

BISDN과 동기식 전송

李秉基
서울대학교 電子工學科

장래 통신망의 주축으로 등장할 고속 데이터 서비스와 영상 통신 서비스들은 그 기본 성질상 고속 및 광대역의 통신채널을 필요로 하게 된다. 그러나 이것은 기존의 PDH (PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy)나 협대역 ISDN (NISDN: Narrowband ISDN)으로는 충족시킬 수 없으므로, 이에 대한 해결책으로서 제시된 것이 SDH (SDH: Synchronous Digital Hierarchy)와 광대역 ISDN (BISDN: Broadband ISDN)인 것이다. SDH는 복미의 동기식 광통신망 (SONET: Synchronous Optical Network) 접속 표준을 모체로 발전된 155.520Mbps 위주의 동기식 전송 방식을 제공하게 되며, BISDN은 비동기식 전달모드 (ATM: Asynchronous Transfer Mode)를 통신수단으로 기존의 제반 협대역 서비스와 새로운 광대역 서비스를 통합 수용할 명실상부한 종합통신망이다. BISDN은 그 기본 동작 속도가 SDH와 동일하도록 표준화되었고, 실제로 그 물리 계층은 SDH 그 자체를 기반으로 형성 가능하다. 이와 같이 동기식 전송과 BISDN은 밀접한 연관 속에 장래 통신망의 근간으로 뿌리내리고 있으므로, 이들 두 가지를 연관지워 살펴 보는 것은 대단히 의미있는 일이 되겠다.

본고에서는 SDH 표준^[1-5]을 토대로 하여 동기식 전송을 검토하고, BISDN 표준^[6-7]을 바탕으로 BISDN과 ATM 통신 방식을 살펴보도록 하겠다. 이들에 관한 내용은 여러 가지 참고문헌들에 잘 기술되어 있는 바^[8-20], 편의상 본고에서는 참고문헌 [8-9]을 위주로 하여 그 전모를 개관하도록 하겠다. 먼저 동기식 전송방식과 BISDN 및 ATM 통신 방식을 각각 살펴본 후, 이들의 상호 결합관계를 간단히 검토해 보기로 하겠다.

I. 동기식 전송 방식

점대점 형태의 광통신이 광통신망의 형태로 진화해 나가면서 BISDN 표준화에 굴절되어 맺혀진 상이 곧 동기식 전송방식이라고 할 수 있다. 즉, 광통신 시스템들에 의한 망의 구축을 가능하게 하기 위하여 SONET 접속표준을 만들던 중, 이를 BISDN의 망-노드 접면 (NNI: Network Node Interface) 표준으로도 사용할 수 있도록 일반화시킨 것이 SDH이고, 이 SDH에 의거한 전송방식이 곧 동기식 전송방식인 것이다.

SDH는 유료부하 (payload) 신호들을 적절히 처리하여 전송망을 통해서 수송할 수 있도록 새로이 표준화한 디지털 수송 구조의 계위적인 집합이다. SDH의 입장에서 살펴 보면, 기존의 디지털 계위는 PDH라 할 수 있다. PDH에 비할 때 SDH는 외형상 지극히 단순하다. PDH에는 복미식과 유럽식의 DS-1, DS-2, DS-3, DS-4 등이 있으나 SDH에는 155.520Mbps 비트율 (bitrate)의 신호를 n개 바이트 교적 다중화 (BIM: Byte Interleaved Multiplexing) 시킨 형태를 갖는 동기식 수송 모듈 (STM: Synchronous Transport Module) 신호 STM-n이 있을 뿐이다. 그러나 기존 PDH 상의 DS-1~DS-4 계위 신호 (tributary) 들을 STM-n 신호로 매핑시키는 동기식 다중화 (synchronous multiplexing) 과정은 꽤 복잡한 편이다.

SDH가 “동기식”이라는 이름을 갖게 된 것은 계위 신호들이 STM-1으로 다중화되는 과정이 동기식 다중화 구조를 채택하고 있기 때문이라 하겠다. 동기식 다중화 구조를 사용하면 다중화/역다중화가 단순하

고, 저속 계위신호에 접근하기가 용이하며, 운용유지 보수(OAM : Operation, Administration and Maintenance) 기능을 향상시킬 수 있고, 또 장래 높은 비트율로의 확장이 수월해진다. 따라서 동기식 다중화 구조는 곧 SDH의 핵심이라고 할 수 있다.

PDH 신호들을 구성하고 기저대역을 통해서 이를 전송하던 기존의 통신방식을 디지털 전송방식이라고 불렀던 것에 대해서, SDH 신호들을 구성하고 전송하는 새로운 통신방식을 동기식 전송방식이라고 부른다. 따라서 동기식 다중화 과정을 통해서 기존의 DS-1~DS-4 계위신호들을 STM-n 신호로 다중화시키고, 동기식 분기결합(add/drop)장치나 동기식 교차연결(crossconnect)장치등을 통해서 재구성하고, 동기식 광통신망을 통해서 전송하고 재생하는 일련의 동기식 처리과정을 통틀어서 동기식 전송방식이라고 할 수 있다. 동기식 전송방식의 입장에서 살펴보면 기존의 디지털 전송방식은 비동기식 전송방식에 해당하게 된다.

