

# ASON 기반 광 회선 분배 기술

ASON Based Photonic Cross-Connect Technology

## 광대역통합망기술 특집

이상수 (S.S. Lee)	ASON기술팀 책임연구원
김영화 (Y.H. Kim)	ASON기술팀 책임연구원
김광준 (K.J. Kim)	ASON기술팀 팀장

## 목 차

- .....
- I. 서론
  - II. ROADM/PXC 전달평면 기술
  - III. ROADM/PXC 제어평면 기술
  - IV. 시장 현황 및 전망
  - V. 결론

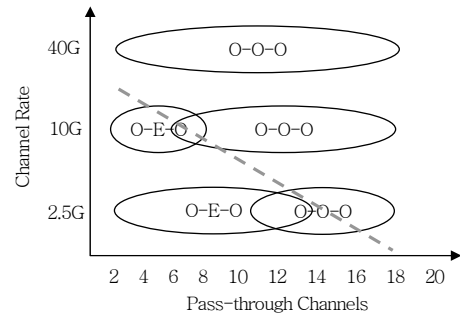
BcN 백본망은 데이터 트래픽의 생존성 보장과 다양한 서비스를 유연하게 수용하기 위해 다이내믹하게 운용할 수 있어야 한다. 이와 같은 요구사항을 만족하기 위해 광 스위치를 도입하고, 파장 단위의 경로 설정 및 해제를 자동으로 이루어지도록 하는 ASON 개념이 적용된 광 회선 분배 시스템이 개발되고 있다. 최근의 광 회선 분배 기술은 ROADM을 중심으로 메트로 망에 도입되고 있으며, 특히 제어평면의 도입에 의해 원격 프로비저닝 및 자동 망 구성이 가능하게 되었다. 기술적인 측면에서는 PLC 기반의 광 스위치를 채택한 1세대 ROADM 시스템에서 WSS 기반의 광 스위치를 채택한 2세대 ROADM으로 이동하고 있으며, 이것이 자연스럽게 PXC로 진화할 것으로 보인다. 경제적인 측면에서는 IPTV 등 새로운 서비스를 지원하기 위하여 대규모 시스템 도입이 본격화되고 있으며, 국내의 경우에도 1~2년 내에 상용화 및 시장 진입이 예상되고 있다. 본 고에서는 이러한 광 회선 분배 기술의 전달평면 및 제어평면 기술과 시장 현황 및 향후 전망에 대하여 알아본다.

## I. 서론

지난 20여 년 동안 광 전송 분야는 SONET/SDH 기반의 TDM 전송 기술, 그리고 WDM 전송 기술을 중심으로 발전해 왔으며, 이러한 기술의 발전은 1990년대 말에 급격히 증가하는 데이터 트래픽 수요를 충족시킬 수 있었다. 그러나 현재의 환경 중심의 수동적인 망 구조로는 계속 증가하고 있는 데이터 트래픽과 다양한 서비스에 다이내믹하게 대처해야 하는 BcN 백본망 구성에 미흡하다. 이를 극복하기 위하여 광 스위치를 이용하여 파장 단위의 경로 설정/해제를 원격 혹은 자동으로 이뤄지도록 하는 ASON이 제시되었으며, 이를 실현할 수 있는 장비로 2000년대 초반까지 광 MEMS 기반의 대용량 O-O-O 광 스위칭 패브릭을 채택한 회선 분배 장치가 개발되었다. 그러나 IT 버블 붕괴로 말미암아 당시 개발된 대부분의 PXC는 기술적인 완성도와 상관 없이 시장에 나오지 못하고 폐기되고 말았으며, 그 자리를 O-E-O OXC가 대신하였다. OXC라는 용어는 상당히 포괄적으로 사용되고 있기 때문에 본 고에서는 전광 스위치(O-O-O OXC, PXC)와 구별하기 위하여 전기 스위치 패브릭을 사용하는 회선 스위치를 O-E-O OXC로 부르기로 한다.

O-E-O OXC를 이용한 회선 분배는 광신호가 라인카드를 통해 전기 신호로 바뀌고 전기 스위칭 패브릭에서 회선 분배가 이루어진 뒤에 다시 라인카드에서 광신호로 바뀌는 과정을 거치게 된다. 이 과정에서 저속 신호를 모아 고속 신호를 만들고 목적지별로 재분류하는 그루밍 기능을 얻을 수 있다. 그렇지만, 회선 분배를 위해 고가의 라인 카드들과 전기 스위칭 패브릭을 점유한다는 뜻이므로 대용량 스위칭에는 적합하지 않다.

