

공학석사 학위논문

파장 분할 다중화 수동 광 소자에 기초한 FTTH 가입자 망 발전 방향 연구

지도교수 장 주 석

이 論文을 指導교수인 장 주 석 先生의 指導하에 完成함



부경대학교 산업대학원

정보통신공학과

신 희 찬

이 논문을 신희찬의 공학석사
학위논문으로 인준함

2003년 6월 21일

주심 공학박사

윤 종 락



위원 공학박사

박 규 칠



위원 공학박사

장 주 석



목 차

Abstract

I . 서론	1
II . 가입자 망 기술	2
2-1 가입자 망의 정의	2
2-2 가입자 망 서비스기술	4
2-3 광통신기술	7
III . Optical Fiber을 이용한 가입자 망 구성 및 기술수준	9
3-1 FLC (FIBER LOOP CARRIER) 출현배경 및 정의	9
3-2 FLC 시스템 기반 기술	9
3-3 FLC 망 구성	10
3-4 FLC 기반 서비스 종류	14
3-5 FTTC 기반 가입자 망 기술수준 상태	15
IV . 가입자 망 수요 예측	17
4-1 2005년 기준 가입자 사용 대역폭 예상	17
4-2 국내 인터넷 트래픽 예상	18
4-3 향후 전송 망 제공 서비스 목표	19
V . 가입자 망의 발전 방향	20
5-1 WDM (Wavelength Division Multiplexing)전송기술의 개념	24
5-2 WDM 전송을 위해 필요한 기술	26
5-3 PON (Passive Optical Network)기술의 특성	27
5-4 MSPP (Multi-Service Provisioning Platform)	32
VI . 결론	35
참고문헌	37

그 립 목 차

그림 1. 가입자 망의 범위	3
그림 2. 동선 ADSL	5
그림 3. 광 ADSL 개통도	6
그림 4. 광 통신의 기본 구성도	7
그림 5. 광섬유 케이블의 기본구조와 광 전파 원리	8
그림 6. 단국형 망(PTP) 구성	10
그림 7. 선형 ADM 망 구성	11
그림 8. 환형(Ring) 망 구성	12
그림 9. HUB 망 구성	13
그림 10. 데이터 이용자 평균대역폭	17
그림 11. 인터넷 트래픽 예상표	18
그림 12. OPTERA METRO 5200	20
그림 13. OFA (Optical Fiber Amplifier) Band Diagram	23
그림 14. 단일모드 손실곡선	25
그림 15. PON 기반 FTTH 구현 망도	29
그림 16. 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자 망의 개요도	31
그림 17. 스펙트럼 분할 방식 광섬유 증폭기 광원을 이용한 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자 망의 개요도	32

**Fiber-to-the-home subscriber networks based on
wavelength-division-multiplexing passive optical networks**

Hee-Chan Shin
Graduate School of Industry
Pukyong National University

Abstract

The use of information on telecommunication networks increases with technical development based on x Digital Subscriber Line. Internet is expected to become not just a source for getting information but also a part of our life. Communication networks using optical fibers have begun in earnest with such plans as Fiber To The Office, Fiber To The Curv and Fiber To The Home. Technologies of optical fiber communications is making a rapid growth. Development of a new access system to realize Fiber To The Home, I.e., development of optical access network devices progresses rapidly, a variety of subscriber's demand on the highest performance over 155 MBPS increase extremely. The research on wavelength-division multiplexing transmission and optical transmission is also picking up speed rapidly. Especially, as for the optical transmission field, the WDM-PON (Passive optical network) transmission device that enables transmission at up to terabit speed with one line of optical fiber and The terabit Optical Cross Connect system have appeared and are expected to be on the market.

after we look into it that the ATM-PON, which is being promoted now, is the optical signal transmission between the OLT (optical line terminal) installed in the telephone office and ONU (optical network unit) installed in the neighborhood of the subscriber. we come to conclusion that The ATM-PON is concentrating on providing access performance of 155Mbps to large subscribers, that is not enough to make satisfy demand of the market afterward.

Now I propose WDM-PON to make effectively and stably use of information and telecommunication.

I. 서론

앞으로 정보화시대가 도래하면서 정보문화에 대한 욕구가 점점 커지고 있고, 멀티미디어의 개념이 통신에 접목되면서 제공되는 서비스의 광대역화가 가속화되고 있다. 초고속 인터넷 서비스, 대용량의 데이터 서비스 및 광대역 멀티미디어 서비스등에 대한 요구는 사회 환경 자체가 기존의 산업사회 중심에서 고도의 정보화 사회로 전환되고 있음을 의미한다.

데이터, 화상, 음성 정보 통신량이 급속히 증가함에 따라 통신망의 대용량화와 전송속도의 증대 및 네트워크의 효율적인 운용, 신뢰성 향상이 점점 중요해지고 있다. 따라서 초고속 정보 통신 망의 구축이 필수적이다 [1].

네트워크의 정보전송용량 및 정보 전송속도의 주의를 보면 매년 20~30%의 수요 증가가 예상된다. 2005 년 에는 240Tb/s 까지 증가할 것으로 예상 할 수 있다. 최근 광 통신망이 기존의 동선 기간 전송 망을 대체해 나가고 있으며 향후 가입자 망까지 광섬유를 기반으로 구축될 전망이다. 그리고 현재의 점대점 기간 망 전송 및 xDSL 중심의 가입자망은 향후 파장 분할 다중화 방식(WDM :Wavelength Division Multiplexing) 중심의 가입자 망으로 진화됨으로써 전송용량 뿐만 아니라 네트워크의 효율적 운용이 가능 하게 될 것이다.

이에 본 논문에서는 가입자 망 고도화를 목표로 일반 가정에 까지 수십~수백 Mbps 이상의 초고속 광대역 서비스제공을 목적으로 한다. 이를 위해 가입자 망 구축 기술 구현에 대해 나열한다. 또한 광 가입자 망 발전 기술로 광통신 기술을 가입자 망 서비스 기술에 도입한 FLCC (Fiber-to-the-curb) 기반 서비스의 출현배경 및 망 구성 방법 제시한다. 이를 비교하여 FLCC 기반 가입자 망 문제점을 예상해본다. 그리고 문제점에 대한 극복 기술을 모색하기 위해 현재의 국내 데이터 이용자의 평균 대역폭 사용량과 ,인터넷 트래픽을 조사하였다. 이를 근거로 2005 년 기준 국내 이용자의 평균 대역폭 요구수준 과 국내 인터넷 트래픽 추정량을 예상하였다. 이 데이터를 기준으로 현재 진행중인 기술중 향후 가입자 망의 국내의 환경과 시장 확장성을 고려해 WDM-PON 이 최선의 대안기술이 될 것으로 예상하여 이에 대한 조사를 수행하였다.

II. 가입자 망기술

2-1 가입자 망 정의

가입자 망이란 이용기관의 가입자 통신망과 통신사업자의 통신망을 연결하기 위한 통신망을 의미한다. 가입자망은 가입자 구내 망과 가입자 접속망을 포함하는 개념으로 사용되었으나, 가입자 구내 망이 발전하여 독립적인 통신망으로 인식되면서 오늘날에는 가입자 접속 망을 일컫는 용어로 일반적으로 사용되고 있다[2].

유선 전화망을 예로 들어 가입자 망을 살펴보기로 한다. 전화를 사용하기 위해서는 사용자가 먼저 집의 수화기를 든다. 그러면 이 행위를 알리는 신호가 구내를 통해 옥외로 연결되는 구리선을 타고 송신지역 전화국 교환기를 거쳐 수신지역 전화국의 교환기로 전달된다. 그리고, 전화번호를 누르게 되면 수신지역 전화국의 교환기까지 연결을 설정하여 상대방의 전화기에 링벨톤을 울리게 하고, 이렇게 해서 전화기간에 통화가 구성되면, 이 통화로로 통해 음성이 서로 교환되는 것이다. 여기서, 음성신호가 전달되는 전체 통신망을 전화망이라고 하며, 이때 송신지역 전화국에서 수신지역 전화국까지의 통신망을 중계망이라 한다. 또한 가입자 맥내의 통신망을 가입자 구내 망이라 하며, 가입자 구내 망과 중계망간을 연결하는 통신망을 가입자 접속 망 또는 가입자 망이라 한다.

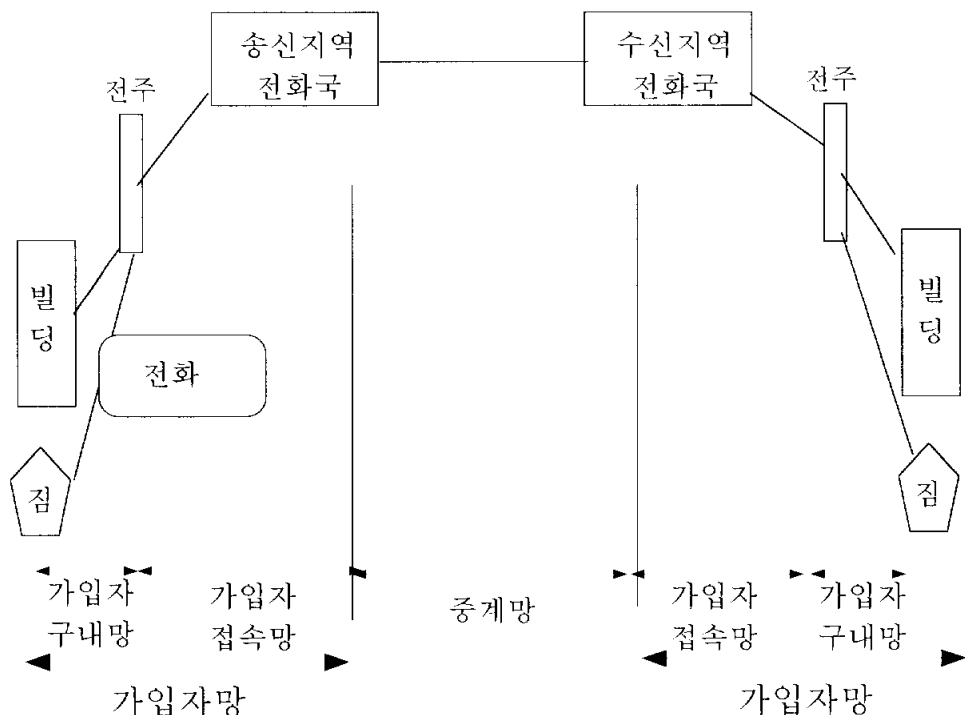


그림 1 가입자 망의 범위

그림 1에 나타난 바와 같이 통신망은 크게 단말(Terminal)구간, 전송시스템 (Transfer Network) 구간 및 교환 시스템(Switching System) 구간으로 나눌 수 있다. 전송시스템은 다시 가입자 망과 국간 중계망으로 나눌 수 있는데 가입자 망이란 단말과 단국 교환기 사이를 연결하는 전송로를 말한다. 전화망을 예를 들면, 공급부와 분배부로 구분된다. 즉 가입자망이란 구내 통신망과 고속 전달 망을 연결하기 위한 통신망이다.

