을 하고 있다. 궁극적으로는 이런 기능들이 IETF에서 규정하고 있는 GMPLS 신호 프로토콜과 합쳐질 것이다.

UNI 신호 프로토콜은 <그림 4>처럼 GMPLS 시그널링과 호환되는 시그널링 절차를 이용하여 클라이언트가 동적으로 광 연결을 설정할 수 있도록 한다. 이것은 광 네트워크 안의 지능을 이용하여 수 초 안에 연결 제공이 가능하도록 한다. 게다가 UNI에는 이런 복잡한 네트워크 관리를 단순화하기 위한 두 가지 메커니즘을 포함한다.

첫번째는 장비의 파이버 링크 종단을 서로 식별하기 위한 이웃 발견(Neighbor Discovery) 메커니즘을 가지고 있다. 이 기능은 관리 시스템이 상호연결도(interconnection maps)를 자동적으로 형성해 주어 수동 설정에 의한 비용을 줄이고 결함을 최소화 할 수 있다. 두 번째는 클라이언트가 광 네트워크로부터 이용 가능한 서비스를 결정할 수 있는 서비스 발견(Service Discovery) 메커니즘이다. 이는 새로운 광 네트워크 서비스를 클라이언트가 자동으로 발견하고 이용할 수 있도록 해 준다. 앞으로 UNI는 시그널링 절차를 이용하여 provisioning interval을 줄이고 사업자의 운용관리 비용이 줄어들 수 있도록 하고 동적 트래픽 엔지니어링을 통해 오늘날의 고정된 네트워크 특성 때문에 발생하는 불필요한 용량 낭비를 줄일 수 있을 것이다.

• 클라이언트-광 네트워크 인터페이스

- 직접 인터페이스: IPCC(IP control channel)가 라우터와 광 크로스 커넥터 사이의 시그널링과 라우팅 메시지를 교환하며 제어 평면에서 서로 피어 관계이다.
- 간접 인터페이스: 광 크로스 커넥터와 클라이언트가 직접 인터페이스를 지원할 수 없는 경우에 클라이언트와 광 네트워크 사이에



<그림 4> 서비스 제공자와 사용자 도메인 간에 사용되는 UNI 신호 프로토콜



Out-of-band IP 제어 채널로 구성된다.

- UNI 시그널링을 위한 LDP 확장
  - UNI에 LDP를 적용하면 이미 정의된 LDP 메시지와 메시지 포맷을 그대로 사용할 수 있고 LDP 세션 관리 및 제어 절차도 재 사용할 수 있다.
  - UNI lightpath 설정을 위해 요구되는 속성을 지원하기 위한 새로운 TLV를 추가하고 UNI를 통한 lightpath 상태 정보 교환을 가능하게 하는 새로운 LDP 메시지가 정의되어 있다.

### III. 광 인터넷 제어 및 망 관리 기술 표준화 현황

광 인터넷에서 라우팅 프로토콜과 신호 프로토콜 외에 링크 관리를 위한 새로운 프로토콜로서 IETF에서 링크 관리 프로토콜 (LMP)와 스위치 제어를 위한 GSMP 그리고 ITU-T에서는 망 관리를 위한 기능 규격을 만들고 있다.

현재까지 진행되고 있는 광인터넷 운영관리를 위한 신호 절체 및 링크관리 프로토콜의 표준화 작업 현황은 다음과 같다.

