

광대역 전송기술 개요

金永鐸, 李相哲
韓國通信 通信網 研究所

I. 전송기술 개요

정보화 사회환경의 확산에 따라 전화망을 근간으로 발전해 온 공중전기통신망 (Public Telecommunication Network)에 의한 제공서비스가 기본 음성전화서비스로부터 저속 데이터 및 정지영상 등의 협대역 정보통신서비스를 거쳐, 고속 데이터 및 고화질 동영상상이 복합된 광대역 멀티미디어 정보통신 서비스로 점차 확장되고 있으며^[1,2], 이에 따라 통신망의 기반설비인 전송망의 광대역화 및 지능화가 필요하게 되었다.^[3,4] 우선 가입자 접속망에서 살펴보면 기존 전화 서비스의 가입자 기본전송속도가 64 Kbit/s에 비해 광대역 ISDN에서는 전화의 약 2,400배에 달하는 155.52 Mbit/s의 가입자 전송속도를 기본으로 하고 있다. 국간 전송로에서의 소요전송능력을 비교하여 보면 기존전화망의 경우 622 Mbit/s 급 동기식 전송로에서 약 8,000 음성회선을 수용할 수 있지만, 광대역 ISDN 환경에서는 동일한 전송로에서도 155 Mbit/s급의 ATM 4회선만을 수용할 수 있으므로 광대역 정보통신서비스를 제공하기 위해서는 전송망의 광대역화가 필수적임을 알 수 있다.

광대역 정보통신 서비스 제공에서 또 하나의 큰 변화는 서비스 제공을 위한 소요 전송대역폭이 저속으로부터 초고속까지 다양하게 요구되며, 이를 효율적으로 제공하고 관리해야 한다는 점이다. 예를 들어 멀티미디어 서비스 환경에서는 기존 음성전화급의 64 Kbit/s로부터 고속 데이터 전송을 위한 2~10 Mbit/s, 고화질 동영상 전송을 위한 10~150 Mbit/s급의 전송대역폭을 동적으로 요구하게 된다. 이와같은 기능을 수용하기 위해서는 통신망의 제어관

리기능이 매우 강화되어야 하며, 통신망이 지능화되어야 한다.

공중전기통신망에 있어서 전송망은 그림 1에서 보는바와 같이 가입자 접속망, 교환노드 및 국간전송로로 구성되는 전달계층에 해당하며, 상위계층으로는 서비스계층, 망관리 및 제어를 위한 통신 관리망 (TMN : Telecommunication Management Network)과 서비스 지능화를 위한 지능망 (IN : Intelligent Network) 등의 제어관리 계층이 있다. 전송망은 표 1에서 보는 바와 같이 설치구간에 따라 가입자 접속계, 국간 전송계, 국제전송계로 구분할 수 있고, 사용된 전송매체에 따라 이중나선 (TP : Twisted Pair), 동축선로, 광선로, 지상 마이크로웨이브 무선전송로 및 위성전송로 등으로 구분할 수 있다.

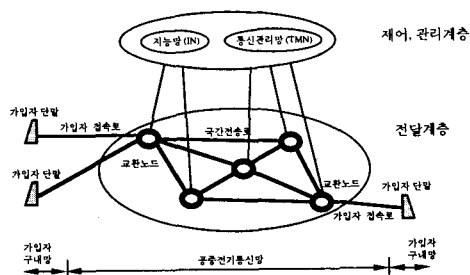


그림 1. 통신망의 계층적 구조

본 고에서는 광대역 전송망 구축을 목표로 현재 연구개발되고 있는 각 분야별 광대역 전송기술의 연구개발 현황 및 전망에 대하여 살펴보고, 광대역 전송망의 구성방안에 대하여 살펴보고자 한다.

표 1. 광대역 전송기술분야

전송구간	유선 전송로			무선 전송로	
	Twisted Pair	동축선로	광선로	지상 M/W	위성전송로
가입자 접속계	HDSL/ADSL ATM/PDH전송	동축 CATV망	FTTO/FTTC/ FTHH 광 CATV망 STM/SDH전송 ATM/PDH전송 ATM/SDH전송	Cellular 디지털 무선 가입자망	DBS VSAT 저궤도(LEO) 위성전송망
국간전송계		PCM전송망	PDH 전송장치 (90 M, 565M) STM/SDH전송 ATM/SDH전송 WDM전송 (10G, 100G)	SDH 무선망망 (STM-1)	
국제전송계			해저 광전송선로		위성중계망 (INTELSAT, INMARSAT)

II. 광대역 전송기술 개발현황 및 전망

표 1에서 본 광대역 전송기술의 연구개발분야들은 전송망의 세부기능계층에 따라 전송매체별 고속 신호 전송기술, 고속 다중화기술 및 전송망 구축기술로 다시 나눌 수 있다. 전송매체별 고속 신호전송기술에는 HDSL/ADSL, 광 WDM, 지상 마이크로웨이브 전송 및 위성전송기술 개발분야가 있다. 고속 다중화 기술에서는 동기식 디지털 전송계위(SDH : Synchronous Digital Hierarchy)를 기반으로 한 동기식 전송방식 (STM : Synchronous Transfer Mode)과 비동기식 전송방식 (ATM : Asynchronous Transfer Mode)이 있으며, 각 전송매체별 고속 신호전송 기술에 공통적으로 적용될 수 있다. 전송망의 구축기술에는 STM 또는 ATM을 이용한 전송망 구성기술과 전송망의 운용관리 관련기술이 있다. 본장에서는 이들 광대역 전송기술의 연구개발 현황에 대해 각 분야별로 살펴보기로 한다.

1. 기존 전화선로를 이용한 고속 디지털 가입자계 전송기술

기존 전화 가입자 선로인 이중나선 (TP : Twisted Pair)의 사용효율을 극대화시키는 가입자계 전송기술로서 HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line) 및 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)이 개발되고 있다. [5,6]

HDSL은 기존 전화가입자 선로를 사용하여, 보다 고속의 디지털 정보 전송을 가능하게 하는 기술로 DSP, VLSI 및 등화 (Equalization) 기술의 발달로 가능하게 되었다.

