

# 디지털 전송망 노드 기술

金 在 根 · 金 在 明  
(한국전자통신연구소 전송시스템연구실장,  
전송기술개발부 연구위원)

1. 서 언	나. 디지털 회선 분기/분배 기술
2. 디지털 전송망 노드 기능	4. 국내 전송망노드 기술의 응용 전망
3. 디지털 전송망 노드기술의 분석	5. 결 언
가. 디지털 신호 다중기술	

## 1 서 언

아날로그 통신망에 PCM 전송기술이 적용된 이래 디지털 전송은 주로 고속 다중신호의 두지점간(PTP: Point to Point) 반송 실현을 바탕으로 하여 커다란 발전을 하여 왔다. 최근에는 종래의 주된 서비스였던 음성 PCM 서비스의 급증은 물론 정보화 사회로의 진전에 힘입은 다양한 서비스의 급격한 확대로 인해서 전송망의 구성이 매우 복잡한 형태로 전개되고 있다. 이러한 추세는 그림 1.과 같은 구성을 갖는 통신망내에서 전송망이 갖는 기능적 역할을 더욱 중요하게 부각시켜 주고 있다.

전송망의 기능은 크게 전송/중계 기능과 망노드 기능 그룹으로 구성되며, 전자의 경우 패어 케이블, 동축, 광섬유, 무선등 전송링크 구성에 필요한 전송단말(LTE: Line Terminating Equipment) 과 중계기, 후자의 경우 신호다중, 신호 분기/분배등 전송 신호원을 형성해주는 전송망 노드 장치(TNE: Transmission Node Equipment) 등이 속한다. 이들을 현존하는 전송망과 비교하여 나타내면 그림 2.와 같다. 여기서 TNE와 LTE, 또는 TNE들 사이의 인터페이스를 망노드 인터페이스 (NNI: Network Node Interface)라 하며, 각 구성요소들은 하나의 물리적 실체로 통합되어 존재할 수 있다. 이의 대표

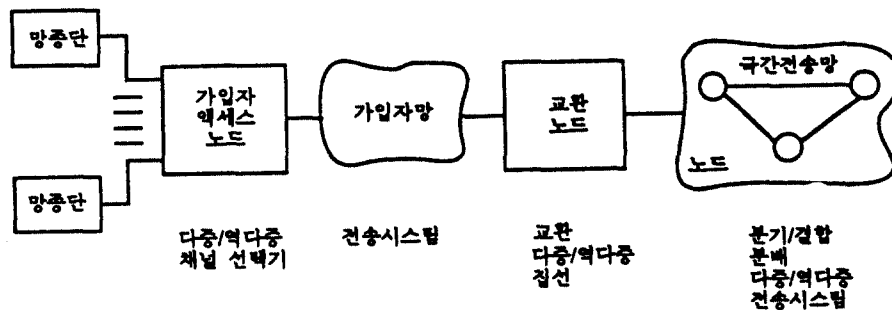


그림 1. 통신망의 구성

적인 예가 디지털 교환과 PCM 단국기능이 통합된 디지털 교환기의 디지털 트렁크이며, 이러한 통합 경향은 현재 국간 트래픽의 라우팅 및 전용/특수 회선의 물리적인 분배가 이루어지고 있는 분배가(DF: Distribution Frame)의 전자화, 자동화 단계를 거쳐 일부 기능이 디지털 교환기내로 통합되고, 디지털 다중/분기/분배 기능과 전송단말(전송매체 인터페이스 기능)이 통합되는 등 앞으로 더욱 가속화 될 전망이다.

본고에서는 전송매체와 무관하게 적용되는 공통적 기술로서 1) 전송망 구성의 융통성 및 경제성, 2) 새로운 서비스의 수요에 대한 적응성, 3) 전송망의 OAM(Operation, Administration and Maintenance) 능력 제고등과 직결되는 디지털 전송망 노드기술에 대하여 기술적 특징, 적용현황, 그리고 응용전망 등에 대해 고찰한다.

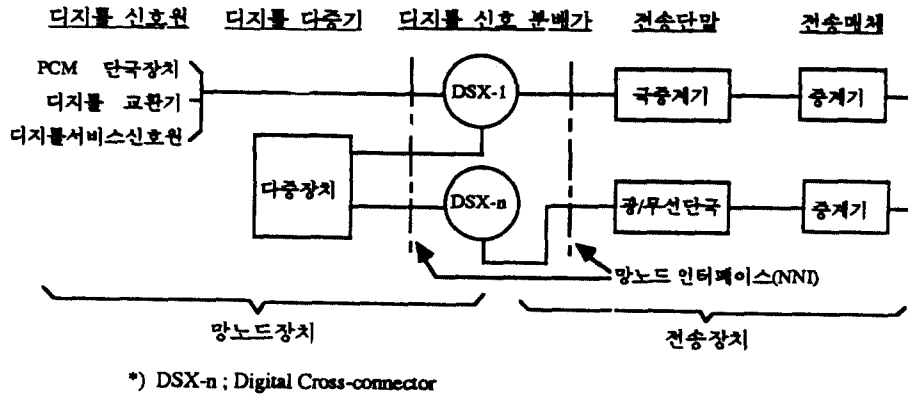


그림 2. 디지털 전송망의 구성

## ② 디지털 전송망 노드 기능

전송 서비스의 목적은 전송해야할 정보를 안전하면서 질 좋은 상태로 두지점간에 효율적으로 전달하는데 있으며, 이는 디지털 전송로상에 존재하는 서비스 자체의 속성보다는 서비스 채널 속도, 다중 전송 능력, 전송 네트워킹, 그리고 OAM 능력등에 의해 좌우된다. 이들 대부분은 TNE의 능력과 직결되며, 여기에는 크게 신호 다중기능, 신호 분기/결합 기능, 신호 분배기능, 그리고 부수적으로 전송망의 OAM 기능등이 해당된다.

신호다중은 서로 떨어진 두 지점간에 여러개의 저속신호를 하나의 고속 신호로 묶어 전송하는

것이 훨씬 경제적이면서 단순한 전송로를 구성할 수 있다는 개념으로 부터 나왔다. 관련 다중 장치의 인터페이스로서 DS<sub>n</sub> (Digital Signal level-n) 신호를 이용하는 비동기식 다중과 이후에 설명할 STM-N(Synchronous Transport Module level-N) 신호를 이용하는 동기식 다중등이 있다.

디지털 신호 분기/결합(Digital Add/Drop) 기능은 고속 신호에 포함되어 있는 저속신호를 전송로상의 중간 망노드에서 추출, 삽입하는 기능으로서 기간 전송로의 이용효율을 향상시키기 위해서 나온 개념이다. 이때 입,출력 신호는 고차군 디지털 계위 신호이고 삽입, 추출되는 신호는 상대적으로 저차군 계위 신호이다.

디지털신호 분배(Cross-connection) 기능은 그림3.과 같이 기존의 DF에서 물리적인 방법에 의해 이루어지던 디지털 신호간의 상호 접속

기능을 고속 다중 인터페이스 상에서 블럭킹 없이 전자적으로 상호 분배하기 위한 개념으로부터 나온 일종의 시분할 디지털 스위치이다.