(그림 1)에서 보는 바와 같이 채널 당 전송속도가 높아짐에 따라 O-E-O 스위칭에 비해 O-O-O 스위칭의 경제성이 뛰어나다[1]. 채널 당 전송속도가 2.5Gb/s 인 경우에는 통과 채널이 15채널 이상이면 O-O-O 스위칭이 장점을 갖지만, 10Gb/s에서는 6 채널 이상이면 O-O-O 스위칭이 장점을 갖는 것으



(그림 1) O-O-O 및 O-E-O 스위칭의 경제성 비교

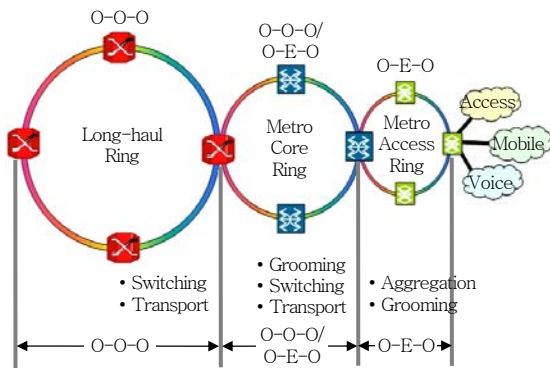
로 보고 있다. 일반적으로 32~40채널을 갖는 메트로 망에서 분기/결합 채널보다는 통과 채널의 수가 더 많을 것으로 예상되므로, 10Gb/s 이상의 전송속도에서는 O-O-O 스위칭 방식이 장점을 가짐을 알 수 있다.

최근 들어 광 증폭기 및 분산 보상 등 광 링크 기술의 발전으로 메트로나 백본에서 많이 쓰이고 있는 고속 신호인 10Gb/s급 신호의 경우에도 광/전 변환 없이 WDM 망에서 2,000km 이상 전송이 쉽게 이뤄지기 때문에 광 스위치 패브릭을 이용해 광신호를 직접 회선 분배하는 기술에 대한 많은 연구가 이루어졌다. 그러므로, 종래의 수백 채널을 수용하는 대용량 광 MEMS 스위치 대신에 수십 채널을 수용하는 소규모의 ROADМ 중심으로 발전하고 있으며, O-O-O 스위칭 수요가 증가함에 따라 PXC로 진화할 것으로 보인다.

## II. ROADМ/PXC 전달평면 기술

### 1. 회선분배 시스템의 망 적용

O-O-O 및 O-E-O 스위칭에 의한 회선 분배 기능의 망 적용 예를 (그림 2)에 나타내었다. 전송 트래픽이 적은 액세스 망에서 요구되는 주 기능은 집선과 그루밍 기능이고, 전송속도가 높지 않기에 소용량 O-E-O 스위칭이 유리하다. 메트로 망에서는 그루밍, 스위칭 및 전달 기능이 필요하므로 일정 규모의 O-E-O와 O-O-O 스위칭이 유리하다.



(그림 2) 회선 분배 기능의 망 적용 예

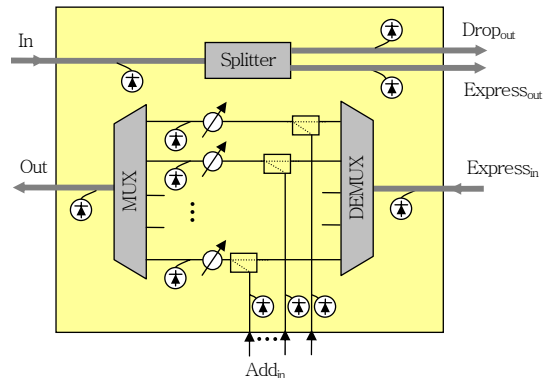
반면에 장거리 백본망에서는 대용량 스위칭과 전달 기능이 필요하므로 O-O-O 스위칭이 유리하다. 그러므로, 액세스 망에서는 소용량 MSPP, 메트로망에서는 O-E-O와 O-O-O의 혼합 운용이 가능한 ROADMs 시스템, 백본망에서는 높은 자유도(입력되는 광 신호가 스위치 조작을 통해 진행할 수 있는 방향의 총합으로 정의)의 대용량 O-O-O 스위칭이 가능한 PXC가 가장 적합하다.