HDSL은 한쌍 또는 두쌍의 TP를 이용하여 T1 전송속도 (1.544 Mbit/s)를 제공하며, 기존 T1 선로에서 누화 (Cross Talk) 등의 문제로 인하여 일정한 중계거리에 따라 리피터를 설치해야하는 문제점을 해결하고, T1 선로의 신뢰성을 더욱 높일 수 있다. HDSL의 기본 특성은 기존에 설치된 가입자 접속선로 (TP)의 사용, T1 전송속도의 전이중 (Full Duplex) 전송, 기존 T1보다 향상된 에러율 (10⁻⁷ 이하), 90% 이상의 가입자 접속계에서 리피터없이 동작할 수 있다는 장점이 있다. HDSL 기술은 AT&T Bell Lab.에서 1993년에 1.5 Mbit/s 급이 상용화될 것으로 알려져 있다.

HDSL이 T1급의 전이중 전송방식인데 비하여 ADSL은 Pay-per-view 서비스와 같이 임의의 단방향으로는 전송할 정보량이 많고, 반대 방향으로의 데이터 전송량이 적은 비대칭 구조에 사용되며, HDSL 과 거의 동일한 기술에 바탕을 둔다.

HDSL과 ADSL에서의 추가적인 연구개발 분야로는 전송형식의 표준화 및 타이밍, 등화기, Echo cancellation 등의 고속신호처리 소자기술과 타이밍 복원, 가격의 저렴화, 신호대 잡음비의 최대화, 비선형 감쇄에 대한 고속 등화처리 기술 등이 있다.

HDSL과 ADSL의 도입은 광대역 ISDN의 도입 초기 단계에서 가입자망의 광대역화를 위한 초기의 대규모 투자없이 기존 가입자 선로의 기능보완으로 광대역 가입자 수요에 대응할 수 있다는 경제적인 관점에서 주목을 받고있다.

2. 광가입자 전송기술

1) Fiber Loop Carrier (FLC)

동선으로 구성된 기존 가입자 선로에서는 운용 유지보수가 비효율적이며, 광대역 서비스 요구시 대역폭의 할당이 용이하지 않고, 가입자 수용구역이 제한되며, 현재 지하구조물이 포화 상태에 도달했다는 점 등이 문제점으로 나타나고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하고 대도시 빌딩 등의 대용량 회선 수요에 적절히 대응하기 위해 한국통신에서는 가입자 선로의 광케이블화를 추진하고 있으며, 경제적인 측면을 고려하여 우선적으로 FTTO (Fiber-to-the-Office)를

실현하고, 다음으로 FTTC (Fiber-to-the-Curb) 및 FTTH (Fiber-to-the-Home)를 단계적으로 구축하는 진화전략을 수립하였다.^[7]

광가입자 전송 시스템 (FLC)^[7]은 DS0급 (64 Kbit/s) 급 서비스, 협대역 ISDN, DS1 (1.544 Mbit/s), DS3 (45.736 Mbit/s) 가입자 서비스를 수용하여 STM-1 (155.52 Mbit/s)으로 다중화시키는 동기식 광전송 장치이며, 그림 2와 같이 대형 가입자와 전화국 사이에 설치된다 FLC는 기능에 따라 전화국과 대형 가입자간 점대점 전송을 위한 FLC-A와 허빙 (Hubbing) 및 선형 (Linear) 구조가 가능하고 DS1 및 STS-1 (51.84 Mbit/s)의 TSI (Time Slot Interchange) 기능이 제공되는 FLC-B로 나누어지며, 93년까지 FLC-A, 94년까지 FLC-B가 단계적으로 개발될 계획이다.

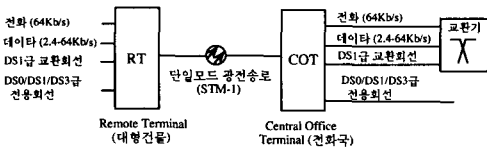


그림 2. 광가입자 전송시스템 (FLC-A)

2) 광 CATV 망

분배형의 광대역 가입자 접속망으로서 CATV망이 구축되고 있으며, 방송과 통신의 융합 추세에 따라 일반가정용 광가입자 접속망인 FTTH (Fiber-to-the-Home) 구축에서 광 CATV망을 함께 고려하고 있다. 광 CATV망에서의 전송기술은 다중화방식에 따라 크게 TDM (Time Division Multiplexing), WDM (Wavelength Division Multiplexing), SCM (Subcarrier Multiplexing) 및 이들의 혼합 형태로 나눌 수 있다.^[8] TDM 방식은 동기식 비트 단중을 사용한 다채널 비디오 신호의 전송 방식이며, 국내에서 개발중인 광 CATV인 백조 (SWAN)^[9]의 전송방식이 이에 속한다 WDM 방식은 파장이 서로 다른 여러개의 광원을 해당 입력정보에 따라 변조시킨 후 이들의 빛을 통합하여 단일 광섬유를 통해 전달하고, 수신측에서는 이를 분리하여 변조된 정보를 재생하는 전송방식이다. WDM 방식에 대해서는 다음 5절에서 보다 자세히 설명한다.

SCM에서는 다수의 영상신호를 각 채널의 반송 주파수로 변조하고 이들을 주파수 다중화하여 레이저

다이오드의 강도변조를 통해 광신호로 만든 후 광섬유를 통해 전송하고, 수신측에서 광전변환한 후 동조 회로를 사용하여 해당 채널의 영상신호를 추출하는 방식이다. SCM 방식은 마이크로 웨이브 영역과 저대역 신호를 함께 전송할 수 있고, 또 아날로그 신호와 디지털 신호를 동시에 전송할 수 있으므로 구성이 단순하고 위성방송에서 가입자 수신기로 사용하고 있는 저렴한 FM 영상기술을 사용할 수 있는 장점이 있다.^[6]

3. 동기식 전송기술 : Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

80년대 이후 디지털 전송과 교환이 통합되는 추세가 점차 가속화되고 있는데 이는 가입자 접속, 회선 분배 및 다중화 등의 디지털 전송부문과 교환부문의 상호접속에서의 통신망 동기 (Synchronization)가 가능하게 되었기 때문이다. 동기화된 전송방식에서는 저속채널들을 상위계층의 고속 전송 프레임으로 직접 접속시킬 수 있으므로 다중화 및 전송비용이 크게 감소하며, 전송망의 OAM 채널도 다중 인터페이스 상에서 직접 처리할 수 있으므로 전송망의 지능화를 높일 수 있게 되었다.