과거의 통신망 구성은 유선으로 구성된 전화망이 가장 대표적이었다. 이것은 음성신호의 전달, 즉 가입자간의 통화를 위하여 만들어졌다. 이때의 가입자 수용형태는 전화국의 교환기와 가입자간에 1:1로 동선을 연결하였고, 이것은 1개의 전화번호 당 1개의 동선이 전화국 교환기에 연결된 형태이다. 하지만, 이러한 형태는 가입자로부터 전화국까지 가입자당 각각의 동선을

따로 연결하여야 하며, 전화국 교환기에도 각 가입자당 가입자의 회선을 연결할 수 있는 가입자 수용카드를 증설해야 한다. 이것은 가입자에서 전화국까지의 거리를 매번 선로로 연결해야 하는데 드는 인력과 비용, 그리고, 가입자 수용카드를 매번 구입해야 하는 비용의 낭비가 있다. 그래서, 나온 대안이 그 지역 가입자들이 밀집된 지역에 DLC(Digital Loop Carrier)라는 장비를 놓은 후, 가입자들과 연결된 동선의 신호를 모아서 하나의 동선 통신선로로 전화국의 교환기까지 전송하는 방법이다. 이렇게 하면 가입자에서 전화국까지 일일이 선로를 시설해야 할 필요 없이 새로운 가입자가 발생하면 그 지역에 가까운 DLC 까지만 선로를 연결하여 주면 되는 것이다. 즉 먼 거리의 선로를 설치하는데 드는 비용이 거리가 짧아 짐으로 해서 절감될 수 있다. 또한 전체 선로의 길이가 줄고, 전화국까지의 선로구성이 단순해짐으로써 문제가 발생하였을 때 장애조치 및 관리가 쉽다[2].

2-2 가입자 망 서비스기술

xDSL (Digital subscriber loop)은 동선가입자 선로 기반 인프라로 삼고 있으므로 관련 사업과 표준화는 한국통신에 의해 주도적으로 진행되고 있다. 지금까지 국내에서는 가입자 망 진화의 중요 솔루션의 하나로써 xDSL에 대해 그 기술적 가능성과 국내 동선선로에서의 적용성을 검증하기 위해 다수의 테스트베드를 구축/운영하여 왔고, xDSL을 이용한 신규 고속/멀티 미디어 서비스의 도입 가능성 검증과 함께 서비스 제공기술 확보를 위해 다각도의 시험 및 시범사업을 진행하였다.

이런 과정에서 확보된 기술들은 향후 xDSL의 국내 표준화 및 신규 고속 서비스 도입과정에서 유용한 기초자료로 활용되고 있다. 여기서는 국내기술을 중심으로 추진되고 있는 xDSL 관련 사업 및 표준화 동향을 살펴본다.

2-2-1 동선 ADSL

전화국에 위치한 DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multi-plexer)

디지털 가입자회선 접속 다중장치에서 송출되는 ADSL 신호를 동선(copper cable)을 사용하여 가입자택내까지 전송하는 서비스를 동선 ADSL 서비스라 부른다. 그리고 간략히 DSLAM장치를 이용하여 전화국에서 구현할 수 있는

다양한 망 구성도를 그림 2 에 나타내었다.

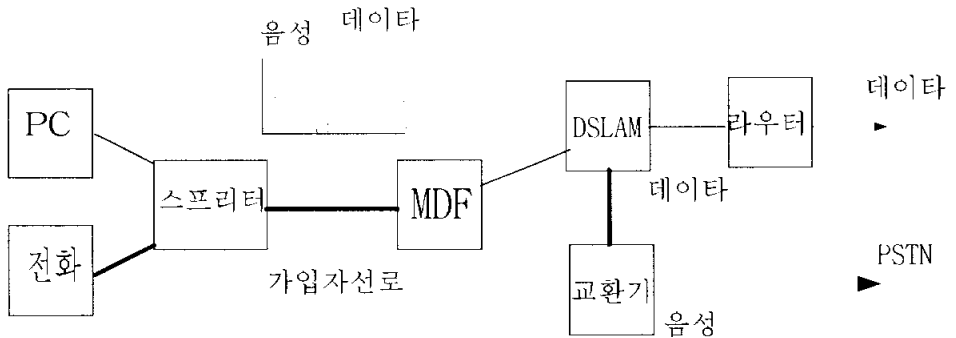


그림 2. 동선 ADSL

그림 2 에 나타난 바와 같이 동선 ADSL 서비스는 광 단국 장치로부터의 STM-1(synchronous transfer mode) 전송로를 선로 이중화로 구성하였고, NAS (Network Access Server) 와 DSLAM 간 광 Core 직결하여 광 스플리터를 이용한 보드 이중화 등의 선택적인 방법을 통해서 DSLAM장치 집선셀프 (CS셀프 : Concentration Shelf)의 STM-1 유니트와 접속된다. 그리고, 이를 통해서 전달된 신호는 각 가입자에게까지 ADSL신호를 전달하게 된다. DSLAM 디지털 가입자회선 접속 다중장치가 전화국내에 설치되어 가입자택내 ATU-R(ADSL Transceiver Unit - Remote)에서 보내온 가입자정보신호를 다중화 하여 STM-1 신호 형성하여 광 전송로를 통해 NAS장치로 송신하는 집선 장치로 시스템 당 (STM-1당) 최대 수용률은 시스템별로 차이가 있다.

2-2-2 광 ADSL

가입자에서 전화국까지의 거리를 매번 선로로 연결해야 하는데 드는 인력과 비용의 낭비를 줄이기 위한 대안방법으로 일정 지역 가입자들이 밀집된 지역에 FLC(Fiber Loop Carrier)라는 장비를 놓고, 가입자들과 연결된 동선의 신호를 모아서 하나의 광케이블 통신선로로 전화국으로 전송하는 방법이다.

그림 3 에서 나타난 바와 같이 동선 ADSL과 망 구성은 같으나 동선 ADSL에서 DSLAM (디지털 가입자 회선 접속 다중장치)이 전화국내에 설치되어 가입자택내 ATU-R(ADSL Tran-sceiver Unit - Remote)에서 보내온 가입자 정보신호를 수신 후 다중화하여 STM-1신호 형성하여 광 전송로를 통해 NAS장치로 송신하는 역할을 광 단국이 대신하는 것이다.

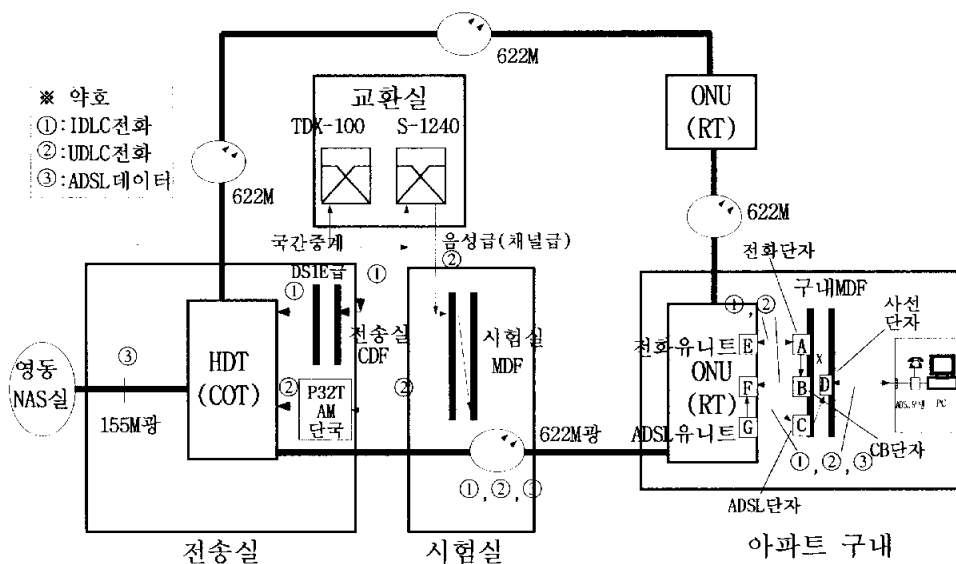


그림 3. 광ADSL 개통도

2-2-3 기타

HDSL (High Digital Subscribe line)

HDSL 서비스는 Nx64 및 T1/E1 디지털 전용회선 서비스에서 기존의 중계방식 T1 선로 대체용으로 광범위하게 사용되었으며, 현재 약 23,000 라인이 공급되었지만 최근 들어 광 가입자 망 구축을 통한 가입자 망 고도화 사업추진과 더불어 고속 전용회선 가입자들에게는 광 단국장치를 공급하는 경향이 증가하므로 HDSL 공급은 상대적으로 줄어들고 있다.

VDSL (Very high Data-rate-Digital Subscriber Line)

FTTC 장치로 개발된 FLCC 시스템에서 온 VDSL은 초고속 인터넷 가입자 접속 장비로 기존 전화선을 통해 초고속 인터넷과 전화를 동시에 사용할 수 있도록 하며 가입자에게 최고 15 Mbps~100 Mbps 까지 가능하나 현재 서비스 수준은 15 Mbps 정도로 초고속인터넷을 이용할 수 있는 기술이다

2-3 광통신기술

현재의 통신은 거의 디지털 통신이다. 디지털 통신에서 가장 필요한 요소 중의 하나는 G bps급 통신망 구축이다. 광통신 시스템에서는 주파수가 마이크로파(~수 GHz)보다 큰 적외선 영역의 광파를 반송파로 사용한다. 따라서 다른 어떤 통신 방법보다 넓은 대역폭으로 초고속 정보전송을 할 수 있다[3].

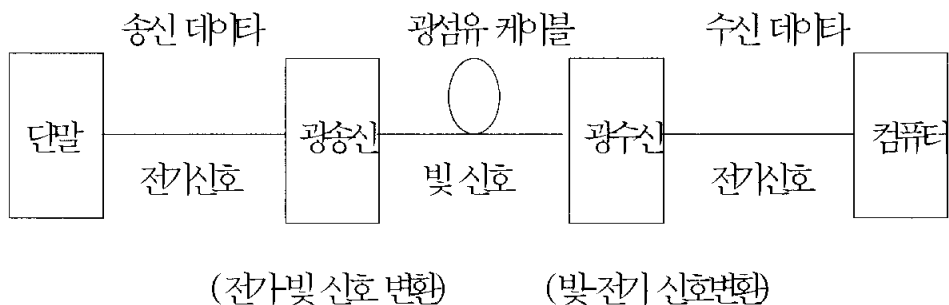


그림 4. 광 통신의 기본 구성도

그림 4에서는 광통신의 기본 구성도를 나타내었다. 광통신은 구리선(銅線)보다 훨씬 양호한 상태의 정보내용을 수만 배까지 동시에 처리할 수 있다. 기존의 구리선로를 근간으로 하는 전기통신에 비해 광통신은 전자기 장애(EMI)가 전혀 발생하지 않으며 기후의 영향을 받지 않는다. 기존의 동축케이블을 사용하면 약 1.5~4km마다 중계기가 필요하지만 광통신을 사용하면 무중계 거리를 50km 이상으로 연장할 수 있다. 게다가, 외부에서 도청이 불가능

하므로 보안성도 우수하다. 또한 기존의 선로보다 무게가 가볍고 부피가 적어, 통신 시스템 구축에 경제적이다. 즉 이러한 이점 때문에 광통신은 차세대 정보통신망의 핵심적인 기술로 사용되고 있다..

2-3-1 광 섬유 구조

코어(core)라고 부르는 중앙의 원통형 물질, 이를 둘러싸고 있는 클래딩(cladding), 이들을 뒤덮고 있는 자켓(jacket)으로 구성된다.

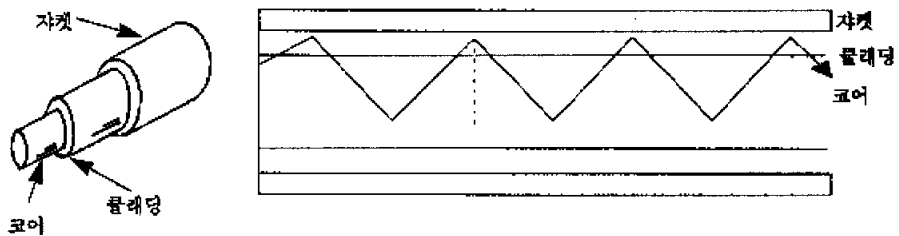


그림 5. 광섬유 케이블의 기본구조와 광 전파 원리

코어: 광파를 전달하는 물질로 클래딩보다 굴절 계수가 높다.