본 절에서는 동기식 전송방식의 전모를 검토하도록 하겠다. 먼저 SDH를 기존의 유사동기식 디지털계위와 비교하여 검토하고, 동기식 다중화 구조 및 STM-n 프레임 구조에 관해서 살펴보도록 하겠다. 이어서 동기식 전송의 기반을 이루는 계층화 개념 및 포인터 기법에 관해서 검토하고, 또 이들과 관련하여 오버헤드의 사용법과 동기화방법에 관해서 살펴보겠다. 이를 토대로 동기식 전송방식의 특징들을 구체적으로 열거 검토하고 끝으로 SDH와 SONET을 비교해서 살펴보도록 하겠다.

1. PDH와 SDH

기존의 디지털 계위는 미국의 벨시스템(Bell System)과 국제전신전화 자문기구(OCITT:International Consultative Committee on Telephone and Telegraph)가 규정한 북미식 및 유럽식의 DS-1~DS-4 계위신호들로 구성된다. 이들중 북미식 신호들은 벨시스템의 재구성고 더불어 출현한 북미의 T1 위원회(T1 Committee)에 의해서 북미의 표준으로 재확인된 바 있다. 이 디지털 계위를 최근에 출현한 SDH와 구분짓기 위해서 PDH라 부른다.

PDH는 기존의 표준 디지털 계위로서, 북미식 및 유럽식으로 구분된다. 북미식 PDH는 DS-1(1.544Mbps), DS-1C(3.152Mbps), DS-2(6.312Mbps), DS-3(44.736Mbps), DS-4E(139.

264Mbps)로 구성되며, 유럽식 PDH는 DS-1E(2.048Mbps), DS-2E(8.448Mbps), DS-3E(34.368Mbps), DS-4E(139.264Mbps), DS-5E(564.992Mbps)로 구성된다. 매 단계의 다중화는 유사동기식 다중화로서 비트 채워넣기(bit-stuffing)식 정위치 맞춤(positive justification)에 의해서 동기화된다.

SDH는 STM-n 신호들로 구성된다. 이때 n은 정수로서 1, 4, 16 등이 주 관심대상이 되고, 이에 상응하는 비트율은 각각 155.520Mbps, 622.080Mbps, 2,488.320Mbps이다. STM-n신호는 계위신호 DS-1, DS-2, DS-3, DS-4E, DS-3E, DS-2E, DS-1E로부터 동기식 다중화를 통해서 형성된다. 이때 DS-1C 신호나 DS-5E 신호는 SDH의 관심대상에서 제외된다. STM-n 신호는 n개의 STM-1 신호가 교차다중화(BIM:byte-interleaved multiplexing)된 형태를 가지나, 오버헤드의 구성이 조금씩 달라진다.

SDH는 PDH에 비해서 외형상 대단히 단순한 구조를 갖는 것을 알 수 있다. 북미식과 유럽식 계위신호 모두에 대해서 단지 한단계의 다중화가 존재할 뿐인 것이다. PDH에서는 한 계위신호가 차상의 계위로 다중화될 때 비동기식 다중화가 사용되고, SDH에서는 계위신호가 STM-n신호로 다중화될 때 동기식 다중화가 사용된다. 또 PDH에서는 DS-m신호가 DS-(m-1) 신호의 차상급 계위에 속하지만, SDH상에서는 이들 신호가 모두 대등한 관계에 있게 된다.

2. 동기식 다중화 구조

앞에서 살펴보았듯이 모든 디지털 계위신호들을 대등하게 취급하여 STM-n 신호를 구성하는 것이 동기식 다중화 구조이다. 그림 1은 계위신호들에 대한 동기식 다중화 구조의 전모를 보인 것이다. 그림에서 괄호안의 숫자들은 해당 다중화에 소요되는 신호의 갯수를 나타낸다. SM(synchronous multiplexing)이라고 표시한 점선 네모속이 동기식 다중화 과정을 나타낸 것이고, AM(asynchronous multiplexing)이라고 표시한 왼쪽의 점선 네모속은 각 계위신호들이 형성되는 비동기식 다중화 과정을 나타낸 것이다.

