광대역 전송기술

金 在 根, 廉 興 烈
韓國電子通信硏究所 通信시스템硏究團

I. 서 언

80년대 들어 디지틀 전송과 교환이 통합된 디지틀 교환망(IDN : integrated digital network)의 확대가 괄목할만한 진전을 보이고 있으며, 나아가 다양한 통신 서비스들을 통신망에 통합 액세스시키는 ISDN의 구축이 가속화되고 있다. 이는 TDM(time division multiplexing)을 바탕으로 하는 가입자 접속, 회선분배, 다중, 교환등과 같은 디지틀 기능들에 대한 상호접속 및 경제적인 망운용을 위해 필수적으로 요구되는 통신망 동기의 가속화를 의미한다. 동기화된 신호의 이용은 저속 종속신호나 채널들을 다중 인터페이스상에 직접 액세스 가능토록 하기 때문에 다중 및 전송비용을 크게 감소시킬 것이며 OAM 채널이 다중 인터페이스상에서 직접 인식될 수 있기 때문에 보다 제고된 망 OAM 기능을 실현할 수 있을 것이다.

이와 같은 장점에도 불구하고 현재 전 세계적으로 적용되는 디지틀신호는 표 1에서 보는 바와 같이 64Kb/s 기본 서비스의 수용에 적합한 1.544Mb/s 및 2.048Mb/s 신호와 이들 두 신호를 기본으로 하는 상위 계위신호들로 구성되어 있으나 이중 DS1 레벨만이 동기화된 상태이다.

최근들어 기존의 전화 서비스이외에 기업에서는 컴퓨터 통신, 사무/공장 자동화, 비데오 통신등이, 가정에서는 비데오 분배 및 비데오 통신이 매력적인 통신으로 대두됨에 따라 수십 Mb/s급 광대역 서비스를 위한 보다 높은 속도의 전송레벨 및 대용량 전송 능력을 갖는 망을 필요로 하고 있다. 이들 서비스들은 기존의 비동기식 디지틀 계위(ADH : asynchronous digital hierarchy) 신호를 이용하여 전송할 수도 있겠지만 DS1 신호상에서의 64Kb/s 채널에 대한 가시성 효과를 고계위 비동기식 다중레벨상에서의 광대역신호에 대해서도 얻기에는 프레임 구조상 매우 어려운 단점이 있다. 따라서 통신 네트워킹 기술 관점에서 통신망의 동기화를 바탕으로 하는 보다 높은속도(레벨)의 새로운 동기식 다중 전송은 하나의 중요한 목표가 되었으며, 이는 반도체 집적화기술, 광통신기술, 소프트웨어기술 등에 있어서의 커다란 진전에 따라 크게 고무되어 왔다.

이러한 노력은 지금까지 망의 경제성, 융통성, 그리고 제고된 망 OAM 능력을 성취하기 위해서 개발한 미국 Bellcore의 SYNTRAN(synchronous transmission), ATT의 Metro Bus, 일본의 DST(digital synchronous terminal)등 국가별로 독자적인 새로운 동기식 다중장치 개발의 가속화를 가져 왔다. 그러나 국제간 정보교류의 급증과 함께 국제간 통신접속의 필요성 증가로 국제적인 표준설정이 매우 중요한 과제로 부각됨에 따라 CCITT에 의해 1985년도까지 추진되어 왔던 ADH 연구를 북미방식의 DS3급, 유럽방식의 DS4급을 끝으로 중단키로 하고 대신에 1986년부터는 비동기식 디지틀 전송기술의 개발 및 운용으로부터 얻은 기술적 경험과 향후 서비스 요구사항에 바탕을 둔 새로운 동기식 디지틀 전송에 대한 연구가 추진되었다. 그 결과 표 2와 같은 광대역 동기 전송망의 기본이 되는 동기식 디지틀 계위(SDH : synchronous digital hierarchy)가 표준화 되었다. 광대역 서비스의 효율적인 수용, 기존 ADH(DS1-DS4) 신호의 수용, 전송망 구성의 단순화, 그리고 통신망 OAM 기능 제고 등을 실현하는 동기식 인터페이스인 NNI(network node interface) 관련 STM-N(synchronous transport module level-N)의

표 1. CCITT에 의해 권고된 비동기식 디지틀 계위

레 벨	북 미	유 럽	일 본	국제간연동
1	1.544Mb/s	2.048Mb/s	1.544Mb/s	2.048Mb/s
2	6.312Mb/s	8.448Mb/s	6.312Mb/s	6.312Mb/s
3	44.736Mb/s	34.368Mb/s	32.064Mb/s	44.736Mb/s
4	–	139.264Mb/s	97.728Mb/s	139.264Mb/s

표 2. CCITT에 의해 권고된 동기식 디지틀 계위

레 벨	국제단일	비 고
STM-1	155.520Mb/s	STM-8은 연구중임
STM-4	622.080Mb/s	
STM-16	2.488Gb/s	

표준화가 바로 그것으로서 이는 미국 Bellcore에 의해 제안된 SONET(synchronous optical network) 개념 및 원리를 바탕으로 하고 있다.

이러한 광대역 동기식 전송망에서 이용될 수 있는 신호전달모드(transfer mode)로는 동기적인 시분할(STD:synchronous time division)에 기본을 둔 STM(synchronous transfer mode)과 패킷과 같은 비동기적인 시분할(ATD : asynchronous time division) 방식에 기본을 둔 ATM(asynchronous time division) 이 있다. 전자의 경우는 기존 PCM 다중전송로에 주로 적용되어 오던 방법이며, 후자의 경우는 1987년부터 CCITT에 의해 추진되고 있는 광대역 ISDN(B-ISDN)을 위한 전달 방법이 바로 그것이다. ATM은 협대역 B(64Kb/s)채널로 부터 광대역 H4(135Mb/s) 채널까지의 다양한 속도의 채널들을 일정한 길이(48 바이트)로 나누어 ATM 셀(cell)에 실어 전송함으로써 서비스 채널 대역과 무관한 통신의 실현을 바탕으로 하고 있다.

본고에서는 향후 광대역 서비스 및 대용량신호의 전송시에 적용될 STM 기본 및 ATM 기본 광대역 전송기술과 광전송 기술에 대하여 지금까지 CCITT에 의해 추진된 연구내용 및 향후 표준화 전망에 대해 기술한다.

Ⅱ. 표준화 역사

광대역 전송 관련 표준화에 매우 중요한 역할을 제공한 것은 미국의 동기식 전송망 및 관련 표준화 연구이다. 미국에서는 1984년부터 T1 위원회 산하 T1X1에서 광 인터페이스의 규격화 작업이 시작되었고, 이듬해인 1985년에는 Bellcore에 의해 다중화기와 DCS(digital cross-connect system) 등 타사 제품 간의 광 인터페이스 및 기능의 호환성을 제공하는 동기식 광 전송망(SONET : synchronous optical network)이 제안되었다.

같은 해에 T1X1에서 이의 표준화 제안이 승인되었고, 초기에는 주로 기본 전송 구조 및 속도 관련 제안으로서 Bellcore에서 제안한 SONET(50.688Mbps) 형태와 AT & T에서 제안한 METROBUS (146.432Mbps)구조가 논의되었다. 1987년에는 최종적으로 STS-1(synchronous transport signal-1)이라 명명된 49.920Mbps (13×60 바이트)의 속도와 기존 Ds1급 신호의 수용을 바탕으로 하는 VT(virtual tributary) 다중 개념이 채택되었다.

한편, CCITT에서의 연구는 1986년 6월 제네바 회의에서부터 논의되었고, 1987년 2월의 Brasilia 회의에서 50Mbps급의 SONET이 미국에 의해 제안되었으나, 이는 NAS 계위 신호의 수용에 초점을 둔 구조를 갖는 반면에 CEPT 계위 신호의 수용은 고려되지 않았기 때문에 별로 호응을 받지 못하였다. 이후 일본의 NTT는 150Mbps급의 새로운 동기식 NNI (network node interface)를 제안하였으며, 영국의 BT에서는 SONET의 VT와 유사한 container 다중 개념을 제안하기에 이르렀다. 이와 동시에 Bellcore를 중심으로 SONET 개념을 바탕으로 하면서 NAS뿐만 아니라 CEPT 계위 신호를 모두 수용할 수 있는 새로운 150Mbps급의 바이트 인터리빙 다중 구조를 갖는 동기식 NNI 연구가 추진되었다.

같은 해 6월의 함부르크 회의에서는 동기식 NNI 구조로서 2가지 형태가 제안되었다. 하나는 미국과 캐나다가 제안한 형태로써 미국의 SONET을 기본으로 한 STS-3(13×180 바이트) 구조이며, 다른 하나는 유럽과 일본이 제안한 새로운 형태의 9×270 바

이트 구조이다. 여기서 NNI의 전송 속도로서는 만장일치로 150Mbps급이 채택되었으나, NNI의 구조에 있어서는 CEPT DS3(34.368Mbps) 신호 수용상의 문제 때문에 CCITT의 표준안으로 채택되지는 못하였다.