## 2. O-O-O 스위칭 기술

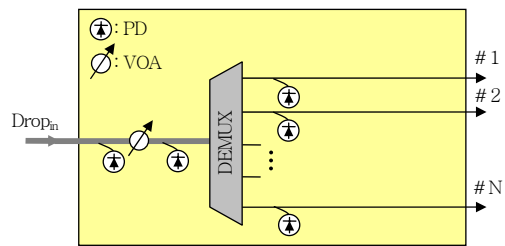
ROADM은 분기/결합 채널의 파장 의존성에 따라 정해진 포트에 정해진 파장이 입/출력되는 colored ROADM과 임의의 포트에서 임의의 파장을 자유롭게 입출력 할 수 있는 colorless ROADM으로 구분할 수 있다. 일반적으로 Colored ROADM은 PLC형 광 스위치를 사용하여 구성하며, 스위칭 자유도 2의 광 스위칭이 가능하다. 반면에 colorless ROADM은 WSS를 사용하여 원하는 만큼 스위칭 자유도를 확장할 수 있다. 그러므로, 이러한 경우 PXC의 기능을 수행하게 된다.

### 가. PLC형 광 스위치의 특성

PLC형 광 스위치는 분기 및 결합기로 구성되는 express 모듈과 채널 분기 기능을 수행하는 drop 모듈로 분리하여 사용한다. Express 모듈과 drop 모듈의 일반적인 구조를 (그림 3)에 나타내었다.



(a) Express 모듈



(b) Drop 모듈

(그림 3) PLC형 광 스위치의 구조

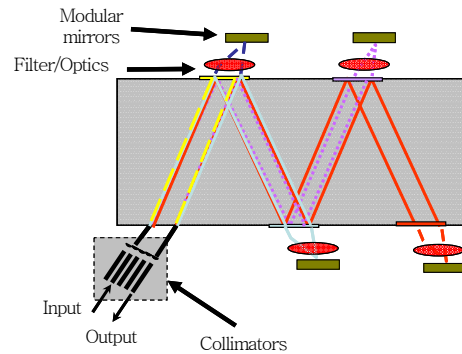
Express 모듈은 입력 채널 분기를 위한 splitter, 역다중화/다중화기, 광 스위치, VOA, tap 및 광 검출기로 구성된다. 특히 VOA, 광 스위치 및 tap은 실리콘 기반의 PLC 기술을 이용하여 동일 기판 상에 제작된다.

PLC형 광 스위치의 장점은 숙성된 기술을 이용하기 때문에 경제성 및 신뢰성이 뛰어나며, 노드에서 모든 채널의 분기/결합이 가능하다는 것이다. 또한 채널별 광 파워 검출이 가능하기 때문에 별도의 OPM이 불필요하며, 이 기능과 VOA를 함께 이용하면 채널 파워 이퀄라이징을 할 수 있다. 반면에 입/출력 포트의 파장이 이미 결정되어 있기 때문에 운용에 있어서 유연도가 다소 떨어지는 단점이 있다.

현재 PLC형 광 스위치는 JDSU, Neo-Photonics, DuPont Photonics 등에서 생산하고 있으며, 모든 제품에 대하여 Telcodia 인증이 완료되었다. 상용 express 모듈의 광학적 특성은 <표 1>과 같다. Add 모듈의 광 특성은 MSA AWG와 동일하므로 생략하였다.

〈표 1〉 PLC형 Express 모듈의 광 특성

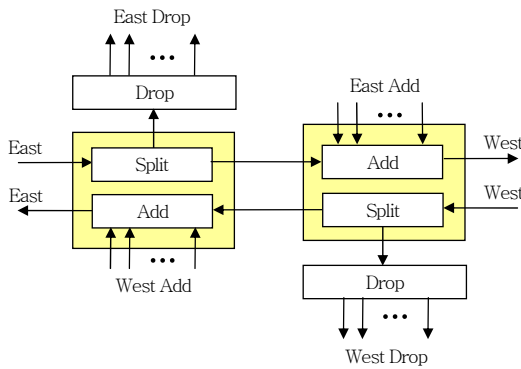
구분	단위	성능
동작 채널 수	-	32~40
채널 간격	GHz	100
필터 형태	-	Flat-top
-1dB 대역폭	nm	> 0.3
통과채널 손실	dB	< 15
결합채널 손실	dB	< 8
VOA 동작범위	dB	> 20
PMD	ps	< 1
PDL	dB	< 0.5
외형	mm <sup>3</sup>	220×135×26