동기식 다중화 과정의 첫 단계로서 각 계위신호들은 해당 상자(C:Container)에 매핑(mapping)된다. 이때 동기화를 위해서는 비트단위의 정/영/부 위치 맞춤(positive/zero/negative justification) 또는 정위치 맞춤이 사용된다. 상자에 경로오버헤드

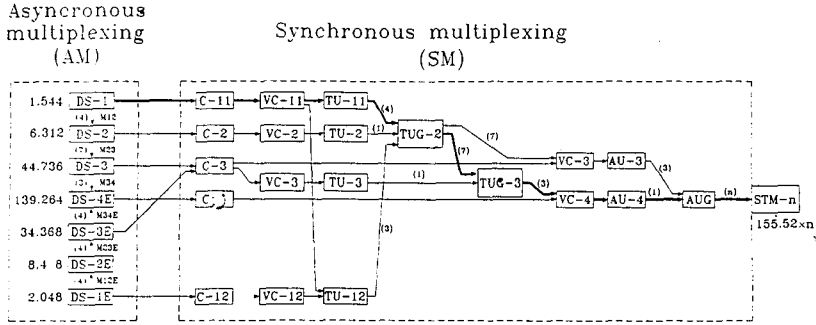


그림 1. 동기식 다중화 구조(단위는 Mbps)

(POH:Path Overhead)를 추가하면 가상 상자 (VC:Virtual Container)가 되고, 그 위에 포인터 (PTR:pointer)를 덧붙이면 계위신호 단위(TU: Tributary Unit)가 된다. 이때 VC-4, VC-3의 경우에서와 같이 다른 VC를 거치지 않고 직접 STM-1에 매핑될 경우에는 TU가 관리단위(AU: Administrative Unit)가 된다. TU-1(TU-11 또는 TU-12) 경우에는 네 개씩 그룹지어 계위신호 단위 그룹(TUG:Tributary Unit Group)의 형태로서 VC-3나 VC-4로 다중화된다. TU-2(TU-21 또는 TU-22)는 TUG-2와 동격으로, 또 TU-3은 TUG-3과 동격으로 간주하면 되겠다. VC-3은 TU-3을 경유하여 VC-4로 다중화되거나, AU-3을 경유하여 직접

관리단위(AU)에 다중화될 수 있다. 관리단위그룹(AUG:Administrative Unit Group)은 AU-4와 동격으로 간주할 수 있으며, n개의 AUG를 다중화시킨 후 구간 오버헤드(SOH:Section Overhead)를 붙이면 STM-n신호가 된다.

동기식 다중화에 대한 예로서, 그림 1에서 굵은선으로 표시한 DS-1\C-11\VC-11\TU-11\TUG-2\TUG-3\VC-4\AU-4\AUG\STM-n의 경로에 대한 다중화 과정을 도시하면 그림 2와 같다. DS-1신호가 먼저 C-11에 매핑되고 그 위에 VC-11 POH를 얹으면 VC-11이 된다. VC-11에 TU-11 PTR을 붙이고 이를 4개 다중화시키면 TUG-21이된다.

TUG-21 신호상에서도 각 TU-11들의 TU-11 PTR들이 함께 그룹지어 밖으로 드러나는 것을 볼 수 있다. TUG-2를 7개 다중화시키고 그 앞에 고정 오버헤드(FOH:Fixed Overhead)를 붙이면 TUG-3이 되고, 이를 다시 3개 다중화시킨 후 FOH와 VC-4 POH를 붙이면 VC-4가 된다. 그러므로 VC-4 신호는 외형상으로 TUG-2를 21개 다중화시키고 VC-4 POH와 FOH를 붙인 것과 동일하다. 이 다중화 결과를 살펴보면 TU-11 신호 84개가 VC-4상에서 개별적으로 접근가능함을 알 수 있다. 이때 FOH는 크기를 맞추기 위해서 채워넣은 오버헤드에 불과하다. VC-4에 AU-4 PTR을 붙이면 AU-4가 되고, 이것은 곧 AUG 신호와 동일하다. AUG를 n개 다중화시키고, 그 위에 구간 오버헤드를 덧붙이면 STM-n 신호가 얻어진다.

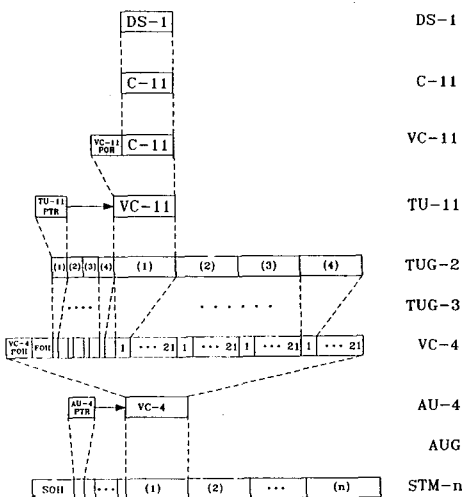


그림 2. DS-1\C-11\VC-11\TU-11\TUG-2\TUG-3\VC-4\AU-4\AUG\STM-n 경로에 대한 다중화 과정의 예

3. STM-n 프레임 구조

앞 절에 설명한 동기식 다중화 절차를 따라서 구성된 STM-n 프레임은 그림 3과 같은 구조를 갖는다. 이 구조는 125μs시간 동안에 9B×n×270(B:byte)