이후 1988년 2월 서울 회의에서 CEPT DS3 신호의 수용을 가능하게 하는 NNI의 구조가 채택되었으며, 6월에 관련 권고안을 완성시키고, 11월의 총회에서 이를 승인함으로써 동기식 NNI 관련 권고 G.707(NNI의 속도), G.708(프레임 구조, 구간 오버헤드 정의, 다중 원리), G.709(사상 형태, 다중 방법, 경로 오버헤드 정의)가 마련되었다. 이러한 일련의 권고안들은 미국에서는 SONET 인터페이스와 동일한 개념으로 사용되고 있으며, 동시에 이는 1988년 5월에 열린 T1 위원회 회의에서도 미국의 표준〔T1.105-1988〕으로 결정되었다.

한편 1989-1992 연구회기중의 표준화 계획은 1990년까지 SDH에 바탕을 둔 다음과 같은 내용의 권고안에 대한 연구가 추진되고 있다.

- 동기식 광 선로 시스팀
- 동기식 다중장치
- SDH 관련 망 OAM

여기서 이와 관련하여 할당된 연구 question은 표 3과 같고, 이들은 SG XV와 SG XVIII에서 분담 연구되어, 그림 1 및 표 4와 같은 권고안을 마련할 예정으로 있으며, 특히 망관리 및 운용지원 관련 표준화가 가장 중요한 주제가 되고 있다.

한편 광대역 ISDN(B-ISDN) 관련 표준화는 협대

표 3. 1989~1991 연구회기에 할당된 SDH 관련 question

Question	Title
Q. 3/XVIII	• Digital Hierarchy
Q. 4/XVIII	• Synchronous Digital Hierarchy (SDH)
Q. 12/XVIII	• Layer 1 Interworking
Q. 15/XV	• Characteristics of Line Systems on Optical Fibre Cables
Q. 19/XV	• Digital Multiplexing Equipment for the new Synchronous Hierarchy
Q. 20/XV	• Digital Cross-connect Equipment
Q. 29/XV	• Digital Systems on Optical Fibre Cables for the Synchronous Hierarchy
Q. 5, 6, 9, 25/XV	• TMN
Q. 11~14/XV	• Characteristics & Test Method for Optical Fibre Cables

표 4. 동기식 디지틀 계위와 관련된 CCITT 권고안

Recommendation	Title
G. 707	• Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Bit Rates
G. 708	• Network Node Interface for the SDH
G. 709	• Synchronous Multiplexing Structure
G. sna1	• Architecture of Transmission Networks based on the SDH
G. sna2	• Performance & Management Capabilities of Transmission Network based on the SDH
G. smux1	• Structure of Recommendations on Multiplexing Equipment for the SDH
G. smux2	• General Characteristics of SDH Multiplexing Equipment Types
G. smux3	• Transmission Interfaces and Overheads
G. smux4	• SDH Managements
G. sls	• Digital Line Systems based on the SDH for use on Optical Fibre Cables
G. opt	• Optical Interfaces for Equipment Systems relating to the SDH

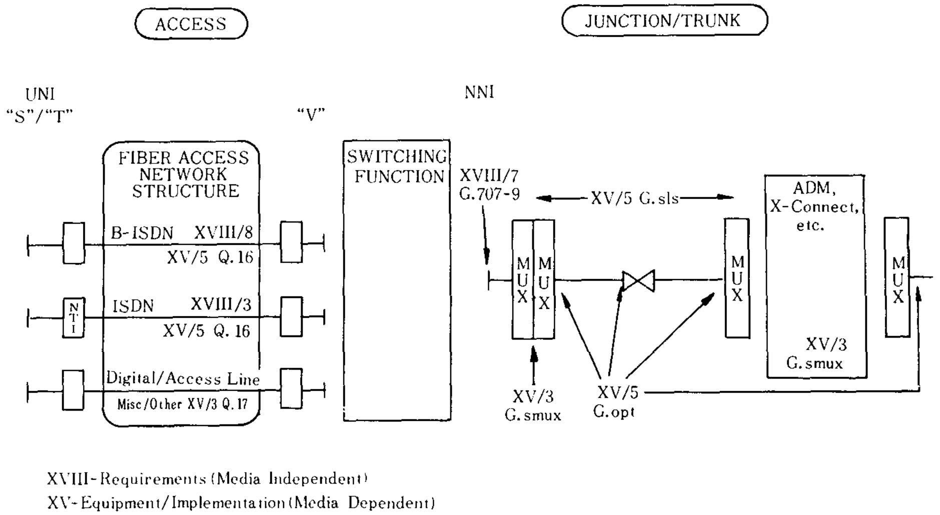


그림 1. 동기식 디지틀 계위에 따른 CCITT에서의 연구분야

역 ISDN 기본 특성에 대한 연구가 거의 성취된 1984년 이후(1985-1988연구주기)의 SG XVIII의 주된 연구항목이며, 이 기간중 광대역 채널규격 및 광대역 UNI(user network interface) 구조가 가장 높은 우선 순위로 추진되었다. 이 연구에서 채널 용량은 기존 ADH 속도에 기본을 두었고 새로운 광대역 동기식 전송망이 UNI의 규격을 위한 지침으로서 제공되었다. 그러나 동기식 전송망과 관련된 NNI의 규격화는 매우 순조롭게 추진되었으나 UNI 관련은 별로 진전이 없던중 1987년도에 ATM 개념이 도입되면서부터 크게 활성화 되어 왔다.

1990년 2월까지의 연구 현황을 보면, ATM 셀의 구조 및 레이어 구조, 광대역 ISDN의 UNI 구조, 광대역 서비스의 특성, 그리고 망 응용 등에 대한 기본 특성 연구가 완료 단계에 있으며, 1990년 말까지는 관련 표준화가 완료될 전망이다. 이와 관련하여 할당된 연구 question은 표 5와 같고, 관련 권고안들은 표 6과 같다.

III. SDH 기본 동기식 다중기술

1. 신호구조

동기식 NNI의 기본 프레임은 그 주기가 125μs(8 KHz) 이고, 8비트 블럭 단위(타임슬롯)의 구조로 설정되어 있다. 따라서 음성 PCM 속도인 64Kbps의 정수배로 설정되는 모든 ISDN 서비스 채널(또는 신호)들은 프레임의 고정된 위치를 점유하는 타임슬롯의 할당을 통해 용이하게 수용될 수 있다. 또한 프레임 구조내의 각 타임 슬롯을 정방형으로 배열하고, 정방형 배열의 column과 row의 수는 수용될 디지틀 신호/서비스 채널의 대역을 고려함으로써 전송망의 융통성 있는 구성을 위해서 요구되는 디지틀 신호의 직접 액세스를 용이하게 실현하고 있다. 이러한 프레임의 구성은 하드웨어에 의한 기능을 보다 경제적으로 실현할 수 있도록 하는 장점을 갖는다.

한편 동기식 NNI의 기본신호 속도는 상기된 프레임 구조를 바탕으로 하면서 소자 기술의 발전성 및

표 5. 광대역 ISDN 관련 CCITT questions

Question	Title
Q. 2/XVIII	• ATM
Q. 13/XVIII	• Network Capabilities for the support of Broadband Service in ISDNs
Q. 22/XVIII	• Broadband ISDN influence on principles for video encoding

표 6. 광대역 ISDN 관련 CCITT 잠정 권고안

Recommendation	Title
I. 150	• B-ISDN ATM Functional Characteristics
I. 211	• B-ISDN Service Aspects
I. 311	• B-ISDN General Aspects
I. 321	• B-ISDN Protocol Reference Model and its Application
I. 327	• B-ISDN Functional Architecture
I. 361	• Layer Specification for B-ISDN
I. 362	• B-ISDN ATM Adaptation Layer(AAL) Functional Description
I. 363	• AAL Specification
I. 413	• ISDN UNI with Broadband Capabilities
I. 432	• B-ISDN UNI-Physical Layer Specification
I. 610	• B-ISDN OAM Principles

수용될 디지틀 서비스의 주파수 점유 대역, 그리고 OAM (operations, administration and maintenance) 기능등이 고려되었다. 즉 소자 기술 측면에서는 CMOS 기술(앞으로 수년 내에 150~200MHz급 신호처리가 가능)의 발전 전망이 고려되었고, 서비스의 수용 측면에서는 기존의 협대역 음성 서비스(64Kb/s)로부터 광대역 동화상 서비스(135Mb/s)까지의 수용 및 기존의 모든 비동기식 계위신호(1.544~139.264 Mb/s)의 수용이 고려되었다. 아울러 트래픽 및 새로운 서비스의 증가에 따라 보다 복잡해질 전송망의 효율적인 OAM을 위한 충분한 오버헤드가 확보될 수 있도록 고려되었다.

이를 바탕으로 하여 CCITT에서는 동기식 기본계위의 기본 레벨을 155.520Mb/s로 설정하였고, 관련 신호는 프레임 반복 주기가 125μs인, 그림 2와 같은 9×270 바이트의 정방형 구조(STM-1 : synchronous transport module level-1)를 설정하여 권고(Blue Book)하고 있다.

