

# DWDM 시스템동향 및 광네트워크 발전방향

## A study on the technological trend of the DWDM system and development plan for Optical Network

이 성 원

건국대학교대학원 swlee64@hanmir.com

### Abstract

Optical transport has been successfully developed as a fast information transfer since 1970s, and a WDM system, based on the wavelength division multiplexing technique, was implemented to the backbone network. The WDM technique is able to improve its data traffic by utilizing its optical fiber efficiently, and is suitable for an easy network operation and management.

Therefore, trend for DWDM, which is known to be one of WDM system being currently used, and the direction for optical network development will be investigated in this study.

### I. 서론

현재까지의 통신망은 전화망을 위주로 설계되었고 또 이로부터 진화 발전하여왔다.

최근에는 이동전화 및 인터넷의 사용을 통한 음성 또는 동영상 전송과 같은 정보량의 급증현상, 화상회의 및 고화질TV등의 가시화 등으로 인해 초고속 정보통신기술에 대한 통신 수요가 급속히 팽창하고 있으며, 가입자망 기술의 발전과 함께 가입자가 요구하는 대역폭 또한 증가하고 있으며 이로 인하여 통신망에 가해지는 전송용량의 요구량은 날로 증가하고 있어 이를 충족시키기 위한 통신망의 전송 용량 증대가 시급히 해결해야 할 문제로 대두되고 있다.[1]

이러한 문제에 대처하기 위하여 초고속 전달을 가능케 하는 광통신기술이 통신망의 요소에 적용되고 있다. 지금까지는 주로 시내·외 국간에 적용되어 왔으나 최근에 와서는 일부 가입자 구간에까지 적용되어 광가입자망의 구축이 시작되고 있다.

최근에는 하나의 광섬유로 수 Tbits/s의 신호를 전송하는 실험에 대한 결과도 발표되고 있으며 최소 수백 Gbps급의 전송용량을 갖는 제품들이 현재 시장에 속속 출현하고 있다.[2]

따라서 본 논문에서는 파장분할 다중화장치인 DWDM 시스템 동향과 현재와 향후 광통신망의 발전방향에 대해 기술하였다.

### 2. WDM 전송기술의 개념

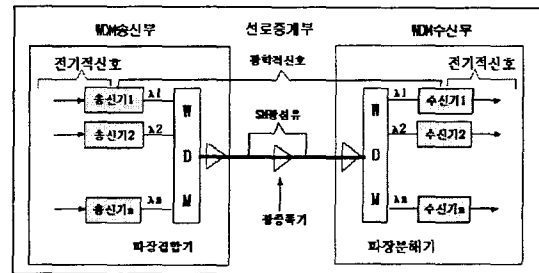
WDM 광전송 시스템이란 광섬유의 저손실 대역을 서로 다른 파장을 갖는 다수의 채널로 분할하여 변조한 후, 하나의 광섬유에 다중화하여 전송하

고, 수신단에서 광 필터와 같은 파장선택필터를 이용하여 역다중화하는 시스템이다. 이러한 시스템은 각 채널이 상대적으로 낮은 속도에서 동작하더라도 광섬유 당 전송 용량을 증가시킬 수 있다. 그러므로 광섬유의 분산 및 O/E 소자들의 처리 속도 제한 등으로 인한 전송용량의 한계를 극복할 수 있을 뿐만 아니라 업그레이드(upgrade)가 용이하다.

WDM 광전송 시스템은 서로 다른 파장을 가진 다수의 레이저와 다중화기로 구성된 송신단, 광섬유 및 광 증폭기로 구성된 전송로, 채널의 역다중화를 위한 광 필터를 포함한 수신단으로 구성된다. 여러 루트로 전송되는 광 신호를 파장다중화 하여 1개의 신호로 보낼 수 있기 때문에 네트워크 구성이 용이하다.