(그림 5) WSS의 구조

〈표 2〉 상용 WSS의 특성

구분	단위	성능
입출력 포트	-	1×9
동작 채널 수	-	32~40
채널 간격	GHz	100
-0.5dB 대역폭	GHz	40~60
통과채널 손실	dB	< 6
VOA 동작범위	dB	> 15
PMD	ps	< 1
PDL	dB	< 1
외형	mm <sup>3</sup>	220×140×32



(그림 4) PLC형 광 스위치를 적용한 광 노드 구조

(그림 4)에 나타난 바와 같이 PLC형 광 스위치는 채널의 분기 및 동일한 신호의 재전송이 가능하므로, “broadcast and select” 방식의 노드 운용이 가능하다.

#### 나. WSS형 광 스위치의 특성

일반적으로 WSS는 1×9형의 입출력 포트를 가지며, 동일한 두 개의 모듈을 결합하여 사용한다. WSS는 다수의 입력 WDM 신호에 대하여 원하는 출력 포트에 원하는 파장을 내보낼 수 있으므로 유연한 망 구성이 가능하다. 또한 통과 채널에 대한 채널별 파워 조절과 차단 기능을 갖고 있으며, 광 채널 성능 모니터 기능도 제공한다.

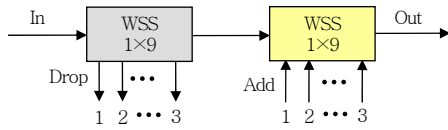
일반적으로 WSS는 MEMS를 기반으로 만들며, 일례로 미국 Photuris사(현재 Meriton Networks)

의 특허에서 제안한 WSS의 구조를 (그림 5)에 나타내었다[2].

현재 채널 100GHz 채널 간격으로 C-밴드에서 45채널까지 지원되는 제품이 일반적이지만, 50GHz 채널 간격에서 96채널까지 지원되는 제품도 있고, 시장 수요에 따라 L-밴드와 S-밴드에서 사용 가능한 제품도 출시될 전망이다. 현재 상용 제품은 캐나다의 JDSU, 미국의 Metconnex, Capella Photonics 등에서 출시된다. 상용 WSS의 일반적인 특성을 <표 2>에 나타내었다.

WSS형 광 스위치의 장점은 입/출력 포트에서 원하는 파장을 원하는 수만큼 분기 및 결합할 수 있다는 것이다. 반면에 경제성과 신뢰성이 아직 충분히 검증되지 않았다.

WSS를 사용하는 경우 하나의 입력 포트에 대하여 최대 8포트까지 분기 또는 결합이 가능하므로



(그림 6) WSS를 사용하는 노드의 구조

PXC의 기능을 수행할 수 있게 된다. WSS를 사용하는 경우 노드의 구조를 (그림 6)에 나타내었다. 편상 하나의 스위치를 표시하였으며, 스위칭 자유도 8을 위하여 (그림 6)과 같은 스위치가 모두 8개가 필요하다. 그리고, 각 스위치의 출력에는 PLC의 drop 모듈을 사용하도록 한다.

위와 같은 구성에서는 전술한 PLC형 광 스위치에서 제공되는 “drop and continue” 운용이 불가능하며 이 기능을 사용할 경우에는, 1단의 WSS 대신에 splitter를 사용하여 노드를 구성할 수도 있다.

### Ⅲ. ROADM/PXC 제어평면 기술

지금까지 전달망은 관리 평면에서 EMS/NMS를 이용하여 연결관리 기능의 일환(일명, 프로비전형 연결제어)으로 연결 제어를 처리해 왔다. 하지만, 이는 급격한 통신망 트래픽의 증가로 전달망의 통신 자원을 효율적으로 사용하는 데 한계를 노출시켰다. 예를 들면, 하나의 연결 설정을 위해 가입자와 네트워크 제공자간 오프라인 접속, 운용자의 루트 확인 및 연결 설정으로 이루어지는 과정에서 지나친 접속 시간의 소요, 유지보수 비용의 증가, 그리고 신규 서비스의 도입 지연 등을 들 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 ITU-T는 2000년대 초반부터 전달망에서 신호방식 및 라우팅과 같은 제어 평면 기능을 적용하는 방법, 즉 전송과 교환의 결합을 연구하게 되었고, 이를 ASTN 개념으로 표현하였다.