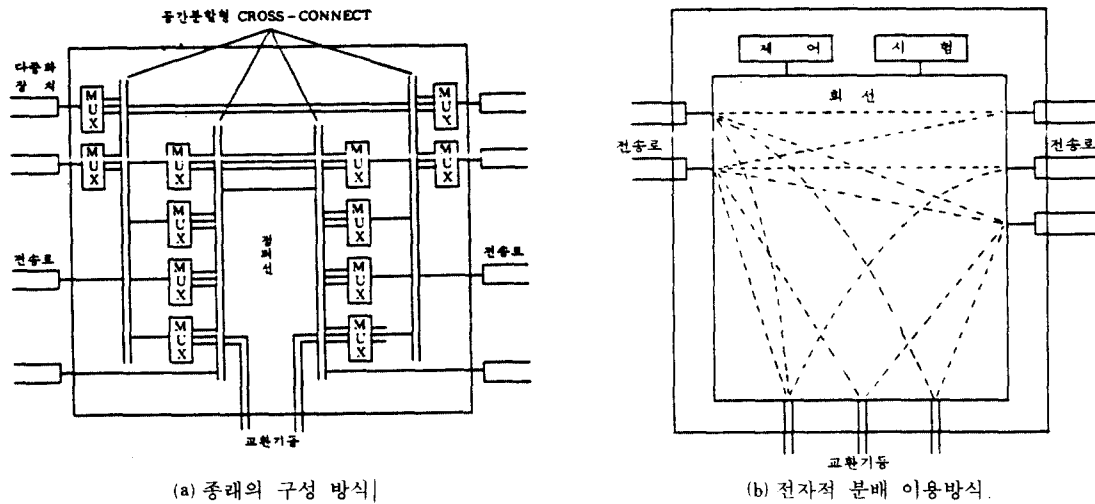


그림 3. 회선 분배기의 적용 개념

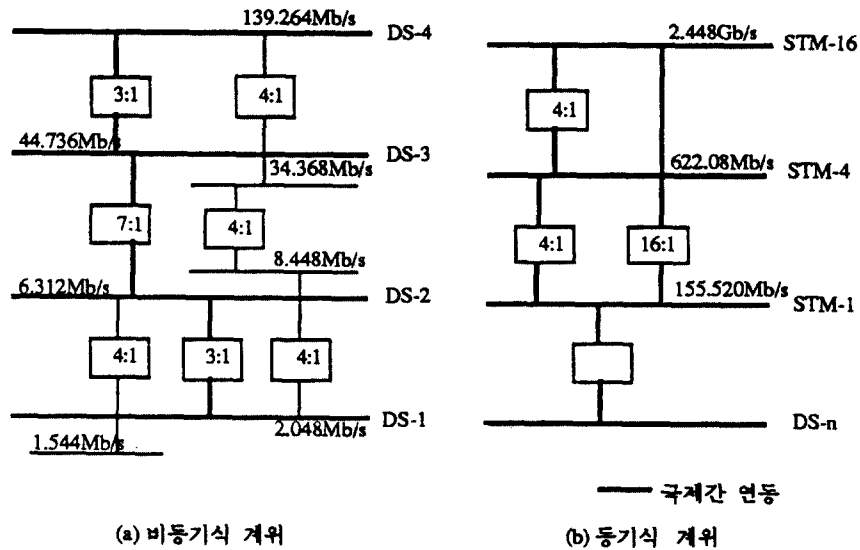


그림 4. CCITT에 의해 표준화된 디지털 계위 체계

이는 신호의 다지점 전송(PTMP; Point To Multi-Point)은 물론 전송로 상태감시 및 회선 시험에 매우 큰 잇점을 갖는다. 또한 다수의 고차군 다중신호를 입,출력 신호로 이용하고, 분배신호 단위로서 서비스 채널 또는 DS<sub>n</sub> 신호를 이용한다.

상기된 기능들은 물리적으로 독립된 형태(PCM 단국장치, 고차군 다중장치, 회선 분기장치, 회선 분배장치 등) 또는 통합된 형태(디지털 회선 분기/분배 장치 등)로 존재할 것이며, 이의 NNI에는 그림 4.와 같은 디지털 계위 체계가 세계적으로 적용되어 오고 있다.

여기서 DS-n 신호는 다중화될 종속신호들이 비동기된 상태에서 적용하고, STM-N 신호는 동기된 상태에서 적용한다. 이들의 관련 인터페이스는 보통 전자의 경우 비동기식 NNI, 후자의 경우 동기식 NNI라 한다.

여기서 앞으로 국내 전송망에 적용될 것으로 예상되는 각 TNE/LTE 사이의 NNI에 존재하는 서비스 채널의 속도와 전송속도, 디지털 신호

분배 장치(DCS; Digital Cross-Connection System)의 분배채널 속도간의 상호관계를 체계적으로 표시해보면 그림 5.와 같다.

### [3] 디지털 전송망 노드기술의 분석

#### 가. 디지털 신호 다중기술

디지털 신호의 다중화 방법으로는 정보의 전달 방법에 따라 크게 STM(Synchronous Transfer Mode)다중과 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 다중으로 구분할 수 있으며, 전자의 경우 시분할 다중구조에 따라 비동기된 종속신호의 다중에 적합한 비동기식 다중과 동기된 종속신호의 다중에 적합한 동기식 다중방식으로 구분할 수 있다. 또한 후자의 경우 크게 통계적 다중과 ATM 셀(Cell)의 논리적 다중으로 구분할 수 있으며, 본고에서는 현재 가장 많이 이용되고 있는 STM 다중과 앞으로 크게 각광을 받을 것으로 예상되는 ATM 논리다중에 대한 원리 및 특징등을 분석, 제시한다.

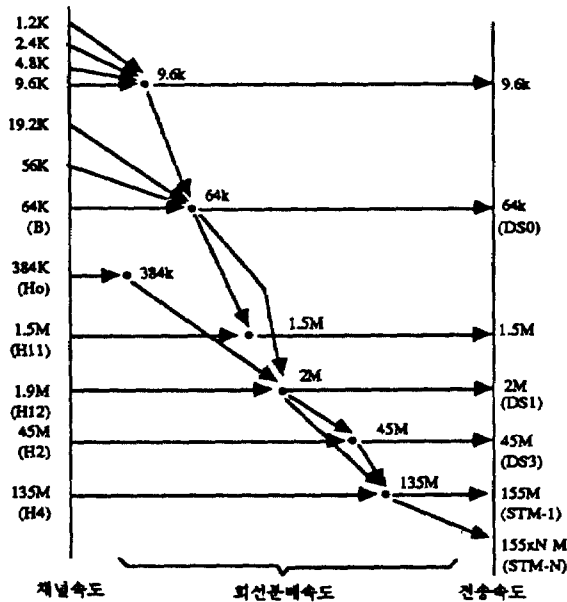


그림 5. 속도측면에서 본 전송망의 기능

#### (가) STM 다중 기술

STM 다중구조는 고정된 구조의 프레임에 주기적으로 전송하며, 하나의 프레임내에는 회선의 호실정으로 부터 해제시까지 프레임내에 할당된 고정된 영역을 점유토록 함으로서 정보 흐름의 투명성을 갖도록 하고 있다. 본 항에서는 국제적으로 표준화된 비동기식과 동기식 다중방식의 원리 및 특징을 살펴보기로 한다.

비동기식 다중 원리는 그림6과 같다. 즉 비동기되어 있는 여러 입력 종속신호들을 스테어링 동기기법에 의해 동기시킨 뒤 동기된 종속신호의 단순 비트 인터리빙을 통해 프레임내의 일정 영역에 순차적으로 할당함으로써 다중화되며, 역다중화는 역동기화기를 통해서 스테어링 비트를 추출, 제거하는 등 다중화의 역과정을 따른다. 이때 프레임 구조에는 프레이밍 정보, 스테어링 제어 정보, 기타 전송 성능 검사를 위한 오버헤드 정보들이 할당되어 이용된다.

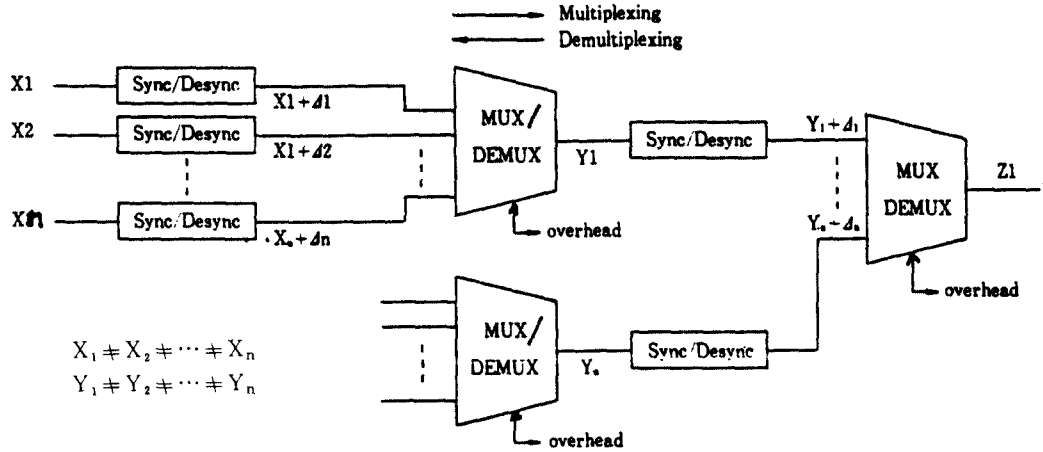


그림 6. 비동기식 다중원리도

이들 비동기식 다중 프레임 구조상의 특징을 보면, 프레임의 반복 주기는 125us(8KHz)가 아니고, 스테핑 비트가 존재하기 때문에 상위 다중 레벨로의 다중화시 반드시 단계적인 다중 절차가 요구되며, 다중 레벨 상에서 임의 신호에 대한 직접적인 인식이 불가능하다. 이러한 다중 구조에 해당되는 신호로는 기존 디지털망에서 주로 이용되어 오고 있는 DS2, DS3, DS4, DS5 등의 비동기식 NNI 신호들이다.