### 2.1 WDM전송계

WDM전송계는 <그림-1>와 같이 WDM송신부, 선로중계부, WDM수신부로 나눌 수 있으며 WDM 송신부는 파장이 각기 다른 N개의 광송신기와 다중화를 수행하는 WDM으로 구성되고 WDM수신부는 역다중화를 수행하는 한 개의 WDM과 동일한 N개의 광 수신기로 구성된다. 선로중계부는 광섬유 및 다수개의 광증폭기로 구성된다.



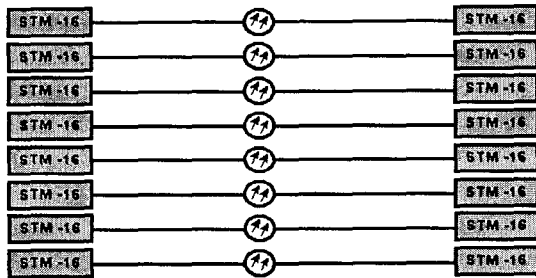
<그림-1> WDM전송계의 구성

### 2.2 WDM의장점

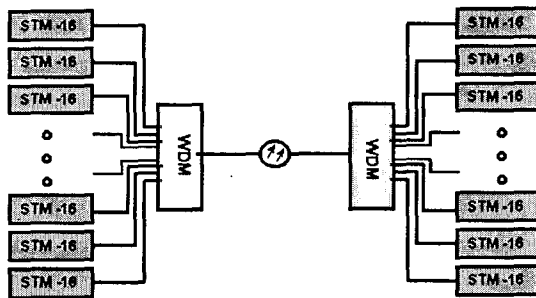
WDM광전송장치는 기존에 포설된 광케이블을 이용하여 한 개의 광섬유에 여러개의 광신호를 전송함으로써 전송효율을 높일수 있는 전송장치로써 전송용량을 증대시키는 방법으로 크게 TDM(Time Division Multiplexing:시분할방식)과 WDM(Wave Division Multiplexing:파장분할방식)으로 나눌수 있다. TDM방식은 현재 <그림-2>와 같이 STM-16급 장비가 일반적이고 STM-64급(10Gbit/s)이상의 장비가 현재 사용되고 있으나 그 이상의 전송속도를 갖는 장비개발은 전기적,광학적으로나 기술적으

로 해결하기 어려운 문제점이 있다.

따라서 <그림-3>과 같이 WDM방식은 그러한 어려움을 피할수 있고 유연한 망운영 및 구성, 용이한 확장성을 보장하고 기존 포설된 광선로에서도 적용이 가능하므로 경제적인 전송용량 증대를 원하는 통신사업자, 점진적인 전송용량 증대를 원하는 통신 사업자, 광선로 대여를 고려하는 통신사업자, 동일한 광선로 상에서 다양한 망구성을 필요로 하는 통신 사업자에게 유리하다.