ASTN이 전달 평면에 제어 평면을 접목하기 위한 포괄적 개념이라면, ASON은 ASTN 개념에 따라 SDH 기반 전달망 및 OTH 기반 전달망의 전달 평면에 제어 평면을 접목한 실제적 개념이다. 그리고 제어 평면의 경우, 기본적으로 IETF의 GMPLS 기술을 사용한다. 따라서, ASON을 “SDH 및 OTH

기반 전달망에서 GMPLS 프로토콜 스택을 적용하여 동적 연결 제어를 수행하는 네트워크”라고 정의할 수 있다.

### 1. ASON 표준화 기술

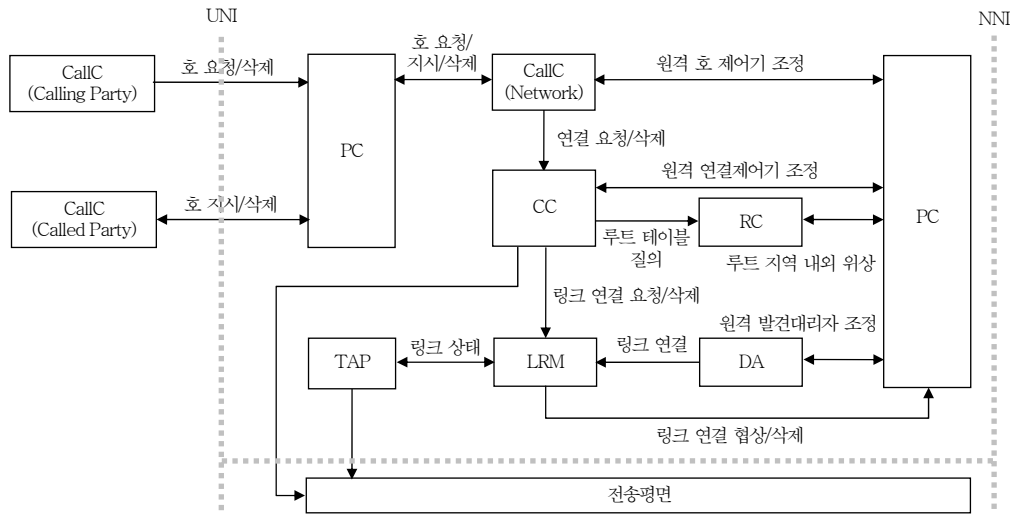
ITU-T는 2001년의 ASTN 요구사항을 시작으로 ASON 구조, 분산 호/연결 관리, 라우팅 구조, 데이터 통신망 구조, 신호방식 및 라우팅 프로토콜 요구사항 그리고 OAM 오버헤드 바이트를 이용한 자동발견 프로토콜을 제시하고 있다. IETF는 2003년의 GMPLS 신호방식을 시작으로 GMPLS 구조, ASON 관련 신호방식 및 라우팅 프로토콜의 확장 등을 다루어 왔다.

ASON 기술을 적용한 전달망의 연결 제어는 프로비전형, 반교환형, 그리고 교환형으로 분류할 수 있다. 프로비전형 연결 제어는 EMS/NMS 등의 관리 시스템을 이용하여 연결을 제어하며, 교환형 연결 제어는 UNI 및 NNI 모든 구간에 걸쳐 제어 평면을 이용하여 연결을 제어한다. 그리고 반교환형 연결 제어는 UNI 구간에서는 프로비전형 연결 제어를 적용하고, NNI 구간에는 교환형 연결 제어를 적용한다. 이러한 연결 제어를 위한 제어 평면은 제어 노드, 제어 실체, 그리고 제어 채널로 구성되어 있는데, 고도의 확장성이나 신뢰성을 지원할 수 있는 구조를 지원할 수 있어야 한다. ITU-T에서 주장하는 특정 제어 채널을 다수의 데이터 채널이 공유하는 공통 채널 신호방식이 그 예가 될 수 있다.