한편 동기된 입력 종속 신호들을 대상으로 하는 동기식 다중 원리는 그림 7.과 같다. 즉 각 입력 신호들은 단순히 바이트 인터리빙되어 다중 프레임 상의 고정된 위치에 할당된다. 동기식 다중 프레임구조상의 특징을 보면, 프레임의 반복주기는 125us(8KHz)이고, 기본 서비스 속도인 64Kb/s 단위의 신호 수용에 적합한 8비트 바이트 단위의 정방형 구조를 갖는다는 점이다. 이와 같은 방식은 망이 동기된 상태이어야 한다는 제약은 있으나 다중 기능의 실현이 용이하고, 상위 다중 레벨로의 한단계 (1 step)다중이 가능하며, 따라서 다중 레벨상에 존재하는 임의 신호에 대한 직접적인 인식이 가능하다는 장점을 갖는다.

이와같은 동기식 다중 원리를 이용하는 대표적

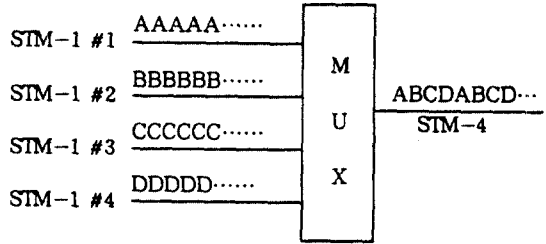


그림 7. 동기식 다중 원리도

인 것으로는 현재까지 가장 많이 이용되는 DS1 (1.544Mb/s, 2.048Mb/s) 프레임 구조를 갖는 신호들이며, 이는 기존 비동기식 계위 신호의 기본 신호 및 디지털 교환기와의 직접 인터페이스 신호로 활용되어 오고 있다. 최근 들어서는 새로운 국제 표준의 동기식 디지털 계위가 정의된 바 있다. 본 고에서는 향후 전송망의 기본신호로서 활용될 155.520Mb/s급 STM-1 신호의 다중구조에 대해 자세히 살펴보기로 한다.

STM-1(Synchronous Transfer Module-level 1) 신호의 속도 및 구조는 1) 64Kb/s 정수배로 설정된 ISDN 서비스의 효과적인 수용을 위한 8비트 바이트 단위 및 125us 주기의 프레임, 2) 기존 비동기식 NNI 신호(모든 복미 및 유립

방식 디지털 신호)의 용이한 수용을 위한 9 바이트 단위 구조, 3) CMOS 소자기술의 발전성 (수년내 150-200Mb/s 신호처리), 4) 수용될 디지털 서비스의 주파수 점유 대역(최대 HDTV: 135Mbps급), 5) 효율적인 OAM 기능의 실현을 위한 오버헤드 확보 등을 고려하여 그림 8.과 같은 8비트 바이트 단위, 9x270바이트 정방형, 125us(8KHz) 프레임 주기를 갖는 15.520Mb/s 속도의 STM-1 구조가 설정되었다.

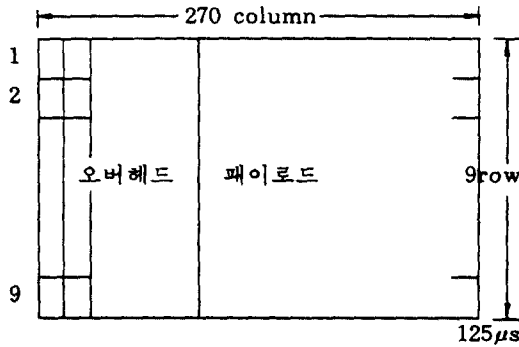


그림 8. STM-1의 프레임 구조

STM-1의 종속 신호로는 1.544Mb/s 계의 DS1, DS2, DS3 신호와 2.048Mb/s 계의 DS1, DS2, DS3, DS4 신호, 그리고 광대역 서비스 채널들로서, 이들은 C(Container), VC(Virtual Container), TU(Tributary Unit), AU(Administrative Unit) 등의 단계적 다중요소로 형성되어 STM-1 프레임 내의 페이로드에 융통성있게 배열된다. 이러한 다중요소 역시 주로 자체 OAM을 위한 오버헤드와 전송될 정보를 운반하는 페이로드로 구성되며, 바이트 단위의 정방형으로 구성된다. 다중 요소는 관련 기호(C, VC, TU, AU)에 기존 비동기식 신호계위에 해당하는 숫자 (n)와 복미 또는 유럽 계위 신호를 구분하는 숫자(m)를 첨자를 부가하여 표시된다. 예를 들면, VC11은 1.544Mb/s DS1 신호의 VC, VC12는 2.048Mb/s DS1 신호의 VC를 의미한다.

컨테이너 (C,VC)는 동기식 전송망에서 각종속신호들의 PTMP 전송을 위하여 STM-1 프레임 내의 일정 영역을 1개 이상의 가상 컨테이너 (VC)들로 구성하여, 여기에 해당디지털 신호(DS1~DS4등) 또는 광대역 서비스(H1~H4등) 채널을 채워 넣는다. 경로 (path)는 VC가 형성되고 해체되는 지점 사이의 전송로를 지칭하며, 경로 OAM을 위한 오버헤드가 경로 오버헤드 (POH: path overhead)이다. 따라서 각 VC 신호 단위로 OAM 기능이 수행될 수 있고, VC는 최선 분배 단위로 활용된다.

유니트(unit)는 AU(Administrative Unit)와 TU(Tributary Unit)가 있으며, AU는 STM-1의 페이로드를 점유하고 있는 VCn (n=3,4) 과 STM-1 페이로드 내에서 VCn의 시작 위치를 나타내는 포인터(PTR)로 구성되며, TU는 VCn (n=2,3,4)의 페이로드를 점유하고 있는 하위 VCn-1과 관련 포인터로 구성된다. 한편 포인터 정보는 STM-1 또는 VCn 프레임의 특정 위치에 고정되어 있으며, 이는 STM-1 (또는 VCn) 프레임의 페이로드 내의 임의의 위치에 VCn-1을 융통성있게 배열시킬 수 있다. 그림 9와 같은 포인터 동기기법은 FAS(Frame Alignment Signal) 에 의한 프레임 동기 기법과 유사하게 동작하며 VC 단위의 신호 분기/분배 기능의 실현을 위하여 전송로상의 지터나 완더 등의 신호의 전파시간 변화에 따른 영향을 제거하거나, 해당 VC 신호의 형성과 해체에 이용되는 클럭들이 서로 독립된 클럭인 경우 두 신호 간의 클럭차를 보상하는데 유용하다.

한편 STM-1(155.520Mb/s)은 AUn(n=3, 4)에 전송구간의 OAM을 위한 구간 오버헤드 (SOH: Section OverHead)를 추가하여 형성되며, STM-N(155.520M X N)신호는 N개의 STM-1에 대한 단순 바이트 인터리빙에 의해 형성된다. 이러한 과정을 간단히 나타내면 다음과 같으며, DSn 신호의 다중화 과정별 신호의 구조는 표 1.과 같다.

- (1) 종속 신호: DS-n 신호 또는 Hn 서비스 (n=1,2,3,4)

- (2)  $C_n$ :  $DS-n+OH$ ,  $H_n+OH$  (OH: 고정된 스타핑 비트 또는 오버헤드)
- (3)  $VC_n$ :  $C_n+VC_n$  POH
- (4)  $TU_n$ :  $VC_n+TU_n$  PTR
- (5)  $VC_n$ :  $M \times TU_{n-1}+VC_n$  POH ( $n=2,3$ ,
- 4)
- (6)  $AU_n$ :  $VC_n+AU_n$  PTR ( $n=3,4$ )
- (7) STM-1:  $L \times AU_n+SOH$  ( $n=3,4$ )
- (8) STM-N:  $STM-1 \times N$  ( $N=1,4,8,\dots$ )

