

## 테라비트급 WDM 광전송시스템 기술

이현재, 권을, 주무정, 고재수, 이종현  
한국전자통신연구원, 네트워크연구소, 광통신 연구부

### Terabit WDM Optical Transmission System Technology

H.J.Lee, Y.Kwon, M.J.Joo, J.S.Ko, J.H.Lee  
Optical Communication Department, Network Technology Laboratory  
Electronics and Telecommunications Institute

**Abstract** - 테라비트급 WDM 광전송시스템은 채널당 10Gb/s의 전송속도를 갖는 채널을 파장분할다중하여 하나의 광섬유로 전송하는 시스템이다. 시스템의 주요 영역으로는 광을 송수신하는 광트랜스폰더, 다채널의 광신호를 다중/역다중 하는 광 다중화기/역다중화기, 광신호를 증폭하기 위한 광증폭기, 그리고 광분기 삽입기 등으로 구성된다. 우리가 구성하는 테라비트급 WDM 광전송시스템은 구조 변경없이 TM 및 ADM 방식을 수용한다. 시스템의 신뢰성을 위해 종속망 절체 및 광학적 계층에서의 보호절체 방식으로 1+1 OCh 및 1+1 OMS 절체 기능을 선택적으로 수용할 수 있어 시스템 운영에 따라 효율적이고 경제적인 망 운영을 할 수 있다. 감시채널은 시스템 유지보수에 필요한 신호(PMI, FDI, BDI 등) 및 시스템 DCC용으로 되어 있으며, WDM 망에 적합한 감시 체계를 설계하였다.

### 1. 서 론

1990년대 말부터 급격한 증가 추세에 있는 인터넷 사용자 인하여 데이터 전송량이 비약적으로 증가하였으며, 그 결과 전송망에서 회선부족에 직면할 수 있다. 더구나 정보전송량의 급증을 예측하기가 어려움으로 종래의 설비투자에서 파이버 포설로는 정보전송량의 수요에 대응하기가 어렵다. 이 문제를 해결할 방법으로 파장분할다중(WDM: Wavelength Division Multiplexing) 기반의 광전송 기술이 주목하게 되었으며, WDM 시스템이 도입되는 계기가 되었다. 또 2000년대에 들어서자 데이터의 정보 전송량이 음성정보 전송량을 능가하게 되었다. 앞으로도 전송량의 급증은 지속될 것으로 예상되어 통신회사는 WDM 광전송시스템을 주류로 생각하여 적극적으로 도입하고 있다.

WDM 광전송시스템 기술은 파장이 다른 다수의 레이저를 사용하여 단일 광파이버를 이용해 동시에 다수의 파장을 보내는 기술로, 각 광신호(또는 광파 또는 채널)는 이종의 다양한 서비스(즉, IP, SDH/SONET, GbE, ATM, 등) 트래픽을 전달할 수 있다. 채널 당 전송속도는 2.5Gb/s 또는 10Gb/s로 동작하고 있다. WDM 광전송시스템의 적용 영역은 장거리 전송망에서 메트로망으로 확대되었으며, 계속하여 장비의 저가격화와 대용량화 및 초장거리 기술에 대한 개발이 진행되고 있다.

정보통신 선진국에서는 SDH/SONET 계위의 2.5Gb/s 및 10Gb/s 광전송 장치가 널리 활용되고 있으며, 10Gb/s 이상의 광전송 기술은 기존의 SDH 방식 (STM-256: 40G급) 및 WDM (2.5Gb/s x N채널, 10Gb/s x N채널, 40Gb/s x N채널) 방식이 연구 개발되고 있다. 일부 국가에서 WDM 기술을 적용한 40G ~ 800G WDM 광전송시스템이 상용화되고 있으며, 가까운 장래에 테라비트급의 시스템이 상용화될 것이다.

한국전자통신연구원에서 개발하고 있는 1.6T WDM 광전송시스템[1]은 10Gb/s(STM-64) 광신호를 최대 160채널을 수용하여 최대용량은 1.6Tb/s가 되도록 한다. 단, 종속신호로는 STM-64 신호를 기본적으로 수용할 수 있도록 설계하며, STM-16신호, SUB rate MUX(2.5G x 4ch), GbE, 10GbE에 대해서는 선택사양으로 수용 가능하도록 설계한다. 시스템구조는 보호절체 기능을 고려하고, 또한 향후 WDM을 기반으로 하는 광전달망(OTN)의 발전과 국내의 표준화에 따른 시스템 구조 및 기능을 고려하여 TM 형 및 선형/링형 ADM을 동시에 수용할 수 있는 구조로 설계하였다.