또한, ITU-T에서는 전달망의 제어 평면에 대한 논리적 접근을 위해 컴포넌트라는 용어를 사용한다. 컴포넌트는 인터페이스 기능을 구현함에 있어 하나의 시스템 내에서 대체 가능한 기능적 요소로서, UML을 사용하여 표현한다. 현재까지 정의된 컴포

#### ● 용어해설 ●

**GMPLS:** 기존의 MPLS에 다양한 전달평면(SDH, OTH 등)의 스위칭 기술을 지원하고, 특정 네트워크 모델(오버레이, 피어 등)에 독립적인 LSP 제어 기술을 추가한 차세대 네트워킹 구조로써, IETF에서 규정함.



(그림 7) 전달망 제어평면의 컴포넌트간 관계

넌트로는 연결 제어기(CC), 라우팅 제어기(RC), 링크 자원 관리자(LRM), 호 제어기(CallC), 발견 대리자(DA), 종단·정합 수행자(TAP), 프로토콜 제어기(PC) 등이 있다. (그림 7)은 이러한 전달망의 제어 평면에 대한 컴포넌트간 관계를 나타낸다[3].

또한, 최근에 ITU-T는 기존의 MPLS 능력을 전달망 특성에 단순화시킨 T-MPLS 기본 구조에 대한 표준화를 완료하였으며, OAM 및 보호 스위칭에 대한 후속 표준 작업을 진행할 예정이다. MPLS 기술 자체는 IETF의 영역이기 때문에 이들 두 단체는 연락문서를 통해 T-MPLS 관련 입장을 조율하고 있다. 예를 들면, IETF는 T-MPLS용의 Ethertype을 별도로 정의하는 것이 바람직하다고 권고하고 있다.

## 2. 주요 벤더의 제어평면 기술

일반적으로 ROADМ은 “통과 채널에서 전송 손실이나 분기/결합 파장에서 어떠한 제약도 없는 망

### ● 용어해설 ●

T-MPLS: 기존의 MPLS에서 전달망 특성에 적합하도록 MPLS를 단순화시키고 OAM 및 보호 스위칭을 고려한 계층 1.5의 패킷 전달망 구조로써, 하부의 물리 계층은 SDH 및 OTH 등을 그대로 적용하며 ITU-T에서 규정함.

요소”로 정의하는데, 연결 제어 관점에서 두 가지 유형으로 분류할 수 있다[4]. 운용자가 지정된 노드에서 사전 프로비전을 통해 분기/결합의 파장을 결정하는 유형-1과 원격 재구성 능력 등을 통해 분기/결합의 파장을 동적으로 제어하는 유형-2가 그것이다. 현재 대부분의 ROADМ 장비는 유형-1에 포함되며, 유형-2의 장비로는 Mahi (Meriton Networks로 흡수 합병됨)의 Vx7 MCTS가 있다. 본 절에서는 ROADМ을 포함하여 O-E-O OXC 및 PXC 등 다양한 광장비에서 ASON 기반의 제어평면 기능을 지원하는 (또는 지원했던) 상황을 살펴본다.

### 가. Mahi의 Vx7 MCTS

Vx7 MCTS는 ROADМ 장비 가운데 가장 진화된 형태의 시스템으로, 제어 채널로 사용 가능한 광 감시 채널을 위해 이더넷 프레임의 1510nm 파장을 사용하고 있다. GMPLS 프로토콜 스택으로 RSVP-TE, OSPF, 그리고 LMP를 지원하며, EMS 시스템 및 네트워크 설계/계획 툴까지를 제공하고 있다.

### 나. Cisco Systems의 ON S 15454 MSTP

ON S 15454 MSTP는 메트로에서 ROADМ 솔루션을 제공하는 장비이다. 이 장비는 EMS 및 네트워크



크 설계/계획 툴이 통합된 MetroPlanner를 통해 광 네트워크의 설계, 프로비전 및 유지보수 기능을 제공한다. 또한, 현재를 진정된 피어 모델로 진화하기 이전 단계로 가정하고 피어 모델과 오버레이 모델의 하이브리드 형태인 전달망 자체만의 제어평면 기능을 적용한 segmented GMPLS 개념을 이 장비에 적용하는 단계에 와있다.