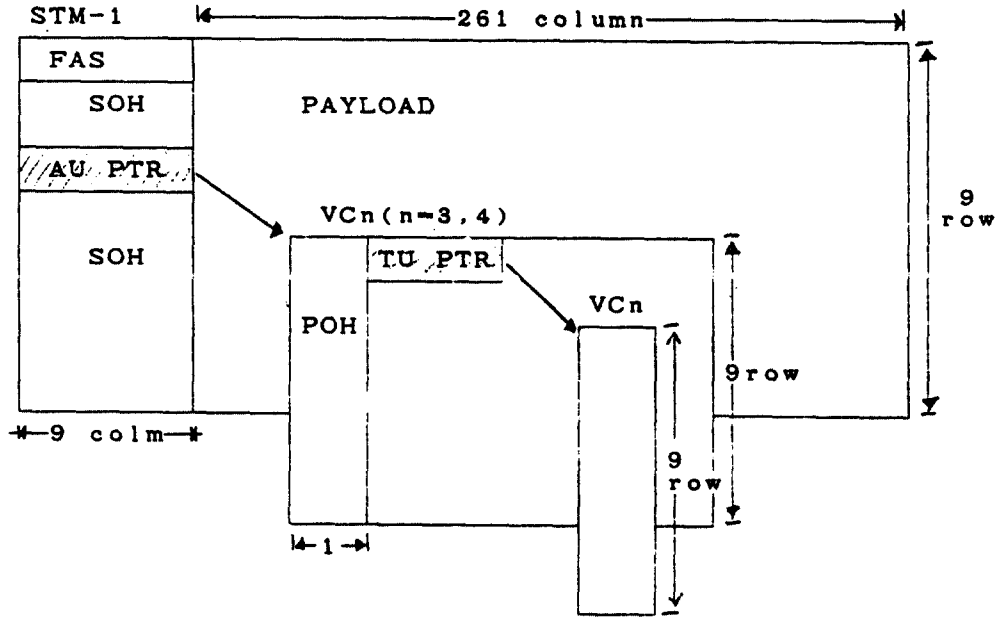


그림 9. 포인터를 이용한 동기 방식

표 1. 신호다중 요소별 용량 및 속도

중속신호	신 호	DS-1		DS-2		DS-3		DS-4
	속도(Mbps)		1.544	2.048	6.312	8.448	34.368	44.736
C	신 호	C11	C12	C21	C22	C31	C32	C4
	용량(바이트)	25	34	106	142	9×64	9×82	9×260
신 호 VC	신 호	VC11	VC12	VC21	VC22	VC31	VC32	VC4
	용량(Mbps)	1.664	2.240	6.848	9.152	37.248	48.960	150.336
	구조(바이트)	26	35	107	143	9×64+6	9×85	9×261
TU / AU	신 호	TU11	TU12	TU21	TU22	TU31*	TU32*	AU 4
	속도(Mbps)	1.728	2.304	6.912	9.216	37.440	49.152	150.528
	구조(바이트)	9×3	9×4	9×12	9×16	9×65	VC32+3	VC4+9

주) 1) 각 VCn별 페이로드 용량은 Cn과 동일.  
 2) STM-1의 페이로드 용량은 9×261바이트임.  
 \*) AU/TU 공통

이상에서 설명한 비동기식 다중 대 동기식 다중방식의 특징을 비교하면 표 2와 같다.

표 2. 비동기식 다중기술과 동기식 다중기술의 비교

구 분		비동기식 다중	동기식 다중
프레임	주기	-	125us 주기
	구조	비트단위, 정방형	바이트단위, 정방형
다중 특성		스터핑동기 요구, 단계적 다중	한단계 다중
망 구성		신호의 PTP 전송 메쉬형 전송	신호의 PTMP 전송 스타/링형 전송
서비스 수용성		협대역(B, Ho) 채널 수용	디지털 서비스의 직접 액세스 가능 협/광대역 ISDN 서비스 수용
OAM 능력		오버헤드의 확보 불가	충분한 오버헤드 확보
교환기 접속		어려움	용이함
장치의 규모		매우 복잡함	단순함
적용신호		DS2, DS3, DS4	DS1, STM-1, STM-N

PTP: Point To Point PTMP: Point To Multi-point  
OAM: Operation, Administration and Maintenance

비동기식 다중구조에 비해 동기식 다중구조는 프레임 주기가 8KHz 이고 바이트 단위의 정방형 구조를 갖기 때문에 앞으로 일반화될 ISDN 서비스 (64Kb/s 기본)의 수용에 적합하고, 신호의 직접 액세스가 용이하다. 따라서 다중 프레임상에서 임의 신호의 직접 인식이 어려운 비동기식 다중신호로부터 저속신호를 분리하기 위해서는 장치의 back to back 구성이 요구되는 반면에 동기식 다중 구조를 이용하면 신호의 다지점간 전송로를 용이하게 구성할 수 있다. 또한 비동기식 다중에서는 종속 신호의 동기화에 필요한 스템핑 비트의 제어가 복잡하고 다중도 단계적으로 이루어져야 하는 반면에 동기식 다중에서는 이러한 비능률성을 제거할 수 있다.

한편 비동기식 다중은 종속신호가 저차군 신호로 고정되고, 다중 프레임내의 모든 정보가 일정한 용도로 고정되어 있기 때문에 망의 지능화에 필요한 오버헤드 정보의 확보가 거의 불가능한 반면에 동기식 다중구조에서는 앞으로 예측되는 용도의 충분한 양의 오버헤드가 확보되어 있다. 교환기와 접속되는 인터페이스는 동기식 다중구조와 친화성이 있기 때문에 기존이 비동기식

계위중 DS1급 만이 활용되고 있으며, 나머지 비동기식 상위 계위신호는 다중구조가 복잡하여 전혀 이용되지 않고 있다. 장치의 경제성 측면에서 보면, 비동기식 상위 계위로의 다중에서는 반드시 단계적 다중(DS1...>DS2...>DS3...>DS4)을 거쳐야 되기 때문에 상위 다중장치가 매우 복잡해지는 반면에 동기식 계위를 적용하는 다중화 장치의 경우 어떤 레벨의 신호이든 간에 한단계 다중 및 단순 바이트 인터리빙으로 성취되기 때문에 매우 경제적으로 실현할 수 있는 장점을 갖는다.

(2) ATM 다중기술

ATM 다중신호는 그림 10.과 같이 고정된 길이를 갖는 셀(Cell)의 주기적인 배열 구조를 가지며, 이들은 순수한 셀로 구성된 구조(a)와 STM-1/N의 패이로드를 이용하는 구조(b-d)로 존재한다.

ATM 셀은 5바이트의 헤더부(Header)와 48바이트의 정보 영역부(Information field)로 구성되며, ATM을 이용한 논리적 다중은 여러 신호들이 정보영역부를 공유토록 하고 하나의



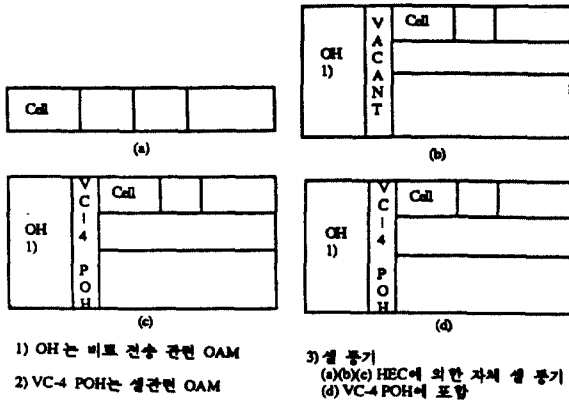


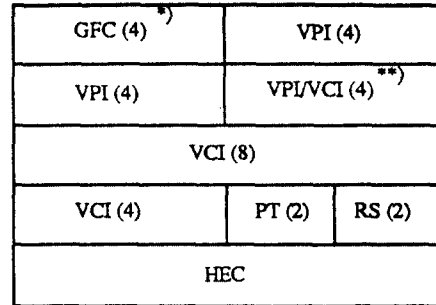
그림 10. ATM 셀의 프레임구조

셀에는 오직 한 종류의 정보만이 할당되도록 제어함으로써 수행되고, 따라서 소요대역의 순간적인 적응성을 실현할 수 있다. 여기서 ATM 다중화시 ATM 헤더부의 기능 및 계층구조가 매우 핵심적인 역할을 수행하기 때문에 이에 대해 자세히 기술한다.

가입자와 망간 인터페이스(UNI: User Network Interface)에서의 헤더부의 구조는 그림 11.과 같다. 여기서 GFC(Generic Flow Control)는 실시간 대화형 서비스나 데이터 서비스등 신호지연의 허용정도에 의해 주어지는 우선 순위에 따라 신호의 흐름을 제어하기 위해서 사용되고, VPI(Virtual Path Identifier)와 VCI(Virtual Channel Identifier)는 교환 또는 전송 노드에서 ATM 셀의 라우팅에 필요한 정보를 갖는다. PT(Payload Type Indicator)는 ATM셀을 나타는 전송 프레임의 형태(그림 10참조)를 나타내며, HEC(Header Error Check)는 헤더부 정보에 대한 다수 에러의 검출 및 한 비트 에러 정정 능력이 있는 에러 검사 코드( $X^8+X^2+X+1$ )이다.

이러한 헤더부는 가상경로(virtual path)의 생성점과 종단점(VPT: Virtual Path Terminator) 사이에서 투명성을 가지며, 하나의 물리적 링크 상에는 다수의 가상 경로가, 하나의 가상 경로에는 다수의 가상채널(Virtual Channel)이 구성될

수 있다.