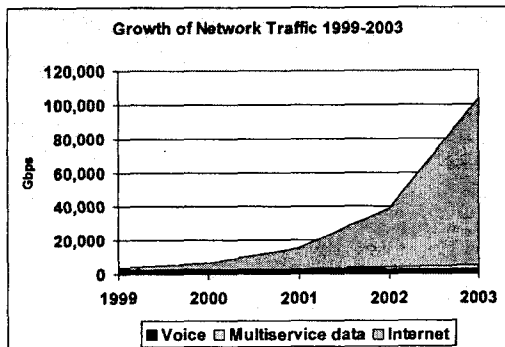
<그림-2> TDM방식의 전송망



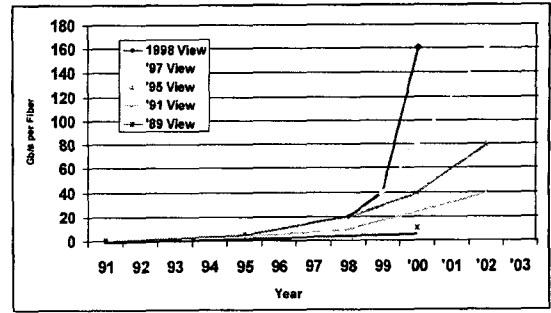
<그림-3> WDM방식의 전송망

### 3. 국내의 동향

<그림-4>에서 트래픽 동향에 대한 서비스별 트래픽량을 살펴보면 음성 및 멀티미디어서비스의 증가추세는 1999년도부터 2003년도까지 거의 일정한 수준을 유지하지만 인터넷의 경우 2003년에는 100Tbps의 트래픽량을 가짐을 알수있으며 또한 <그림-5>와 같이 광케이블당 전송용량은 1990년대 초에 약 2Gbps정도였으나 1998년도에는 약 80배가 증가한 160Gbps의 전송용량을 가짐을 알수있다.[3]

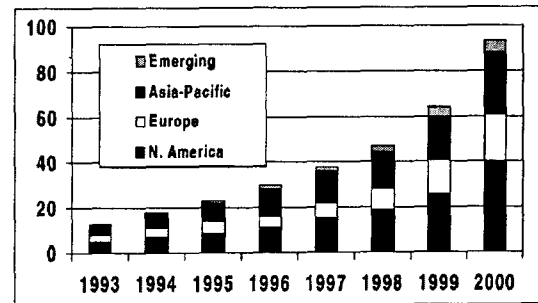


<그림-4> Network Traffic 성장추세



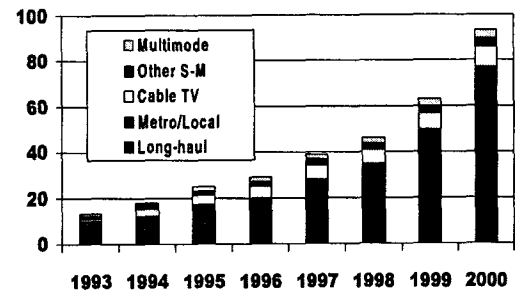
<그림-5> 광케이블당 트래픽 증가추세

따라서 인터넷 트래픽량의 급속한 증가로 인해 세계적으로 광케이블 포설현황은 <그림-6>과 같이 증가함을 알수 있으며 아시아, 유럽, 북미등 광케이블 증가율은 거의 일정한 비율을 가짐을 알수있다.



<그림-6> 대륙별 광케이블 포설현황

또한, <그림-6>에서와 같이 증가한 광케이블을 용도별로 살펴보면 대부분의 광케이블은 Metro 및 Long-haul용 WDM전송을 위한임을 알수 있다.



<그림-7> 년도별 광케이블 사용용도

### 3.1 국내의 개발 동향

10Gbps TDM 광전송 기술은 미국, 일본이 개발 '96부터 상용화 하였으며 국내에서는 HAN/B-ISDN 연구개발사업으로 추진하여 ETRI, 삼성전자, 한화정보통신이 공동개발하여 상용화를 실시하였다.

또한 WDM의 경우 국내에서는 LG정보통신에서 20Gbps (2.5G×8CH) WDM광전송장치 개발, 상용화를 하였으며 160Gbps WDM(10G×16 CH)을 HAN/B-ISDN 국책과제로 ETRI에서 2001년 개발 완료하였으나 상용화를 취소하고 대용량640Gbps WDM 광전송시스템에 대해 현장적용시험실시를

완료하여 상용화 가능성을 입증하였다.[4]

또한, 국외의 경우 Ciena는 최초로 1996년도 WDM 상용화를 실시한 이후 Lucent, Ciena(미국), NT(캐나다), Marconi(이탈리아), Huawei(중국), Hitachi(일본) 등에서는 320Gbps WDM 광전송시스템을 상용화하였으며, 또한 광 크로스커넥트로 광과장 분배 접속이 가능 및 파장의 재구성성이 가능하여 융통성 있는 망 구성이 가능하고 파장 라우팅에 의한 전송 경로 효율화 가능한 OXC(Optical Cross-connect System) 개발에 박차를 가하고 있다.