동기식 디지털 계위 (SDH : Synchronous Digital Hierarchy)는 1988년 CCITT에 의해 표준화되었는데^[10-12], 이는 1985년 Bellcore가 제안한 동기식 광전송망 (SONET : Synchronous Optical Network) 개념을 바탕으로하여 기본 협대역 음성 서비스 (64 Kbit/s)로부터 광대역 동화상 서비스 (135 Mbit/s)까지 수용할 수 있고, 기존의 모든 디지털 계위신호들이 수용될 수 있는 155.52 Mbit/s을 기본레벨 (STM-1 : Synchronous Transport Module - 1)로 설정하였다. 프레임 구조내의 각 타임 슬롯은 그림 3에서 보는 바와 같이 프레임의 반복 주기가 125 sec인 9 x 270 바이트의 정방형 구조로 배열되어 있어 해당 채널의 타임 슬롯을 직접 액세스할 수 있다.

기존 비동기식 디지털 계위신호들은 그림 4에서 보는 바와 같이 단계적 다중화를 통해 기본레벨인 STM-1 (155.52 Mbit/s) 프레임 내에 융통성있게 배열된다. 1.544, 2.048, 6.312 Mbit/s 디지털 계위 전송신호는 각각 가상 컨테이너 VC11, VC12, VC2로 매핑되며, 이들은 상위 계위 가상 컨테이너인 VC3 및 VC4로 다중화된다. 디지털 계위 전송신호

중 34.368/44.736, 139.264 Mbit/s 전송신호는 각각 VC3 및 VC4로 직접 매핑되며, 하위 경로계층에서 형성된 VC3 및 VC4와 함께 상위 경로계층에서 STM-1 전송프레임으로 다중화된다.

상위계위 (STM-N: $N \geq 4$)로의 다중화는 입력 중속신호인 STM-M ($M < N$) 신호로부터 프레임을 인식한 뒤 오버헤더 구간은 STM-N 프레임의 섹션 오버헤더 (SOH)에 삽입되며, 페이로드 내의 정보는 STM-N 페이로드에 단순 바이트 인터리빙되어 배열된다. STM-N 프레임 동기는 기존 PCM 방식에서와 같이 프레임 정렬신호에 의한 패터인식을 통해 이루어지며, 프레임의 페이로드에 다중화되어 있는 가상 컨테이너들은 포인터 동기방식을 사용한다. 가상 컨테이너의 포인터는 STM-N 또는 VCn 프레임 상에서 항상 고정된 위치에 존재하며, 임의의 하위계위 가상 컨테이너 (VCn-1)를 STM-1 (또는 VCn) 프레임의 페이로드 내에 융통성있게 배열될 수 있도록 한다.

SDH 구조에서는 다양한 트래픽의 새로운 광대역 서비스의 증가에 따라 복잡해질 전송망의 효율적인 운영 관리 및 보전 (OAM)을 위한 충분한 대역폭을 오버헤더 구역으로 확보하고 있다. 동기식 디지털 계위 및 동기식 디지털 다중화개념은 기존의 비동기식 디지털 다중화 기법에 비해 다중화 및 역다중화 기능

이 단순하며, 상위계층의 전송 프레임으로부터 단계적 역다중화 절차없이 하위 계층의 채널을 직접 액세스할 수 있고, 운용 관리 및 보전 (OAM) 기능이 강화되어 전송기술의 발전에 따른 상위 전송속도로의 진화가 용이하다는 장점을 지닌다.

4. SDH 무선중계

향후 B-ISDN이 보편화되는 단계에서는 동기식 디지털 계위 (SDH) 표준에 따른 광 전송로가 통신선로의 대부분을 점유할 것이다. 하지만 기존에 설치된 무선중계 시설을 이용하여 그림 5에서 보는 바와 같이 SDH 디지털 무선 중계선로를 구축하는 방안이 추진되고 있다.^[14] SDH 디지털 무선 중계장치 (SDH Digital Radio Relay System)는 광전송망이 본격적으로 구축되기 이전에 발생하는 초기 광대역 정보서비스망 구축 수요 (특히 기업가입자가 밀집된 도시지역 등)를 부분적으로 충족시킬 수 있으며, SDH 장거리 전송로의 백업용으로 활용하거나 장거리 전송망과 무선 가입자망의 접속기능을 제공할 수 있다.

현재 장거리 무선전송에 사용가능한 주파수 밴드 및 시스템 용량은 표 2와 같다.

5. Gigabit/s 광전송 기술 : WDM 다중채널 광파 통신망

가입자당 1 Gigabit/s 이상의 전송능력이 제공되는 제 3 세대 통신망에서는 전자회로의 처리속도 한계가 전체 통신망의 성능을 제한할 것이며, 이를 극복하기 위해서는 "all-optical" 전송망을 구성하는 방안을 고려해야 한다. 즉 전송 및 교환기능이 광소자에 의해 수행되는 구조를 가져야하며, 병렬처리가 가능해야 한다.