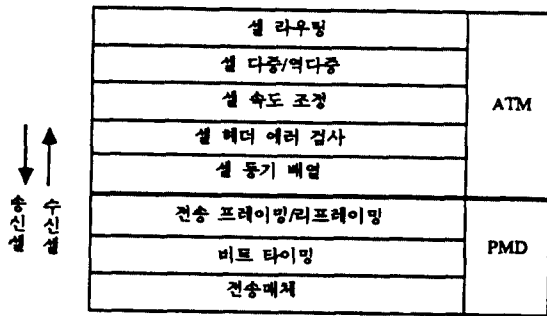


\*) NNI에서는 VPI로 사용  
\*\*) NNI에서는 VCI로 사용  
GFC: Generic Flow Control  
VCI: Virtual Channel Identifier  
PT: Payload Type Identifier  
RS: Reserved  
HEC: Header Error Check

그림 11. ATM 헤더부의 구조

한편 교환노드 및 NNI 상의 망노드에서 ATM 셀의 다중/라우팅에 요구되는 ATM의 계층적 모델은 그림 12.와 같다. 즉 임의의 전송 매체를 통해 수신된 신호는 입력신호로 부터 추출된 클럭을 이용하여 데이터를 재생한후 다중 프레임으로 부터 순수한 ATM 셀만을 추출, 배열시키며, 이때 셀 스트림은 규정된 일정한 속도를 갖는다. 셀의 경계는 그림 10.의 전송 프레임에 따라서 HEC를 이용하여 자체 동기 (a,b,c)시키며, STM-1의 리프레임 단계에서 추출되는 포인터에 의해 동기(d)시켜 빈 셀이나 에러 발생셀을 제외한 유용한 셀만을 추출한 후, 수신 셀의 속도와는 무관한 셀을 형성시킨다. 이들은 VC/VP의 값에 따라 셀별로 분리되어 역다중이 수행되며, 셀의 라우팅이 수행된다. 한편 ATM 셀의 송신을 위한 ATM 다중은 각 VP/VC로부터 라우팅된 유용한 셀들만을 모아서 역다중의 반대 과정에 따라 수행된다. 여기서 VCI를 처리하는 노드는 호처리 기능(주로 ATM 교환)을 가짐은 물론 새로운 VPI를 형성시키며, 이때 해당 VPI의 기 설정된

점유대역에 따라 호를 설정 또는 해제한다. 또한 VPI는 단지 설정된 ATM 호에 대한 셀의 라우팅용으로서 주로 ATM 다중장치 및 신호 분기/분배 장치에서 이용된다. 여기서 전송망 노드가 VCI관련 호처리 기능을 가질 수도 있으나 이때는 전송로상의 VPI에 대한 전송대역의 관리능력도 동시에 부여되어야 한다.



PMD: Physical Medium Dependent

그림 12. 계층적 모델

(3) STM 다중 대 ATM 다중 비교

STM 다중 대 ATM 다중방식의 특징을 비교하면 표 3.과 같이 요약할 수 있다. STM 다중의 경우 미리 할당된 고정대역의 신호에 대해 호 지속시간 동안 정보흐름의 투명성을 갖기 때문에 정보의 손실이 거의 없으며, 신호지연의 정도가 일정하고 아주 작다. 반면에 ATM 다중은 입력단에 도달된 여러 정보들을 일정한 길이로 분리하여 이를 주기적으로 반복되는 셀의 정보영역을 공유토록 하여 비주기적으로 전송하기 때문에 복잡한 신호흐름의 제어가 요구되고, 존재하는 신호의 과다에 따라 신호의 지연이 가변적이고 정보의 손실확율이 상대적으로 크다. 그러나 전송 대역폭을 보다 효율적으로 이용할 수 있는 장점이 있다.

서비스의 수용성 면에서 보면, STM에서는 서비스 대역에 따라 프레임내의 일정한 고정된 영역을 확보하여야 하는 반면에 분배 서비스의 제공이 용이하고, ATM에서는 입력신호의 속도와 무관하게 이를 일정한 길이(48 비트)의

표 3. STM과 ATM의 특징비교

특성	구분	STM	ATM
수용정보의 속성		연속/적주적 정보	버스트성 정보
다양한 대역신호의 수용성		제한됨	융통적임
채널의 공유 여부		불가능	가능
광대역 서비스의 안정성 및 가격		좋음	나쁨
분배서비스에의 적용성		좋음	제한됨
전달정보의 지연 정도		일정하고 아주작음	가변적이고 큼
정보의 손실 정도		없음	있으나 매우 적음
다중장치 및 연동장치의 규모		상대적으로 단순	상대적으로 복잡
서비스/신호의 통합점		가입자 액세스점	모든 통신망 노드
적용 망의 형태		STM 통신망	ATM 통신망
기술/표준의 가용성		현존	연구중
적용에		PSTN, CSDN	PSDN, B-ISDN

셀로 나누어 전송시키기 때문에 속도에 대한 적응성 및 접선 기능을 동시에 실현시킬 수 있는 반면에 분배 서비스의 제공에는 다소 어려움이 존재한다.

ATM을 적용하는 다중장치는 STM 다중장치에 비해 실현이 훨씬 어려우며, STM 다중은 기존 전송 프레임 구조가 STM을 기본으로 하기 때문에 기존망과 호환성은 있으나 ATM 다중은 주변 인터페이스 환경이 ATM 기본으로 전환될 경우에만 가능하다. 따라서 ATM의 적용초기에는 기존망과 연동을 위한 전달 모드간 변환(STM <...>ATM) 기능이 요구된다.

한편 STM의 경우 장치개발에 필요한 국제적인 기술 표준이 마련된 상태이나 ATM의 경우 현재 표준화 연구가 진행되고 있으며, 다양한 속도의 서비스가 제공되는 광대역 ISDN의 궁극적인 해는 ATM이 될 것이나 통신망 구성요소들이 ATM 기본으로 전환되어야 하기 때문에 ATM의 초기 적용시기는 최소한 5년 이후가 될 것이다.

나. 디지털 회선 분기/분배 기술

(1) 기능 및 응용

디지털 회선 분기/분배 기술은 크게 표 4.와 같은 세가지 기본적인 기능을 갖는다. 집선/분기 (concentration and segregation)에서는 회선 교환 서비스 채널과 특수 서비스 채널이 혼재되어 있는 전송로의 입력 디지털 신호를 수신하여 특수 서비스용으로 할당된 특정 전송로로 서비스 채널을 집선 또는 분기한다. 집선은 장치와 회선의 이용효율을 증가시킬 수 있고, 분기는 케이블 구성을 간단히 할 수 있다. 또한

국별, 서비스별 신호분류 (grooming)는 여러 종류의 서비스 채널을 갖는 입력 신호로부터 같은 종류의 서비스별로 분류하거나 다국 신호 입력을 목적지 별로 분류하여 전송한다. 분기/결합은 한 교환국에서부터 오는 여러 채널중 일부를 전송로 중간에서 추출하여 전송하고, 또한 전송되어온 신호를 삽입함으로써 회선의 이용 효율을 증가시킬 수 있다.

표 4. 디지털 회선 분기/분배 기술의 기본 기능

적용 형태	구 성	내 용
집선 (concentration)/ 분기 (segragation)		여러개의 전송로에서 오는 신호 채널을 하나의 전송로로 집선/분기
국별, 서비스별 신호 분류 (grooming)		다국에서 오는 여러 종류의 서비스가 혼재된 전송로들로부터 같은 국 또는 서비스별로 신호를 분류
결합 (add)/ 분기 (drop)		두국간의 전송로에 개입하여 자국에 해당되는 채널을 분기하고 또 상대국으로 채널을 전달함

회선 분기/분배 기술의 응용영역은 전용선 서비스 망, 사설 서비스 망, 다중 DS0 급 서비스 망 등을 들 수 있고 이를 망에 적용함으로써 교환국간의 회선 배열의 단순화, 국간 통신량의 효율적 제어, 교환기 인터페이스 수의 감소, 경제적인 가입자 서비스 제공 등의 효과를 거둘 수 있다. 주요 기능은 시/일/월/년 단위의 채널 교환, 서비스별 신호 분류/분기, 시험 접속 기능, 경보 감시, 집중화된 장애 관리, 성능 관리, 그리고 유지보수 기능 등이 있다.

(2) 비동기식 NNI 기본 분기/분배 기술

지금까지 개발된 디지털 회선 분기/분배 장치는 주로 기존의 비동기식 NNI, 즉 DS<sub>n</sub> 신호와 인터페이스하도록 구성되고, 여기서 디지털 회선 분기/결합 단위는 고차군 DS<sub>n</sub> 신호에 포함되어 있는 저차군 DS<sub>n</sub> (n=1,2) 신호를 디지털 회선 분배 단위는 DS<sub>0</sub> (64Kb/s)로 부터 저차군 DS<sub>n</sub> 신호를 갖도록 구성되고 있다. 그림 13.은 이의 기능 블록도이다.