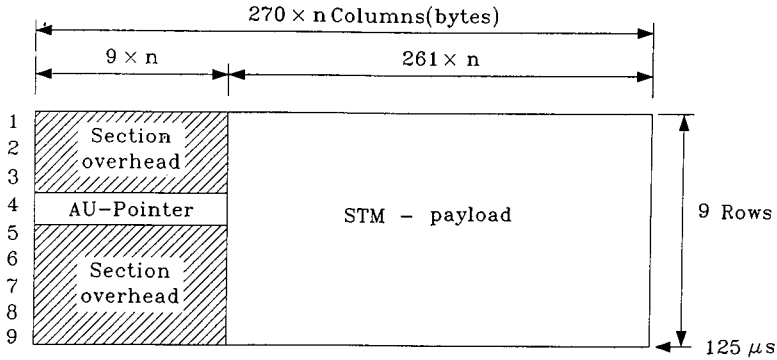


그림 3. STM-n 프레임 구조

공간을 점유하므로 $n \times 155.520\text{Mbps} (= 9 \times n \times 270 \times 8 \text{ kbps})$ 의 비트율을 갖게 된다. 이 중 $9B \times n$ 만큼 이 구간 오버헤드(SOH) 및 AU 포인터 공간으로, 나머지 $9B \times n \times 261$ 이 STM-1 유료부하공간으로 할당된다. 따라서 SDH의 기본신호인 STM-1은 $9B \times 270$ 의 크기를 가지고, 이 중 $9B \times 9$ 만큼이 구간 오버헤드 및 AU PTR 공간이며, $9B \times 261$ 만큼이 유료부하공간이고, 비트율은 155.520Mbps 가 된다.

STM-1 프레임 구조를 중심으로 살펴보면 SOH는 $3 \times 3B$ 와 $5 \times 3B$ 의 두개 공간으로 구성되고, AU PTR은 $1 \times 3B$ 의 공간으로 구성되며, 나머지 $9 \times 261B$ 만큼이 STM-1 유료부하공간이다. STM-1 유료부하공간에는 VC-4신호 한 개가 매핑되거나, VC-3신호 세 개가 FOH와 함께 매핑될 수 있다. VC-4와 VC-3신호는 각각의 유료부하공간과 그 앞에 붙은 $9 \times 1B$ 크기의 POH 공간으로 구성된다. VC-4 또는 VC-3에 해당 AU PTR을 붙인 것을 AU-4 또는 AU-3라 한다. 따라서 STM-1 프레임 구조에서 STM-1 유료부하공간과 AU PTR 공간을 합한 것이 AU-4가 된다. AU-4 상부와 하부에 각각 해당

SOH 공간을 덧붙여주면 최종적인 STM-1구조를 얻게 된다.

위에 언급한 기능들 중, POH는 해당 VC신호가 조성된 점과 해제되는 점들간에, 또 SOH는 재생기들간이나 다중화기들간에 사용되는 오버헤드들이다. 또 AU PTR은 관련 VC신호의 위치를 표시하는데 사용된다. 즉, STM-1 유료부하공간에 미리 할당된 번지를 이용하여, VC신호의 시작점을 AU PTR에 표시하고, 만일 시작점이 변동하는 경우에는 그 내용을 AU PTR에 아울러 표시한다.

4. 계층화 개념과 오버헤드

일반적으로 디지털신호는 그림 4에 예시한 것과 같이 경로, 재생기 구간, 다중화기 구간 및 물리 매체들을 단계적으로 경유하면서 전송된다. 이 디지털 전송과정에 계층화된 개념을 적용하면, 경로 계층, 다중화기 구간 계층, 재생기 구간 계층, 물리 매체 계층(또는 광 계층)으로 구분할 수 있다.

동기식 다중화구조는 이와 같은 계층화된 개념을 수용하여 체계적인 공간 배열을 하고 있다. 그림 5는

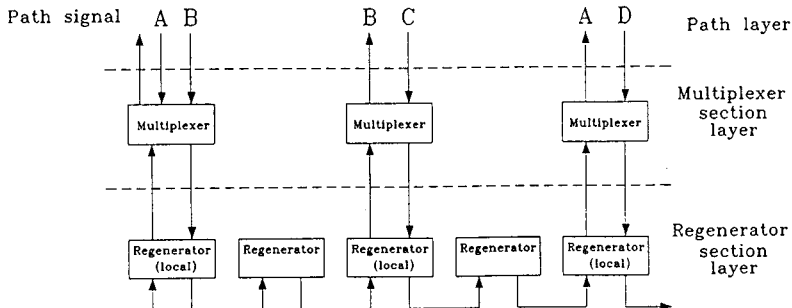


그림 4. 디지털 전송(단방향)의 계층화 개념

그림 3의 STM-n 프레임은 그 기능별로 구분해 준 것이다. 그림에서 재생기 구간 오버헤드와 다중화기 구간 오버헤드는 각각 재생기 구간 계층과 다중화기 구간 계층에 적용되는 오버헤드들이다. 또 경로 오버헤드는 경로 계층에 적용되는 오버헤드이고, 기타 상위 경로들을 위한 오버헤드들은 STM 유료부하공간 내부에 존재하게 된다.