다. Sycamore Networks의 SN 16000

SN 16000은 ASON 기반 O-E-O OXC 장비로 분류할 수 있다. 중국 및 한국 등에서 ASON 관련 상호연동성 시험을 실시하였으며, 원클릭 프로비전 및 동적 보호/복구 기능을 지원한다. GMPLS 프로토콜 스택으로 RSVP-TE 및 OSPF 프로토콜을 지원하며, OIF의 UNI/E-NNI 인터페이스를 지원한다. 현재 이 장비는 KT 망의 서울 및 주요 도시에서 상용망으로 운용중이다.

라. Alcatel의 1678 MCC

1678 MCC 역시 ASON 기반 O-E-O OXC 장비로 분류할 수 있으며, GMRE이라는 이름으로 GMPLS 기능을 지원한다. 이 GMRE는 UNI 및 NNI 프로토콜을 이용하여 동적 경로 설정 및 조기 복구 등을 처리하며, GASON Manager를 통해 실시간 제어를 수행한다.

마. Lucent의 LambdaRouter

Lucent의 LambdaRouter는 ASON 기반 PXC으로 분류할 수 있으며, 비교적 초기에 발표되었던 장비이다. CCN 및 ONNS를 통해 OTN의 제어평면 기능을 제공한다. CCN을 실현하기 위해 장비는 두 개의 RIPv6를 통해 동일 지점간에 두 개의 서로 다른 패스를 설정한다. GMPLS 프로토콜 머신에서 발생하는 제어 패킷을 이들 패스를 통해 교환한다. 이를 위해 제어 패킷의 송신 노드는 각 제어 패킷에 순서번호를 MPLS 헤더와 사용자 정보 사이에 삽입하고, 수신 노드는 이 순서번호를 이용해 나중에 도착

한 제어 패킷을 폐기한다. 그리고 ONNS라는 이름으로 LMP, OSPF 그리고 CR-LDP(추정)로 구성되는 GMPLS 프로토콜 스택을 지원한다[5].

## IV. 시장 현황 및 전망

현재 전세계적으로 약 15개의 벤더들이 ROADM 장비를 생산하고 있다. 2005년 상반기만 하더라도 PLC형 광 스위치를 적용하여 스위칭 자유도 2를 제공하는 colored ROADM 시스템이 주류를 이루었으나, 최근에는 WSS를 적용하여 colorless ROADM으로 진화하고 있다.

<표 3>에는 주요 벤더별 ROADM 시스템 현황을 나타내었다. 대부분 채널 수가 32~40이며, 전송거리 600km 이내의 메트로급이다. 그렇지만, Siemens, Ciena 제품의 경우 각각 160, 190채널까지도 지원이 가능하다. 또한 Meriton의 7200 OADX를 제외한 대부분의 시스템은 개별 노드에서 전 채널에 대한 분기/결합 기능을 수행할 수 있다.

북미 통신사업자들은 IPTV 서비스에 따른 트래

<표 3> 벤더별 ROADM 제품 현황

벤더 명	장비 명	스위치
Alcatel	1696 Metro ROADM	WSS, Broadcast
Ciena	Select OADM	Blocker
Cisco	ONS 15454	WSS, Broadcast
ECI	XDM MSPP	WSS
Fujitsu	Flashwave 7500	WSS
Infinera	DTN	OEO
Lucent	Metropolis Wavelength Service Manager	WSS, Broadcast
Marconi	Multihaul 3000	Broadcast
Meriton	6400 OTP/7200 OADX	WSS, OEO
Movaz	Ray ROADM	WSS, Broadcast
NEC	Spectral Wave DW2400	WSS
Nortel	OME 6500	WSS, Broadcast
Siemens	Hit7300/7500	Broadcast
Tellabs	7100 OTS	WSS, Broadcast
Tropic	TRX-24000	WSS, Broadcast

픽 증가에 대비하기 위하여 ROADM 시스템의 도입을 추진하고 있다. AT&T의 경우 일본의 Fujitsu사의 Flashwave 7500과 미국 Tellabs사의 ROADM 제품을 이용하여 네트워크 구축 계획을 갖고 있으며, Verizon도 10억 달러 규모의 ROADM 도입 계획을 갖고 있다.

2006년도 7월에 발표된 시장 예측 자료[6]에 의하면 전세계 ROADM 시스템 수요는 2005년과 2006년 사이에 약 500%의 급성장이 예상된다. 한편 동일한 시장 예측자료에 의하면 초기에는 미국 내 시장이 큰 비중을 차지할 것으로 예상되지만, 2007년 이후에는 미국 시장의 비중이 감소하면서 전세계로 시장이 확산될 것으로 전망된다.