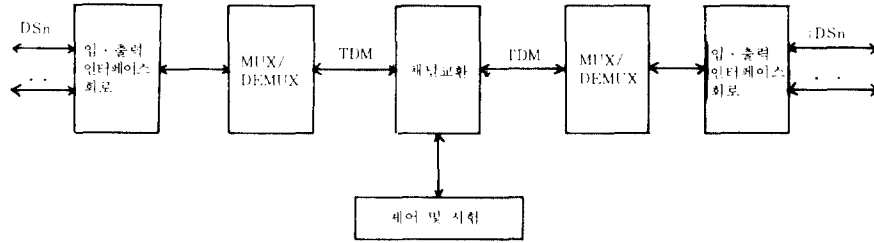


그림 13. 기존의 디지털 회선 분기/분배 장치의 기능 블록도

입·출력 인터페이스 회로는 DS<sub>n</sub> 신호와의 인터페이스 기능, MUX/DEMUX 회로는 회선 분배에 적합한 단위까지의 다중/역다중 기능, 채널 교환 회로는 회선 분기/분배 단위의 채널 교환 기능, 그리고 제어 및 시험부에서는 회선/장치의 제어 및 시험 기능을 수행하도록 구성된다.

기 운용되고 있는 장치의 회선 분배 단위는 DS<sub>1</sub>, 복수 DS<sub>0</sub>, 그리고 56Kb/s 이하의 서브레이트(subrate) 데이터 등이 있으며, 이의 시스템 규모는 32-15360 DS<sub>0</sub> 신호 급이다. 주요 실장

기능에는 다점 접속/분배 (multi-point bridge) 기능, 음성 신호 접속 기능, 음성 회선 회의 기능, 자동 절체 기능, 그리고 자동제어 기능 등이 있다. 이러한 장치의 응용영역은 국가 전송망에서 기업내 또는 가입자망 분야까지 확산되고 있다. 특히 고속 신호의 분기/분배 요구가 증대됨에 따라 DS<sub>3</sub> 신호상에 포함된 DS<sub>1</sub> 신호 단위로 분배하는 디지털 회선 분배 장치도 도입되고 있으며, 현재까지 개발된 대표적인 디지털 회선 분배 장치의 주요 제원은 표5와 같다.

표 5 대표적인 디지털 회선 분배 장치

분류	망 용 용				전용망용용		
시스템 명	M 20	DACS II	DACS VI	ACE	M3000	DATAx MMM	
개발 기관	NTT	AT&T	AT&T	BT	NTT	NEC	
인터페이스 종 류	1.5Mb/s 6.3Mb/s 2.8Mb/s	1.5Mb/s	1.5Mb/s	2M/bs	64,384,768 1536,6144Kb/s	좌동	
회선분배 단위	6×64Kb/s	64Kb/s	1.5Mb/s	n×64Kb/s	n×0.4, n×3.2 n×8, n×64Kb/s	n×3.2 n×8, n×64Kb/s	
장치	인터페이스	DS <sub>2</sub> ×320	DS <sub>1</sub> ×640	DS <sub>3</sub> ×248	DS <sub>1</sub> ×128	6.3Mb/s×4	1.5Mb/s
	규모 채널수	15,360채널	7,680CH	83,328CH	3,840CH	약400CH	약120CH
스위치 구성	T+T-S-T	T-S-T	공간분할스위치	T-S-T	복합 T 스위치	좌 동	

(3) 동기식 NNI 기본 분기/분배 기술

동기식 NNI를 바탕으로 하는 전송망을 동기식 전송망이라 하며, 여기에 적용되는 회선 분기/분배 기술은 망 구성의 융통성, 경제성 실현

에 핵심적 역할을 담당하고 있다. 즉 동기식 기본 계위 신호인 STM-1 신호에는 다양한 용량의 DS<sub>n</sub> 신호들이 포함되어 있고, 이들은 동기식 다중 레벨 상에서 직접 액세스할 수 있기 때문에

국간 트래픽 양을 시간/일/월/계절/년 단위로 조절할 필요가 있을 경우에 DS<sub>n</sub>을 포함하고 있는 VC<sub>n</sub>을 쉽게 채널 교환함으로써 전송 기능의 융통성 및 경제성을 기할 수 있다. 이때 이중 계위 신호 또는 STM-1 간의 연동은 그림 14.에서 보는 바와 같은 TUG2, VC3, VC4등의 다중 요소를 이용하여 실현한다.

STM-1 신호의 상호접속은 다중 요소의 정합을 통해 수행되며, 기본적으로 다음의 4가지 경우에 따라 수행된다. 이중 대표적인 경우를 예로 들어 설명한다. (i) 양 STM-1이 동종의 AU구성된 경우: AU를 직접 구성하는 VC 단위로, 즉 AU-4는 VC-4, AU-3는 VC-3 단위로 상호 접속된다. (ii) 양 STM-1 신호가 이종의 AU에 의해 구성된 경우, 다음의 각 경우에 따라 양 STM-1 신호의 다중요소를 일치시킨후 상호 접속된다. (1) STM-1 신호가 동종의 C3로 구성된 경우, 예를 들어 한쪽 STM-1 신호가 AU-4로 다른쪽 STM-1 신호가 AU-3로 구성되어 있을때 AU-4 신호를 AU4/VC-4/AU-4로 역사상하여 AU-4 신호를 형성하고, AU-3 신호

를 TU-3/VC-4/AU-4로 역사상하여 AU-4 신호를 형성하여, VC-4 단위로 연동된다. (2) STM-1 신호가 동종의 TUG로 구성되어 있을 경우, STM-1 신호의 AU-4 신호를 VC-4/TUG2의 역사상하여, TUG 단위로 연동된다. (3) 양 신호가 이종의 TUG (TU-1은 동종)로 구성되어 있을 경우, AU-4 신호를 AU-4/VC-4/TUG-21의 역사상단계를 통해 TUG21 신호로 형성되고, 다른쪽 AU-4 신호를 AU-4/VC-4/TUG-22/TU21/TUG21의 역사상단계를 통해 TUG21 신호로 형성한후 TUG21 신호 단위로 연동된다.

동기식 전송망을 위한 회선 분기/분배 기술은 회선 분기/결합형, 회선 분배형, 이중 신호 연동형, 그리고 상기형의 통합형으로 나뉘어져 응용될 수 있다.

회선 분기/결합형 장치는 그림 15.에서 보는 바와 같이 STM-N 다중신호상에서 직접 DS<sub>n</sub> (n=1,3) 신호 또는 STM-M (N>M) 신호를 추출/삽입하는 망노드장치이다. 다중 전송 신호로는 주로 STM-N 신호, 분기/결합 신호로는

STM-1(A)	변환단계	Interconnection		변환단계	STM-1 (B)
		STM-1구조	연동단위		
AU-x/C-x or TUG-2p	AU-x→VC-x	AU-x	VC-x	VC-x←AU-x	AU-x/C-x or TUG-2p
x=4,32 or 31 p=1 or 2					
AU-3x/C-3x	AU-3x→VC-3x→TU-3x→VC-4	AU-4	VC-4	VC-4←AU-4	AU-4/TU-3x / C-3x
x=1 or 2					
AU-x/TUG-2p	AU-x→VC-x→TUG-2p	AU-y*	TUG-2p	TUG-2p←VC-z←AU-z	AU-z/TUG-2p
x=4, 32 or 31		y=4, 32 or 31		z=4, 32, or 31; z=x	
AU-x/TUG-21/TU-1p	AU-x→VC-x TUG-21	AU-y*	TUG-21	TUG-21←TU-1p←TUG-22 VC-z←AU-z	AU-z/TUG-32 / TU-1p
x=4, 32 or 31		y=4, 32 or 31 p=1 or 2		z=4 or 31; z≠x	

그림14 STM-1 간의 신호 연동.

주로 STM-M 신호, STM-1 내의 VCn에 포함된 기존 비동기식 디지털 신호(DSn)가 될 것이다.

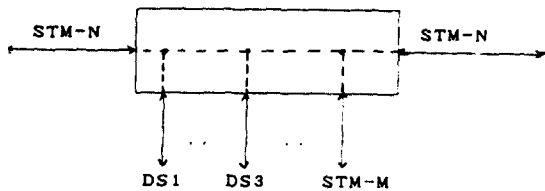
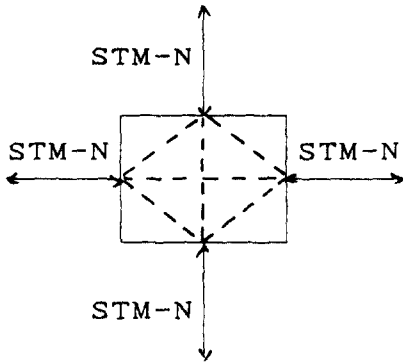
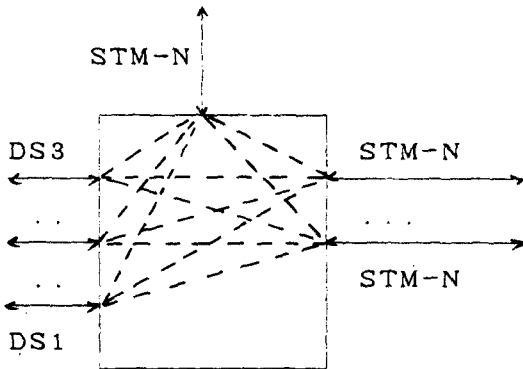


그림 15. 회선 분기/결합형 장치



(a) 순수 분배형 장치



(b) 분기/분배형 장치

그림 16. 회선 분배형 장치

회선 분배형 장치는 여러 STM-N 신호와 상호 접속하여 STM-1 내에 포함된 VCn 신호 단위 분배 기능을 실현한다. 그림 16.에 보인 바와 같이 순수 분배형과 분기/결합 통합형로 개발될 것이다.