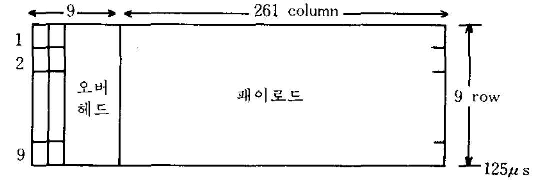


그림 2. 동기식 NNI의 프레임(STM-1) 구조

2. 다중화

STM-1에 수용될 수 있는 종속 신호의 종류로는 1.544Mb/s계의 DS1, DS2, DS3 신호, 2.048Mb/s 계의 DS1, DS2, DS3, DS4 신호, 그리고 광대역 서비스 신호들로서, 이들은 C(container), VC(virtual container), TU(tributary unit), AU(administrative unit) 등의 다중 요소로의 단계적인 단계를 밟아 STM-1 프레임 내의 페이로드에 융통성 있게 배열된다. 여기서 STM-N과 VC는 자체 OAM을 위한 오버헤드와 전송될 정보를 운반하는 페이로드로 구성되며, 바이트 단위 정방형 구조를 갖는다. 여기서 다중 요소의 종류는 다중 요소의 기호(C, VC, TU, AU)에 기존 비동기식 계위 신호의 레벨에 해당되는 숫자(n)와 북미 또는 유럽 계위 신호를 구분하는 숫자(m)를 점차로 사용하여 XYnm으로 표시한다 (예: VC11은 1.544, VC12는 2.048Mb/s 신호 수용).

종속신호들이 상기된 다중 요소를 거쳐 구간 오버헤드(SOH : section overhead)와 페이로드로 구성된 STM-1을 형성하는 다중과정을 요약하면 다음과 같다. 즉 각 종속 신호(DS-n 신호 또는 Hn 서비스 신호)는 고정된 스터프 또는 서비스 관련 오버헤드가 부가되어 바이트 단위의 Cn 신호를 형성하며, 여기에 경로 오버헤드(POH : path overhead)가 추가되어 VCn를 형성하게 된다. 이 신호는 상위 VCn_{+1} (또는 STM-1) 프레임의 페이로드 내에 TU(또는 AU) 포인터에 의해 지시되는 위치에 규칙적으로 배열된다. 이를 간단히 표현하면 다음과 같다.

종속 신호 ; DS-n 신호 또는 Hn 서비스
(n은 1, 2, 3, 4)

Cn ; DS-n+OH, Hn+OH(OH는 고정된 스터핑 비트 및 오버헤드)
VCn ; Cn+VCn POH
TUn ; VCn+TUn PTR
VCn ; M×TUn_{-1}+VCn POH(n은 2, 3, 4)
AUn ; VCn+AUn PTR(n은 3, 4)
STM-1 : L×AUn+SOH(n은 3, 4)
STM-N : STM-1×N(N은 1, 4, 8…)

한편 상위 계위(STM-N ; N≥4)로의 다중화는 입력 종속 신호인 STM-1/M(M<N) 신호로부터 STM-1/M의 프레임을 인식한 뒤 단순 바이트 인터리빙을 통해 필요한 구간 오버헤드를 추출, 교정하여 STM-N 프레임의 SOH 위치에 재삽입(이는 STM-1이 STM-N의 #1일 경우)하거나 중단하고, 패이로드 내의 정보는 직접 STM-N 패이로드로 다중화시킴으로써 성취된다. 이때 STM-1/M의 패이로드 정보는 관련 AU 포인터의 조정에 의해 메모리에 축적됨이 없이 전송되며, 따라서 STM-N 클럭과 STM-1/M 클럭이 서로 독립적으로 동작될 경우에도 포인터 조정에 의해 극복될 수 있다. 이때 상위 계위 속도는 STM-1의 정수배이다.

기존 비동기식 계위 신호(DS-n) 및 서비스(Hn)들이 STM-N으로 사상되는 단계를 표시하면 그림 3과 같다.

3. 프레임 동기

STM-1/N 프레임 동기는 기존 PCM 동기방식에서와 같이 FAS(frame alignment signal)에 의한 패턴인식을 통해 성취된다. 그러나 STM-1/N 동기식 패이로드에 다중화되는 VC들은 AU/TU 포인터를 이용한 포인터동기 방식을 사용한다. 이들 포인터는 STM-1 또는 VCn 프레임상에서 항상 고정된 위상으로 위치하며, 임의 VCn_{-1}을 STM-1(또는 VCn) 프레임의 패이로드 내에 융통성 있게 배열되도록 하는데 이용된다. 이는 기존에 주로 사용되던 FAS(frame alignment signal)에 의한 프레임 동기 기법과 유사한 기능을 가지면서 VC 단위의 신호 분기/분배 기능의 실현시에 전송로 상의 지터나 완더 등 신호의 전파시간 변화에 의한 영향을 제거하거나, 해당 VC신호의 형성과 해체에 각각 이용되는 클럭이 서로 독립된 클럭인 경우에 두 신호간 클럭차를 보상하는데 유용(메모리 용량을 최소화)하다. 그림 4는 포인터 처리 알고리즘의 개념을 나타낸 것이다.

4. 오버헤드 채널

동기식 기본 계위 신호상에 존재하는 오버헤드는 크게 망노드장치를 포함한 중계 전송로상의 OAM을 위한 SOH와 임의 VCn 경로 상의 OAM을 위한 VCn POH로 구분할 수 있으며, 이들의 종류 및 배열은 그림 5와 같다.

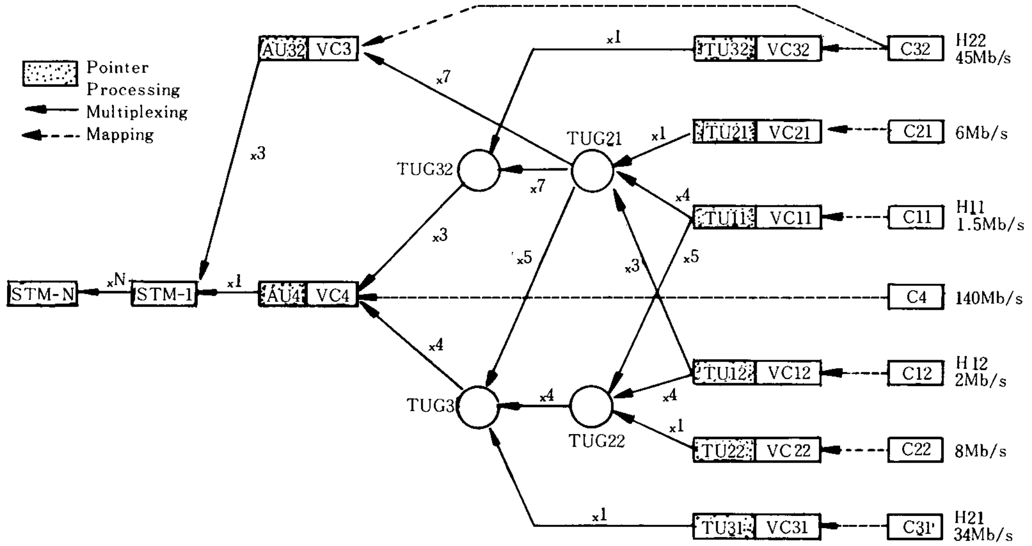
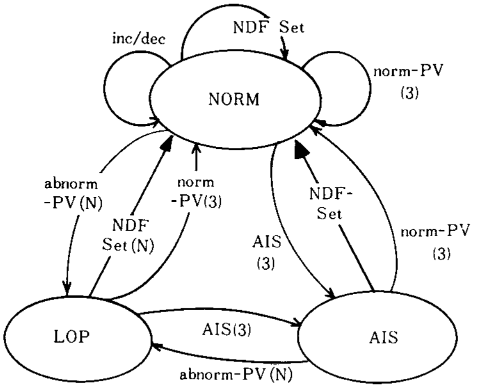


그림 3. 디지틀 신호 다중화 과정



NDF, New Data Flag
NORM:Normal State
LOP:Loss Of Pointer State
AIS;Alarm Indication Signal
PV;Pointer Value
inc/dec;increment/decrement
norm;normal
abnorm;abnormal

그림 4. 포인터 동기 알고리즘

즉 STM-1 프레임 상의 고정된·위치(9 row 단위의 첫 9 column)를 점유하는 SOH에는 기존 전송 시스팀에서와 같은 프레임 패턴(A1, A2), 전송 구간별 성능 검사(B1, B2)용 정보이외에 타합선(E1), 자동보호절체(K1, K2), 사용자 데이타(F1), 그리고 많은 용량의 데이타 채널(D1-D12)이 확보되어 있다. 이는 다시 중계 전송 시스팀상의 OAM을 위한 오버헤드(SOH1 : 첫 3 row)와 STM-1(N) 신호 구간의 OAM을 위한 오버헤드(SOH2 : 5~9 row)로 구분된다. 또한 STM-1의 패이로드를 점유하는 VCn 프레임상의 고정된 위치(9 row의 첫 column)를 점유하는

(a) SOH(9×9 byte)

row	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	X	X
2	B1	X	X	E1	X	X	F1	X	X
3	D1	X	X	D2	X	X	D3	X	X
4	AU Pointers								
	B2	B2	B2	K1	X	X	K2	X	X
	D4	X	X	D5	X	X	D6	X	X
	D7	X	X	D8	X	X	D9	X	X
	D10	X	X	D11	X	X	D12	X	X
9	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	X	X

9rows, 9Columns

(b) VC3/4 POH(9 byte)

	1
1	J1
	B3
	C2
	G1
	F2
	H4
	Z3*
	Z4*
9	Z5*

X : 국내용으로 사용하는 예비 바이트
* : 이 바이트들은 VC-31 POH에 포함되어 있지 않다.
주 : 국내용으로 Z 바이트의 일부 용도는 연구중이다.

