

파장분할 광통신 방식을 이용한 전송망 구축의 최적화 방안 연구

*김상균 **우미애

*SK 텔레콤, **세종대학교

e-mail : ksk93@nate.com

A Study on Optimization of Transmission network platform using for DWDM in Optical fiber system

* Sang Kyun Kim, **Mi Ae Woo

* SK Telecom, ** Sejong University

요 약

DWDM(Densed Wavelength Division Multiplexing)은 광 파이버를 이용하여 기존의 통신보다 높은 대역폭(B/W)을 얻기 위한 기술로 여러 신호를 각각 다른 파장으로 변조해 하나의 Fiber 를 통해 전송하는 방식이며, 기본적으로 EDFA(Erbium Doped Fiber Ampli fier), AWG(Arrayed Wave guide Grating), OADM(Optical Add/Drop Multiplexer) 등의 주요 부품과 여러 광 관련 부품들로 구성돼 있으며, 다수의 파장을 MUX(AWG)에서 다중화하고, 장거리 전송을 위해 OA(EDFA)에서 광 신호를 증폭하게 된다. 그리고 일부 특정 파장만 Add/Drop 하기 위해 OADM 이 놓이게 되며, 또한 선로(광섬유)의 손실을 보상하기 위해 필요한 구간에 리피터(EDFA)를 두어 광신호를 증폭 송신하며, 수신단에서는 들어오는 여러 파장을 OA(EDFA)를 통해 증폭한 후 DEMUX(AWG)에서 역 다중화해 수신하게 된다. 이와 같은 DWDM 방식을 이용한 Network 는 Star, Mesh, Ring 등의 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 초기에는 Point-to-Point 방식의 장거리 전송에 주로 사용돼 왔으나 Metro 구간의 Traffic 이 급격히 증가하면서 Metro- DWDM Network 이 부각되고 있어 본 논문에서는 현재 SK Telecom 에서 상용화되고 있는 1,600G DWDM 과 Metro-DWDM 간의 망 구축의 최적화 방안을 연구해 본다.

1. 서론

현재 Metro Network 는 Ethernet 의 대역폭과 전송 거리가 확장됨에 따라 재조명을 받기 시작했다. 물론 기가비트 이더넷 표준에는 Single Mode Fiber 로 3Km 의 전송 거리를 제공한다고 지정돼 있지만 증폭기 등을 사용해 현재는 70Km 에서 100Km 가 넘는 거리까지도 이더넷의 도달거리가 확장되고 있다. 기존의 Metro 네트워크는 TDM 기반의 SONET/SDH 전송 네트워크를 기반으로 구축돼 있었으나, 폭증하는 데이터 트래픽을 처리하기에는 많은 문제를 갖고 있다. 이에 대한 대안으로 Metro-Ethernet, 차세대 SONET, Metro-DWDM 등의 새로운 기술이 등장하면서 진일보 된 망의 Topology 를 구축하게 되었다.

지난해부터 구축하기 시작한 Metro-Network 은 Metro-Ethernet 을 포용하는 Metro-DWDM 전송방식이 상용화 되면서 새로운 방향으로 나가고 있다. 현재의 1,600G DWDM 이 갖고 있는 Point-to-point 방

식의 한계, 즉 가입자까지의 회선연결에는 많은 부가적인 장비가 필요하다는 점이다.

여기에 Ring 망 형태의 Metro-DWDM 장비를 연결하면 더 효율적인 전송 대역폭을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 P-T-P 방식과 Ring 방식의 혼합을 통해 Network 을 최적화 할 수 있을 것이다.

따라서, 본 논문은 2 절에서는 1,600G DWDM 광전송 방식의 일반적인 특성 및 Network 구성 현황을 기술하고, 3 절에서는 Metro-DWDM 방식의 특성 및 Metro-Ethernet 과의 관계 설정을 알아본다. 마지막으로 SK Telecom 1,600G DWDM 과 Metro-DWDM 과의 전송망은 어떻게 구축되어야 효율적인 지 방법을 제시하고 결론을 맺는다.