이중 신호 연동형 분기/분배 장치는 이중신호, 즉 복미계위 신호와 유럽계위 신호간의 연동, 이중신호 단위간의 연동 등에 응용된다. 이는 신호 분기/분배형 장치와 유사한 기능으로 수행될 수 있다. 연동신호 단위는 VCn (n=1,2,3,4)이다.

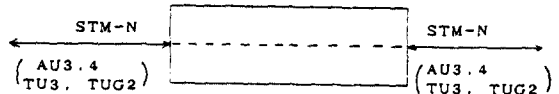


그림 17. 이중 신호 연동형 분기/분배 장치

(4) ATM 기본 분기/분배 기술

ATM 셀이 전송링크와 망노드로 구성된 ATM 망을 통해 전송되기 위해서는 일단 호의 설정이 이루어져야 하고, 호의 설정 및 해제는 셀 전송링크상의 해당 가상경로(VP: Virtual Path)의 대역 사용량을 고려하여 ATM 망노드(주로 ATM 교환노드)에서 처리된다. 이때 호가 설정된 루트상의 대부분의 ATM 망노드에서는 수신 셀을 전송할 출력 링크를 인식해야 하는데 이는 하나의 물리적 링크에 ATM 다중원리에 따라 여러 VP가 다중화된 형태로 존재하는, 호의 설정시 결정된 가상경로 값(VPI)를 이용한다.

VP는 호처리 망노드 간에 미리 설정된 전송대역 및 고유한 VPI 값으로 존재하며, ATM 전송망 노드는 주로 이들 사이에 위치하여 VP내에 포함된 가상채널(VC: Virtual Channel)에 관계없이 VPI의 인식만으로 해당 목적지 망노드로 향하는 전송링크로 라우팅 한다. 여기서 VPI 값은 전체망 또는 국부적 고유하다. 그림 22.는 이러한 VP, VC의 적용개념 및 전송망 노드

의 기능을 잘 나타내 주고 있다.

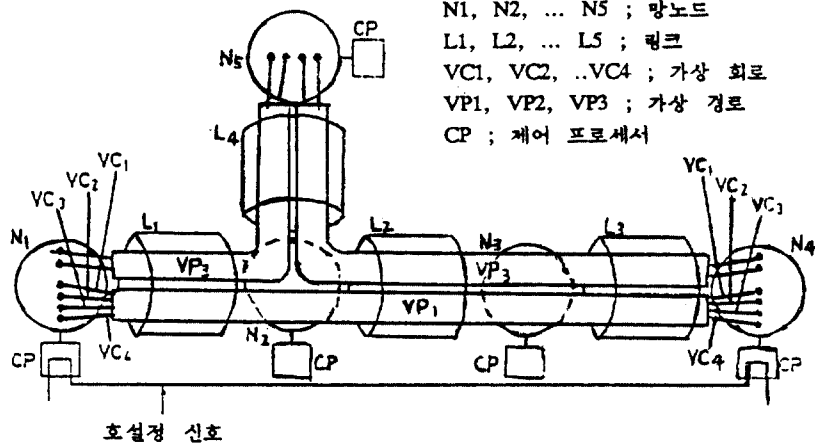


그림 18. ATM 전송망 노드

여기서 호처리 노드(ATM교환기)에서는 기본적으로 VCI/VPI의 인식 및 관리, 호의 설정 여부 판단, 그리고 셀의 라우팅 기능을 가져야 한다. 또한 전송망 노드에서는 호처리로 인해 요구되는 과도한 신호처리를 피하기 위해서 셀의 단순 라우팅에 필요한 VPI의 인식 및 라우팅 관리 기능만을 갖는 것이 바람직하다. 이는 기존 STM 망에서의 회선 분기/분배와 유사하다.

그림 23은 ATM 분배시스템과 분기/결합 시스템의 망구성 예를 보인 것이다. 이들은 일종의 패킷 교환 기능을 가지나 호처리 기능을 갖지 않기 때문에 제어 프로세서가 훨씬 간단하며 (저렴하며), 따라서 시스템의 실현시 큰 경제성을 얻을 수 있다. 이들은 스타/링형의 독립된 ATM망을 구성할 수 있으며, 보다 큰 망에서는 양쪽 장치들이 모두 이용될 수 있다.

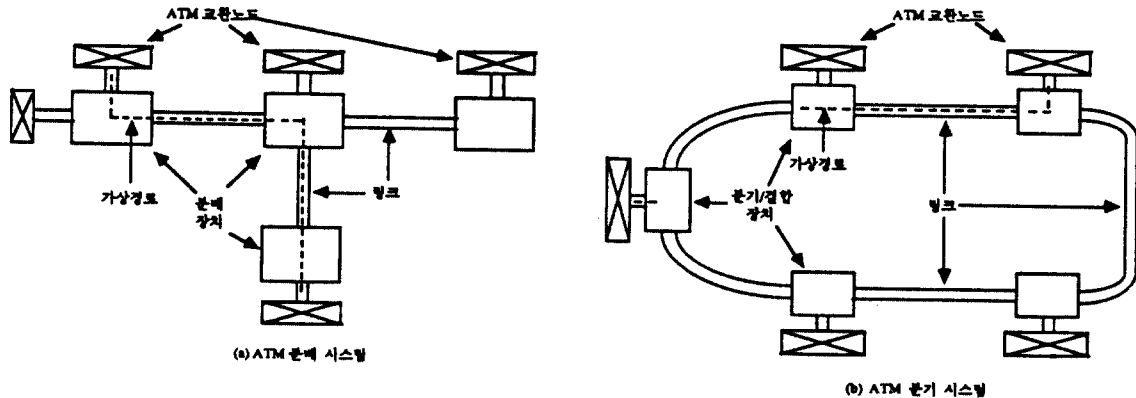


그림19 ATM 망구성 예

4 국내 전송망노드 기술의 응용 전망

기존망

기존의 국내 디지털 전송망은 애널로그와 디지털 전송 방식이 혼용되고 있는 과도기적인 상태에 있으며, 이들 두 방식간의 연동은 주로 교환기, PCM 단국 장치, 그리고 다중장치가 사용되고 있다. 여기서 디지털 전송망은 복미방식의 디지털 계위를 적용하는 DS1 (1,544Kb/s), DS3 (44,736Kb/s), DS3C (DS3×2)급 전송로 구성되어 있으며, 교환국 사이에 PTP 형태로 운용되고 있다.

또한 이와 같은 전화망 (PSTN)과는 별도로 패킷 데이터 망 (PSDN), 텔렉스 망, 동축 CATV 망 등을 위한 전용 전송로가 PTP 형태로 구성되어 있다.

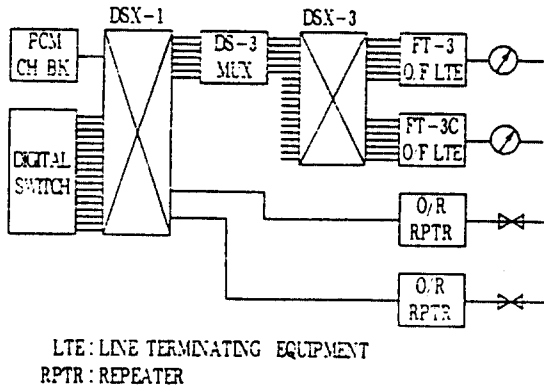


그림 20. 디지털 전송망의 구성(기존)

그림 18은 기존 PSTN의 전송망 구성 및 디지털 설비의 국사내 배열을 나타내고 있다. 현재 국내에서 운용되는 망노드 장치로 주로 PCM 단국 장치 (PCM channel bank), 디지털 다중장치 (M13, M13C) 등이 있으며, 이외에 DS1 신호에서 DS0 단위의 회선 분기/분배를 실현하는 분기/분배 장치가 일부 시험 운용되고 있다.