BIP-2		FEBE	미사용	L1 SIGNAL	L2	L3 LABEL	원격지 경보
1	2	3	4	5	6	7	8

bit

BIP-2 : Byte Interleaved Parity-2
FEBE : Far End Block Error
SIGNAL LABEL : Equipped 및 Non-equipped 표시

(c) VC1/2 POH(V5:1 byte)

그림 5. 오버헤드 채널 및 배열

POHn(n=3, 4)은 해당경로의 추적(J1), VCn 신호의 형성 상태(C, H4), 전송성능(B3), 경보 및 성능 관련 데이타(G1), 사용자 데이타(F2) 등으로 구성된다. VCn(n=3, 4)의 패이로드를 점유하는 VCn(n=1, 2)의 OAM을 위한 오버헤드로는 1 바이트(V5)가 할당된다. 여기서 각 SOH 및 POH가 동기 전송망에 응용되는 개념을 나타내면 그림 6과 같다.

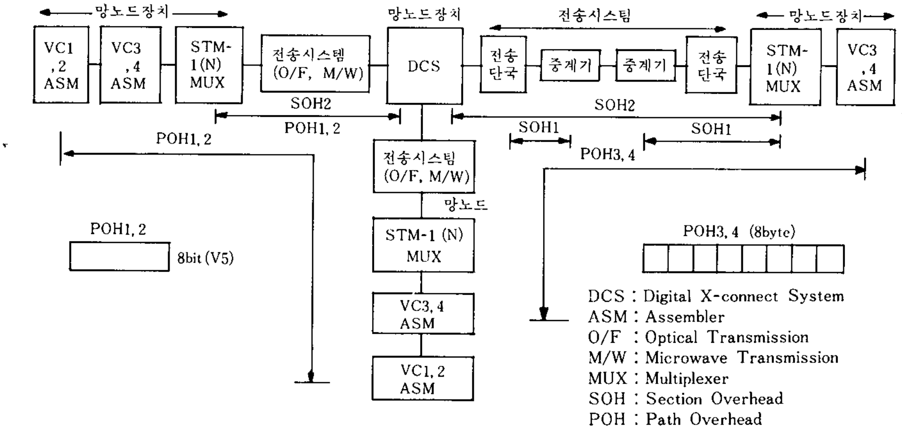


그림 6. 동기 전송망 내의 오버헤드의 응용

여기서 특히 데이타 통신 채널(D)은 중계 전송 시스팀을 위한 채널(D1-D3 : 192Kb/s)과 망노드 장치간을 위한 채널(D4-D12, 576Kb/s)이 설정되어 있다. 이들은 해당 전송구간에 대한 경보, 유지보수, 제어, 감시, 관리관련 정보의 전달을 위한 데이타 통신 채널을 제공한다. 따라서 동기 전송망내의 모든 구성 요소는 가능한한 이러한 패킷 처리능력을 가져야 하며, 특히 기존 망의 유지보수 집중 장치 또는 OAM 센터와의 호환성이 필요하다.

Ⅳ. ATM 정보의 전송기술

본 절에서는 CCITT 잠정 권고안 및 관련 문헌[1,4,6,7,8]을 바탕으로 UNI(user network interface)를 위해 정의된 ATM 셀의 구조, ATM 전송을 위한 망 노드에서의 계층적 구조, ATM 망에서의 회선의 논리 구성, ATM 전송망의 특징, ATM 전송 망의 구성 경우 및 특징, 그리고 ATM 전송망에서 요구되는 OAM 기능 등을 자세히 기술한다.

1. ATM 셀의 구조 및 적용

ATM 셀은 5 바이트의 헤더부와 48 바이트의 정보부로 구성된다. 교환 노드 및 NNI의 망요소에서 ATM 셀의 다중 및 라우팅을 위해 요구되는 ATM 셀의 계층적 모델은 그림 7과 같이 PMD(physical media dependent) 레이어와 ATM 레이어로 크게 구성된다. PMD 레이어에서는 실제 신호를 송수신하는 전송매체, 수신된 신호로 부터 셀의 경계를 구분하기 위한 전송 프레임 형성 및 재동기 기능, 그리고 수신 신호로 부터 비트 타이밍 추출 기능 등을 주로 수행하고, ATM 레이어에서는 셀 동기 및 배열 기능, 셀 헤더부 오류 제어 기능, 셀 속도 조정 기능, 셀 다중 및 역다중 기능, 셀 라우팅 기능 등을 수행한다.

셀 라우팅	ATM 레이어
셀 다중 및 역다중	
셀 속도 조절	
셀 헤더 오류 제어	
셀 동기 배열	
전송 프레임 형성 및 동기	PMD 레이어
비트 타이밍 추출	
전송 매체	

그림 7. ATM 셀 전송을 위한 망노드에서의 계층적 구조

여러 가입자 신호들은 각각의 가입자에 할당된 ATM 셀의 정보부에 사상되며, 각각의 셀은 오직 한 가입자 신호만이 존재한다. 그러므로 소요 대역이 큰 가입자 신호는 일정 주기 동안(125nsec) 소요 대역이 작은 가입자 신호보다 여러 셀에 신호를 할당함으로써 가입자 신호의 소요 대역차를 극복할 수 있다. ATM 셀의 헤더부에는 그림 8과 같이 전송 및 교환 노드에서의 셀 분기 및 분배를 위한 정보, 전송선로에서의 오류 발생에 대비한 오류 검출 및 정정 정보 등을 포함하고 있으므로 ATM 전송망 구성에 핵심적인 역할을 수행한다.

1 바이트

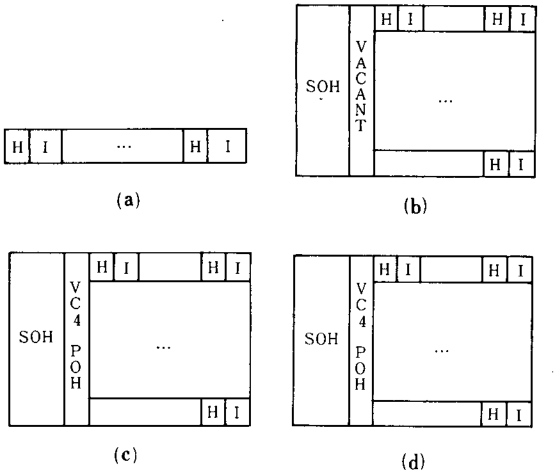
GFC(4비트)주1)	VPI(4)	
VPI(4)	VPI(4)/VCI(4)주2)	
VCI(4)		
VCI(4)	PT(2)	R
HEC		

주1) NNI의 경우 VPI로 이용됨.
주2) NNI의 경우 VCI로 이용됨.

여기서,
GFC : generic flow control, VCI : virtual channel identifier
VPI : virtual path identifier, PT : payload type
HEC : header error control, R : reserved

그림 8. ATM 셀 헤더부의 구조

GFC(generic flow control)는 UNI(user network interface)의 경우 가입자 신호가 실시간 대화형(real time interactive)인가 또는 데이타 베이스형인가 등을 표시하기 위해 할당된 영역이고, NNI(network node interface)의 경우 VPI (virtual path identifier) 영역으로 이용된다. VPI는 주로 전송망 노드에서 미리 설정된 복수개의 호(call)에 대한 ATM 셀의 라우팅 정보로 이용되며, VCI(virtual channel identifier)는 주로 교환 노드에서 회선의 라우팅 정보로 이용된다. PT(payload type)는 유지보수용 또는 정보용 셀의 종류를 나타내며, HEC(header error control)는 응용 형태에 따라 헤더부에 대한 다수 오류검출용 또는 단일오류정정/이중 오류검출을 위해 이용될 수 있거나 셀의 경계를 나타내기 위한 셀 동기를 위해 이용될 수 있다. 한편 HEC를 위한 생성다항식은



여기서, SOH : Section overhead
POH : Path overhead
VACANT : 미사용

그림 9. ATM 전송망에서 ATM 셀 다중신호의 구조

$1+X+X^2+X^8$이다.

여러 ATM 셀을 다중한 PMD 레이어에서의 ATM 다중신호는 기본적으로 SDH(synchronous digital hierachy)에 기초를 둔 셀 다중 방식과 비계층적 신호에 연속적으로 ATM 셀을 배열하는 방식으로 구분되며, 후자의 경우는 그림 9 의 (a)와 같이 순수한 셀의 반복적 할당으로 구성된 ATM 다중신호이고, 전자의 경우는 그림 9 의 (b), (c), (d)와 같이 STM-1/N 신호의 페이로드에 ATM 셀을 배열한 ATM 다중신호이다. 여기서 (c) (d)의 차이점은 전자의 경우 셀 동기를 POH의 H4바이트를 이용하고, 후자의 경우 HEC를 이용 한다는 것이다.