동기식 다중화에 있어서 사용되는 오버헤드는 위와 같은 계층화된 개념을 반영하여 구간 오버헤드(SOH)와 경로 오버헤드(POH)로 구분된다. 이 중 SOH는 중계 구간 오버헤드와, 다중화 구간 오버헤드를 포함하게 된다. SOH는 STM-n 신호가 구성될 마지막 단계에 삽입되고, POH는 VC 신호가 구성될 때마다 삽입된다. 이 관계를 그림 1에 적용하면, AU-4와 AU-3이 STM-n에 매핑될 때 SOH가 삽입되고, VC-4와 VC-3신호가 형성될 때 POH가 삽입되는 것을 알 수 있다. 물론 VC-11, VC-12, VC-2가 구성될 때에도 POH가 삽입된다.

SOH는 STM-n 신호의 전송성능표시, 운용 및 유지보수 등을 목적으로 재생기나 다중화기 구간에서 삽입 추출되는 오버헤드이다. 그림 5에 예시했던 것과 같이 AU PTR 상부의 SOH는 재생기 구간을 위하여, 또 그 하부의 SOH는 다중화기 구간을 위하여 사용된다. 이를테면 BIP(Bit Interleaved Parity)-8을 위한 B1은 PTR 상부에 위치한 오버헤드로서 매 재생기마다 확인 및 재계산된다. 그러나, BIP-24를 위한 B2 세 바이트는 PTR 하부에 위치한 오버헤드로서 선로중단에서만 확인된다. POH는 앞에서 살펴본 것 같이 VC-4나 VC-3을 위한 상위 POH와 VC-11, VC-12, VC-2를 위한 하위 POH로 구분된다. 어느 경우든간에 POH는 해당 VC가 조성된 점과

해체되는 점 간의 종단간(end-to-end) 통신을 위해 사용된다.

구간 및 경로 오버헤드의 구조를 STM-1 프레임을 예로 들면 각각 그림 6 a 및 b와 같다. 그림에서 A1, A2는 프레임 정렬 부호, B1, B2, B3는 홀짝수 확인(parity check), C1, C2는 신호 번호, D1~D12는 데이터 통신 채널, E1, E2는 타합선, F1, F2는 사용자 채널, G1은 경로 상태 확인, H4는 다중 프레임 표시, J1은 경로 추적, K1, K2는 자동 보호 절체(APS:Automatic Protection Switching), Z1~Z5는 기타 목적을 위한 예비용 오버헤드들이다.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	A1*	A1*	A1*	A2*	A2*	A2*	C1*	X*	X*	J1
2	B1			E1			F1	X	X	B3
3	D1			D2			D3			C2
4	Pointer									G1
5	B2	B2	B2	K1			K2			F2
6	D4			D5			D6			H4
7	D3			D8			D9			Z3
8	D10			D11			D12			Z4
9	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	X	X	Z5

* Unscrambled bytes

(a) 구간 오버헤드

(b) 경로 오버헤드

그림 6. STM-1에서의 오버헤드의 구조

5. 포인터와 동기화

포인터는 VC가 TU 또는 AU 신호로 정렬될 때 TU 또는 AU 프레임내에 VC가 시작되는 번지를 가리키고, 또 그 시작점이 변화할때 그 변화관계를 나타내는데 사용된다. 그림 1을 바탕으로 이를 조명해보면, 포인터에는 AU-4 PTR, AU-3 PTR, TU-3 PTR, TU-11 PTR, TU-2 PTR, TU-12 PTR 등이 있음을 알 수 있다. 이들중 AU-4 PTR, AU-3 PTR는 그림 3에 표시한 AU PTR 위치에 나타나고, TU-3 PTR는 TU-3 프레임 내 제 1열 상단에 위치한다. 이상과 같은 상위 포인터들은 H1 H2 H3로 표기되고, TU-11 PTR, TU-2 PTR, TU-12 PTR 등의 하위 포인터 들은 V1 V2 V3으로 표기된다. 이들 하위 포인터들은 해당 TU를 125μs 크기로 4등분한 각 구간의 첫 바이트들을 세 개 취해서 구성