- GMPLS OAM Protocol
  - Restoration Mechanisms and Signaling in Optical Networks <draft-ietf-optical-restoration-00.txt>
  - Link Management Protocol (LMP) <draft-ietf-ccamp-lmp-07.txt>
  - Link Management Protocol (LMP) for DWDM Optical Line Systems <draft-ietf-ccamp-lmp-wdm-01.txt>
  - ITU-T Recommendation Y.1710(Requirements for OAM functionality for MPLS networks)
  - ITU-T Recommendation Y.1711 (OAM mechanism for MPLS networks)

- ITU-T Recommendation Y.1720 (Protection Switching for MPLS networks)

상기한 표준 규격 중 먼저 LMP는 현재 기본적인 운영 관리를 포함하여 세부적인 사항 진행 중이며, Out-of-band까지 포함하여 데이터 및 제어 채널의 연결성 유지에 대하여 검토 중이다. WDM 채널에 대한 링크 관리는 LMP 규격과 동일한 포맷 채택하기로 하였다. 또한 ITU-T에서는 MPLS OAM에 대하여 Y.1710, Y.1711 및 Y.1720로 보호 절체 기능까지 포함하여 최종 승인되었다.

LMP의 주요 기능은 다음과 같다.

- 제어 채널 관리 기능
- 링크 속성 교환 기능
- 연결성 검증 기능
- 링크의 장애 관리 기능

- GSMP (General Switch Management Protocol)

현재까지 진행되고 있는 GSMP 프로토콜에 대한 표준화 작업은 다음과 같다.

- General Switch Management Protocol V3 <RFC3292>
- General Switch Management Protocol (GSMP) Applicability <RFC3294>
- Definitions of Managed Objects for the General Switch Management Protocol (GSMP), (RFC3295)
- Requirements for adding optical support to GSMPv3 <draft-ietf-gsmp-reqs-04.txt>
- General Switch Management Protocol (GSMP) v3 for Optical Support <draft-ietf-gsmp-optical-spec-00.txt>
- GSMP Packet Encapsulations for ATM, Ethernet and TCP <draft-ietf-gsmp-encaps-04.txt>
- Link Management Protocol Manage

ment Information Base <draft-ietf-ccamp-lmp-mib-04.txt>

- Link Bundling Management Information Base <draft-ietf-mpls-bundle-mib-04.txt>

GSMP는 IETF에 GSMP WG서 표준화한 것으로 개방형 ATM 스위치를 제어하기 위해 개발된 것이다. 즉 ATM 스위치 내부에 스위치 슬레이브(Slave)를 두고 컨트롤러(Controller)를 분리해서 개방형으로 호의 연결 관리 및 자원 관리를 하는 것이다. GSMP 프로토콜은 기존의 교환기를 원거리에서 구성 정보를 관리하고, 연결, 상태·통계, QoS를 제어하도록 구성되어 있기 때문에 광과 같은 특정 새로운 기술에 대한 대처 방안이 부족한 상태이다. 그래서 CCAMP와 같은 작업 그룹에서 활발히 진행되고 있는 기술을 도입해서 연구를 진행 중에 있다. “Label”의 속성에 Lambda를 추가하는 작업 뿐만 아니라, 포트타입, 서비스 정의, 트래픽 매개 변수 등에 대한 새로운 작업도 요구되고 있다. 따라서 최근에는 광 스위치를 제어하기 위한 요구사항을 분석 중이면, GMPLS와 CCAMP에서의 요구사항을 이용한 연구가 많이 이루어지고 있다. 현재 GSMP V3.0까지 나와 있으며 광 인터넷을 위한 GSMP 확장 부분에 대한 초안이 있으며 상기한 문서 중 “General Switch Management Protocol (GSMP) v3 for Optical Support” Working Group draft는 한국측에서 제안하여 작업 중인 것이다.

#### • 망 관리 프로토콜

현재까지 진행되고 있는 광인터넷의 망관리 프로토콜과 관련된 표준화 작업 현황은 다음과 같다.

#### • GMPLS Management

- Multiprotocol Label Switching (MPLS) Management Overview, <draft-ietf-mpls-mgmt-overview-00.txt>
- Link Management Protocol Management Information Base Using SMIV2

<draft-ietf-ccamp-lmp-mib-00.txt>

- LSP Modification Using CR-LDP <draft-ietf-mpls-crlsp-modify-03.txt>
- Link Bundling Management Information Base Using SMIV2 <draft-ietf-mpls-bundle-mib-00.txt>

ITU-T에서 G.709(Network node interface for the Optical Transport Network)에서 광 전달 네트워크에 대한 관련 주제로 표준화를 진행하고 있으며 망 관리 측면에서 G.874에서 광 전달 네트워크를 클라이언트 네트워크와 분리하여 독립적인 관리방식을 적용할 수 있도록 장애, 구성, 그리고 성능 등에 대한 규격을 만들었다. 또한 G.875는 G.874에 적용될 망 관리요소의 정보관리 모델에 대하여 규격을 만들었다.