### 3.2 국내의 운용현황

국내 최대의 통신사업자인 한국통신은 Ciena, ONI, NT 등 40Gbps, LG정보통신 20Gbps WDM 광전송장치를 운용중이며 백본망으로 320Gbps 시스템을 금년에 설치 운용할 계획으로 BMT(Bench Marking Test)를 실시하여 장비선정을 완료하였으며, 데이콤은 Lucent 40Gbps WDM(2.5G×16CH) 및 320Gbps 시스템을 도입 운용중에 있다.

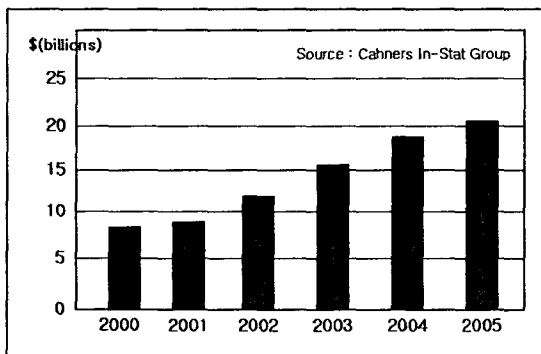
또한 기타 통신사업자 및 회선임대사업자들도 광케이블의 부족과 활용도를 높이기 위해 WDM 시스템을 도입하여 백본의 용량을 증가시키고 있다.

선진외국 주요사업자의 기간전송망 구축 동향을 살펴보면 미국의 경우 AT&T는 Lucent 40Gbps WDM(2.5G×16CH), Sprint는 20G 및 40Gbps WDM(2.5G×8, 16CH)을 이용하고, 또한 MCI는 80Gbps WDM으로, Qwest는 80Gbps WDM 장비로 망구축을 추진하였다.

또한 캐나다의 경우 장거리사업자인 스프린트캐나다는 Nortel사의 80Gbps WDM을, 영국 BT는 루슨트의 40Gbps WDM과 Errison의 40Gbps WDM 장비를 설치 운용중에 있다.

### 3.3 시장동향

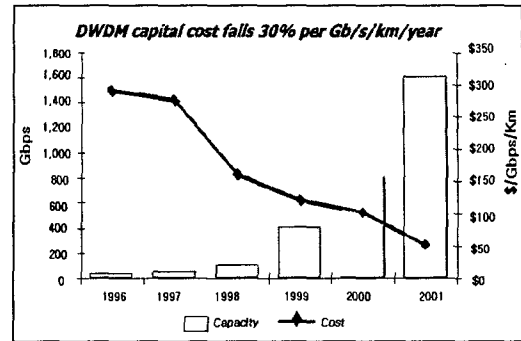
1998년도에는 세계적으로 DWDM(Dense Wave-length Division Multiplexing) 시스템 시장분포는 북미 80.0%, 유럽 14.0%, 아시아 5.5% 그리고 기타 지역이 0.5%를 차지하고 있으며[5], Cahners in-STAT Group에 따르면 <그림-8>과 같이 시장 규모는 2000년도 78억 달러정도를 기록하였으며, 2005년도에는 약 210억 달러정도를 예측하고 있다.[6]



<그림-8> 연간 DWDM 시장추세

DWDM 용량 대비 가격측면에서도 <그림-9>와 같이 AT&T와 RHK에 따르면 DWDM시스템에 대하여 전송속도대비 가격분석결과 1996년도의 Km 당 1.600Gbps 전송속도비용은 약 \$300정도이었으나

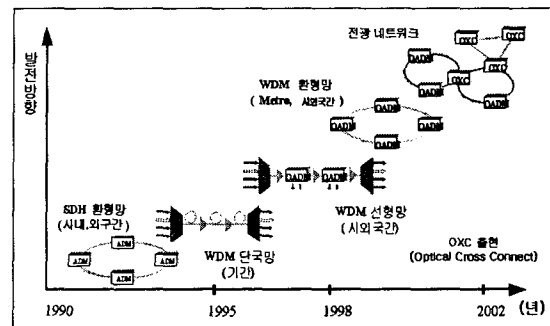
2001년도에는 약 50\$로 약 1/6정도로 감소함을 알 수 있다.