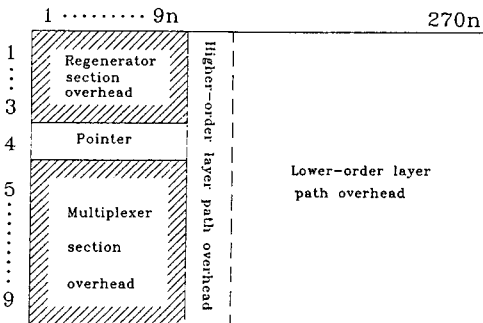


그림 5. STM-n 프레임 구조와 계층화 개념

한다. 이들 중 첫 세 바이트가 포인터 V1 V2 V3이고, 네번째 첫 바이트인 V4는 그 용도가 아직 미정이다. 이때 각 TU의 유효부하공간은 V2 직후의 바이트로부터 시작하여 0,1,2,...순으로 번지를 할당한다.

포인터 H1 H2 H3와 V1 V2 V3는 표기만 다를 뿐 그 기능의 면에 있어서는 동일하다. 그림 7은 이들 세 바이트의 용도가 어떻게 규정되는가를 보여 준다. 새 데이터 지시기(NDF:New Data Flag) 4비트는 새로운 데이터인지 여부를 표시해주고, S 2비트는 해당 TU나 AU의 형태를 구분해준다. 뒤이은 10개 비트에는 해당 VC의 시작점 번지가 기록된다. 이 10비트는 그림에 보인 것과 같이 5개의 I(Increment) 비트와 5개의 D(Decrement)비트로 구분된다. 이들중 I비트는 시작점 번지가 증가 할때마다, 또 D비트는 시작점 번지가 감소할 때마다 한번씩 반전된다. 끝으로 H3(또는 V3) 바이트는 부 위치맞춤(negative justification) 집행시 유효데이터를 실는데에 사용된다. 정 위치맞춤(positive justification) 집행시는 H3(또는 V3) 직후의 바이트를 사용하여 무효 데이터를 실어 보낸다.

TU나 AU프레임과 그 유효부하인 VC간에 주파수 차이가 생기면 포인터 바이트들을 이용하여 정/영/부 위치맞춤 방식으로 이를 해소시킨다. 만일 TU/AU 프레임보다 해당 VC의 주파수가 더 높아지면, 실어나를 유효부하가 증가하게 된다. 이때엔 주파수 차이 때문에 축적되는 데이터량이 1바이트(VC-4의 경우에 만은 3바이트)가 될때까지 기다렸다가, D비트들을 반전시키면서 H3 또는 V3 한 바이트(VC-4의 경우에는 세 바이트)에 유효 데이터를 실는다. 그 다음 프레임에서는 전에 기록되었던 번지보다 1만큼 감소

한 새로운 번지를 10비트 포인터에 기록해준다. 이것이 곧 부 위치맞춤을 집행한 것이다. TU/AU 프레임보다 해당 VC의 주파수가 더 낮아지는 경우에는 이와 유사한 방법으로 정 위치맞춤을 집행한다. 단 이때에는 I비트들을 반전시키고, H3 또는 V3 다음 바이트에 무효데이터를 실고, 번지를 1만큼 증가시킨다.

6. 동기식 전송방식의 특징

지금까지 살펴본 바에 의하면 동기식 전송은 기존의 비동기식 전송에 비하여 여러가지 두드러진 특징을 갖는 것을 알 수 있다. 본 절에서는 이 특징들을 요약해서 검토해 보도록 한다.

1) 125μs 프레임

동기식 전송이 갖는 첫번째 특징은 그 프레임 구조로부터 찾아 볼 수 있다. 즉 프레임 구조가 125μs 단위로 구성이 되어 있다는 점이다. 이 점은 종래 비동기식 디지털 계층에서는 찾아 볼 수 없는 특이한 구조이다. 이로 인한 장점은 상위 계층 신호에서 하위 계층 신호, 특히 DS-0 신호를 쉽게 접근할 수 있고, 모든 데이터 처리를 바이트 단위로 할 수 있는데 있다. 그러나 이것은 기존의 비동기식 디지털 계층에서는 기피해오던 방법으로서, 그로 인한 부담은 대기시간 지터(waiting time jitter)에 있다. 즉, 디지털신호 DS-1, DS-2로부터 C-1, C-2 신호를 형성할 때 정/영/부 위치맞춤이 불가피하며, 이로 인한 지터문제는 새로운 해결과제가 되는 것이다.