## IV. 광 전달망 기술 표준화 현황

광 전달망에 대한 표준은 ITU-T를 중심으로 Optical Transport Network(OTN)에 대하여 OTN의 구조 측면, 기능 측면, 측면 및 물리적인 인터페이스 측면에서 여러 권고안이 작업되었다. OPTN과 관련하여 작업된 주요 권고안을 보면 다음과 같다.

- 구조 측면 : G.871 (Framework of Optical Transport Network Recommendations), G.872 (Architecture of optical transport networks), G.873
- 광 모듈 및 서브 시스템 : G.661 (Definition and test methods for the relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems), G.662 (Generic characteristics of optical amplifier devices and subsystems), G.663 (Application related aspects of optical amplifier devices and subsystems), G.671 (Transmission characteristics of opti-

- cal components and subsystems),
- 기능 특성 : G.681 (Functional characteristics of interoffice and long-haul line systems using optical amplifiers, including optical multiplexing), G. 798
  - 인터페이스 측면 : G.709 (Network node interface for the Optical Transport Network)
  - 물리계층 측면 : G.691 (Optical interfaces for single-channel STM-64, STM-256 and other SDH systems with optical amplifiers), G.692 (Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers), G.959. 1 (Optical transport network physical layer interfaces)
  - 망 관리 측면 : G.874, G.875, G.983.2 (ONT management and control interface specification for ATM PON)
  - 액세스 측면 : G.983.1 (Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks)

## V. 결 론

지금까지 IETF와 ITU-T를 중심으로 광인터넷과 관련된 표준화 현황을 정리하였다. 상기와 같이 아직까지 광인터넷 관련 프로토콜은 광 네트워크 기술 부분에서는 ITU-T를 중심으로 상당히 표준화가 진행되었으나, IP 트래픽을 전달하기 위해 광 네트워크를 제어하고, 파장 대역을 제어하고, 트래픽 제어와 망 지능을 부가하기 위한 광 인터넷 표준화 작업은 대부분 초안 상태에 있으며 금년 말에 대부분 Last Call 상태가 될 것이다. 또한 보호 절체를 포함한 신호 및 제어 프로토콜 측면의 표준화 작업은 빠른 시간 내에 구현되어, 바로 상용화가 이루어지며 상호 연동성 시험을 요구하게 될 것으로 보인다.

그러나 광 소자 및 광 스위칭 기술과 관련된

부분은 아직까지 상용화를 위해서는 많은 시간이 소요될 것으로 예상되어 표준화는 제어 측면을 제외하고는 빨리 나오지는 않을 것 같다.

## 저 자 소 개

### 최 준 균

1998. 1 현재 한국정보통신대학원대학교 부교수, 1986~1997. 12 한국전자통신연구원, 책임연구원, 1988 한국과학기술원 (박사-데이터통신), 1982 서울대학교 공과대학 (학사-전자공학), 1990~1991 캐나다 토론토 대학, 교환연구원, 1993~1996 ITU-T SG13, Associate Rapporteur (AAL) 및 국내 대표, 1997~2000 ITU-T SG13, Rapporteur (Q2 : B-ISDN Network Capability), 1997~현재 : 한국정보통신기술협회 (TTA), 통신망구조연구반 의장

### 이 규 명

1999. 2 홍익대학교 (학사-전자공학), 1999. 3~2000. 8 한국정보통신대학원대학교 (석사-네트워크), 2000. 8~현 : 한국정보통신대학원대학교 박사과정