클래딩: 광파를 코어 내로 유지시키며, 코어에 강도를 제공한다.

자켓: 광섬유를 수분과 부식으로부터 보호한다.

2-3-2 광섬유의 도파 원리

스넬의 법칙(snell's law)에 따르면 광섬유의 도파원리는 빛의 내부 전반사에 기초하고 있다.

III. Optical Fiber를 이용한 가입자 망 구성 및 기술수준

3-1 FLC (FIBER LOOP CARRIER) 출현배경 및 정의

산업사회와 정보통신기술의 발달로 PC가 확대 보급되면서 정보통신 속도 증가에 대한 욕구가 등장하게 되고 1990년 초 인터넷 서비스가 본격화 되면서 멀티미디어에 대한 욕구는 폭증하게 되었다. 그러나 전화국에서 가입자까지 선로는 대부분(98%) 연동을 이용한 평형케이블로 이루어져 있어 고속 데이터 전송은 불가능하다. 동선은 거리가 멀어짐에 따라 임펄스 잡음, 유도잡음 및 전송손실뿐 아니라 누화가 발생하므로 가입구역이 제한(손실7dBm)되고 음성대역의 전화와 저속데이터 통신 서비스만을 제공해 오고 있는 실정이다. 그러므로 고속 데이터와 CATV, 화상전화, VOD와 같은 영상신호는 동선으로 된 가입자 선로에 전송할 수 없다.

이에 따라 가입자 망의 선로를 광케이블로 대체하여 수 G bps까지의 전송 속도를 확보하려는 전략이 나오게 되었고 이를 '가입자 망의 광 케이블화(FITL: Fiber In The Loop)'라고 한다[4].

가입자망은 전체 통신시설의 50%를 차지하며 연간 투자액의 45%이상이 소요되는 대규모의 시설이다. 대용량 가입자 건물에 광케이블을 공급하는 FTTO(Fiber To The Office)에서 아파트 단지 등 수요밀집 지역을 대상으로 확대하는 FTTC(Fiber To The Curb)를 거쳐 가입자 댁내까지 광케이블을 공급하는 FTTH(Fiber To The Home)까지 단계적으로 추진하여 경제성을 확보하면서 가입자 망의 광케이블화를 실현중이다.

국내사업자는 이를 위해 기존의 종속신호(DS(digital signal)-0, DS1, DS1E, DS3)를 접속하여 동기식 다중화(SIM-1)를 한 후 광으로 전송한다. 광가입자 전송장치(FLC: Fiber Loop Carrier)는 가입자 망의 광케이블화로 추진되어지고 있다. 그러므로 가입자 망의 고도화에 있어서 FLC는 핵심적인 역할을 담당하며 이에 대한 기반기술은 통신시장 개방과 경쟁의 시점에서 가장 직접적인 경쟁력으로 표현 될 수 있다.

3-2 FLC 시스템 기반 기술

FLC 시스템 기술은 기존의 다양한 종속신호를 수용하는 가입자 서비스 수용기술, 동기식 전송기술, 회선 분기결합 기술, 원격관리 및 제어기술과 가입

자 시험기술 등이 있다. FLC는 가입자의 다양한 서비스 요구에 따라 음성, 데이터, DS1, DS1E, DS3 등의 회선을 모두 수용 또는 혼용하여 수용이 가능할 수 있도록 인터페이스를 구현하였다. 즉 음성신호와 데이터 및 영상신호를 하나의 시스템으로 전송이 가능하므로 설치장비가 줄어들어 시설투자비가 최소화되며 상면적 절감 및 통합관리가 가능하게 되었다.

3-3 FLC 망 구성

가입자 망의 효율적인 운용을 위하여 광케이블과 FLC로 이루어진 여러 형태의 망을 구성할 수 있다. 망 구성은 기존의 중계 전송 망과 같이 단국형 망인 PTP(Point To Point)구성이 기본이나 산재 된 장소에서 가입자의 회선구성에 대한수요가 발생함에 따라 선형 ADM(Add Drop Multiplexing) 망, 환형(Ring) 망, HUB 망과 같은 PTMP(Point To Multipoint) 방식의 망이 등장하게 되었다.

3-3-1 단국형 망(PTP)

그림 6에 나타낸 PTP 망 구성은 COT 1대와 RT 1대로 양단에 구성하는 방식이다. 현재의 망 구성 방식으로 망 구성에 있어서 대표적인 방법이라 할 수 있으며 구성이 단순하여 시스템 운용관리가 용이한 장점이 있는 반면, 적은 회선을 공급하는 경우 경제성이 떨어지는 단점이 있다

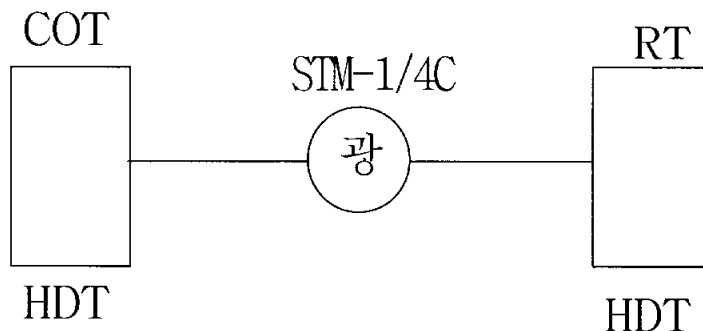


그림 6 단국형 망(PTP) 구성

COT:CENTRAL OFFICE TERMINAL

RT:REMOTE TERMINAL, HDT:HOST DIGITAL TERMINAL

3-3-2 선형 ADM 망

그림 7에 나타난 선형 ADM 망은 하나의 COT 시스템과 사용회선이 적은 다수의 RT 시스템으로 운용되는 형태로 TSI(Time Slot Interface)를 이용하여 ADM구성이 가능하므로 필요에 따라 복수의 RT를 설치하여 전송회선을 효율적으로 활용할 수 있다.

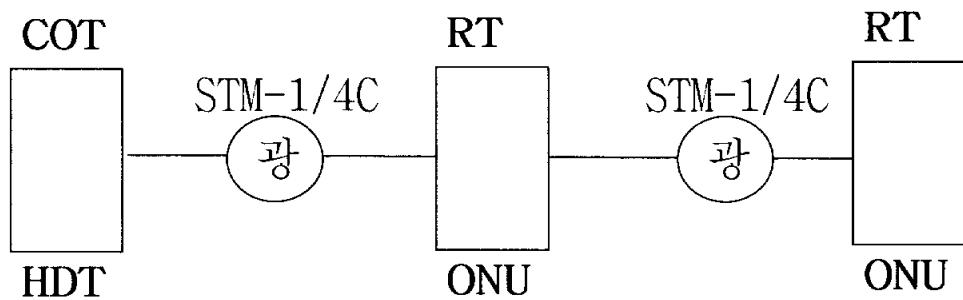


그림 7. 선형 ADM 망 구성

3-3-3 환형(Ring) 망

그림 8 에 나타낸 환형망은 선형 ADM 망의 단점인 전송로 절단 시 전체의 통신이 두절현상을 개선한 방식으로 하나의 COT와 여러 RT 시스템이 환형으로 망을 구성하여 East 방향과 West 방향으로 동시에 광신호가 전송되므로 하나의 전송로가 절단되더라도 중단 없는 통신서비스를 제공할 수 있으므로 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방식이다.

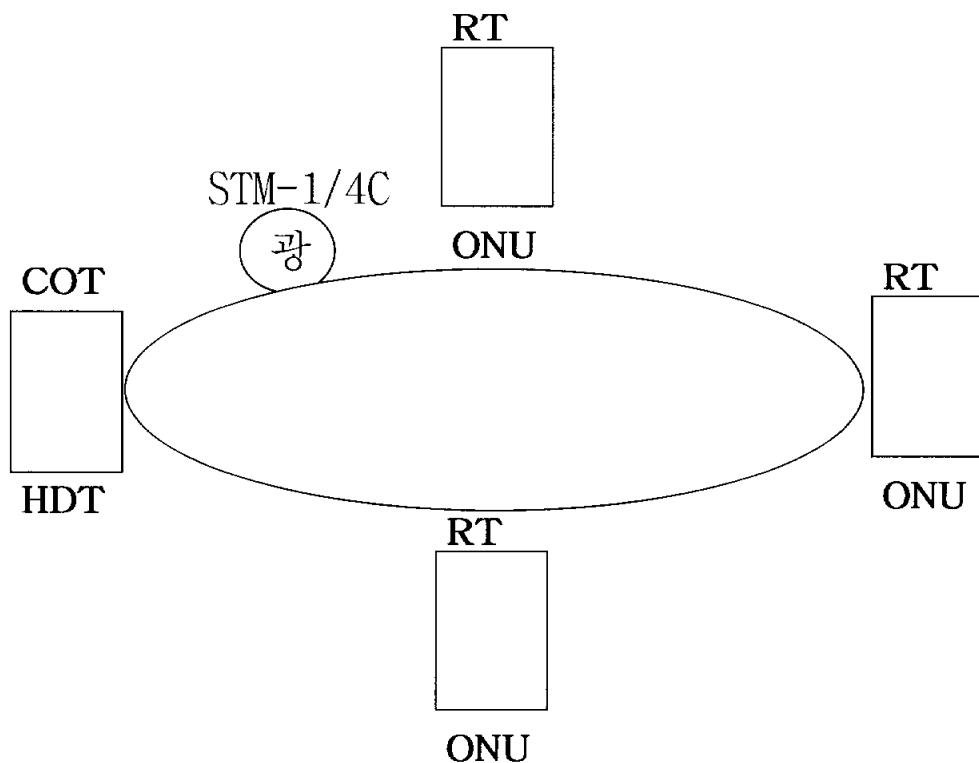


그림 8. 환형(Ring) 망 구성

3-3-4 HUB 망

그림 9에 나타낸 HUB 망은 Point-to-Point로 구성된 단국형 망의 RT에 다시 복수의 RT를 2차 스타형으로 구성한 형태이다. 특히 COT 시스템을 독립적인 광 가입자 다중화 장치로 운용이 가능하므로 중심지역의 광케이블과 전송회선을 효율적으로 활용 할 수 있다.