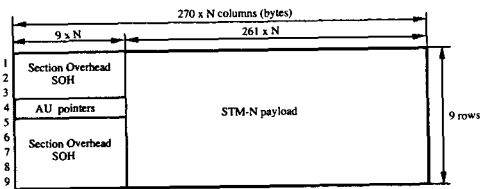


그림 3. STM-N 프레임 구조

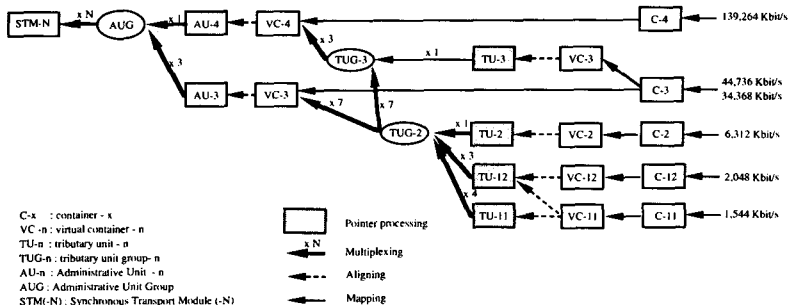


그림 4. STM-N 다중화 구조

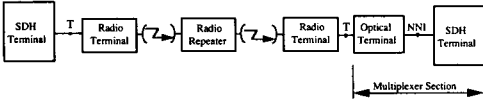


그림 5. SDH 디지털 무선중계선로 구성

표 2. 장거리 무선전송을 위한 주파수밴드 및 시스템 용량

주파수 밴드	주파수 대역 (MHz)	채널간격 (MHz)	시스템용량 (STM-1 개수)	변조방식
4 G (NZ)	3,600 - 4,200	40	12	64 QAM, Co-channel
4 G (Aus)	3,580 - 4,200	40	14	64 QAM, Co-channel
L 6 G	5,925 - 6,425	29.65	16	256 QAM, Co-channel
U 6 G	6,430 - 7,110	40	16	64 QAM, Co-channel
11 G	10,700 - 11,700	40	24	64 QAM, Co-channel

현재의 광전송 기술을 토대로 한 가장 가능성이 높은 방안으로서 WDM (Wavelength Division Multiplexing) 기술을 이용한 다중 채널방식이 제안되고 있다. [15-20] WDM 기술은 단일모드 광섬유의 저손실 파장대역 (1200 - 1600 nm 파장대역 중 100 nm 및 150 nm 폭으로서 약 30 THz에 해당)을 1 nm 또는 그 이하의 대역 간격으로 분리하여 다수의 채널을 형성하고, 가변 파장 송신장치 (tunable laser) 및 가변 파장 수신장치 (tunable filter)를 사용하여 특정 채널을 선택하게 하는 것이다. 따라서 WDMA (Wavelength Division Multiple Access) 기술은 WDM의 넓은 파장대역에 걸쳐 사용될 수 있고, 채널 선택 (wavelength tuning)이 초고속 (수 nano 초 이하)으로 수행될 수 있는 광 송수신 장치개발에 좌우된다.

WDM 통신망에서 각 노드는 가변파장 송수신기를 가진다. 수동 성형결합기 (passive star coupler)를 사용하여 비교적 단순한 구조를 가지며, 성능이 우수한 구조로서 그림 6의 방송-선택 (broadcast-and-select) 구조의 WDM 통신망이 있다. 이 구조에서 송신기는 하나 또는 몇개의 파장채널로 조율 (tuning)될 수 있으며, 이 채널을 사용하여 정보를 전송한다. 각 노드로부터의 신호들은 수동 성형결합기에 의해 혼합되어 수신측 채널들로 방송된다. N x N 방송 성형결합기는 N x 1 결합기와 1 x N 분리기 조합된 구조로 생각할 수 있으며, 결합기에서의

광신호 손실이 거의없는 장점을 지닌다. 수신측 채널에서 각 노드들은 지정된 파장채널로 조율시킴으로써 송수신 경로를 구성할 수 있다. 이때 송신측과 수신측이 동일한 파장채널을 조율시킬 수 있게 하는 채널 할당 프로토콜이 제공되어야 한다. 현재의 광전송 기술에서 송수신기의 동조가능영역이 작고 동조속도가 느린 기술 수준이므로 효율적인 채널할당 프로토콜의 개발은 매우 중요하다. 이러한 방송-선택 구조의 WDM 통신망에는 LAMBANET, FOX (Fast Optical Cross Connect), HYPASS (Hybrid Packet Switching System), STAR-TRACK, PPL (Passive Photonic Loop) 등이 있다. [15]

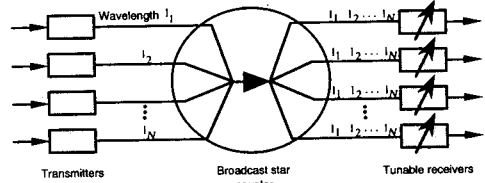


그림 6. 방송-선택구조의 WDM 다중 채널 광파 통신망 구조

WDM 통신망 구조에서는 송신노드와 수신노드간에 존재하는 중간 라우팅노드의 유무에 따라 single-hop 또는 multi-hop 네트워크로 구분된다. Single-hop WDM 통신망에서는 중간 라우팅 노드가 존재하지 않으며, 송신노드와 수신노드는 동일한 파장채널로 신속히 조율될 수 있어야 하므로 효율적인 채널 할당 프로토콜이 사용되어야 한다.

Multi-hop WDM 통신망에서는 중간 라우팅 노드들이 존재하여, 송신노드와 수신노드간의 전송경로를 구성하며, 송수신 파장이 몇개로 고정되어 있으므로 채널할당 제어정보의 교환이나 송수신장치의 조율기능이 불필요한 장점이 있다. 중간 라우팅 경로는 정규 (regular) 또는 비정규 (irregular) 논리구조의 다양한 형태로 구성될 수 있다. Multi-hop WDM 통신망 구성을 위한 정규논리 구조로서는 Shuffle-net, de Bruijn Graph, Torus (Manhattan Street Network), Hypercube 등이 응용될 수 있다. [16]

6. 무선 가입자 접속망

장소에 따른 제약없이 언제, 어디서나 통신을 하고자 하는 욕구를 충족하기위해 무선을 이용한 다양한

통신 서비스가 개발 보급되고 있으며, 무선을 이용한 차량전화, 무선 데이터, 주파수 공용통신, 무선 LAN 등의 수요가 세계적으로 급격히 증가하고 있는 상태이다.^[21-23] 이를 위해 각국에서는 개인휴대통신 서비스 (PCS : Personal Communication Service) 제공을 목표로 다양한 디지털 이동통신기술을 개발하고 있다.