따라서 그림 8과 같은 헤더부 정보를, 그림 9와 같은 ATM 다중신호를 이용하는 경우, ATM 전송망은 그림 10과 같이 하나의 물리적 링크가 다수개의 VP들로 구성되고, 다시 하나의 VP가 여러개의 VP들로 구성되는 논리구성을 갖도록 구축될 수 있다. 헤더부는 가상 경로 종단자(VPT : virtual path teminator)간에 투명성이 유지되어야 한다.

VPI는 여러 가입자 회선의 신호가 ATM 전송망에서 ATM 셀을 경제적이고 신뢰성 높게 운반될 수 있도록 동일 목적지를 갖는 가입자 회선을 하나의 단위로 묶어서 전송하여 중계 교환기(toll exchange)의 부하를 줄이기 위해 정의되었고 VCI는 각각의 가입자에 고유하게 할당된 번호로서 교환기에서 회선

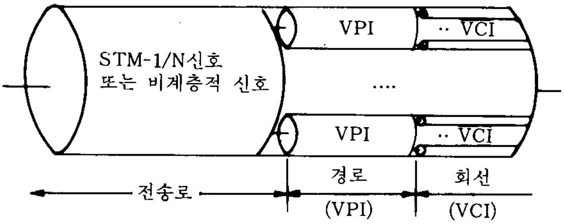


그림10. ATM 전송망의 논리 구성

제어시 이용된다. 따라서 기본적으로 VCI는 교환 노드에서, VPI는 회선 분기/분배 장치 등의 전송노드에서 인식되어야 하지만, 여러개의 VPI가 하나의 전송로로 다중화되어 교환기에 입력되는 경우와 교환기의 하나의 가입자 출력 회선(circuit)이 복수 개의 VPI로 나누어져서 전송되는 경우 교환 노드는 VPI 뿐만 아니라 VCI 또한 인식해야 한다.

그림 11은 B국에서의 경로 VPI_{ba}와 C국에서 오는 경로 VPI_{ca}가 다중장치에서 하나의 입력 경로 VP_i로 다중화되어 중계 교환국인 A 교환국에 입력되어, VP 레벨 변환기에서 출력 경로 VPI_o로 변환되어 분리 장치를 통해 다시 D국으로의 경로 VPI_{ad}와 E국으로의 경로 VPI_{ac}로 분리되어 전달되는 ATM 전송망의 구성을 나타내고 있다. A국의 경로 변환기는 VP 레벨 변환 법칙에 따라 VPI_i가 VPI_o 로 변환하는 기능을 나타내며, VP 감시 제어장치는 ATM 전송망의 전체 노드에 대한 VP 할당 및 재할당, 삭제, 그리고 감시 및 제어 기능을 수행한다.

현재 NNI의 VPI/VCI 영역의 크기는 모두 합하여 28비트이다. 따라서 VP 레벨 변환기에서 요구되는 메모리량이 2^{28}(=256M)급이 된다.

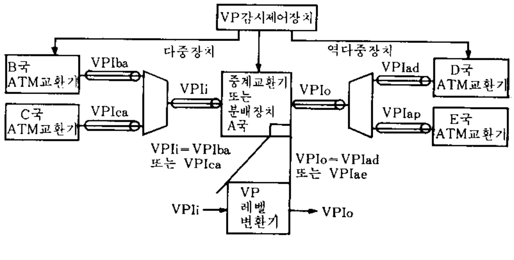


그림11. VP 개념에 의한 ATM 전송망

2. VP 기본 ATM 망의 주요 특징

ATM 전송망은 궁극적으로 VP를 기본으로 구성되고, STM 전송망은 기본적으로 VC에 기본을 두고 구성될 것이다. 여기서는 VP 기본 ATM 전송망과 VC 기본 STM 전송망의 특징을 비교 분석한다. VP(virtual path) 기본 ATM 전송망과 SDH의 VC 기본 전송망의 특징은 표 7과 같이 비교될 수 있다.

VP 기본 전송망의 주요 특징을 기술하면 다음과 같다.

1) 비계층적 전송로 구성 및 전송효율의 극대화

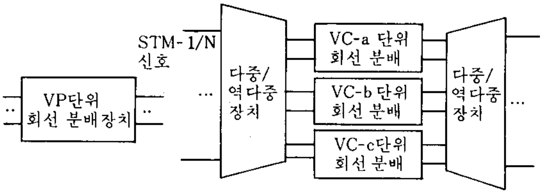
전송로가 VP 기본으로 구성되었을 경우와 STM-1/N VC 기본으로 구성되었을 경우 각각에 대한 회선 분배장치의 구조 및 전송 신호의 구조는 그림 12와 같다. VC 단위로 구성된 경우 계층적으로 VC가 형성되어 있어 있음으로 각각의 회선 분배 단위마다 분배장치가 요구되어 여러개의 회선 분배 장치가 요구된다. 그리고 각각의 VC 신호에 실제로 이용되지 않는 영역이 있을 경우 전체적으로 커다란 전송효율의 저하를 초래한다. VP 단위의 경우 비계층적 다중 신호 구조로 ATM 셀을 다중할 수 있다. 따라서 회선 분배장치의 분배단위를 1종류로 할 수 있고 전송 효율 또한 높일 수 있는 장점이 있다.

2) 능동적인 회선 설정

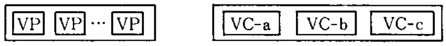
경로 제어 측면에 있어서 VP 및 SDH VC 기본 전송망의 경로 제어는 기본적으로 같은 원리로 동작된다. 그러나 VP 기본 망은 STM 기본 망에서 처럼 분배 기능이 타임스롯 교환에 의하지 않고 경로가 통과하는 전송로의 전송 용량만을 고려하여 VP에 대한 분배 기능을 제어할 수 있는 특징이 있다. 그림 11과 같은 ATM 망의 VP 감시 제어장치는 ATM 교환 노드간의 트래픽을 감시하다가 교환 노드가 VP 용량 변경을 VP 감시 제어 장치에 요구할 때 전송로가 이를 수용할 수 있다고 판단되면 VP 감시 제어장치는 VP 할당이 가능함을 해당 교환노드에 통보함으로써 회선의 추가적인 설정이 완료된다. 이때 VP 감시 제어장치는 중간 분배장치의 VP 설정을 제어를 다시 수행할 필요가 없으므로 전체 망 차원에서 회선 설정이 신속하고 간단하게 수행될 수 있다.

3) 중단없는 회선 절체의 기능

현재 사용하고 있는 전송로를 예비 전송로로 절체해야 할 경우 STM 기본 망에서는 순간 중단없는 회



(a) 회선분배장치 구조



(b) 전송 신호구조

그림 12. VP 단위 및 STM 기본 회선 분배장치 및 전송신호 구조

표 7. VP 대 VC 기본 망의 특징 비교

비교항목	VP 기본 망	STM 기본 망
다중신호의 구조	그림 9 의 (a)와 같은 비계층적 다중구조	계층적 다중구조
다중단위	ATM 셀 단위	STM VC단위
분배장치 설계 난이성	간단	복잡
전송효율	대	소
경로제어	VPI 단위로 수행	VC 단위로 수행
용량제어	전송로 용량에 따라 결정되며 VP사용자(교환기)에 가부통보로 완료	망의 전송로 용량에 의해 가부 판단
용량제어시 회선분배장치제어	VP 분배장치의 제어가 요구되지 않음	STM 분배장치의 제어가 요구됨
능동적인 용량제어	가능	어려움
유지보수	중단없는 회선의 절체 가능	중단없는 회선 절체 어려움

선 절체가 매우 어려운 반면 VP 단위 망에서는 ATM 셀의 비주기적 특성을 이용하여 중단없는 절체가 가능하다.

3. ATM 망의 형태

ATM 망의 형태는 기본적으로 그림 13과 같다. 앞에서도 언급했듯이 ATM 망은 기능측면에서 ATM 레이어와 PMD 레이어로 나뉘어 질 수 있으며, 다시 ATM 레이어는 VC 관리를 주로 담당하는 회선 레이어(circuit layer), VP 관리를 담당하는 경로 레이어(path layer)로 분리될 수 있고, PDM 레이어는 구간 레이어(section layer)로 명명될 수 있다.

경우 1은 SDH를 기본으로 한 ATM 망으로서 회선 레이어에 ATM 셀을 적용하고 경로 및 구간 레이어는 SDH 기본 전송망을 이용한다. ATM 셀은 VC4 패이로드의 각 열에 위치하며, VC-4 패이로드는 2340 바이트 용량이다. 따라서 ATM 셀 크기의 정수배가 아니므로 ATM 셀 동기는 VC4 POH의 H4 바이트를 이용하여 125μsec 마다 제공되어야 한다. H4 바이트는 H4 바이트 위치와 첫 ATM 셀 시작 위치와의 차를 2진수로 표현한 값이며 H4 바이트의 3번째부터 8번째 비트를 이용하도록 표준화되었다.