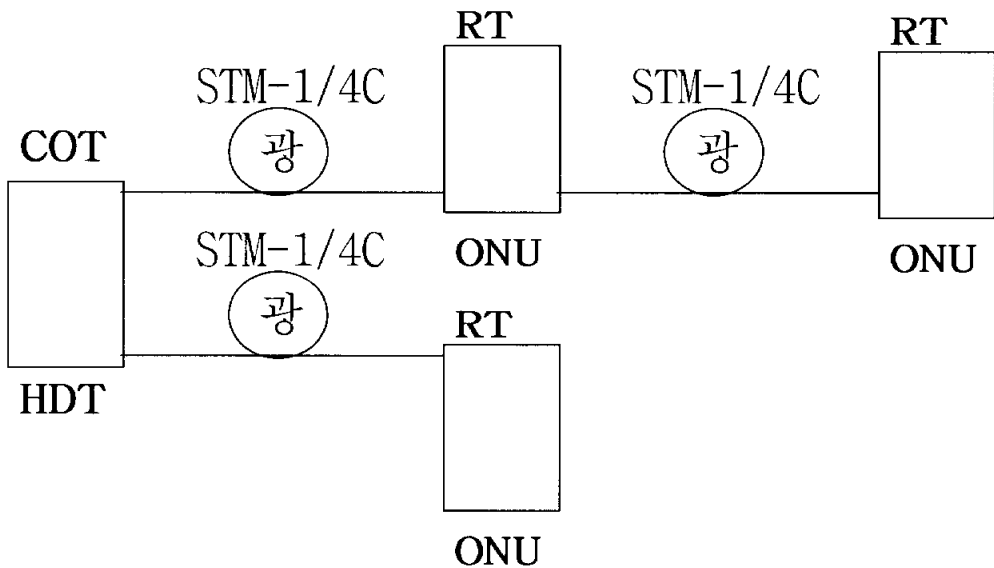


그림 9. HUB 망 구성

3-4. FLC 기반 서비스 종류

FLC시스템 개발은 '91년 전송기술연구소에서 시작하여 그 1단계인 FTTO의 과제로 A형과 B형의 시스템 모델을 개발하여 성공적으로 사업에 적용되었다. 95년부터 2단계인 FTTC장치 개발에 착수하여 C형 시스템을 '99년에 상용화되었고, 3단계 FTTH장치인 H형 시스템은 2005년 상용화를 위하여 연구를 추진하고 있다. 광케이블을 가입자 댁내에 공급하는 FTTH는 가입자 환경 등에

따라 상당부분 유동적일 수 있으며 현재 FLC-B 시스템의 개량형과 중·소용량 광 단국장치 FLC-D, 주거 밀집 지역 단국장치 FLC-C 시스템으로 개발되어 통신환경과 통신 사업자의 특성에 맞추어 탄력적으로 운용하고 있다.

3-4-1 국내 대형 업무용 FLC-A/B

FLC-A 시스템은 국내 대형 업무용 가입자를 대상으로 광케이블을 통하여 통신 서비스를 제공함으로써 전송비용 절감 및 양질의 서비스를 제공하는 역할을 담당하고 있다. 전화국과 가입자간 망의 구조는 PTP로 구성하여 최대 음성급 1890회선, DS1 84개, DS1E 63개, DS3 3개를 수용하여 STM-1 동기식 신호로 광 전송 한다. 또한 기존의 통신망에서 분리 운용되던 음성과 영상서비스를 통합적으로 제공할 수 있으며 광케이블을 이용한 전송으로 통신품질의 향상을 가져왔다. FLC-B 시스템은 A형에 추가적으로 동기식 전송 프레임의 ADM 기능을 구현하여 하나의 COT 시스템으로 다수의 RT 시스템을 선형 또는 환형 구조로 수용 함으로서 회선 당 비용을 절감하는 이점이 있으며 전송로 장애시 경로 대체를 수행하여 시스템의 신뢰성을 향상 시켰다.

3-4-2 중소용량 광 단국 장치 FLC-D

컴퓨터와 통신기술의 융합으로 멀티미디어 서비스 제공이 보편화 되면서 소수회선 사용 고객들의 광통신 회선 요구가 증가하는 실정이다. 그러나 국내 사업자는 소형 광 단국 장치가 없어 대용량 광 단국 장치를 공급할 경우 투자비용의 과다 소요로 수익성이 없어 결국 고객 유치에 어려움이 있다. 이를 개선하기 위해 비교적 용량이 작은 중소용량 광 단국 장치로 FLC-D 시스템을 개발하여 서비스를 제공하고 있다.

3-4-3 주거 밀집 지역 광 단국장치 FLC-C

FLC-C 시스템은 스타형태의 FTTC 망구조를 지원하는 장치로 전화국 장치인 HDT(Host Digital Terminal)와 가입자 주거밀집 지역에 설치되는 ONU(optical network unit)로 구성된다. HDT 장치는 PSTN 서비스와 ATM(asynchronous transfer mode) 교환 망에서 제공되는 ADSL 서비스를 통합하여 ONU로 동기식 광 전송하는 기능 및 그 역기능을 수행한다.

HDT 장치는 PSTN 망과의 접속형태는 DS1과 DS1E이며, DS1 신호는 전용회선이고 DS1E 는 전용회선 및 교환회선 서비스를 나타내며, 교환회선 DS1E 서비스는 DLC 및 IDLC(Integrated Digital Loop Carrier) 접속이 모두 가능하며, DLC 접속시 DS1E 채널뱅크를 이용하고 IDLC 접속시 교환기와 DS1E 접속이 직접 이루어진다. HDT 당 PSTN 망의 접속용량은 DS1E 교환회선 또는 전용회선 144회선으로서 혼용으로 접속이 가능하다.

VOD (Video On Demand)서비스를 위한 ATM 망과의 접속은 8개의 STM-1 또는 4개의 DS3 신호형태로 이루어지며, HDT에서 연결 가능한 ONU 장치는 16개이며 접속형태는 STM-1/4c 로 구성된다. ONU는 HDT에서 수신한 광 신호중 PSTN 신호와 ADSL 신호를 분리하여 각 가입자 가정에 동선을 이용하여 서비스를 전송하는 기능 및 그 역기능을 수행하는 장치로 ONU당 음성은 512회선, ADSL 서비스는 96회선을 제공한다[5].

3-5 FTTC 기반 가입자 망 기술수준 상태

FLC-A/B 서비스는 음성급 기반 서비스 기술로 가능서비스는 음성, 데이터, DS1 급, DS1E급, DS3급 전용회선을 제공하며, 광 신호 용량은 STM-1 급으로 $84 \times DS1$, $63 \times DS1E$, $3 \times DS3$ 제공하는 기술이다. 그리고 FTTC 기반 FLC-D 서비스는 FLC 기반 서비스중 가입자택내기술에 데이터기능을 보강한 기술로 기존 FLC-A/B 기술에 ADSL 서비스를 추가한 기술이다. FLC-D 제원은 전화용으로 DS3(45M) 1개를 21 E1으로 분배하여 사용하므로 RT측의 집선 4:1을 감안하면 가입자용량은 84E1(2,520회선)된다.

$21E1 \times 30\text{회선} \times 4 = 2,520\text{회선}$ 즉 랙당 3개 셀프를 부착가능하고 전화 300회선, ADSL 64회선의 기본 용량 셀프에 확장 셀프를 부착하면, 전화 활용시 450회선, ADSL 활용시 64회선 추가된다. 따라서 랙 구성은 전화 750회선 ADSL 64회선 공급 또는 전화 300회선 ADSL 128회선 공급 할 수 있다.

FLC-C 장비 제원은 1 HDT에 최대 8장의 STM-4(622M) 유니트를 실장가능하며, $8 \text{ STM-4} \times 4 \text{ ONU(Master 1+Slave 3)}=32 \text{ ONU(최대 부착수)}$ 된다. 1 STM-4는 최대 4 ONU 접속가능 하므로 음성용 전화공급은 $32 \text{ ONU} \times 480\text{회선}(1 \text{ ONU용량}) = 15,360\text{회선}$ 까지 가능하며, ADSL은 $32 \text{ ONU} \times 96\text{회선}(1 \text{ ONU용량}) = 3,072\text{회선}$ 까지 가능하다. 그러나, 트래픽을 감안하면 1,344회선(14개 ONU) 수용이

적정하다.

현재 국내 광 가입자 망 서비스 전송속도는 중계망에 비해 아직까지 STM-1 단계의 수준이므로 전송 망에서 제공되는 대역폭이 가입자 망과의 연동관계에서 일차적으로 병목현상을 발생시킨다. 이는 서비스의 정체현상의 원인 이된다. 또한, 현재 FTTC 기반 초고속 가입자 망에서 폭 넓게 적용되고 있는 Xdsl 기술은 전화선을 사용하기 때문에 초기 투자비가 저렴하고 신속하게 서비스를 제공 할 수는 있지만, 전송속도의 한계와 전송거리의 제약 때문에 보편적 서비스로 자리잡기에 한계가 있다.

IV. 가입자망 수요 예측

본 논문에서는 현재의 가입자 사용대역폭과 인터넷 트래픽 량 변화추이를 조사로 미래 2005년 기준 가입자 망 수요를 예측하고 이를 기반으로 중계망과 가입자 망의 서비스 기술차로 발생하는 여러 가지 문제점을 해결 할 수 있고, 또한 수요예측에 의한 서비스제공 목표를 제시하고자 다음의 조사를 하였다.

4-1 2005년 기준 가입자 사용 대역폭 예상

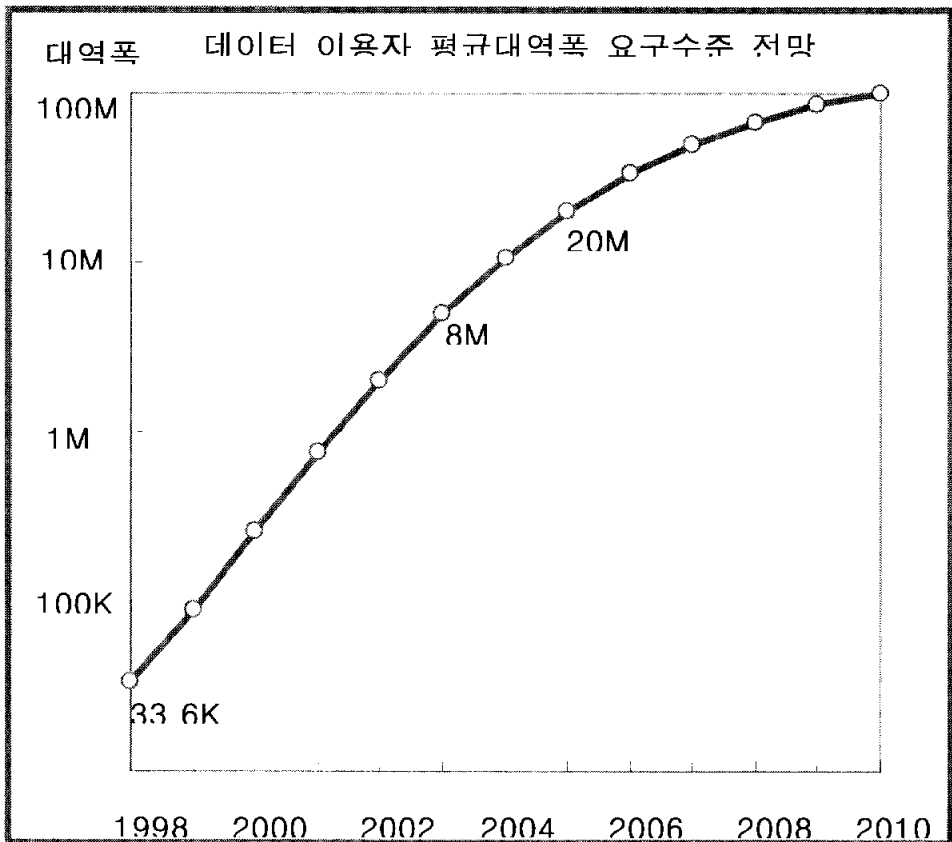


그림 10 데이터 이용자 평균대역폭

위의 데이터 이용자의 평균대역폭 요구를 전망한 그림 10 을 참조하여 2005

년 가입자의 대역폭 요구량을 추정 할 수 있다.