유럽의 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)에서는 1991년 6월 DECT (Digital European Cordless Telecommunications)의 표준초안을 승인하였다. DECT에서는 1.88 - 1.90 GHz 대역에서 채널당 32 kbps 전송속도로 12회선을 수용하며, 시스템당 주파수분할 10 채널을 수용한다. 각 회선은 상위전송속도를 위하여 그룹단위로 묶일 수 있는데 하나의 연결은 최대 614.4 kbps의 전송속도를 가질 수 있다.^[21]

미국에서는 T1위원회 산하에 무선통신망관련 기술을 분석하기위한 T1P1 그룹을 1990년 10월 설치하였으며, 현재 UPT (Universal Personal Telecommunication) 프로젝트를 수행하고 있다. UPT 환경에서는 고정, 이동 또는 차량 등 모든 단말기로부터 망 서비스의 접속이 가능하게 된다.

LAN 기술표준을 주도하고 있는 IEEE에서는 1990년 7월 무선 LAN 기술표준을 위한 802.11 연구반을 구성하였으며, 1993년 7월에 표준안 초안완료, 11월에 ISO/IEC 상정을 목표로 매체 접속 및 제어 프로토콜을 검토하고 있다.^[24] 최근 Motorola는 마이크로파 영역인 18 GHz대에서 채널당 10MHz 대역폭 (15 Mbit/s 전송속도)을 사용하는 건물내부용 무선 LAN (WIN : Wireless In-building Network)을 발표하였다.^[25]

무선 LAN 기술에서의 중요한 관점은 각국에서 공통적으로 사용할 수 있는 주파수 대역을 확보하는 것이다. 현재 검토되고 있는 주파수 대역으로서 미국의 FCC가 허용한 902-928 MHz, 2,400 - 2,500 MHz, 5,725-5,875 MHz가 있으며, 일본 MPT (Ministry for Post and Telecommunications) 산하의 TTC (Telecommunication Technology Council)에서 제안하고 있는 1,215 - 3,400 MHz 및 17.7 - 21.2 GHz대가 있다.

7. 위성통신

현재 세계각국은 통신위성을 통하여 각종 정보를

상호교환하고 있으며, 이동통신 전용의 통신위성을 이용하여 보다 광범위한 수요층을 대상으로 한 서비스 제공을 추진하고 있다. 현재 국제전송로로 주로 사용되는 위성통신은 1-2개의 정지궤도 (GEO : Geostationary Earth Orbit) 위성을 이용하는 방법으로서 INTELSAT과 INMARSAT 등의 서비스가 있다.

최근 수십개의 저궤도 (LEO : Low Earth Orbit) 소형위성을 통하여 이동통신망을 구성하는 방안이 추진되고 있으며, 대표적으로 765 Km 상공에 66개의 소형위성을 배치하여 전세계 이동통신망을 구축하는 Motorola의 Iridium 계획이 있다. 이외에도 ODYSSEY, Project 21 등 8개 그룹이 유사한 계획을 추진하고 있다.^[26]

이들 이동통신용 저궤도 위성은 Ka, L, S 주파수 대역을 사용하며, 단말기와 위성간의 전송거리가 가깝기 때문에 집시형 안테나가 필요없이 저출력의 휴대용전화기를 사용할 수 있는 장점이 있다.

Ⅲ. 광대역 전송망 구성기술

1. 광대역 전송망 구조

향후 본격적인 광대역 정보 서비스제공을 위한 전송망 구축에서는 다양한 전송대역폭 (64 Kbit/s ~ 155 Mbit/s)의 서비스회선들을 신속하게 구성할 수 있고 망의 생존성 및 라우팅의 융통성과 함께 망운용 관리의 능숙화가 가능한 전송망 구조가 필수적이다. 이와같은 관점에서 II장 3절에서 살펴본 동기식 디지털 계위 (SDH)를 기반으로 하는 전송망이 향후 광대역 전송망의 기본구조가 될것으로 전망된다.

SDH 기반 전송망은 그림 7에서 보는바와 같이 물리링크계층과 논리링크계층으로 세분된다. 물리링크 계층에서는 동기식 전송신호인 STM-N의 종단기능이 수행되며, 논리링크계층에서는 가상회선 및 가상경로의 설정과 라우팅 및 차상위 계위로의 다중화가 수행된다.

논리링크계층은 가상컨테이너 (VCn : Virtual Container - n) 단위의 다중화 및 라우팅을 처리하는 STM 전송망과 ATM 프로토콜의 가상채널 (VC : Virtual Channel) 및 가상경로 (VP : Virtual Path) 단위로 다중화 및 라우팅을 처리하는 ATM 전송망으로 구성될 수 있다.

SDH 기반 전송망의 물리링크 계층은 STM-N (N

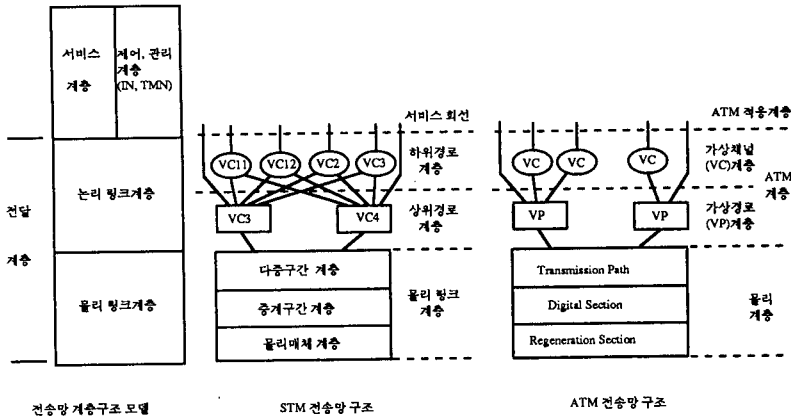


그림 7. 전송망의 세부기능 구조

≥1) 신호전송을 기반으로하며, STM 전송망과 ATM 전송망에 공통적으로 사용될 수 있다.