2. DWDM 광전송 방식의 일반적인 특성

2.1 DWDM 정의

Dense Wavelength Division Multiplexer, 동기식 디지털 계위인 STM-16/64 광신호 N 개를 파장변환 다중화 전송, 역 다중화를 통해 광 선로

용량을 N 배로 증가시키는 시스템이며, 단일 광 코어를 통하여 여러 개의 파장을 전송 할 수 있으며 C-Band(1530.33nm~1562.23nm)와 L-Band(1570.42nm~1603.17nm)의 60nm gain 에 단방향 80 Wavelengths (Max 40 C-Band, Max 40 L-Band)를 Cross-Band Gain Spectrum 방식으로 지원한다. 따라서, 단방향으로 최대 800Gbit/sec 를 하나의 광 케이블로 전송할 수 있다. 즉, C-Band 80 파장, L-Band 80 파장 등 10Gb/s 신호 160 채널(1600Gb/s)을 전송할 수 있으며 Span 150km 이상의 거리에 구성,적용하는 Long-haul DWDM 으로 OTM(Optical-Terminal-Multiplexer) 방식이며 P-T-P Network 으로 구성된다.

2.2 장비별 역할

가. 대용량 DWDM(1,600G)

대용량 DWDM CH 을 소요로 하는 기간망에 공급하며 중계국사는 OADM 을 채택 구성하며, 2Core 방식의 기본 10Gbps 을 Interface 하여 주파수를 설계하는 방식인 2.5G 및 G/b Ethernet 은 10G MUX 를 사용한다.

나. 소용량 DWDM(320G)

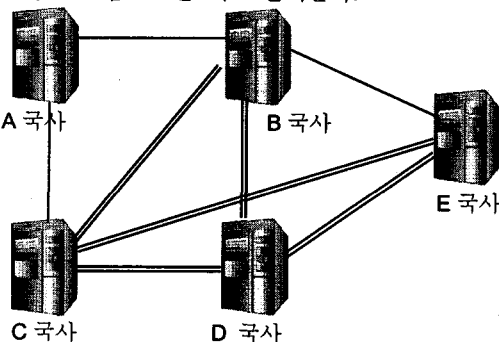
소용량 DWDM CH 을 소요로 하는 중,장거리 지역 중심국망에 공급하며, 중계국사는 OADM 을 채택, 구성하며 1Core 방식의 2.5Gbps 를 Interface 하여 주파수를 설계하는 방식인 2.5G 및 G/b Ethernet interface 를 사용한다.

다. Metro-DWDM(320G)

2.5G 링이 중,단기 2 개 이상 소요 및 Core 부족구간으로 중,단거리 지역/시내 중심국망,상호접속,기타 망에 Ring 방식의 Metro-DWDM 공급하며 2Core 방식의 기본 2.5Gbps 을 Interface 하여 주파수를 설계하여 2.5G 및 G/b Ethernet interface 에 사용한다.

2-3. 1,600G Network 구성 현황

SK Telecom 수도권 1,600G DWDM 전송망 구축 현황은 그림 2-1 를 예로 들어본다.



(※ 참고, ≡ 1,600Gbps, — 320Gbps 광단국)
그림 2-1. 1,600G DWDM 전송망 구축현황

3. Metro-DWDM 광전송 방식의 특성

동기식 디지털 계위인 100MHz~1.25G/2.5G/10Gbps 광신호 N 개를 파장변환,다중화,전송,역다중화 과정을 통하여 ITU-T G.652 광선로 용량을 N 배로 증가하는 OADM (Optical Add Drop Multiplexing) 광전송 장치이며, 대도시 사용자의 급속한 발전에 따르는 통신 병목 현상, 고 대역의 음성, 데이터 서비스를 원하는 시장구조에 적합하도록 Short-Haul 또는 Metro Network 사용자가 필요로 하는 데이터를 최적화 할 수 있는 망구조와 Metro-core, Metro-access, OADM 의 모든 광 Solution 을 제공한다.