국내의 경우 KT에서 미국의 Sycamore Networks로부터 광 회선분배 장치를 5대 도시 중심으로 운용중에 있으며, Meriton Networks의 7200 OADX 장비를 도입하여 시범 사업을 수행한 바 있다. 또한 국내에서도 전광/광-전-광 스위칭 혼합 방식의 전송 장비를 개발하고 있으며, 2007년 상반기에 BMT를 목표로 하며, 국내 시장 진입을 꾀하고 있다.

## V. 결론

지금까지 광 회선분배 기술의 전달평면과 제어평면의 기술과 시장 현황에 대하여 알아보았다. 과거 전송 장비는 전송 용량 증가에 초점을 맞추어 개발이 진행되었으나, IT 버블 이후에 수요가 위축되면서 망의 효율적인 운용을 중요시하게 되었다. 이러한 측면에서 전달망에 광 스위치가 도입되어 전송 기능과 교환 기능이 통합되는 방향으로 진화하고 있으며, 고속 대용량의 백본용 전달망 능력이 메트로 그리고 액세스망에까지 제공되고 있는 상황에서 제어평면을 이용한 동적 연결 제어는 중요한 이슈로 부상하고 있다.

이를 위해, ITU-T에서 ASTN/ASON이란 개념으로 전달망의 지능화를 추진하고 있으며, 이러한 과정에서 IETF의 GMPLS 프로토콜 스택을 적용·

확장하고 있다. 특히, 최근에 ITU-T에서 진행하고 있는 T-MPLS 관련 표준 기술은 ASON 기반 전달망에서 기존의 대역폭 할당 문제를 해결할 수 있는 기술적 대안을 제시하고 있다.

현재 ASON 기반 ROADM/PXC 시스템은 메트로망을 중심으로 도입이 되고 있지만, 백본망의 생존성 극대화를 위하여 메시망으로의 진화를 통해 전광 네트워크의 차세대 핵심 장비로 활용될 전망이다. 이러한 시대적 상황은 국내 광통신 장비의 연구 개발을 위한 노력과 지원을 절실히 요구하고 있다.

## 약어 정리

ASON	Automatically Switched Optical Network
ASTN	Automatically Switched Transport Network
CCN	Control and Communication Network
EMS	Element Management System
GASON	GMPLS/ASON
GMPLS	Generalized Multi-Protocol Label Switching
GMRE	GMPLS Routing Engine
LMP	Link Management Protocol
MCC	Metro Core Connect
MCTS	Multi-Service Core Transport System
MEMS	Micro Electro Mechanical System
MSTP	Multi-Service Transport Platform
NMS	Network Management System
NNI	Network to Network Interface
ONNS	Optical Network Navigator System
OXC	Optical Cross-Connect
PDL	Polarization Dependent Loss
PLC	Planar Lightwave Circuit
PMD	Polarization Mode Dispersion
PXC	Photonic Cross-Connect
RIPs	Restoration Interface Packs
ROADM	Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexing
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SONET	Synchronous Optical Network
T-MPLS	Transport - Multi-Protocol Label Switching
UML	Unified Modeling Language
UNI	User to Network Interface



WDM Wavelength Division Multiplexing  
WSS Wavelength Selective Switch

## 참 고 문 헌

- [1] Meriton Networks, "Ensuring Profitability with a Third Generation ROADM System," white paper, 2006, <http://www.meriton.com>
- [2] J. Wagener and T. Strasser, "Reconfigurable Optical Switch," 미국 등록 특허 6,631, 222호, 2003.
- [3] G.8080, "Architecture for the Automatically Switched Optical Network (ASON)," ITU-T, Mar. 2003.
- [4] D.A. Cooperson, "ROADM Deployment Plans in LH and Metro Networks," *Technical Digest in OFC/NFOEC 2005*, paper NThK3, 2005.
- [5] Ramesh Nagarajan, M. Akber Qureshi, Bharathkumar Ramanna, Christopher J. Hunt, Rakesh Chandwani, Basudeb Das, and Abha Shrotriya, "A Fault-Tolerant MPLS-Based Control and Communication Network for the Lucent LambdaRouter," *Bell Labs Technical Journal*, Vol.6, No.2, 2002.
- [6] IGI Consulting Inc., "On the R-OADM to the Light-wave Network," B&C consulting services report, 2006. 7.