2. STM 전송망

STM 전송망의 논리링크 계층에서는 CCITT 권고 G.702 (디지털 신호계위)에서 규정한 1.544 Mbit/s 및 2.048 Mbit/s 계열 디지털 전송신호를 SDH에서 규정한 다중화 체계에 따라 상위 계위 신호로 만들어 155.52 Mbit/s의 SDH 기본속도 (STM-1)로 형성하는 다중화 기능 및 여다중 기능이 수행된다.

STM 전송망의 논리링크 계층에서는 그림 4에서 보는바와같이 일차적으로 1.544, 2.048, 6.312 Mbit/s 디지털 계위 전송신호를 각각 가상 컨테이너 VC11, VC12, VC2로 매핑시키고 이를 상위 계위 가상 컨테이너인 VC3 및 VC4로 다중화 시키는 하위 경로계층이 있다. 디지털 계위 전송신호 중 34.368/44.736, 139.264 Mbit/s 전송신호는 각각 VC3 및 VC4로 직접 매핑되며, 하위 경로계층에서 형성된 VC3 및 VC4와 함께 상위 경로계층에서 STM-1 전송프레임으로 다중화 및 매핑된다.

STM 전송망의 망요소장치로는 DS_n 및 STM-M 신호수용 STM-N 다중화장치 (STM-N MUX, M < N), STM-N 중계기, DS_n 및 STM-M 단위 Add-Drop 기능의 STM-ADM, Digital Cross Connect (DXC) 등이 있다.

3. ATM 전송망

ATM 전송망의 논리링크 계층은 B-ISDN의 ATM

프로토콜에서 정의하는 ATM 계층에 해당하며, 가상 채널 (VC)과 가상경로 (VP) 단위로 다중화 되어 전송된다. 물리링크의 전송경로와 가상경로, 가상채널의 관계는 그림 8과 같으며, 하나의 물리링크 상에 다수의 논리적 VP링크가 형성될 수 있고, 동시에 하나의 VP내에는 다수의 VC링크가 포함될 수 있다. ATM 전송망의 가상경로 및 가상채널은 ATM 셀 (53 바이트)의 흐름으로 이루어지며, ATM 셀 헤더에 있는 VPI (Virtual Path Identifier) 및 VCI (Virtual Circuit Identifier)로 구분된다.

ATM 전송망의 망요소로는 물리링크계층에서의 SDH 기본망 요소 (155M~10G 급 SDH 전송장치 등)와 가상경로 계층의 ATM 다중화장치 (ATM-MUX), ATM Add Drop 장치 (ATM-ADM) 및 ATM Cross Connect (ATM-DXC), 그리고 가상채널계층의 ATM 교환장치 (ATM-SW, ATM-RSS) 등이 있다. ATM 전송망의 구성방안으로서 그림 9에서 보는바와 같이 ATM 가상경로망 (Virtual Path Network)을 ATM Cross Connect 장치 (ATM-XC)와 ATM Add Drop 장치 (ATM-ADM)으로 구성하고 이를 통하여 ATM 전용회선 서비스를 제공할 수 있다.^[27] 이 구조에서는 기존 전용회선 서비스를 수용할 수 있고, 64 Kbit/s로부터 122 Mbit/s까지의 다양한 전송속도의 가상경로가 가입자간에 설정되며, 가상경로내에서는 가입자가 정의하고 관리하는 다수의 가상채널이 구성될 수 있어 멀티미디어 통신 서비스에 적합한 전용회선이 제공될 수 있다.

ATM 전송망과 STM 전송망의 논리링크계층에서

의 라우팅 성능을 비교하면, STM 전송망에서는 VCn 단위에 라우팅 정보를 포함하지 않는 반면 ATM 전송망에서는 ATM 셀 내에 자체적인 라우팅 정보 (VCI/VPI)를 포함하기 때문에 전송망 구성에 융통성이 있다. 즉 가입자망의 경우에는 가입자 서비스의 특성 (서비스 종류, 서비스분포 등)에 따른 다양한 형태 (스타, 링, 버스)의 망구성이 가능하며, 국간 전송망의 경우에는 링 또는 완전 메쉬형 구성에 적합하고 다양한 대역폭의 분기/결합 및 분배가 가능하다. 특히 ATM 전송망의 논리계층에서는 계층적 다중화가 없으므로 다중화시스템 구조가 단순하여 ATM 가상경로 (VP)를 기반으로 하는 ATM Cross Connect 시스템의 비용이 STM 시스템에 비해 20% 정도인 것으로 분석하고 있다.^[27] 또한 ATM 전송망은 경로설정이 용이하며 다중화에 따른 오버헤드가 없으므로 기존 비동기식 전송망에 비해 50%의 비용 절감이 되는 것으로 분석되고 있다.^[28]

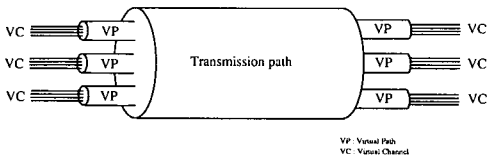


그림 8. ATM 전송망에서의 전송경로, VP 및 VC 관계

4. 광대역 전송망의 운용 및 관리

통신망의 규모가 점차 확대되고 서비스별 전송 대역폭이 저속으로부터 초고속까지 다양하게 요구됨에 따라 이를 효율적으로 제공하고 관리하기 위한 통신망 운용 및 관리기능의 중요성이 점차 부각되고 있다. 이를 위해 CCITT에서는 통신망의 운용관리 체계를 위한 TMN (Telecommunication Management Network) 표준화를 추진하고 있으며, M.3000 계열과 X.700 계열 권고안에서 이를 규정하고 있다.^[29,30] X.700 계열 권고안에서는 망관리 기능을 성능 관리, 구성관리, 장애관리, 회계관리 및 보안관리 등 5개 기능을 정의하며, M.3000 계열 권고안에서는 그림 10에서 보는 바와 같이 다양한 종류의 운용시스템 (OS : Operations System)들과 통신장비 사이에 표준화된 인터페이스를 이용한 관리정보 전달구조를 규정한다.