Metro-DWDM 에서의 파장분할 다중화의 기능은 하나의 동일 광섬유상으로 완전히 독립된 수많은 Traffic 전송을 허용하며, 하나의 광 감시 채널과 33 개의 양방향 데이터 전송채널까지 지원한다. 데이터 전송채널은 11 개 밴드로 구성되고 각 밴드는 3 개의 채널로 구성된다. 각 채널은 채널 간격이 100GHz 인 특정 주파수를 가진다.

3.1 Metro-DWDM Network 형태

지원되는 망 형태는 2-Fiber P-T-P, LADM(Linear-Add/Drop Multiplexer), all-UCA Ring(비절체 접근 링), O-UPSR, O-BLSR 로 구분되어지며, 현재 SK Telecom 에서 구성하여 사용하고 있는 경로/채널 보호방식(O-UPSR)과 선로레벨 보호방식(O-BLSR)에 대하여 알아본다

O-UPSR(Optical Unidirectional Path-Switched Ring) 구성에서 입력되는 Tributary 신호는 링의 양방향으로 "Working" 채널과 "Protect" 채널을 분기하여 동시에 전송한다. 선로 또는 Node 구성 요소에서 경로장애가 발생할 경우 링 상의 목적지 Node 에서 보호 절체가 발생할 것이다.

아래 그림 3-1 은 O-UPSR 의 작용을 보여준다.

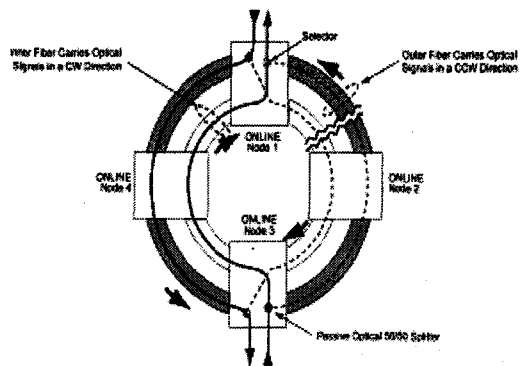


그림 3-1 장애 후 양방향 루트를 정하는 O-UPSR

O-BLSR(Optical Bidirectional Line-Switched) 구성에서 한 선로로 우선순위의 "Working" 채널과 "Protect" 채널을 공유하여 전송한다. 이 링 서브네트웍은 분리된 Traffic 패턴지원에 사용할 경우 가장 효율적이다.

이것은 채널 재사용을 허용하며 O-BLSR 에서 선로 또는 망 요소(NE)상에서 케이블 끊어짐, 기능장애 또는, 유지보수 활동이 일어날 경우 이 System 은 "Working" 트래픽을 사용할 수 없는 경로에서 보호경로로 재 라우팅 함으로써 기능을 보장한다. 보호 절체는 신호경보, 결합탐지시 광 절체가 일어난다.

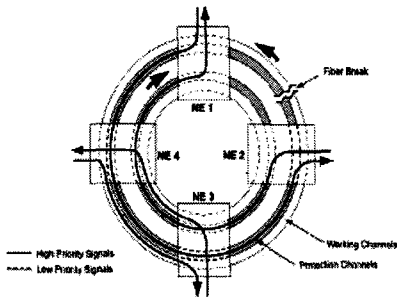


그림 3-2. Working 트래픽을 보호채널로 절체:O-BLSR

3.2. Metro-DWDM 의 응용

그림 3-3, 그림 3-4 에서와 같이 IP,ATM,SONET/SDH 신호를 각각 그리고 어떠한 추가적인 Overhead 없이 동시에 System 에 의해서 전송하는 망을 보여준다.

그림 3-3 는 2-Fiber Ring 망을 보여주는데 3 개 신호 모든 형태를 또는 어떤 신호의 현대든 System Node 간 동시에 전송할 수 있다. 이 구조는 어떠한 신호도 다른 프로토콜에 부호화되지 않기 때문에 큰 용량을 가지고 최대 부하가 얻어진다.