그림 10 에서 나타나듯이 1998년을 시작으로 가입자 요구대역폭의 급격한 증가 추세를 알 수 있다. 그리고 변화하는 가입자 요구대역폭에 부응하는 현재 가입자 망 기술을 구현 하기위해 현재의 FTTC 기반기술을 넘어 FTTH 기술기반의 서비스 제공기술 연구는 필수적이다. 참고로 2005년 시점의 데이터 이용자의 평균대역폭은 20Mbps이상 수준의 대역폭이 요구될 것으로 전망된다.[6]

4-2 국내 인터넷 트래픽 예상표

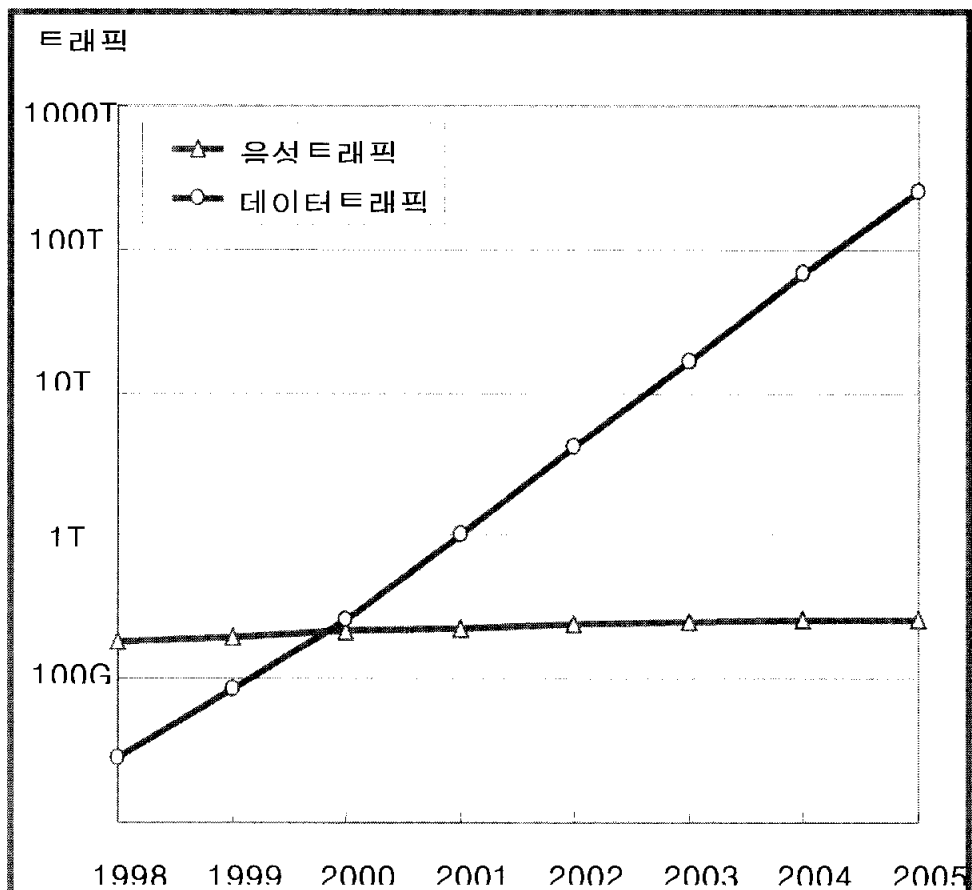


그림 11 인터넷 트래픽 예상표

그림 11. 에서 나타난 도표와 같이 2000년12월 기준 데이터 트래픽(250Gbps)

이 음성 트래픽(210Gbps)을 초과하였고 2002년12월 기준 데이터 트래픽이 음성 트래픽의 17배 (4Tbps)가 되었다. 2005년 시점에는 데이터 트래픽이 현재보다 약 1000배 증가할 것으로 전망 (240Tbps)된다.

4-3 향후 전송 망 서비스 제공 목표

누구나, 언제, 어디서나 초고속정보통신 서비스를 이용할 수 있는 환경 구현을 목표로 2005년까지 최소 100 Mbps의 보편적 초고속정보통신 서비스를 제공 가능토록 기술 개발 추진하여 향후에는 초고속 가입자가 요구시 50 ~ 100M 인터넷 서비스 제공이 가능토록 관련 단말 기술 개발 WDM을 기반으로 하는 광 전송 장비를 대도시부터 설치하여 중소도시로 확대 적용하여 2005년까지 WDM을 기반으로 하는 광 인터넷 백본 망 적용할 것을 목표로 연구중이다.

V. 가입자 망의 발전 방향

전광 통신망의 핵심기술로서 전송량을 가장 손쉽게 높일 수 있는 방법이며 망 운용을 효과적으로 할 수 있도록 해주는 파장 분할 다중화 전송기술은 세계의 많은 연구 기관들에서 연구 중에 있는 기술이다. 현재 세계의 통신 업체들은 인터넷, 멀티미디어 서비스 등의 발전에 따라 폭발적인 전송 속도의 증가가 예측되므로 각 국가들은 자국의 국가 경쟁력 증대의 차원에서 초고속 정보통신망의 구축을 핵심적인 국가 사업으로 지원하고 있는 실정이다.

AT&T의 경우 매년 12% 이상의 속도 증가를 예측하고 있으며, 국내 한국통신의 경우도 2015년에 이르면 현재의 통신량에 비해 약 130배 정도의 통신량 증가를 예상하고 있다. 이러한 현실 속에서 여러 가지 통신속도 증가 방법들이 제시되어 왔었다. 이를 크게 세가지로 구분하자면 전자회로의 속도를 증가시키는 방법(TDM : Time Division Multiplexing), 광학적으로 짧은 펄스를 만들어 이를 다중화 하는 방법(OTDM : Optical Time Division Multiplexing), 그리고 여러 가지 다른 파장을 묶어 한 개의 광섬유를 통해 전송하는 파장분할 다중화 방법(WDM : Wavelength Division Multiplexing) 등이라 할 수 있다 [7].

이 중 전자회로의 속도 증가에 대해서는 현재까지 2.5Gbps, 10Gbps의 의 속도까지 송수신 장치를 상용화 하는 데 성공하였다. 이 10Gbps의 전송 속도라면 음성 속도의 경우 약 15만 가입자를 한 개의 광섬유에 수용할 수 있는 정도의 속도를 의미한다. 이는 지난 수년간 괄목할 만한 발전을 이룬 결과다. 그러나 이 이상의 속도에 대해서는 특별한 기술적인 진보 없이는 그 개발이 무척 어려운 실정이다.

또한 OTDM에 관해서는 그간 짧은 펄스를 만들고 다중화하는 부분에 많은 연구가 이루어져 왔고, 연구 결과로서는 10-15 sec의 단위까지 펄스 폭을 줄이는 데 성공하였다. 즉, 거의 이론적인 한계까지 이르게 되었다. 그러나 이 전송 방법의 경우 다중화된 고속의 펄스로부터 클럭을 추출하는 기술이 극히 어렵기 때문에 앞으로 실용화 단계에 이르기까지는 많은 시간이 걸릴 것으로 보인다. 한편, WDM 전송 기술은 불과 수년 전 그 개념이 처음 나온 이후, 전 세계적으로 연구가 되어왔고 현재는 상용 장비가 나올 정도로 빠른 진전이 있었다. 현재 WDM 기술은 기간 망으로 상용화 되어 서비스 중인 단계 이나 가입

구성으로 OCI 유닛은 종속신호 인터페이스 카드로, 셀프당 최대 8장까지 실장이 가능하다. 유닛 종류는 OCI 1.25Gbit/s 850nm 및 1310nm, OCI SDH/SONET, SRM 유닛 등이 있다. OCI 유닛은 종속 장비의 광 신호를 수신하여 전기적 신호로 변환하여 OCM 유닛으로 보내는 역할을 한다.

종속신호에 따라 이용되는 OCI가 다르나 OCI 1.25Gbps는 하나의 유닛으로 ESCON(Enterprise Systems Connection), FICON(Fiber Connectivity), Gigabit Ethernet 뿐만 아니라 FDDI(Fiber Distributed data interface), Fast Ethernet 신호를 받아 들일 수 있다. OCI는 하나의 유닛으로 4개의 종속신호를 수용하여 과장의 효율성을 극대화할 수 있다. OCLD 유닛은 OCM 유닛으로부터 전송되는 전기적 신호를 유닛에 할당된 과장으로 변환시킨다. OPTera Metro 5200은 In-Band 방식의 OSC를 사용하는데 OSC를 OCLD에서 과장에 같이 실어서 전송한다. 즉 셀프에 OCLD 유닛이 한 장이라도 정상적으로 동작을 한다면 내국과의 통신이 가능하게 된다.

OCLD는 1.25G OCLD와 2.5G OCLD 두 종류의 유닛이 있다. System Manager를 이용하여 OCLD의 송수신 레벨을 감시할 수 있다. OCM 유닛은 경로 절체 기능을 한다. 광 선로 절단, 시스템 고장, 신호 레벨 감소 등과 같은 문제가 발생하면 경로 절체를 하는데, 절체를 할 경우 채널 단위로 절체 되기 때문에 인접 채널에 영향을 주지 않는다. 또한 전기적 Pass-through를 할 경우 West 측 OCLD로 입력된 신호는 광 전 변환을 하여 OCM을 거쳐서 East측의 OCLD를 통하여 Pass-through를 한다. East 측으로 입력된 신호도 마찬가지로 과정을 거쳐 West측 OCLD를 통과하여 전송된다.

OMX 트레이에는 과장 밴드가 일치하는 2개의 OMX 모듈이 있다. 이를 West OMX 모듈, East OMX 모듈이라고 하며 모듈은 East와 West에 대한 구분이 없다. 각 OMX 모듈은 ADF (Add/Drop Filter)라고 하는 수동소자를 가지고 있으며 이를 통하여 각 채널을 분기/결합할 수 있다. 또한 Optical Pass-through가 가능한데 Through-In, Through-Out을 통하여 시스템에 해당하는 대역만 Add/Drop하고 나머지 대역을 통과시킨다. OMX 모듈은 시스템의 전원이 차단되어도 동작을 하며 단지 시스템에 해당되는 대역만 사용할 수 없다[8].