### 2. 본 론

1.6T WDM 광전송시스템은 3개의 서브시스템으로 구분하여 구성하며, 각각의 서브시스템은 (그림 1)과 같은 기능을 포함하고 있다.

다채널 광전송 서브시스템(WOTS; WDM Optical Transmission Subsystem)은 160개의 10Gb/s(또는 2.5Gb/s) 종속신호와 접속하여 광 채널을 형성/해체하여 송신/수신 기능 및 광신호를 분기/선택하는 기능을 수행하는 OCIB(Optical Channel Block for 10G SDH), 광 다중/역다중 기능을 수행하는 OMSB(Optical Multiplex Section Block), 광증폭 기능을 수행하는 OMAB(Optical Multi-channel Amplifier Block) 를 포함하고 있다.

OAM서브시스템(OAMS; Operation, Administration and Management Subsystem)은 MFU 유니트에서 동작하는 시스템 감시제어를 담당하는 소프트웨어 블록, CMFU 유니트에서 동작하는 시스템 운용관리 기능을 담당하는 소프트웨어 블록, MCFU 유니트에서 동작하는 메시지 통신 기능을 담당하는 소프트웨어 블록, OPMU 유니트에서 동작하는 광성능을 감시기능을 담당하는 소프트웨어 블록, 휴먼 머시인 인터페이스를 기능을 담당하는 사용자 정합 소프트웨어 블록들로 이루어진다.

망요소관리 서브시스템(OEMS; Optical Element Management Subsystem)은 광전송망 요소에 대한 망관리 기능을 담당하는 소프트웨어 블록들로 구성되며, 망 구성, 성능, 장애관리 기능을 수행하게 된다.

1.6T WDM 광전송시스템은 보호절체 기능을 위해 각 서브시스템의 내부 블록은 1+1 구성을 갖고 있다. 점대점 전송에서 광채널 단위의 OCH, OMS 절체가 가능하며, 링형전송에서 OCh절체가 가능하다. 종속신호는 국사내 및 단거리 구간 종속신호 접속 형태이고, 중계기는 1R 중계기로 사용하고, ADM 노드에서의 pass through 기능을 이용하여 3R 중계 기능도 가능하다. 1.6T시스템은 WDM 광전송, 유지보수, 망관리 등 시스템에 필요한 기능이 구현되어 있다. 시스템의 신뢰성 향상을 위하여 종속망절체 및 광학적 계층에서의 보호절체 방식으로 1+1 OMS 및 1+1 OCh 계층의 절체 기능을 선택적으로 사용할 수 있어 시스템 운영에 따라 효

울적이고 경제적인 망보호 기능을 부가할 수 있다.

10Gb/s 신호를 기반으로 설계되어 있어, 10Gb/s 이하의 전송속도를 수용할 수 있으며, 중계거리 80 km, 3R 기능 없이 7개의 광증폭기를 사용하여 640 km 까지 전송이 가능하다.

광전력증폭기의 입력신호에 따른 출력신호를 제어 하기 위해 프로세스를 사용하여 처리 하였으며, 일부 파 장 채널의 drop/add시 미치는 영향을 최소화 하여 안 정된 광링크 성능을 보장하였다. Add/drop 채널의 수 는 밴드별로 80채널까지 가능하며, 광증폭기의 대역폭 을 32 nm 이상 확보하여 80채널까지 확장이 용이하 다.

계층별 유지보수 신호 체계를 정의하고 구현함으로 써, 시스템 측면의 유지보수 기능을 강화하였으며, WDM 전송 시스템에 적합한 각 기능 모듈의 경보, 상 태, 성능, 제어 기능을 정의하여 구현된 시스템 GUI 통 해 이들을 확인할 수 있도록 설계하였다. OTS 구간의 감시채널로 광파장을 할당하여 시스템 운용시 계층적인 운용이 가능하다. 감시채널은 유지보수에 필요한 신호 (PMI, BDI 등) 및 시스템 DCC 용으로 되어 있으며, WDM 망에 적합한 감시체계 등을 정의하고, 기능을 구 현중 이다.