TMN 구조에서는 객체지향형 (Object-Oriented) 구조로서 망관리 기능을 정의하며, 통신망과 구성장치를 개념적 관리객체 (MO : Managed Object)로 표현하고, 망관리 시스템과 각 통신장치의 노드관리 기능이 Manager-Agent 관계로서 이들 MO를 관리, 운용, 제어한다.^[29] 각 통신장치의 노드관리 기능은 해당 MO를 직접제어하며, 관련정보들을 데이터 통신망 (DCN : Data Communication Network)을 통해 운용시스템 (OS)에 보고한다. 운용시스템에서는 이들 MO에 관한 정보들을 MIB

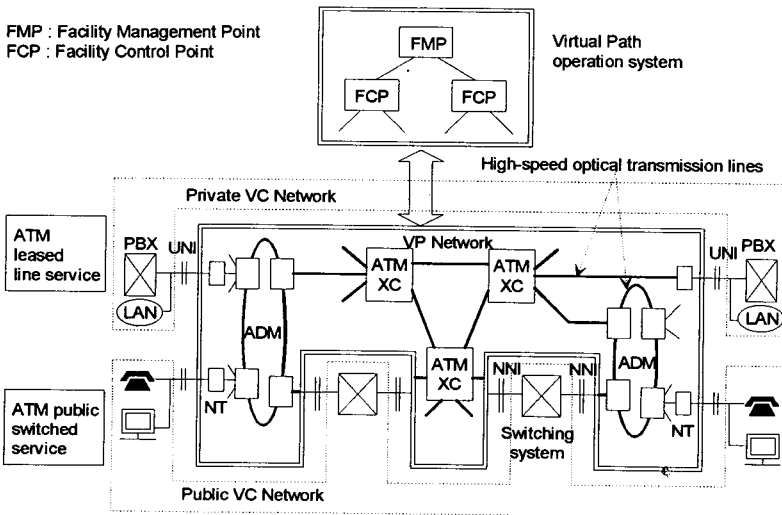


그림 9. ATM 가상경로망 구성 및 ATM 전용회선 서비스 제공 구조

(Management Information Base)로 구성하여 관리하며, 수집된 통신망 정보에 따라 경로 재설정, 보호절체, 트래픽 분산 등의 결정을 내리고, 각 노드로 제어기능을 명령한다.

망관리 시스템 (manager)과 각 통신망 요소장치 (Agent)간의 관리제어 정보전달을 위해 CCITT에서는 CMIP (Common Management Information Protocol)^[30]을 표준화하였으며, 관리정보는 데이터 통신망 (DCN)을 통해 전달된다. 관리제어 정보의 데이터 통신망은 STM 전송망의 경우 SDH 프레임의 오버헤드 구간을 사용하며, ATM 전송망에서는 SDH 프레임의 오버헤드 구간을 사용하거나 별도의 VPC (Virtual Path Connection) 또는 VCC (Virtual Channel Connection)를 설정함으로써 구성하여, 사용자 정보전달망과 논리적으로 분리한다.

최근 개방형 분산 처리 (ODP : Open Distributed Processing) 구조를 기반으로하는 차세대 망제어 및 망운용관리체계 정립을 목표로 TINA (Telecommunication Information Network Architecture)^[31] 프로젝트가 Bellcore, AT&T, NTT, BT 등 주요 통신망 사업자 연구기관을 주축으로 추진되고 있으며, 한국통신에서도 이에 적극적으로 참여하고 있다. TINA 프로젝트는 ATM/SDH 전송망을 기반으로한 통신망 구조에서의 통신서비스 제공기능과 망제어관리 기능의 통합, 통신 소프트웨어의 블럭화 및 모듈화를 통한 소프트웨어 재사용 가능성 증대, 분산처리환경의 구축, 이종제품간의 호환성과 연동성확보, 개방형 통신망 구조설계 및 국제표준화를 목표로 콘소시움을 구성하여 추진하고있다.

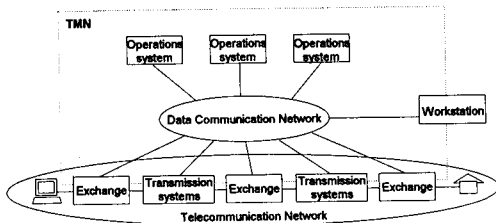


그림 10. TMN (Telecommunication Management Network) 구조

IV. 결론

광대역 종합 정보통신망 환경에서 고속 데이터 및 고화질 동영상정보가 복합된 멀티미디어 정보통신 서비스 제공을 위해서는 전송망의 광대역화와 지능화가 필수적이다. 본 고에서는 광대역 전송망 구축을 목표로 현재 연구개발되고 있는 각 분야별 광대역 전송기술의 현황 및 전망을 살펴보았으며, 광대역 전송망의 구성방안에 대하여 살펴보았다.

가입자 접속계에서는 FTTO, FTTC 및 FTTH 등의 광가입자 전송망기술과 디지털 셀룰라 및 PCN 등의 무선가입자 접속망의 개발이 지속적으로 추진되고 있으며, 기존전화선로를 이용한 고속 디지털 전송기술인 HDSL 및 ADSL기술 개발이 활발히 추진되고 있다. 또한 수십개의 저케도 (LEO) 소형위성을 통한 이동통신망의 구축이 추진되고 있어 통신서비스의 이동성이 더욱 향상되고 있다.

국간 전송계에서는 동기식 디지털 전송계위 (SDH)를 기반으로한 유무선 전송로가 확장될 것으로 전망되며, 전송망의 동기화를 통해 전송과 교환의 통합추세가 가속되고 다중화 및 전송비용이 더욱 감소될 것이다. SDH 전송로의 OAM 기능은 전송망의 제어관리 기능을 향상시켜 통신망의 지능화를 향상시킬 수 있게 된다. 국간 전송계의 초고속 전송망에서 사용되는 물리매체에서는 단일채널 광전송으로부터 다중채널의 Gigabit WDM 광전송으로 발전하고 있다.