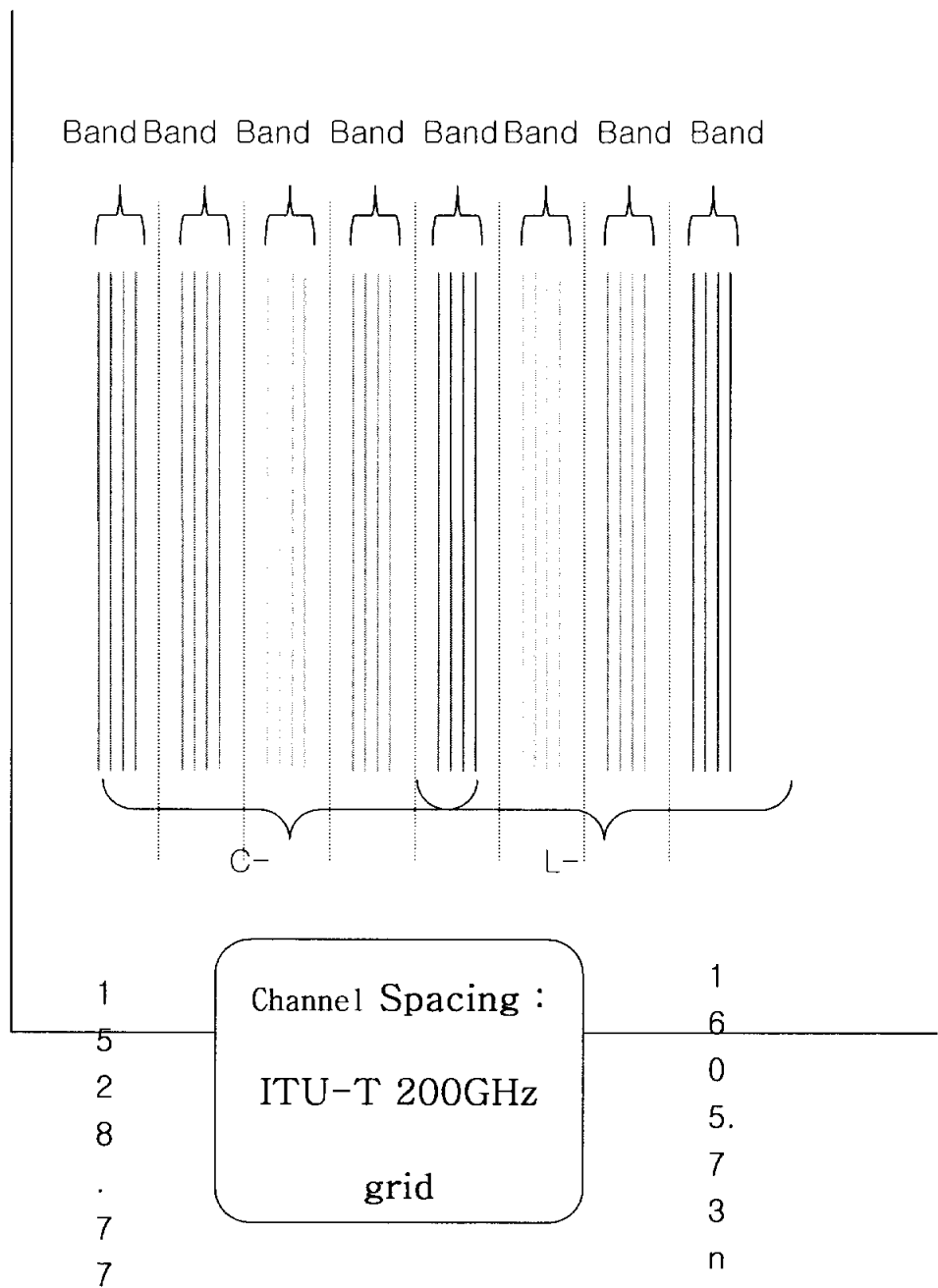


그림 13 OFA (Optical Fiber Amplifier) Band Diagram

그림 13에서 나타난 바와 같이 광 증폭기(OFA) 유닛은 C-band와 L-band를 증폭하는 에르븀 첨가 광 증폭기(EDFA)를 사용한다. OFA 유닛은 네트워크에서 노드의 수가 증가할 때 적용하여 신호의 저하를 감소시키며, C-band와 OFA L-band 두 가지 형태로 구성된다. C-Band OFA는 C-Band의 4개의 대역 즉, Band 1, Band 2, Band 3, Band 4를 증폭할 수 있으며 L-Band OFA는 L-Band의 4개의 대역 - Band 5, Band 6, Band 7, Band 8-을 증폭할 수 있다. OFA의 증폭 이득은 고정 이득으로 23dB이다.

5-1 WDM(Wavelength Division Multiplexing)전송기술의 개념

이 기술은 전송 속도에 상관없이 여러 채널을 각각 다른 파장에 실어줌으로써 한 개의 광섬유 코어를 이용해 전송해주는 방법으로 향후 초고속 정보통신망의 광통신 분야에서 핵심 기술로 이용될 것이다. 이에 따라 우리는 WDM 전송 기술의 원리, 요구되는 기술들, 요소 부품 및 현재의 기술 수준, 연구 동향 등에 관해 소개하고자 한다.

단일 모드 광섬유는 가장 적은 손실과 가장 적은 분산을 갖는 광 도파로의 역할을 하며, 1300~1320nm 파장영역에서 색 분산이 없는[Zero] 1310nm 파장용 광섬유로 가장 많이 사용되고, 1550nm 파장은 손실특성은 양호하나, 색분산이 +17 ps/nm/km 정도이다. 실제 통신 시스템에 사용되는 표준 단일 모드 광섬유의 코어(core)의 지름은 대략 9 μ m 이며, 전체 지름은 125 μ m 이다. 국내에서 1310nm와 1550nm의 파장을 사용하며 한 개의 선로에 두 파장을 동시에 송신이나 수신으로 사용되고 있으며 보통 광섬유형으로 많이 쓰이고 있으나 필터타입이나 Wave Guide 형태로 구현된다[9].

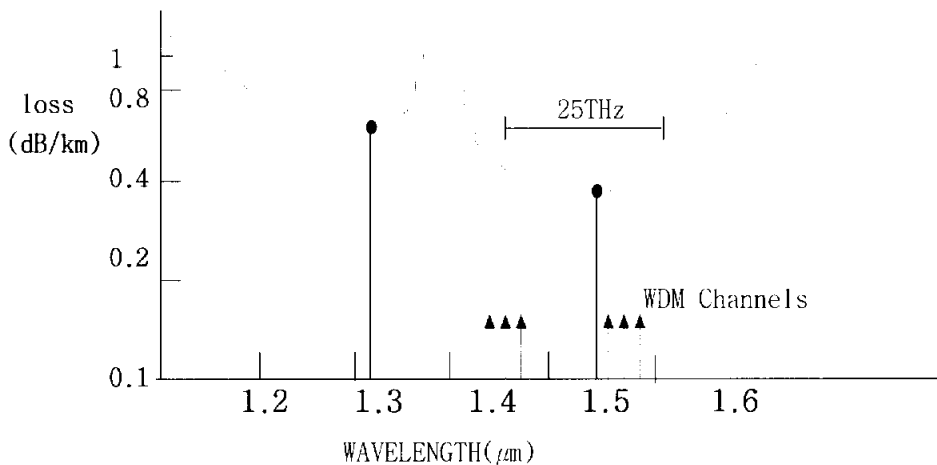


그림 14. 단일모드 손신평선

그림 14에서는 현재 사용되는 단일모드 손신평선을 보여주고 있다. 파장분할 다중화방식을 이용하면 시스템 동기화가 필요 없어져, 광섬유 색 분산의 영향이 상대적으로 덜 민감함으로 기간 망 등 장거리 광 통신망에 적합하다. 또한 각 파장마다 속도, 형태, 통신규약이 다른 신호가 전달될 수 있어, ATM, SONET/SDH 등 여러 종류형태의 광 통신망을 수용할 수 있는 투명한 광 전송망을 구현할 수 있다. 파장분할 다중화방식의 광 패스 중은 망의 계층적인 구조에서 보면 기존의 전기적인 패스(1.5 Mb/s, 2 Mb/s, 52 Mb/s, 155 Mb/s) 층과 물리계층 사이에 2.5 Gb/s 혹은 10 Gb/s의 용량을 갖는 optical path를 도입한 것이다. 그래서 망의 회선분배 기능 또는 망 장애시 우회로 구성 등의 처리를 광 신호 레벨에서 함으로써, 기존의 전기적인 회선분배 시스템의 부담을 대폭 줄이고 망의 신호처리 능력을 수 Tb/s 이상으로 높일 수 있는 경제적인 방법이다. 따라서 선진 각국에서는 정보화 시대에 요구되어지는 Tb/s 급의 대용량 정보를 수용할 수 있고, 전달되는 신호의 속도, 형태, 및 프로토콜에 투명한 전광 전송 망을 구현하여, 기존의 다양한 통신망을 통합하는 정보통신망을 구축 할 수 있다.

전광 망을 구현하기 위해서는 소자 개발 뿐만 아니라 망구조 설계도 대단히 중요한데, 그 중 하나가 규칙적인 연결 구조(regular topology)를 가지는 다중 홉 망(multi-hop network)이다. 다중 홉 망은 수동 스타 커플러를 이용하여 망을 구현할 경우나 임의의 형상을 가지고 구성된 물리적 망에서 과장 분할 방식을 이용하여 논리적 연결 망 구조로 가상적으로 구성될 수 있다. 이러한 경우에 실질적인 물리적 망 형상에 관계없이 임의의 논리적 망을 구성할 수 있고, 이는 망 운용과 제어 측면에서 대단히 유용하게 이용될 수 있는 개념이다.

그 이유는 연결 구조의 규칙성을 이용하여 라우팅 알고리즘과 어드레싱(addressing)을 간단하게 만들고 노드의 정보 처리 시간을 대폭 줄임으로써 통신망의 데이터율을 크게 향상시킬 수 있기 때문이다. 규칙적인 연결 구조는 통신망의 데이터 율을 높이는데 이렇듯 커다란 장점을 제공하지만, 통신망의 구현이 가능한 노드의 수와 방법에 있어서 유연성(flexibility)이 저하되는 단점을 가지고 있다. 즉 연결 구조의 규칙성에 의한 망의 성능 향상과 노드 수의 유연성 사이에는 trade-off의 관계가 생기게 되는 것이다. 그러나, 대부분의 망 형상은 임의의 형태를 가지기 때문에 이러한 논리적 망 형상을 주어진 물리적 망 형상으로부터 이끌어내는 것은 쉽지 않다.

이 문제는 물리적 망 형상과 안정기의 트래픽의 분포를 나타내는 트래픽 행렬이 주어져 있을 때, 망에서의 트래픽 밀집과 블로킹 현상을 최소화하는 논리적 망 형상을 찾아내는 최적화 문제로 생각할 수 있는데, 혼합 정수 선형 프로그래밍 기법을 이용하여 해결하는 방법이 알려져 있다. 그러나, 임의의 논리적 망 형상을 동적으로 시시각각 찾아내는 패킷 망에서 최적 논리적 망 형상을 구하는 문제는 매우 어려운 문제이다[10].

5-2 WDM 전송을 위해 필요한 기술

이득이 크고 평탄한 광 증폭기를 위한 정확한 파장을 유지하는 레이저를 이용하여 여러 개의 파장을 합치거나 분리하는 MUX(Multiplexing), DEMUX (De-Multiplexing)기능과 Cross-talk 가 적은 광 필터사용 장거리 전송용으로 하기 위한 변조 기술, 그리고 단일채널을 더욱 고속화 하기 위한 분산보상 기술이다.

5-3 PON (Passive Optical Network)기술의 특성

PON기술은 네트워크 장비를 이용하는 것이 아니고 소자(Passive)를 이용하여 구성하는 방식이다. 기존의 광통신 방식은 일정지역에서 가입자까지 1대 1로 연결하는 방식인데, PON기술은 일정거리까지는 하나의 광 케이블을 깔아 스플리터를 이용하여 회선을 여러 개로 분배하는 1대 N($N \leq 32$) 분기 구조이다. 가입자망 광케이블화에 있어서 최적의 가입자 망 기술 FTTH 기술을 가입자 단 말까지의 기존동선을 광케이블로 대체하여 FTTH를 구현할수 있다고 본다. 그러나 기껏해야 2~3Km에 이르는 가입자 구간에 그것도 다중화 규모가 작은 능동형 노드를 설치해서는 광통신의 특징을 잘 퇴색되고, 경제성 확보면 에서도 어려움이 예상된다. 이는, 비용이 많이 소요되는 환경제어 공간(CEV: Controlled Environmental Vault)의 설치가 필요함을 의미한다. 또한 전원의 확보 및 정전대비 설비가 추가 되어야 하므로, 현재는 지금까지 설명한 ONU(Optical Network Unit)에 의한 FTTC 기반 FLCC 가 선호되는 추세이다. 특히 ONU는 다중화 규모가 RT보다 작고설치비용이 많이 들지 않도록 설계 되었으며 FTTH가 필요한 시점에 이 ONU를 곧바로 일반 가입자 태내로 이동 설치하여 FTTH가 실현될 수 있다.