셀에 대한 유지보수용 채널은 SDH의 POH를 이용하며, ATM 셀은 VC-4 패이로드에 사상되기 전에 생성다항식이 $1+X^{43}$인 자기동기방식의 스크램블러에 의해 스크램블링됨으로써, ATM 셀의 특정 패턴에 의해 STM-1/N 신호의 타이밍 추출을 위한 타이밍 정보를 보장한다.

경우 2는 SDH/ATM 혼재 망으로서 SDH 기본 전송로의 구간 레이어 만을 공용한다. ATM 셀은 POH를 이용하지 않는 패이로드 또는 POH를 이용하는 패이로드에 사상된다. 셀 동기는 HEC를 이용한 자기동기 방식이 주로 이용될 것이다.

경우 3은 경로 레이어에 ATM VP를 도입하고, SDH 기본 회선이 ATM VP를 이용하여 전달되며 구간 레이어는 SDH 기본 전송망을 이용한 ATM 기본 전송망으로서, 전송효율과 운용 및 유지보수 특성을 향상시킬 수 있다.

경우 4는 구간 레이어까지를 모두 ATM화한 완전 ATM 전송망이다. 구간 레이어의 기능중에 하나인 워더 및 지터 제거하기 위한 동기방식은 SDH의 포인터 동기 방식을 이용하지 않고 ATM 셀을 저장하는 버퍼를 이용하여 구현된다.

항목 \ 망형태		경우 1 SDH기본망	경우 2 SDH/ATM기본망	경우 3 ATM기본망	경우 4 완전ATM기본망
망계층	회선 레이어	SDH회선, ATM회선	SDH회선, ATM회선	SDH회선, ATM회선	SDH회선, AMT회선
	경로 레이어	SDH VC기본 path	SDH VC 기본 path, ATM VP path	ATM VP path	ATM VP path
	구간 레이어	SDH section	SDH section	SDH section	ATM cell section
ATM셀을 수용하는 프레임 구성		그림9의 (c)	그림 9의 (b), (d)		그림 9의 (a)
ATM망의 유지보수 채널		SDH의 H4 바이트 이용	유지보수용 ATM 셀		유지보수용 ATM 셀
셀 동기방식		SDH의 POH이용	ATM셀의 HEC를 이용한 자기동기 방식		좌동
망동기 방식		SDH의 Pointer 방식	좌동		ATM셀 버퍼 이용

그림13. ATM 망의 구성

4. ATM 망에서 요구되는 OAM 기능

본 절에서는 ATM 망에서 공통적으로 적용되는 각각의 레이어에서 요구되는 OAM 기능에 대한 정의, 소요 요구사항, 실현 방법 등을 중심으로 기술한다. VP 레이어는 ATM 셀 동기를 유지하는 VP 링크와 링크간의 여러개의 종속 접속에 의해 구성되는 VP 접속들을 관리한다. CCITT는 광대역 ISDN의 UNI의 구간 레이어를 SDH 기본 또는 비계층적 구조 신호를 이용하도록 표준화하고 있다. 따라서 PMD 레이어의 OAM 기능은 두 경우에 대해 독립적으로 정의되고 있다. ATM 레이어의 OAM은 구간 레이어의 전송방식과는 무관하므로, OAM 정보는 ATM 셀 형태로 전송되어야 한다. ATM 레이어를 위한 OAM 셀은 양방향 전달이 가능해야 하며, 이의 소요 대역은 전체 패이로드 용량에서 VP에 요구되는 용량을 뺀 전송 용량까지를 할당한다.

ATM 망의 OAM은 각각의 레이어에 대해 근본적으로 장애 발생 위치가 사용자 또는 망측인가, 또는 망내 어느 위치인가를 구별하는 것을 목적으로 하므로 레이어에 무관하게 다음과 같은 기능들이 권고되어야 한다.

- 장애 감시 기능 :
  - • 입력 신호 손실, 프레임 동기 손실, 과도한 BER 등의 장애 검출 기능
  - • AIS 또는 BAIS 등의 경보 표시 기능
- 장애 원인 구분 및 신속한 유지보수를 위한 시험 감시 기능 :
  - • 전송로 BER 추출, BER 특성 감시 기능
  - • 루프백을 통한 회선 시험 기능
- 시험 및 감시/제어용 셀 전송 및 고도의 OAM 기능을 위한 레이어 종단점간의 통신 기능

이를 바탕으로 ATM 망의 구간 레이어에서 요구되는 OAM 기능을 구체적으로 나열하면 다음과 같다.

- 구간 레이어 관련 장애 검출 기능
  - • 입력 신호 손실
  - • 프레임 동기 손실
  - • BER 감시 기능
- 원격단 구간 종단점으로의 경보 표시 기능
  - • 원격단 수신 장애(FERF : far end receive failure)
- 하향 스트림으로의 경보 표시 신호 전달 기능
  - • 구간 AIS

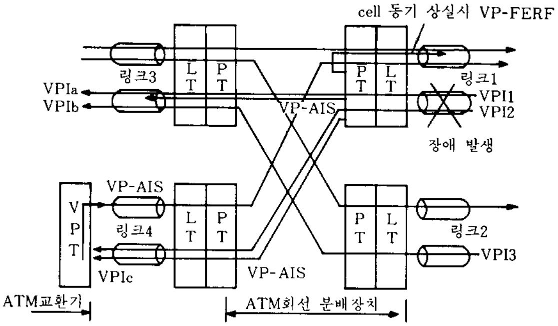
PMD 레이어가 SDH 기본 망을 이용하고 ATM 셀이 STM-1 신호의 VC-4 패이로드에 사상되어 있을 경우, 구간 레이어에 대한 OAM은 STM-N 신호의 SOH를 이용하여 수행될 것이다. PMD 레이어가 완전 ATM 기본 망을 이용하여 구현되고 주기적으로 나타나는 SOH 셀에 의해 구간 레이어의 프레임이 다시 구성될 경우, 구간 레이어에 대한 OAM은 SOH 셀을 이용하여 수행될 수 있다. 한편 이에 대한 주기 및 소요 기능 등은 계속 연구되어지고 있다.

ATM 레이어는 ATM 전송망의 전송노드에서의 운용 단위인 VP를 관리하는 VP 레이어와 가입자 신호의 종단 대 종단 접속인 VC를 관리하는 VC 레이어로 구성된다. ATM 레이어 관리를 위해 요구되는 OAM 기능은 장애 검출 및 표시 기능, 시험감시 기능, 그리고 종단간 유지보수를 위한 통신 기능 등이 요구된다.

- 장애 검출 및 표시기능 : VP 레이어의 OAM 기능중 장애 검출 및 표시 기능은 구간 장애에 대한 경로 레이어의 AIS 전달 기능, VP 레이어의 셀 동기 상실 검출 등과 같은 기능이 요구된다. 이를 나열하면 다음과 같다.
  - • LOC (loss of cell delineation) : 셀 동기 상실 장애 검출
  - • VP-AIS : PMD 레이어 또는 VP 링크 장애와 연관된 VP 종단점으로의 경보 상태 표시 기능
  - • VP-BAIS : VP-AIS을 수신한 VP 종단점이 상대 종단점으로 전송하는 장애 경보 표시기능
  - • VP-FERF : 셀 동시 손실시 VP 링크 종단으로 보내는 경보 표시기능

그림 14는 ATM 회선 분배 장치와 ATM 교환기로 구성되어 있는 ATM 망의 전형적인 OAM 동작을 나타내고 있다. 링크 1의 입력 VP 링크의 고장은 해당 링크에 포함되어 있는 모든 VP 종단점으로의 출력 VPI에 대응되는 출력신호를 VP-AIS로 치환하여 송신하며 VP-AIS를 수신한 VPT (virtual path-terminator)는 상대국으로 VP-BAIS를 송신함으로써, 기본적인 OAM 기능이 수행된다.

- VP 또는 VC 단위의 종단 대 종단 전송품질 감시 기능을 실현하기 위한 감시기능
  - • 셀 손실 및 중첩 감시 기능
  - • 셀 단위 BER 감시 기능
  - • 셀 지연 시간 감시 기능
  - • 회선 설정 감시 기능
- 종단간 유지보수를 위한 통신 기능 : VP 또는 VC 종



여기서, PT: Path terminator, LT: Line terminator
VPI: Virtual path identifier,
VPT: Virtual path termirator

그림 14. ATM 노드에서의 전형적인 OAM 기능

단사이의 유지보수를 위한 통신은 OAM 셀을 이용하여, 이는 링크 또는 종단 대 종단 노드간의 유지보수 정보의 교환이 가능해야 한다.

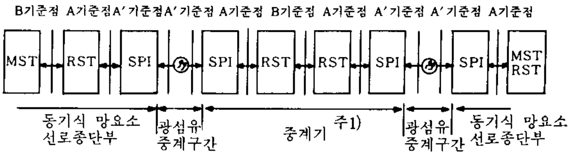
한편 유지보수용 OAM 셀은 헤더부의 PT부에 의해 구별될 수 있다.