<그림-9> 연도별 Km당 전송비용

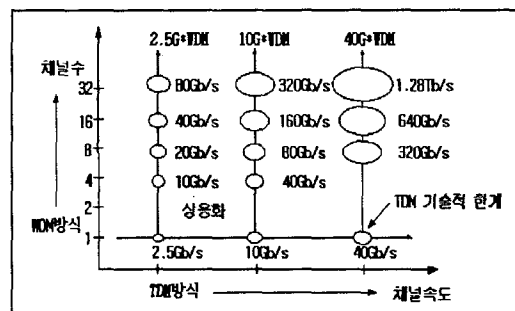
## 4. 광통신망 발전방향

정보통신 기술의 발달과 다양한 서비스의 출현은 통신망의 고속/광대역화를 촉진시켰고, 이에 따라 세계 각국에서 통신망의 광대역화를 위한 설비 투자가 활발히 진행되고 있다. 국내외적으로 <그림-10>에서와 같이 2000년대초 전송망의 동기식 디지털 전송계위(Synchronous Digital Hierarchy : SDH)방식으로 전환하여 초고속/광대역통신망의 구현을 목표로 전송망구축이 이루어지고 있으며[7],

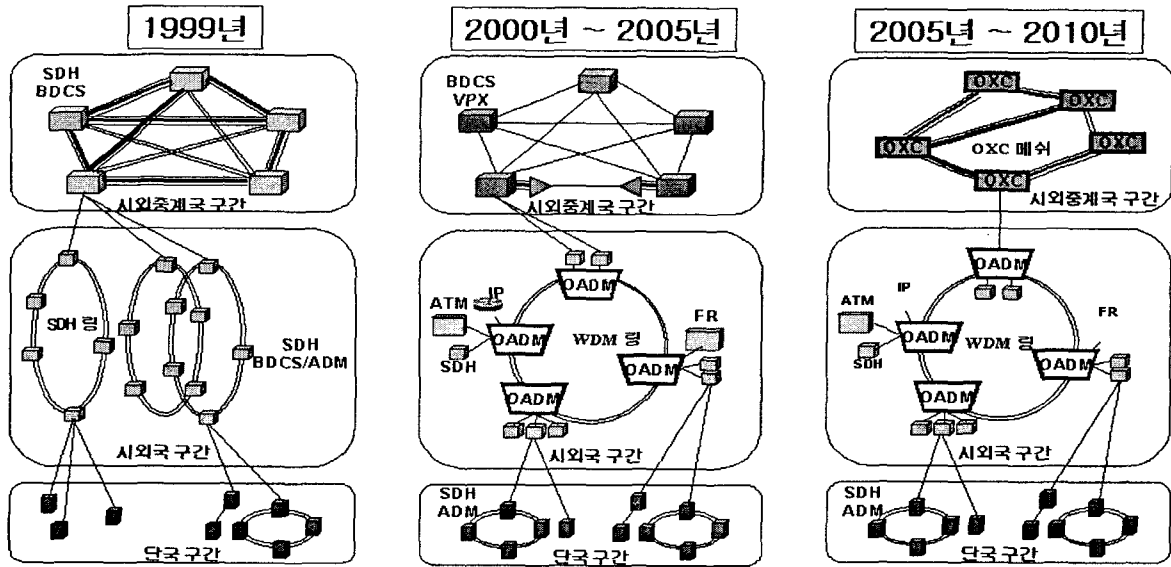


<그림-10> 전송망 진화단계

광통신시스템의 대용량화 및 통신속도 증가방법으로는 TDM과 WDM방식이 있으나 TDM방식은 <그림-11>과 같이 전자소자특성상 40Gbps가 기술적인 한계로 10Gbps 이상 대용량 전송은 WDM방식으로 구현하는 것이 용이하다.