광대역 전송망 구성방안으로는 STM 전송망과 ATM 전송망으로 나누어 고려하였다. STM 전송망의 경우 기존 전화망의 비동기식 전송망구조에서는 효율적일 수 있으나, 광대역 전송망 구축에 있어서는 다중화 및 전송로 사용효율면에서 ATM 전송망이 우수한 것으로 분석된다. 통신망의 지능화 일환으로 전송망의 제어관리기능이 TMN 구조에 따라 한층 강화될 것이며, 이를 통한 전송망의 효율성 및 생존성이 더욱 향상될 것이다.

參考文獻

[1] 전홍범, 이동면, 김영탁, "광대역 정보통신망 기술동향 및 발전전망", 전자공학회지 제19권

- 제11호, 1992년 11월.
- [2] 김영탁, 이상훈, "MAN 기술개발 현황 및 전망", 한국통신학회지 제9권 제9호, 1992년 9월, pp. 624 - 643.
- [3] 김재근, 이호재, "광대역 전송망의 구조", 한국통신학회지 제9권 제8호, 1992년 8월.
- [4] 김재근, 염홍렬, "광대역 전송기술", 전자공학회지 제17권 제2호, 1990년 4월.
- [5] J. W. Lechleider, "High Bit Rate Subscriber Lines : A Review of HDSL Progress," IEEE JSAC, vol. 9, No. 6, pp. 769-784, Aug. 1991.
- [6] D.L. Waring, "The Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) : A New Transport Technology for Delivering Wideband Capabilities to the Residence," IEEE Globecom 91, Phoenix, Az, Session 56.3.
- [7] 평가입자 전송 시스템 기술개발, 한국통신 연구보고서, 1992. 12.
- [8] 이병기, 최문기, 이만섭, "광대역 ISDN의 전개와 광 CATV", 텔리콤 제6권 제1호, 1990.5.
- [9] 이만섭 외, "광 CATV (백조) 시스템 개발현황 및 향후전개방향", 한국통신학회지 제7권 제3호, 1990년 8월.
- [10] CCITT Rec. G.707, "SDH bit rates", Jan. 1993 (revised).
- [11] CCITT Rec. G.708, "NNI for the SDH", Jan. 1993 (revised).
- [12] CCITT Rec. G.709, "Synchronous Multiplexing Structure", Jan. 1993 (revised).
- [13] 이병기, "B-ISDN의 동기식 디지털 계위", 텔리콤 제5권 제1호, 1989년 9월.
- [14] Mansoor Shafi, Les Davey, Walter Smith, "The Impact of SDH on Digital Microwave Radio : A View from Australia," IEEE Communication Mag. May 1990, pp. 16-20.
- [15] C.A.Bracket, "Dense WDM Networks : Principle and Applications", IEEE J. of Selected Areas on Communication, vol JSAC-8, No 6, August 1990.
- [16] M. Carol, R.D.Giltin, "High-performance Optical Local and Metropolitan Area Networks : Enhancements of FDDI and 802.6 DQDB", IEEE J. of Selected Areas on Communication, vol JSAC-8, No 8, October 1990.
- [17] A. Jajszyk, H.T. Mouftah, "Photonic Fast Packet Switching," IEEE Communication Mag. Feb. 1993.
- [18] R. Ramaswami, "Multiwavelength Lightwave Networks for Computer Communication," IEEE Communication Mag. Feb. 1993.
- [19] 주무정, 심창섭, "초대용량 광전송 기술", 한국통신학회지 제9권 제8호, 1992년 8월.
- [20] 이창희, 심창섭, "10 Gbps급 이상의 광통신 기술동향", 전자공학회지 제20권 제1호, 1993년 1월.
- [21] Donald C. Cox, "Wireless Network Access for Personal Communications," IEEE Communication Mag. Dec. 1992.
- [22] 양기근, "준 마이크로파대에서의 기술현황 및 이동통신응용", 한국통신 학회지 제10권 제3호, 1993년 3월.
- [23] 박동철, "마이크로파대 및 밀터미터파대의 기술현황 및 발전동향", 한국통신학회지 제10권 제3호, 1993년3월.
- [24] Victor Hayes, "Standardization Efforts for Wireless LANs", IEEE Network Mag. Nov. 1991.
- [25] Dale Buchholz, Paul Odlyzko, Mark Taylor, Richard White, "Wireless In-Building Network Architecture and Protocols", IEEE Network Mag. Nov. 1991.
- [26] Ray Sarch, "Technology 1993 : Data Communications", IEEE Spectrum, Jan. 1993.
- [27] Tomonori Aoyama, et. al, "Introduction Strategy and Technologies for ATM VP-based Broadband Networks," IEEE JSAC Vol. 10 No. 9, Dec. 1992.
- [28] Yuji Inoue, et. al, "Granulated

Broadband Network Applicable to B-ISDN and PSTN Services," IEEE JSAC Vol. 10 No. 9, Dec. 1992.

[29] CCITT Rec. M.3010, Principles for a Telecommunication Management Network, 1991.

[30] CCITT Rec. X.711, Common Management Information Protocol Specification for CCITT Application, 1990.

[31] Peter Richardson, "Integrating Network and Operations - A TINA Perspective", IEEE Region 10 Conference, TENCON 92.



筆者紹介



金永鐸

1959年 10月 5日生

1984年 2月 영남대학교 전자공학과 학사

1986年 2月 한국과학 기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)

1990年 2月 한국과학 기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

1990年 4月 ~ 1992年 12月 한국통신 연구개발단 선임연구원 (기초기술 4연구실장)

1992年 12月 ~ 현재 한국통신 통신망 연구소 통신망 구조연구부 전송망 구조연구실장



李相哲

1948年 2月 20日生

1971年 서울대학교 전기공학과 (학사)

1973年 버지니아 주립대학교 전자공학과 (공학석사)

1976年 듀크대학 전자공학과 (공학박사)

1975年 ~ 1979年 Western Union Spacecom 선임연구원

1979年 ~ 1982年 Computer Science Corp. 책임연구원 (실장)

1982年 ~ 1991年 5月 국방과학 연구소 부장

1991年 5月 ~ 1992年 12月 한국통신 연구개발단 기간통신연구본부장

1992年 12月 ~ 현재 한국통신 통신망 연구소장