V. 동기식 선로 시스팀

현재 CCITT SG15의 동기식 전송 및 다중시스팀과 관련된 잠정 권고안[1,2]을 살펴보면 광섬유 케이블 상에서의 선로 시스팀의 특징을 규정한 G. opt, 동기식 디지틀 계위상에서 광섬유를 통한 동기식 선로 시스팀의 특징을 규정한 G. sls, 동기식 다중장치의 일반적 구조 및 특성을 다룬 G. smux 1/2/3/4, 그리고 디지틀 회선 분기/분배 장치의 일반적 구조 및 특성 등을 다룬 G. dxc 등을 들 수 있다. 본 절에서는 CCITT 잠정 권고안 G. sls를 바탕으로 동기식 선로 시스팀의 정의, 중계기 구간에서의 기능 및 특성 등을 중심으로 기술한다.[2]

1. 동기식 선로 시스팀의 정의

동기식 선로 시스팀은 그림 15와 같이 국간 중계 링크의 경우 RST (regenerator section termination) 및 MST (multiplexer section termination) 등으로 이루어진 동기식 다중 장치 및 분기 / 분배 장치 등의 선로 종단부, 광섬유 중계 구간, 그리고 송수신 RST 및 SPI (SDH physical interface)로 구성되어 있는 중계기로 구성되어 있으며, 국사내 중계 링크의 경우 동기식 다중장치의 선로 종단부와 광섬유 중계 구간으로 정의된다.



주 1) 국사내 중계 링크의 경우 해당 없음

그림 15. 동기식 선로 시스팀

2. 중계기 구간

1) 중계기 구간 구성도

중계기 구간은 동기식 망 요소(또는 중계기의) B 기준점에서 중계기(또는 중계기 동기식 망요소)의 B 기준점 사이로 정의되며, 그림 16과 같은 기능 블럭으로 구성되어 있다.

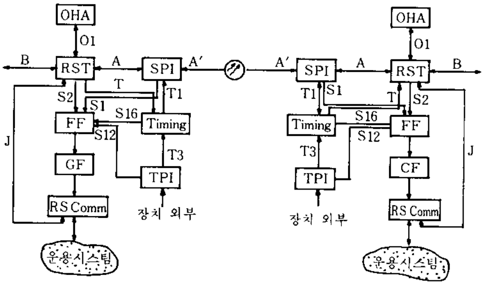


그림 16. 중계기 구간 기능 블럭도

송신 RST는 기준점 B로 부터 RSOH (regenerator section overhead)가 빠진 STM-1/N 신호를 수신하여 타이밍부에서 부터 오는 기준 클럭 T를 이용하여 데이타를 리타이밍하고, O1 기준점을 통해 들어오는 E1 바이트, 기준점 J를 통해 수신되는 D1-D3 바이트, 이전의 전체 프레임에 대한 BIP-8 B1 바이트, 기준점 B에서 부터 수신한 A1, A2 바이트 및 STM-1/N 신호에서 STM-1 신호를 확인하기 위한 C1 바이트, 망 제공자에게 제공되는 사용자 채널 F1 바이트 등을 삽입하여, 기준점 A로 완전한 형태를 갖는 STM-1/N 프레임을 전송한다. 그리고 기준점 S2를 통해 송수신 RST 상태를 FF (filter function)에 전달한다.

송신 SPI (SDH physical interface)는 기준점 A로 의 전기적 신호를 기준점 A'의 광신호로 변환하며, 기준점 S1을 통해 송신기의 상태를 전달한다. 그리고 수신 SPI는 기준점 A'을 통해 수신된 광신호로 부터 데이타와 타이밍을 복구하여 이를 기준점 T1을 통해 타이밍 발생부로 기준 타이밍 신호로 전달하며, 타이밍부는 이들 기준 클럭을 이용하여 시스팀 기준 클럭을 생성한다. 수신 신호 손실 등의 수신기 상태는 기준점 S1을 통해 FF (fiter function)에 전달된다.

수신 RST는 프레임 동기워드를 찾아 프레임동기를 수행하고, 이를 기초로 BIP-8을 구한 후 디스크램블러에서 출력된 수신 다음 프레임의 B1바이트와 비교하여 이 결과를 FF에 전달하며, RSOH 바이트를 추출한다. E1 바이트는 O1 기준점을 통해 OHA (overhead access)에 전달하고, D1-D3 바이트는 기준점 J를 통해 RS 통신부에 전달한다. 수신신호관련 장애발생시 수신 RST는 구간 AIS를 생성한다.

TPI (timing physical interface)와 타이밍부는 시스팀에서 필요한 기준 타이밍 발생한다. TPI는 장치 외부로 부터 수신된 클럭을 수신하여 관련 기준 타이밍을 타이밍부로 전달한다. 타이밍부는 기준점 S16을 통해 FF로 부터 입력된 정보를 바탕으로 시스팀 클럭 생성에 필요한 TPI로 부터 또는 SPI로 부터의 기준 타이밍중 하나를 선택하여, 이를 바탕으로 시스팀 타이밍을 생성한 후 이를 T 기준점을 통해 각 부분에 배포한다. 기준 클럭 절체는 B1 바이트로 부터 추출되는 과도한 BER 상태, 신호 손실, 프레임 손실 등의 상태가 발생할 경우 수행된다.

OHA (overhead access) 기능은 다중장치 또는 중계기에서 POH 또는 SOH에 들어있는 특정 오버헤드를 접속하기 위한 수단을 제공한다.

FF와 CF (conversion function)는 S 기준점 등을 통해 다중장치 또는 중계기의 모든 기능을 감시하여 이를 바탕으로 SDH 관련 제어 및 감시 정보를 TMN (telecomunication management network)용 제어 및 감시 정보로 변환하며, 이를 J1 기준점을 통해 D1-D3 채널을 이용하여 TMN에 접속된 망 요소로 전달하거나 Q 인터페이스를 통해 workstation 또는 TMN으로 전달한다.

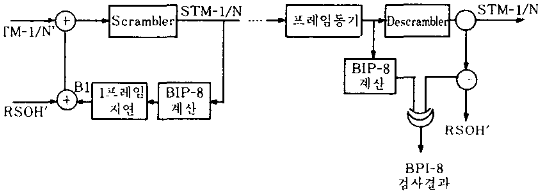
2) 중계기 구간 오버헤드

중계기 구간에서 처리되어야 할 오버헤드는 프레임 동기를 위한 A1, A2 바이트, STM-1/N 신호에서 STM-1 신호를 확인하기 위한 C1 바이트, 중계기 구간의 전송성능 계산을 위한 B1 바이트, 유지보수 요원과의 음성 채널을 할당하기 위한 E1 바이트, 망 공급자를 위한 사용자 바이트인 F1 바이트, 그리고 데이타 통신 채널을 제공하는 192Kb/s D1-D3 바이트 등이다.

A1-A2 바이트는 중계기에서는 기본적으로 오류가 발생되었음을 검출하더라도 오류 교정없이 전달해야 하지만, B1 바이트는 송신 프레임 바이트에서 발생한 오류를 고려하기 위하여 반드시 다시 계산되어야 한다.

3) 스크램블링

중계기 구간에서 수행되는 스크램블링은 기본적으로 수신 신호에 타이밍 정보를 부여하기 위해 적용되었다. 길이가 127인 프레임 동기 스크램블러를 이용하며 생성다항식은 $1+X^6+X^7$이다. 스크램블링과 B1 바이트와의 관계는 그림 17과 같다.



여기서, STM-1/N' :RSOH를 제외한 STM-N신호
RSOH' :B1 바이트를 제외한 RSOH

그림 17. 스크램블링과 B1 바이트 계산과의 관계

스크램블링은 송신 RST에서 수행되며, SOH의 첫번째 열을 제외한 전체 STM-N 신호에 대해 수행된다. BIP-8 계산은 SOH의 스크램블링된 첫번째 열을 포함한 STM-N 신호에 대해 수행되며, 이는 다음 프레임의 B1 바이트 위치에 삽입된다.

수신 RST는 먼저 A1, A2 바이트를 이용하여 프레임 동기를 수행한 후, 수신 STM-N 신호로 부터 BIP-8 계산을 수행하여 저장했다가, STM-N 신호가 디스크램블되고 난후 다음 프레임의 B1바이트를 추출하여 이들을 비트 단위로 서로 비트 대 비트 exclusive-or 하며, 이 결과를 이용하여 중계기 구간 사이의 성능을 유출한다.

스크램블러는 RSOH의 첫번째 열의 마지막 C1 바이트후 첫 바이트의 MSB (most significant bit) 에서 '1111111'로 고정되며, 이후 모든 STM-N' 신호는 스크램블러의 출력과 exclusive-or 된다.