5-3-1 PON (Passive Optical Network)구현 기술

시장에서 한 세대를 풍미했던 케이블모뎀과 ADSL이 저물어가고 VDSL이 대신 그 자리를 차지할 기세인데,그렇다면 VDSL 다음에는 무엇일까라고 질문을 던졌을 때, 전문가들은 주저 없이 PON 가입자 망이 VDSL자리를 꿰차고 새로운 대안이라 말한다. 그 이유는 전송거리에 제한 없이 각종 대용량 데이터 서비스와 고화질의 비디오 서비스 등을 제공할 수 있는 광 가입자 망 기술이 PON 기술이기 때문이다. 그러나 이전까지는 광 가입자 망이 본격적으로 구축되기는 시장이 성숙되지 못해 더 많은 시간이 필요할 것으로 전망되었다. 또한 기술적으로는 구현이 가능하지만 이를 통해 수익을 얻기 위해서는 고려 해야 할 경제성 문제가 남아있다. 그럼에도 불구하고 광 가입자 망으로의 진화는 피할 수 없는 현실이다. 메트로 액세스 기술로 예지 구간에서 널리 사용될 것으로 예상되는 광 가입자 망 구축 기술인 PON에 대한 기반 기술, 기술적 특징 등을 살펴보자.

PON 기술은 광섬유를 각 가입자 태내까지 직접 연결하여, 속도의 제한 없이 서비스 할 수 있는 방식으로 FTTH구현에 가장 바람직한 광 가입자 망 방식이다. 따라서 FTTH 광 가입자 망을 경제적으로 구축하는 방법으로 광케이블을 직접 포설하는 것과 같은 효과를 거둘 수 있는 PON기술이 각광 받고 있다. PON은 기존 동선이나 동축 케이블이 대신 광 케이블을 이용해 중소 기업이나 일반 태내까지 수 십 Mb/s 이상의 초고속 광대역 서비스를 제공할 수 있도록 하는 광 가입자 망 구축 기술로, 수동형 광 스플리터(passive optical splitter)를 사용해 하나의 OLT(Optical Line Terminal)에 다수의 ONU(Optical Network Unit) 또는 ONT(Optical Network Termination)를 접속할 수 있도록 하는 방식이다.

그림 15 에 현재 연구 진행 중에 있는 PON 기반 FTTH 구현 망 도를 나타내었다.

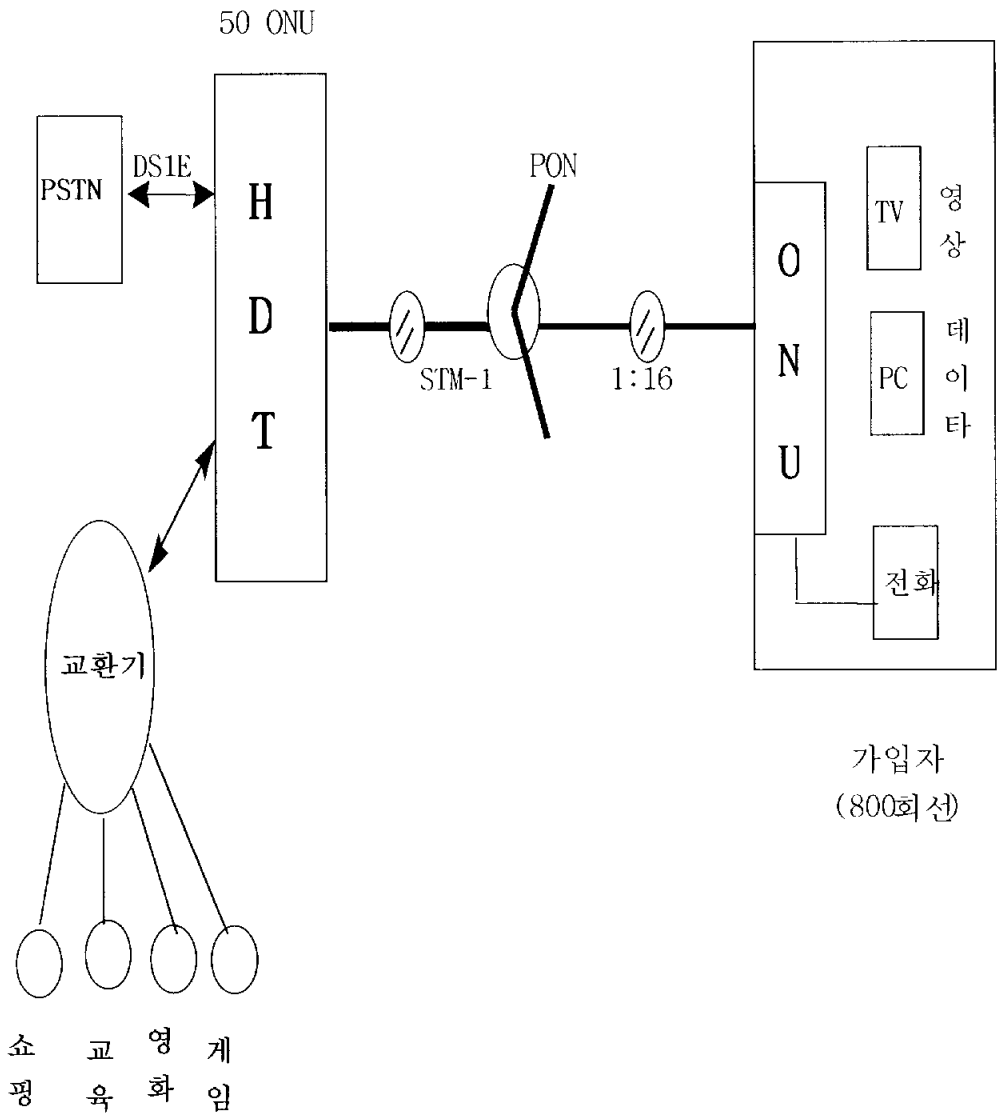


그림 15 PON 기반 FTTH 구현 망도

5-3-2 국내 PON 기술현황

현재 PON은 크게 ATM-PON, 이더넷-PON, WDM-PON 등 세 분야로 나뉘어 기술개발이 진행되고 있다. B(Broadband)-PON으로 불리는 ATM 방식은 말 그대로 ATM 전송통신규약을 이용하며 단일 광섬유에 다수의 ONU를 사용하도록 하기 위해 사용자를 시간적으로 할당하는 TDMA 방식을 적용하며, 이더넷 프로토콜을 사용하는 이더넷-PON은 데이터위주의 서비스에 적합하여 세가지 방식 중 가장 저렴한 솔루션으로 평가되고, WDM-PON은 단일 광섬유로 상 하향에 다수의 파장을 사용하여 전송하는 방식이며 전송되는 파장 수에 따라 전송속도가 정해진다.

이들 세가지 방식 중 ATM-PON은 국내에서도 개발 움직임이 활발하여, 최근 여러 업체들이 함께 시험 망을 구축하여, 망 시연까지 성공하였다. 그러나, ATM-PON 에는 전송용량의 한계 및 가입자 수의 제한성이 문제점으로 나타났다. 이를 극복하기 위해 WDM 기술을 이용한 기간 망 중심의 대용량 전송기술을 궁극적으로 가입자 망에 까지 연결하는 WDM-PON에 대한 연구가 진행중에 있다 [11].

5-3-3 PON 통신망 전송 기술의 개발동향

수동형 광 가입자 망(PON: passive optical network)은 서비스의 제공자인 중앙 기지국(CO: central office)과 수요자인 가입자들(subscribers)을 오직 수동 광 소자만을 이용하여 연결한 네트워크로서 다중화된 음성, 데이터 또는 비디오 서비스를 광 신호에 실어 가입자들이 공유하고 있는 광섬유와 광분배기를 통하여 가입자들까지 수동적으로 전송된다.

일반적으로 중앙 기지국에서 가입자들의 인접 지역에 설치된 지역 기지국(RN: remote node)까지는 단일 광섬유로 연결하고 지역 기지국에서 각 가입자까지 독립된 광섬유로 연결하는 이중 성형 구조(double-star)로 구현하여 광 선로의 길이를 최소화한다. 이러한 수동형 광 가입자 망은 수동형 광 소자들을 가입자들이 공유함으로써 초기 투자 설비비를 줄일 수 있으며, 광 네트워크의 유지 및 보수, 관리가 용이하다. 또한, 통신 시스템의 발전에 따라 상향 시스템으로의 전이 시에도 기존의 광 네트워크를 그대로 사용할 수 있다.

수동형 광 가입자망은 크게 시간 분할 다중화 방식(TDM: time division

multiplexing)과 파장 분할 다중화 방식(WDM: wavelength division multiplexing)으로 나눌 수 있다.

시간 분할 다중화 방식은 동일 파장 대역을 시간적으로 분할하여 중앙 기지국에서 각 가입자에게 분할된 시간 간격(time slot)을 할당하고 데이터를 전송하는 방식으로써 각 가입자는 할당된 시간 간격에만 데이터를 송/수신할 수 있다. 이 방식에서는 중앙 기지국에서 각 가입자까지의 거리가 서로 다르므로 정확히 할당된 시간 간격에서 데이터를 송/수신하기 위하여 각 가입자 단은 중앙 기지국의 시간 기준에 따라 동기화가 이루어져야 한다. 즉 다양한 광대역 서비스의 공급을 위한 전송 용량 증대와 가입자의 증가에 따라 중앙 기지국에 위치한 광 전송 시스템의 전송 용량이 급격히 증가되어야 하므로 상향 시스템으로의 전이가 경제적/기술적 측면에서 어렵다.

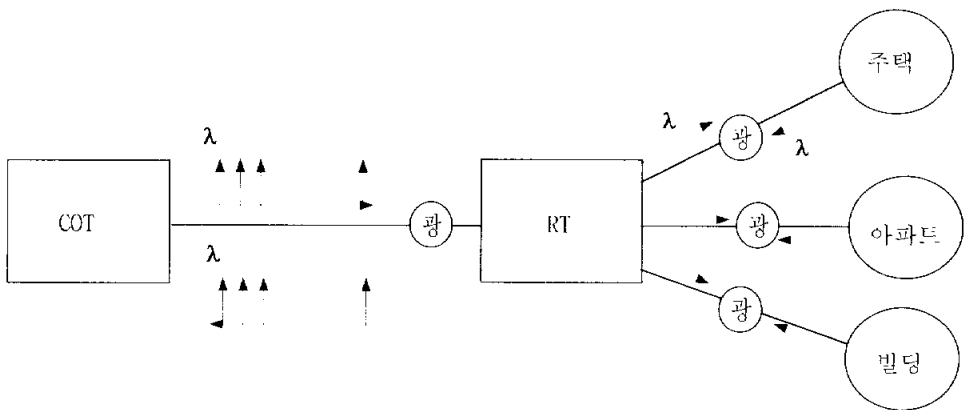


그림 16 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자 망의 개요도

그림 16에서 나타난 바와 같이 파장 분할 다중화 방식은 중앙 기지국에서 각 가입자에게 서로 다른 파장을 할당하여 동시에 데이터를 전송하는 방식으로써 각 가입자는 할당된 파장을 이용하여 항상 데이터를 송/수신할 수 있다. 이 방식은 각 가입자에게 대용량의 데이터를 전송할 수 있을 뿐만 아니라 통신의 보안성이 뛰어나고 성능 향상이 용이하다. 이와 같은 장점에도 불구하고 종래의 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자망은 경제성으로 인하여 아직 실용화되지 못하고 있었다.