2) 디지털 계층의 통합

동기식 다중화 구조에는 복미식 및 유럽식 디지털 신호들을 모두 수용하고 있다. 즉 복미식 DS-1, 2, 3, 유럽식 DS-1E, 2E, 3E, 4E중 어느 신호가 주

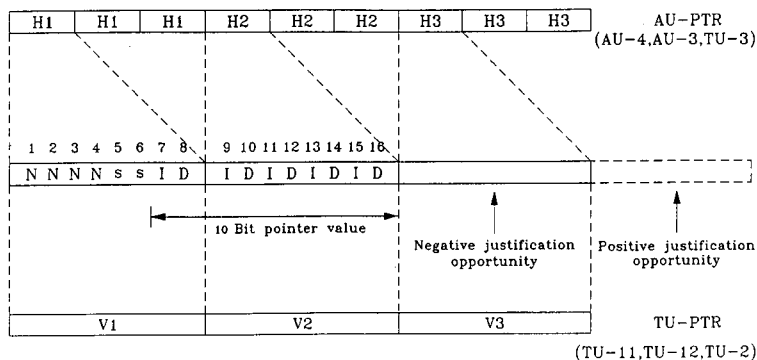


그림 7. 포인터의 구성과 기능

어져도 동기식 다중화 절차를 통해서 동일한 외형을 갖는 STM-n 신호를 구성할 수 있게 되는 것이다. 더우기 복미식 신호가 동기식 다중화 도중에 유럽식 신호와 결합될 수도 있고, 그 역의 과정도 가능하다. 이러한 일은 예전에는 시도한 일이 없는 신호체계의 대통합이다. 물론 제시된 모든 다중화 경로가 실용성을 갖는 것은 아니겠지만, 그 가능성을 규정해 두는 것은 지구 통신망 통합(global network integration)에로의 문을 여는 것이 된다.

3) 계층화 구조

동기식 전송의 두드러진 특징중의 하나는 계층화된 개념을 수용하고 있다는 점이다. 프레임 구조에서 오버헤드를 SOH와 POH로 구분한 것은 이 계층화된 구조개념에서 비롯된다. 즉 통신망을 크게 경로와 구간으로 계층화하여 경로에서 필요한 오버헤드는 구간에서는 처리없이 투명하게 통과시키는 것이다. SOH 중에도 포인터 상부와 하부에 위치한 SOH의 기능을 서로 구분하여 각각 재생기구간 기능과 다중화기 구간의 기능을 부여하였다. 이것은 구간을 다시 상위인 다중화기 구간과 하위인 재생기구간으로 계층화한 것에 해당한다

4) 오버헤드의 체계적 활용

STM-1 신호를 살펴보면 구간 오버헤드 및 포인터가 차지하는 공간이 $9 \times 9B$ 나 된다. 그 위에 몇 단계에 걸친 경로오버헤드와 포인터까지 고려한다면 실제 오버헤드는 더욱 증가한다. DS-4E 신호율이 139.264Mbps인 것을 감안할 때, STM-1에 있는 오버헤드는 결국 10%가 넘는 것을 알 수 있다. 이것은 기존의 비동기식 디지털 계층에서는 상상도 못할 만큼 큰 비율로써, 광통신의 발달이 가져다준 혜택이라 할 수 있겠다. 오버헤드는 SOH, POH, PTR 등으로 체계적으로 구분되어 적극 활용되고 있으며, 이들은 통신망 운용관리 및 보수를 원활하게 해준다. 또 장래 사용가능한 공간을 여분으로 남겨둬으로써, 통신망의 장래 발전에의 문도 열어놓고 있다.

5) 포인터에 의한 동기화

동기식 다중화 과정에는 몇차례의 포인터가 삽입되면서 통신망의 동기화를 피하고 있다. 즉 시스템 클럭(clock)과 수신신호간의 주파수 변위를 포인터 및 정/영/부 위치 맞춤에 의해서 처리해주는 것이다. 이러한 동기방식은 적은 탄성저장기(elastic store)를 갖고서 유사동기식(plesiochronous) 환경에 대처할 수 있게 해주고, 따라서 광역 동기화를 가능하게 해

준다. 기존의 비동기식 다중화에서 사용해 온 비트 채워넣기(bit stuffing)식 동기화의 관점에서 본다면 포인터에 의한 동기방식은 바이트 채워넣기에 해당한다. 따라서 포인터 동기방식은 낮은 주파수와 높은 진폭의 지터를 발생시키게 된다. 이 지터를 해결하는 일은 또 하나의 중요한 해결 과제가 되겠다.

6) 일단계 다중화

동기식 다중화 과정에는 TUG-2 신호가 직접 VC-4 신호로 매핑된다던가, AU-3 신호가 직접 STM-1 신호로 매핑되는 경로가 제시되어 있다. 이것은 다중화에 있어서 중간단계를 건너뛰는, 이른바 일단계(one-step) 다중화를 나타낸다. 이러한 개념 또한 기존의 비동기식 다중화 과정에서는 예를 찾아볼 수 없는 새로운 일이다. 이것은 여러차례의 다중화 과정을 거쳐서 대용량의 신호를 전송하는 통신망에서 분기결합과 교차연결을 용이하게, 또 경제적으로 행할 수 있도록 해준다. 일단계 다중화가 가능하게 되는 것은 결국 상자 개념에서 비롯되는 것임을 주목할 필요가 있다.