초기 단계(1990~1995)

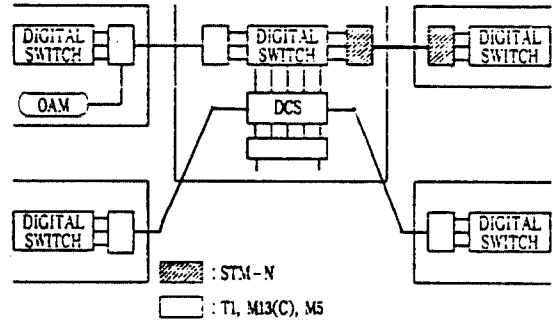


그림 21. 디지털 전송망의 구성 (1990~1995)

향후 전송망의 진화 초기 단계에서는 기존의 디지털 전송망에 신호의 PTMP 전송을 실현하는 비동기식 디지털 신호 분기/분배 장치 (DCS)가 확대, 적용되면서, 64Kb/s 서비스로부터 DS1/DS3 급 디지털 신호의 PTMP 전송은 물론 전용선/사설망의 효율적인 관리 능력이 실현될 것이다. 그리고 기존의 디지털 전송망 구성 형태 및 기존 서비스 신호형태 등에 영향을 주지 않으면서 동기식 NNI가 전송망에 도입되어 비동기식 전송 설비와 연동, 운용될 것이다.

DCS의 도입은 기존 비동기식 NNI 적용망의 효율적인 OAM을 가능케할 것이며, 기존 전송로 사이에 존재하던 여러 인터페이스 점들을 크게 감소시킴으로서 망의 신뢰도 및 경제화를 기할 수 있을 것이다. 또한 동기식 NNI의 OAM 관련 기능은 기존망의 OAM과 호환성을 갖도록 구성될 것이다.

중기 단계

전송망 진화 중기 단계에서는 기존의 협대역 DCS 대신에 동기식 NNI 접속 능력이 있는 광대역 DCS (B-DCS: broadband digital cross/connect system)가 출현할 것이며, 이는 주로 가상 컨테이너 (VCn) 단위로 신호 분배 기능을 수행할 것이다. 이의 도입은 기존 DCS에서의 전용선/사설망 관리는 물론 국간 트래픽



용량의 변동에 시간/일/월/년 단위로 융통성 있게 대처할 수 있을 것이다. 전송로 또한 STM-N 기본의 동기식 전송 설비가 기존 비동기식 전송 설비를 점차적으로 대체해 나갈 것이며, OAM 기능은 TMN (Telecommunication Management Network)의 구축 등 제고된 기능으로 발전될 것이다.

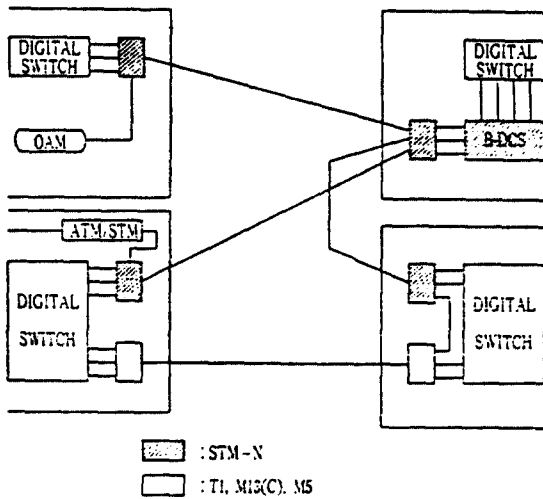


그림 22. 디지털 전송망의 구성 (1996~2000)

또한 ATM 기본의 광대역 ISDN 전송망이 도입되기 시작할 것이며, 이때 STM 과의 연동을 통해 STM 기본 동기식 전송망과 접속/운용될 것이다. 따라서 이를 위한 망노드 장치는 주로 STM 기본 동기식 다중장치와 ATM 기본 교환기와의 효율적인 정합 기능과 STM 기본 디지털 신호의 회선 분기/분배 기능이 확대될 것이다.

2000년대 초반

2000년대 초반의 전송망에서는 광대역 ISDN의 광역화 단계로서, 이때는 ATM 기본 정보 전달 형태가 전체 전송로에 침투하게 될 것이다. 동기식 계위 속도를 적용하는 ATM 정보전송은 STM 기본의 프레임 구조를 이용하거나

순수 ATM 셀 배열 형태를 가질 것이며, ATM 교환기 내에 ATM 다중 기능이 통합될 것이다. B-DCS 또한 STM 기본에서 점차적으로 ATM 셀 단위 라우팅으로 진화될 것이다.

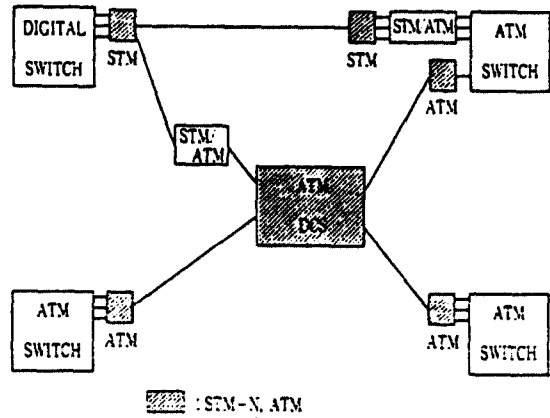


그림 23. 디지털 전송망의 구성 (2001년 이후)

끝으로 이들 진화 단계는 분명히 구분되거나 두 단계가 중복하여 나타날 수도 있으나 기본적으로는 위에 기술된 단계로 국한 전송망은 진화/발전할 것이며, 망노드 기능은 이들 역할에 잘 적용될 수 있도록 실현될 것이다.

5 결 언

현재 전송망은 기존의 비동기식 전송망으로부터 동기식 전송망으로, STM 기본의 정보 전달 형태로 부터 ATM 전달형태로 점진적인 진화가 예상되는 등 기술적으로 매우 큰 변혁기에 있다. 이러한 현상은 통신망 전체에 매우 커다란 변화를 주겠지만 전송망에 주는 영향이 가장 클 것이며, 따라서 전송망을 통해 제공되는 다양한 능력은 곧 전송망 노드에 실현되는 기능과 직결됨을 감안한다면, 이의 가장 핵심이 되는 디지털 다중, 회선 분기/분배기술등에 대해

고찰해보는 것은 커다란 의의가 있다.

본고에서는 기존 전송망과 호환성을 갖는 STM 을 기본으로 하는 신호다중 및 분기/분배 기술의 원리, 특징, 그리고 발전방향에 대해 고찰하였고, 광대역 ISDN에서 크게 각광을 받을 것으로 전망되는 ATM 다중, 분기/분배기술의 개념, 원리, 적용형태 등에 대해 살펴보았다. 이러한 고찰을 통해 현존 국내 비동기식 다중 전송망으로부터 동기식 다중 전송망, 그리고 ATM 망으로의 향후 10년간에 걸친 망노드 기술의 단계적인 응용을 예상하여 보았다.

동기식 전송망과 ATM 기본망은 전송망의 궁극적인 지향방향이 되고 있고, 이의 바탕이 되는 동기식 및 ATM 관련 다중, 분기/분배 기술이 세계적으로 활발하게 연구되고 있는 상태에서 본고에서 제시된 내용들이 국내 전기통신 관련 종사자들에게 새로운 망노드 기술에 대한 이해를 증진시키고, 국내 전송망의 향후 발전계획을 수립하는데 일조가 되길 바란다.

### 참 고 문 헌

1. CCITT Recommendation G.707, 708, 809, I.1 21, blue book, Geneve, 1989.
2. CCITT, TD12(PLEN) / XVIII: Report of SWP 8 / 2, Geneve, June 1989.
3. CCITT, TD14(PLEN) / XVIII: Report of SWP 8 / 1, Geneve, June 1989.
4. H. Armbruster, "World-wide Approachs to Broadband ISDN", Telecommunications, May 1989.
5. S. Ohta, K. Sato and I. Tokizawa, "A Dynamically Controllable ATM Transport Network Based on the Virtual Path Concept," Globecom'88, 1988.
6. H. E. Bussey and F. D. Porter, "A Second Generation Prototype for Broadband Integrated Acces and Packet Switching," Globecom'88, 1

988.

7. 김재근, 김재명, "디지틀 전송과 동기식 전송기술," 전자통신 동기식 전송기술 특집, 1989년 7월.
8. 엄홍열, 김호진, 김홍주, "동기식 전송망을 위한 디지틀 회선 분기/분배기술 고찰," 전자통신 동기식 전송기술 특집, 1989 7월.
9. 김홍주, 김재근, 김재명, "국내 동기식 전송망의 구축을 위한 제안", 전자통신 동기식 전송기술 특집, 1989년 7월.



金 在 根

### 저자약력

- 1952년 8월 28일생
- 1980. 2 : 고려대학교 전자공학과 학사
- 1983. 2 : 고려대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1989. 8 : 고려대학교 대학원 박사과정
- 1979. 12~현재 : 한국전자통신연구소 근무  
전송시스템 연구실장



金 在 明

---

저자약력

- 1951년 12월 17일생
- 1974. 2 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1981. 2 : 미국 Univ. of Southern Calif. 통신공학과 석사
- 1987. 2 : 연세대학교 전자공학과 박사
- 1977~1979 : 한국통신기술연구소 근무
- 1982. : 한국전자통신연구소 입소
- 1989. 6 ~ 현재 : 전송기술개발부 연구위원