### 3. 결 론

1.6T WDM 광전송시스템은 채널당 10Gb/s의 전 송속도를 갖는 채널을 파장분할다중하여 하나의 광섬유 로 전송하는 시스템이다. 시스템의 주요 영역으로는 광 을 송수신하는 광트랜스폰더, 다채널의 광신호를 다중/역 다중 하는 광 다중화기/역다중화기, 광신호를 증폭하기

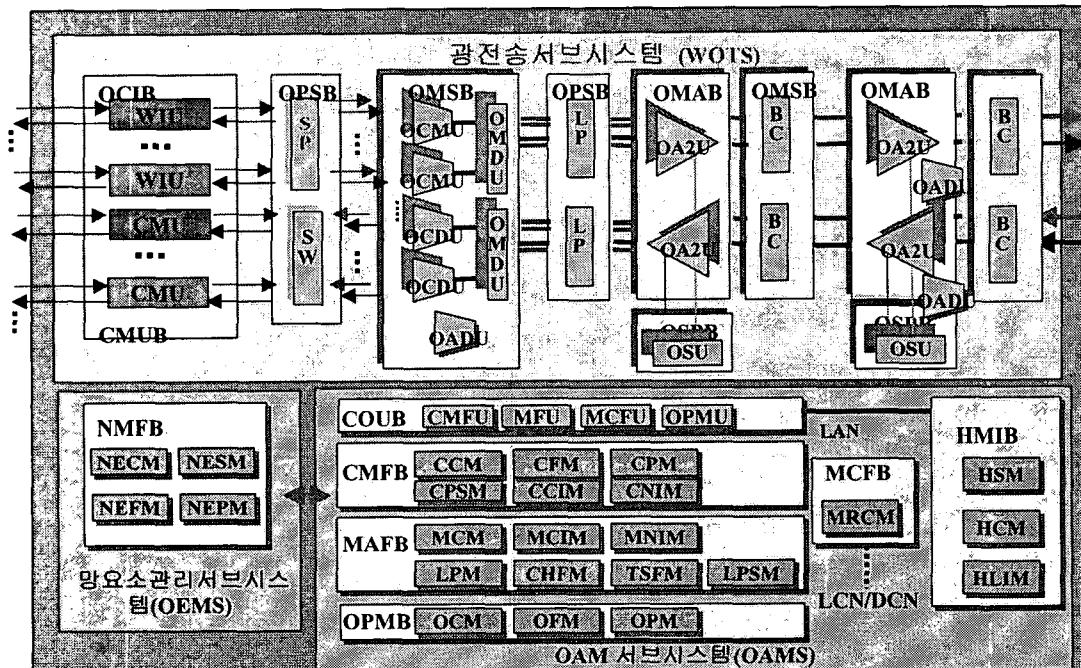
위한 광증폭기, 그리고 광분기 삽입기 등으로 구성된다. 우리가 구성하는 1.6T WDM 광전송시스템은 구조 변 경없이 TM 및 ADM 방식을 수용한다. 시스템의 신뢰 성을 위해 증속망 절체 및 광학적 계층에서의 보호절체 방식으로 1+1 OCh 및 1+1 OMS 절체 기능을 선택 적으로 수용할 수 있어 시스템 운영에 따라 효율적이고 경제적인 망 운영을 할 수 있다. 감시채널은 시스템 유 지보수에 필요한 신호(PMI, FDI, BDI 등) 및 시스템 DCC용으로 되어 있으며, WDM 망에 적합한 감시 체 계를 설계하였다. 광계층에서 보호절체가 가능한 테라비 트 WDM 광전송시스템을 개발하였으며, 여기에서 축적 된 기술을 바탕으로 향후 대용량 WDM 시스템 및 광인 터넷 기술 개발에 응용할 예정이다.

### 감사의 글

이 연구는 MIC 프로젝트의 일환으로 수행되었으 며, 본 연구의 수행에 물심양면으로 지원을 해주신 정보 통신부 관계자 여러분께 감사의 뜻을 포함합니다.

### (참 고 문 헌)

- [1] B-ISDN 연구개발 사업 최종 보고서(160Gb/s WDM 광전송 시스템 개발), 한국전자통신연구원, 2000



(그림 1) 1.6T WDM 광전송시스템 구성도