3. 중계기

1) 중계기의 기본 기능

중계기의 기능 블럭은 그림 18과 같다. 중계기는 5장 2절 1)에서 기능을 갖는 SPI(1), SPI(2), RST(1), RST(2), 타이밍부, FF, CF 그리고 RS 통신부로 구성되어 있다. 중계기는 기본적으로 통과 모드(through) 타이밍 방식을 이용하며, 수신 SPI는 수신 데이타로부터 타이밍을 추출하여, 이를 T1 기준점을 통해 타이밍부로 전달하면 타이밍부는 T 기준점을 통해 이 후 단의 RST 및 SPI부에 시스팀 타이밍을 제공한다. 입력신호 손실, 프레임 동기 손실 등의 입력신호에 장애 발생시 타이밍부는 자체 발진 클럭을 이용하여 시스팀 클럭을 생성하며, 자체 발진 클럭의 장기 주파수 안정도는 ±20ppm 이내여야 한다. 그리고 이 경우 하향 링크에 다중 구간 AIS 신호를 송신한다.

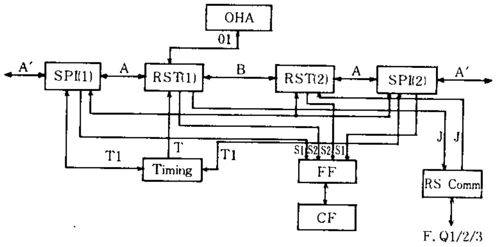


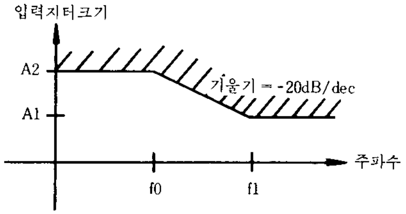
그림 18. 중계기 기능 블럭도

중계기의 각 부분은 S1 및 S2 기준점을 통해 FF로 관련 상태가 전달되며 CF(conversion function)는 이를 TMN망 관련 감시 및 제어 정보로 변환하여 다른 동기식 망 요소로의 전송을 위하여 RS 통신부를 통해 J 기준점을 이용하여 상대 망 요소로 전달할 수 있다. 그리고 Q1/2/3 인터페이스는 중계기와 운용시스팀 또는 MD (mediation device)와의 접속을 위해 정의되었고, F 인터페이스는 유지보수 및 감시제어를 위하여 중계기와 workstation을 접속하기 위해 정의되었다.

중계기 관련 시스팀 인터페이스를 나열하면 2개의 송신 광섬유와의 접속점, 2개의 수신 광섬유와의 접속점, 타합선을 위한 인터페이스, 사용자 채널을 위한 인터페이스, TMN과의 접속을 위한 Q1/2/3 인터페이스, 그리고 workstion과의 접속을 위한 F 인터페이스 등을 들 수 있다.

2) 중계기에서의 지터 성능

SDH 선로 시스팀에서 지터의 누적을 방지하기 위하여 지터 생성, 지터 전달함수, 그리고 지터 tolerence 등의 지터 관련 규격이 요구된다. 중계기에서 이용되는 타이밍 복구 회로는 Q값이 600-1200이고 대역폭이 65-2000KHz인 수동 필터를 이용한 타이밍 복구방식(방식 A)과, 5-50KHz의 작은 대역폭을 갖는 능동 소자인 PLL(phase locked-loop)를 이용한 타이밍 복구 방식(방식 B)로 구현된다. 두 방식은 동일한 전송망에 연동될 수 없으므로 관련 규격 또한 구분되어 정의되어야 한다. 중계기는 입력 지터 부재시 0.01UIrms이상의 지터를 생성해서는 안된다. 지터 tolerence는 0.2dB의 광전력의 손실을 초래하는 sinusoidal 입력 지터의 첨두 대 첨두 지터 크기로 정의된다. SDH 중계기는 그림 19와 같은 지터 tolerence 특성을 만족해야 한다.



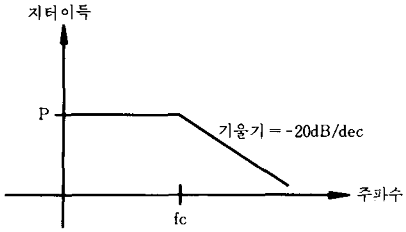
신호종류	중계기 형 태	f1 (KHz)	f0 (KHz)	A1 (UI p-p)	A2 (UI p-p)
STM1	A	75	7.5	0.15	1.5
	B	12	1.2	0.15	1.5
STM-4	A	250	25	0.15	1.5
	B	12	1.3	0.15	1.5
STM-16	A	1000	100	0.15	1.5
	B	12	1.2	0.15	1.5

그림 19. 중계기에서의 지터 tolerence 특성

지터 전달 함수는 주파수에 대한 입력 지터 대 출력지터의 비교 정의된다. SDH 중계기는 그림 20과 같은 지터 전달함수 특성을 만족해야 한다.

Ⅵ. 결 언

향후 광대역 전송기술의 핵심 기술이 될 STM 기



STM 신호	중계기 형태	fc	P(db)
STM 1	A	130	0.1
	B	30	0.1
STM-4	A	500	0.1
	B	30	0.1
STM-16	A	2000	0.1
	B	30	0.1

그림 20. 중계기에서의 지터 전달함수

본 동기식 다중/전송 및 ATM 기본 B-ISDN 전송과 관련된 국제적 표준화 동향 및 연구 내용에 대해 기술하였다. 또한 광대역 전송 매체로써 가장 많은 응용이 예상되는 광 전송시스팀 관련 표준화에 대해서도 기술하였다.

STM 기본 동기식 전송 방식은 기존 비동기식 전송 방식과 친화성이 강하며, 또한 기존망으로부터 동기식 전송망으로의 점진적인 진화가 가능하도록 표준화되었기 때문에 동기식 전송망은 세계적으로 조기(1990년도) 현장 적용이 가능할 것이다. 이에 반해 ATM은 차세대 통신 기술로써 고려되고는 있으나, 기존 전송망과의 호환성을 성취하기가 매우 어려워서 동기식 전송망 보다는 다소 늦게(1995년 예상) 현장에 적용될 것으로 예상된다.

따라서 동기식 전송망은 기존의 비동기식 전송과의 용이한 호환성을 성취함은 물론 향후에 도입될 ATM까지를 수용할 수 있도록 함으로써 전송망의 진화에 융통성을 갖도록 하는 것이 중요하다. 즉, 1차적으로 동기식 STM-N 신호에 B-ISDN 신호를 수용토록 함으로써 B-ISDN 신호가 기존 전송 방법으로 망에 도입되도록 허락하는 것이 바람직할 것이다. 이는 B-ISDN에서 정의된 ATM 모드를 통해 서비스 대역 할당에 융통성을 줌과 동시에 동기식 NNI에서 정의된 동기식 다중 프레임을 이용한 효율적인 전송 및 OAM 기능을 갖도록 함으로써 양 방식의 장점을 최대한 활용할 수 있도록 할 것이다.

參 考 文 獻

[1] CCITT Recommendations G.707, 708, 709, I.121, Blue Book, Geneva, 1989.

[2] CCITT Draft Recommendations G.smux 1/2/3/4, G.sls, G.opt, G.sna1/2, Geneva, 1989.

[3] 김 재근, 김 재명, "디지틀 전송과 동기식 전송기술," 전자통신지 동기식 전송기술 특집, 전자통신연구소, July 1989.

[4] 이 현수, 김 춘희, 김 재근, "CCITT 표준 동기식 NNI의 구조 분석," 전자통신지 동기식 전송기술 특집, 전자통신연구소, July 1989.

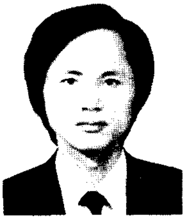
[5] 김 홍주, 김 재근, 김 재명, "국내 동기식 전송망의 구축을 위한 제안," 전자통신지 동기식 전송기술 특집, 전자통신연구소, July 1989.

[6] Y. Maeda, M. Sasakawa, "SDH 환경하에서의 ATM 망 구성법," "전자통신지 신학기보, CS 89-92, 1989.

[7] S. Tanabe, H. Kuwahara, Y. Sakurai, K. Kawakita, "ATM 교환기 구성방식," 전자통신학기보, CS89-44, 1989.

[8] K. Toyoshima, H. Tatusno, "헤더 오류 제어에 의한 동기회로 구성법 및 검토," 전자통신학기보, CS89-70, 1989.

筆 者 紹 介



金 在 根

1952年 8月 28日生
1980年 2月 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1983年 2月 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1990年～현재 고려대학교 대학원 (박사과정)
1979年 12月 한국전자통신연구소 입소
현재 한국전자통신연구소 전송시스템연구실장

廉 興 烈

1959年 2月 10日生
1981年 2月 한양대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
1983年 9月 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1990年 2月 한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1982年 12月 한국전자통신연구소 입소
1990年～현재 한국전자통신연구소 전송시스템연구실 선임연구원

電子工學會誌 特輯 案內

	特 輯 名
第17卷 第1號(2月)	'90年代 電子技術 特輯
第17卷 第2號(4月)	國際 標準化 動向 特輯
第17卷 第3號(6月)	制御計測 技術 特輯
第17卷 第4號(8月)	半導體·材料 및 部品 特輯
第17卷 第5號(10月)	光波 및 量子電子工學 特輯
第17卷 第6號(12月)	(미 정)
第18卷 第1號(2月)	電子, 情報, 通信分野 法律 特輯