<그림-11> 대용량전송시스템 TDM/WDM관계



<그림-12> 향후 국간전송망 발전방향

따라서 광대역 서비스증가 및 신규사업자의 등장으로 인한 가격,품질, 서비스 경쟁으로 통신사업자는 망의 효율성, 경제성, 유연성과 신뢰성있는 망구조가 필요하다. 따라서 WDM장치사용으로 용량확장 및 다양한 서비스를 광네트워크로 제공하는 것이 가능해짐으로써 새로운 전달망이 가능해졌으며 또한 기존의 망을 점대점(Point-to-point) WDM장비로 구성도 가능하다.

그러나 아직까지 광네트워크는 노드간의 광신호 교환개념이 포함되어 있지않지만 OXC (Optical Cross Connect)를 도입함으로써 보다 효율적인 네트워크 구성이 가능하고 유연한 운용이 가능할 것으로 사료되며 <그림-12>와 같이 향후 국간 전송망 구조는 Core 노드(OADM,OXC)와 Edge 노드(ATM,FR,SDH등)로 구분되며 계층구조가 단순화되어 질것으로 사료된다.

## 5. 결론

기술성, 경제성 등 여러 측면을 살펴 볼 때 WDM 전송은 전 세계적으로 통신회선의 비용을 절감하는 가장 적절한 방법으로 인식되고 있으며, 많은 연구가 진행되고 상용화 장치가 개발되고 있다.

국내에서도 유선통신 사업자들이 그들의 전송 시스템에의 도입에 관심을 갖고 있으며, ETRI 및 KT 연구소를 비롯한 여러 연구소와 학계에서도 시스템 및 소자를 연구 개발하고 있는 중이다.

WDM 기술은 기존의 전자식 통신망과 신호처리 시스템을 완전히 광학적인 통신망과 신호처리 시스템으로 대체하려는 전광통신망 (All-optical transmission network, AOTN)으로 발전되어 향후 초고속 통신망의 근간으로 자리잡을 것으로 예상된다. 이 외에도 비용, 망 고도화(upgradability)등 여러 측면에서 WDM 전송 방법은 많은 장점들을 가지고 있기 때문에 세계의 통신 시장에서 많은 주목을 받고 있다.

이에 발맞추어 국내에서도 이의 핵심 기술 확보가

필요하며, 특히 외국과 많은 기술 격차를 보이고 있는 WDM 광소자 분야의 연구 개발이 시급히 요청되어진다. 또한, WDM의 발전과 관련하여 망구조별 경제성 분석, 최적 파장 할당방안, 망구조별 최적화 및 기본이론 정립을 통한 망설계자동화 등 망운용자 및 설계자가 용이하게 망구조를 결정하는 방법개발 또한 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 한원택 "광통신과 광섬유 기술" SK Telecom Telecommunication Review 제10권 1호 2000.1-2월
- [2] 박혁,김광준,이중현"MetroDWDM 시스템 동향" 한국전자통신연구원 주간기술동향 2000.10
- [3] The photonics Revolution <http://www.stanford.edu/~dabm>
- [4] 한진수의 9명 "광대역 C/L-band EDFA를 이용한 640Gb/s WDM광전송시스템 개발 및 현장 시험" SK Telecom Telecommunication Review 제11권 2호 2001.3-4월
- [5] <http://www.instat.com/rh/bbw/op0101sy.htm>
- [6] "DWDM Market" Optical Networks and WDM vol.3 NO8 Gatekeepers INC. August 1999
- [7] 윤문길,차동완 "SDH기반의 동기식 광전송망 설계체제에 관한 연구" SK Telecom Telecommunication Review 제9권 2호 1999.3-4월
- [8] Yi Chen,Mohammad T,Fatehi,Humberto J.Lache, JacobZ.Larsen,and Bruce L.Nelson "Metro Optical Networking" Bell Labs Technical Journal p163~186 January-March 1999