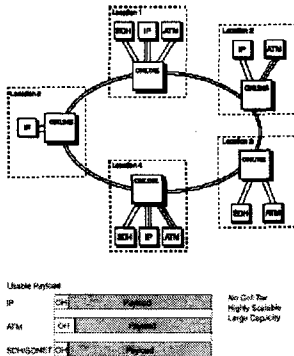
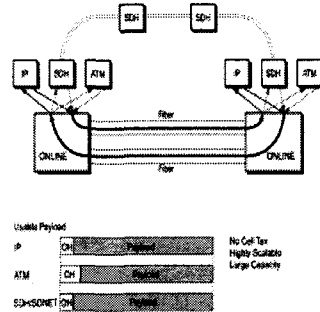


그림 3-3. 2-Fiber Ring 망

그림 3-4 는 간단한 2-Fiber P-T-P 망을 보여주는데, 두개의 Node 간 동시에 3 개의 신호형태(IP, ATM, SONET/SDH)를 전송할 수 있다. 두개의 System 망 요소(NE)만을 사용하고 두개의 노드간 33 개의 다양한 형태의 신호를 동시에 전송할 수 있으므로 큰 용량을 가진다.



3-4. DTS 2-Fiber P-T-P 망

3.3. Metro-Ethernet 과의 관계

현재의 DWDM 시스템은 다수의 노드를 단순히 광 채널을 사용하여 연결해 주는 기능을 하도록 설계되어 있다. 그러나 Metro DWDM 시스템은 가입자 망과 직,간접적으로 접속되어 있으므로 백본망에 비하여 트래픽양의 fluctuation 이 심하게 된다.

또한 향후 IP 가 트래픽의 대부분을 차지할 것으로 예측되고 있으므로 이를 지원할 수 있는 제어 계층 기술은 더욱 중요하게 될 것으로 보인다. 따라서 고정적인 연결보다는 상위 계층의 트래픽 요구에 따라 파장 자원을 할당하거나 혹은 설정된 파장 자원을 해제할 수 있는 동적인 재설정 기능을 가지는 제어 계층 기술을 사용함으로써 파장 자원을 더욱 효율적으로 사용할 수 있게 되어야 할 것이다.

또한 시스템 용량 부분에서도 최대 2.5Gb/s 의 접속 속도로 24~40 채널을 지원하는 현재의 시스템보다 더 큰 용량을 갖는 시스템의 개발이 필요할 것으로 예측된다. 현재 일부 회사에서 10Gb/s 접속속도를 가지는 시스템의 개발 계획을 밝히고 있으며, 채널 수도 확장될 것으로 보인다. 10Gb/s 의 채널 속도를 수용하는 시스템의 경우 기존에 포설되어 있는 단일 모드 광섬유를 사용하기 위해서는 40km 이상 전송되는 채널에 대한 분산 보상이 필요하다.

도시망이나 지역망은 많은 노드에서 분기 및 결합 (add/drop)이 이루어 질 것이며 또한 노드간의 거리도 일정하지 않다. 따라서 채널마다 전송되는 거리가 다르게 되므로 이에 따른 경제성 있는 적절한 분산 보상 대책이 필요하다. 또한 채널마다 다른 전송 속도를 가지게 될 가능성이 많으므로 전체 채널 중 일부만이 분산 보상을 요구하게 된다. 이 경우 필요한 채널에 대해서만 분산 보상을 하거나 혹은 전체에 대하여 분산 보상을 해주면서 광 송수신기

에 대한 규격을 완화하여 시스템의 가격을 낮추는 방법 등을 생각해 볼 수 있을 것이다.

4. 결론

데이터 트래픽이 음성 트래픽을 추월하여, 몇 년 내에 통신사업자의 트래픽 중 90% 이상이 데이터 트래픽으로 채워질 것으로 예측되고 있다. 따라서 기존의 음성위주 네트워크 위에서 대용량 데이터 트래픽을 전송하는 네트워크를 구성해야 하며, 망의 자원 활용도 증대로 경제적 효율성 확보와 망의 단순화로 망 운용 비용의 절감, 망의 지능화로 다양한 서비스와 접속망의 Scalability, Security 확보 및 OXC/광제어 계층 도입으로 지능형 인프라망 구축을 고려한 최적망을 구성해야 한다.