최근 이러한 문제를 해결하기 위하여 multi-frequency laser,

DFB(distributed feedback laser) laser array, super-luminescent diode 등을 이용하는 방안이 제안되었다. 그러나, multi-frequency laser 나 DFB laser array와 같이 집적된 레이저들은 아직 생산성이나 신뢰도에 문제가 있을 뿐 아니라 과연 고도의 기술로 집적된 레이저들을 경제적으로 생산하는 것이 가능한 것인지 회의적인 시각이 있다. 또한, super-luminescent diode를 스펙트럼 분할하여 파장 분할 다중 방식용 광원으로 사용하면 이러한 diode의 상대적으로 낮은 광 출력으로 인하여 가입자 수나 전송 용량이 제한된다. 또 다른 대안으로 이미 상용화되어 있는 소자들을 이용하여 경제적으로 제작할 수 있을 것으로 판단되는 스펙트럼 분할 방식 광섬유 증폭기 광원(SFLS: spectrum-sliced fiber amplifier light source)을 하 방향 전송을 위한 파장 분할 다중 방식용 광원으로, 발광 다이오드(LED: light-emitting diode)를 상 방향 전송을 위한 광원으로 사용하는 경제적인 양방향 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자 망을 구성하는 방안의 기술적 가능성을 분석/확인하기 위한 연구를 수행하고 있다[12].

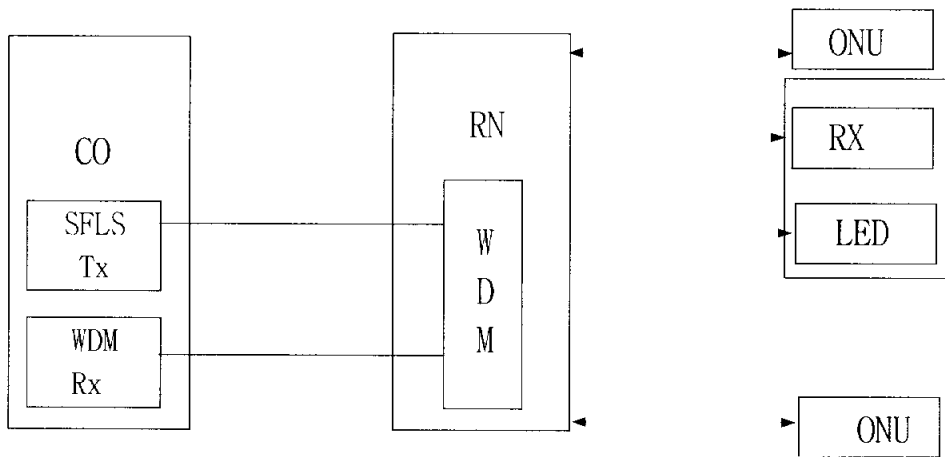


그림 17 스펙트럼 분할 방식 광섬유 증폭기 광원을 이용한 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자 망의 개요도 (Tx: transmitter, Rx: receiver, ONU: optical network unit, LU: local terminal)

그림 17에서 나타난 바와 같이 스펙트럼 분할 방식 광섬유 증폭기 광원을 이

용한 파장 분할 다중 방식 수동형 광 가입자구현기술은 중앙 기지국에 있는 스펙트럼 분할 방식 광섬유 증폭기 광원을 이용하여 각 가입자에게 스펙트럼 분할된 채널을 제공하는 것이다. 각 채널은 가입자가 요구하는 데이터에 따라 변조된 후에 다중화 되어 지역 기지국으로 전송된 후 역 다중화되어 각 가입자에게 전달된다.

지역 기지국은 한 개의 도파로형 회절 격자(WGR: wave-guide grating router)로 간단히 구성 할 수 있다. 각 가입자는 발광 다이오드를 직접 변조하여 상 방향 신호를 전송하게 되며 이 신호들은 자동적으로 지역 기지국에서 스펙트럼 분할되고 다중화되어 중앙 기지국으로 전송된다. 중앙 기지국에서는 도파로형 회절 격자를 이용하여 상 방향 신호를 다시 역 다중화하여 각 가입자의 데이터를 검출한다.

5-4 MSPP(Multiservice Provisioning Platform)

MSPP (Multi-service Provisioning Platform)

MSPP는 기존 액세스 및 메트로 구간에 자리잡고 있던 전통적인 SONET/SDH 광 가입자 전송 장비를 대체하기 위해 개발된 새로운 네트워크 구성 요소다.

하나의 단일 세시 공간 안에 OC-3/OC-12/OC-48/OC-192 등 다양한 계위의 SONET/SDH ADM과 디지털 크로스커넥트 기능을 통합시켰으며, 데이터 서비스 제공을 위해 별도의 이더넷, ATM 스위칭 패브릭까지 갖추고 있는 다목적 장비로 정의된다.

MSPP가 시장에서 관심을 끌게 된 배경으로는 최근 경기 침체로 인한 통신 시장의 어려움으로 서비스 제공자들은 이제 망 구축 및 운영 비용을 혁신적으로 절감할 수 있는 보다 효율적인 장비를 장비 업체들에게 요구하기 시작했으며, 최근 데이터 트래픽이 크게 증가함에 따라 기존 TDM 전송 기반에서 이들을 효과적으로 수용할 수 있는 새로운 방법이 필요했다는 점을 들 수 있다.

기존 SONET/SDH 시스템을 통해 데이터 트래픽을 전송할 수 있는 방법은 크게 2가지가 있다. 하나는 POS(Packet over SONET)를 이용해 IP 패킷을 SONET/SDH 프레임 페이로드 영역으로 옮기는 방법이고, 다른 하나는 보다 엄격한 QoS가 요구되는 멀티미디어 트래픽의 경우 ATM을 중간 단계로 이용하는 것이다. 하지만 두 가지 방법 모두 대역폭 활용 및 고속 처리에 있어서 결코 만족스럽지

못하다.

ATM은 추가적으로 10% 이상의 오버헤드를 발생시키는 cell tax 문제가 있고, POS는 10Gb/s 또는 40Gb/s와 같은 고속 처리를 구현하기 어려운 HDLC 프레임 방식을 사용한다. 뿐만 아니라 많은 기업 사용자들이 원하는 1Mb/s 수준의 granularity를 제공하지 못해, 트래픽 엔지니어링과 서비스를 위해서 라우터와 같은 한 단계 높은 수준의 장비에 의존할 수 밖에 없다. 따라서 이러한 시장의 요구에 따라 개발된 것이 EOS(Ethernet over SONET/SDH) 기술이다. EOS는 이더넷, Fiber Channel, ESCON, FICON, SBCON 등 다양한 데이터 인터페이스들을 SONET/SDH로 효율적으로 수용하기 위한 방법들을 제공하는 전송 메커니즘 가운데 하나이다. 지금까지 MSPP는 TDM 전송 효율성을 제고한 차세대 SONET/SDH를 기반으로 해 이더넷 스위치, ATM 스위치, IP 라우터 등과 같은 다양한 서비스 인터페이스와 DWDM 전송 기능을 부가시킨 다기능 멀티 박스 형태로 진화해 왔다.

MSPP는 차세대 SONET/SDH와 달리 각각의 트래픽 유형에 대한 별도의 스위칭 패브릭들을 제공한다는 점에서 구별된다. 그러나 최근 사업자들은 차세대 SONET/SDH 장비로도 EOS 기술을 이용해 대부분의 데이터 트래픽을 수용할 수 있으므로, 굳이 다양한 별도의 스위칭 패브릭들을 갖춘 값비싼 다기능 MSPP 장비를 필요로 하지 않는다고 토로하고 있다.

MSPP 장비는 TDM 전송을 기반으로 시장 수요에 따라 별도의 이더넷이나 ATM 스위칭 패브릭을 추가하면서 장비 가격 인하, 처리 성능 및 가입자 관리 기능 향상에 보다 중점을 두며 연구진행중이다.

결론

최근 급격히 증가하고 있는 광대역 멀티미디어 서비스, 초고속 대용량 인터넷 서비스 등을 가입자에게 제공하기 위해서는 현재의 가입자망의 주류를 형성하고 있는 FTTC 기반 광 ADSL 이나 동선 ADSL 기술로는 소비자들의 요구대역폭을 만족케 할 수 없어 새로운 광 가입자망 기반의 네트워크 구성이 필수적임을 알 수 있었다.

이에 본 논문에서는 광 가입자 망 구축 2단계인 FTTC(Fiber TO The Curb)이며 현재 국내에서 서비스중인 FLCC(Fiber loop carrier) 기술을 정의하고, 효율적이고 경제적인 광 가입자 망 구축을 위한 광 선로 기술, WDM(Wavelength Division Multiplexing), 광 소자 기술 (광 증폭기, 광 교환소자), 광 선로 분배기술, MSPP(Multi-service Provisioning Platform), Optical Ethernet 기술 등의 관련기술로 전송용량의 한계 및 가입자 수의 제한성을 극복하기 위해 PON 기술을 응용한 WDM-PON(Passive optical network) 기술이 대안이 될 것으로 생각한다.

국내 PON 기술은 발전동향은 ATM 기반 ATM-PON 기술을 시작으로 ETHERNET 기반 E-PON, GIGA Ethernet G-PON 등의 기술 다음 단계로 WDM-PON 기술이 등장하였다.

Broadband PON 은 이미 기술개발이 완료되어 상용 서비스 중이며, E-PON 과 G-PON 은 아직 연구 진행 중에 있고, WDM-PON 기술은 최근에 연구개발에 착수한 기술로 조사되었다.

그런데도 본인이 차세대 가입자 망 기술로 WDM-PON을 제안한 이유는 본 논문을 준비하는 과정의 기술적 접근결과 A-PON 은 불충분한 대역폭으로는 (10~100Mbps) 디지털 멀티미디어 구현인 비디오 전달 능력에 문제점이 예상되고, 또한 가입자 루프에서는 부적절한 해결책이라는 생각 되며 E-PON은 A-PON 단점으로 제기된 협대역 대역폭 문제를 해결할 수는 있었지만, ATM과 SONET(Synchronous Optical Network) 부품들을 제거하는 전송장비를 채택하는 기술을 전제로 망을 대폭 단순화 하였으므로 망의 연동성에서 문제점이 예상된다.

이에 반해 WDM-PON 서비스 구현에 있어 가입자 백내까지 광케이블을 제공하

여야 하는 경제적인 부분만 해결될 수 있다면 망 서비스를 제공하는 서비스인의 한 사람으로 넓은 대역폭을 가지며 시스템의 용량을 크게 확장 시킬 수 있고, 또한 가입자별 혹은 서비스별로 과장을 다중화 하는 WDM-PON 기술이 기존 국내초고속 국가망의 다른 망과의 유연성(Flexibility) 및 효율적인 네트워크 구성이 가능하다고 판단되었다.

참고문헌

- [1] 이병기, 강민호, 이종희, 광대역정보통신, 교학사, pp. 34~78, Sep. 1996
- [2] 이상만, 한국통신 국내 가입자망 기술확보전략, pp. 11~44, May. 2001
- [3] 노장래, 김재근, 최문기, 광가입자망의 전략적 진화 제 7권, pp. 39~54, Jan. 1999.
- [4] 장기홍, 한국통신 중장기 네트워크발전계획, pp. 13~32, Jan. 2001.
- [5] 신동영, 한국통신 FLC 가입자 망 교체, pp. 10~33, Aug. 2001
- [6] ETRI, 국내 광 인터넷 기술개발 동향, pp. 13~44, Jun. 2000
- [7] 김경만, ETRI WDM전송기술 현황, pp. 68~93, Aug. 2001
- [8] 김영수, 그루웰 Optera 5200 운용메뉴얼, pp. 3~42, Dec. 2000
- [9] <http://huniv.hongik.ac.kr/~gonnie/wdm/>
- [10] B.Mukherjee, Optical communication Network, McGraw-Hill, May 2000.
- [11] 서한교, 한국통신/한국과학기술원, "수동광 가입자 망 기술에 관한 연구, pp. Sep. 2000
- [12] www.nexto.co.kr/wdm