따라서, 그림 4-1 과 같은 1,600Gbps 대용량 DWDM 광 System 을 기간망으로 하여 Ring 또는 Full Mesh 형으로 하고 1,600G 망과 연동하여 Metro-DWDM 을 Ring 화 하여 가입자의 Ethernet 을 수용할 수 있는 망 구축이 되어야 하며, 망의 안정성 및 효율성을 위하여 SONET/SDH 계열의 광단국(2.5G,10G 등) 장비를 DWDM CH 에 수용하여 선로 장애평에 대한 이중화를 해야 한다.

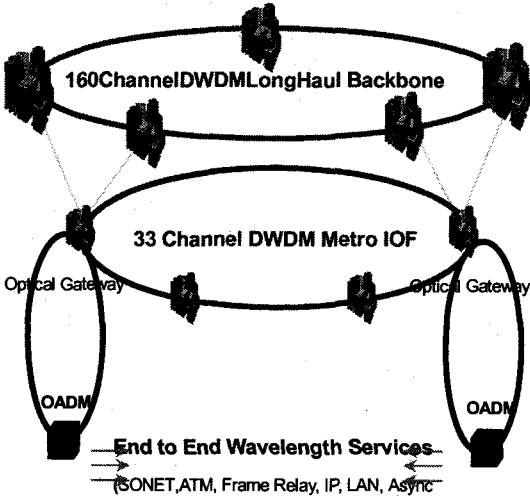


그림 4-1. DWDM 을 이용한 All Optical Network

아울러 그 하위계층에는 향후 IP 가 거의 모든 트래픽을 통합할 것으로 예측되므로 SONET/SDH, ATM, ESCON, Gigabit Ethernet 등을 수용하는 Metro-DWDM 장비를 구축하여 Intelligent Optical Networking(ASTN,MSPP 등)에 대비한 AON(All Optical Network)을 구축해야 할 것이다. 따라서, 그림 4-2 와 같이 SONET/SDH, IP, ATM, Gigabit Ethernet 등을 포함한 Metro-DWDM 을 축으로 하는 전송망 구축이 되어야 할 것이다.

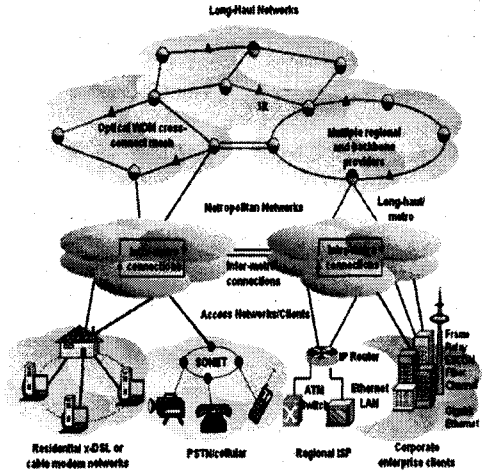


그림 4-2. SONET/SDH, Ethernet 등을 포함한 Metro-DWDM 을 이용한 전송망 구축 현황.

<참고 문헌>

- [1] R.C. Alferness, P.A. Bonenfant, C.J. Newton, K.A. Sparks, and E.L. Varma "A Practical Vision for Optical Trans 포트 Network", Bell Labs. Tech. J. 4(1), 3, Jan.-Mar. 1999.
- [2] <http://www.ciena.com/products/metro/index.html>
- [3] <http://www.usa.alcatel.com/telecom/>
- [4] <http://www.commmerge.com/>
- [5] 메트로 네트워크 기술 및 표준화 동향 Telecommunications Network Lab. KT
- [6] ONLINE 시스템 개요 (Metro-DWDM ciena)
- [7] OP Tera+LH 1,600G DWDM 시스템 개요 Northern Telecom