7) 통신망의 개념

동기식 전송방식은 통신망(network)의 개념에 입각하여 정립되었다는 점이 특징이다. 기존의 광통신 시스템들은 점대점(point-to-point) 전송의 개념 위에 설계되었기 때문에, 통신망을 형성하여 중간 노드(node)들에서 구성신호를 빈번히 분기결합하거나 또는 교차연결하는 데에 효율적이지 못하다. 그러나 광통신이 이제는 대단히 보편적인 전송수단이 되어 일반적으로 광통신망을 형성하게 되기 때문에, 통신망 개념에 입각한 표준과 시스템이 필요하게 된 것이다. 여기에 일단계 다중화 개념이 중요한 기여를 하게 된다. 또 오버헤드에 있어서도 구간간에 필요한 SOH와 경로간에 필요한 POH를 구분한 것과 그 안에 여러가지 다양한 오버헤드를 할당한 것은 모두 통신망을 효과적으로 운용 관리할 수 있도록 해준다

8) 세계적 통신망

동기식 전송망은 또한 지구 통신(global communication)의 개념을 내포하고 있다는 점이 특징이다. 몇차례의 포인터를 사용하여 동기화를 피한 것은 세계적 동기를 가능하게 해준다. 한편 복미식 및 유럽식 디지털 계층을 통합한 것도 세계적 통신을 가능하게 해주는 요소가 된다. 이러한 바탕 위에 여분의 오버헤드를 활용하고, 통신망의 개념에 입각한 다중화 구조를 활용한다면, 궁극적으로 세계적 통신망의 실현이 가능하게 될 것이다.

7. 동기식 전송망의 구성

앞 절에서 살펴본 것과 같은 특징을 지니는 동기식 전송방식을 사용하여 전송망을 구성하는데 있어서 무엇보다도 중요한 사항은 동기식 전송 방식의 특징을 최대한 활용할 수 있는 구조를 파악하는 것이라 하겠다.

동기식 전송망은 기존의 비동기식 전송망에 비해서 다중화/역다중화 구조를 간단히 할 수 있으며, 교차연결 기능을 훨씬 수월하게 구현할 수 있기 때문에 기존의 비동기식 전송 방식에서의 점대점 구성보다는 디지털 교차연결(DXC:Digital Cross-connect) 시스템을 중심으로 하는 점대다중점(point-to-multipoint) 형태로 망을 구성하는 것이 유리하다. 이는 점대점 구성을 할 경우보다 허브(hub)의 형태를 이용한 점대다중점 구성을 할 경우 망노드의 수를 줄이고 망의 구성을 간소화 할 수 있기 때문이다. 또한 점대다중점 형태로 구성할 경우 성(star)형 또는 환(ring)형 망의 구성이 용이해지므로 망을 경제적이고 효율적으로 구성할 수 있으며, 영상 신호와 같은 다중전송(multicast) 신호의 수용이 훨씬 수월해지기 때문에 새로운 서비스의 수용이나, 망의 기능 측면에서도 많은 잇점이 있다. 더욱이 동기식 전송 방식은 OAM을 위한 기능이 더욱 강화되었기 때문에 이를 체계적으로 활용할 경우 망의 구성 뿐만 아니라 운용이 더욱 경제적으로 이루어진다.

망은 일반적으로 각 망노드들과 여기에 연결되는 많은 링크(link)와 제반 통제 기능으로 이루어진다. 동기식 전송망에 쓰이는 주요 망노드 장치로는 동기식 다중화기(SM : Synchronous Multiplexer), 분기결합 장치(ADM : Add/Drop Multiplexer), 교차연결(DXC) 시스템, 이종 신호간 연동 장치(IWU : Interworking Unit), 교환기 접속장치(IFU : Interface Unit)등을 들 수 있다. 이들 중 동기식 다중화기는 기존의 비SDH 선로와 연결되어 이들을 SDH에 수용하는 기능을 하고, 망 연동 장치는 동기식 망내 이종 신호간을 연결시키는 기능을 한다. 또 ADM과 DXC 시스템은 동기식 전송 신호들을 분기 결합시킴으로써 망의 운용에 융통성을 더해준다.

동기식 전송망의 여러 망노드 장치들 중에서 DXC 시스템은 특히 망의 구조를 결정하는 관건이 되는 중요한 구성 요소이다. 동기식 전송망의 경우 DXC 시스템을 이용하여 점대다중점 형태로 구성할 경우 앞 절에서 살펴본 동기식 전송 방식의 특징을 최대한 살릴 수 있다. 따라서 동기식 전송망을 구성함에 있어

서 동기식 다중화기들 사이를 DXC 시스템으로 연결함으로써 망의 경제성을 높이고, 각 망노드에 갖추어진 OAM 기능을 집중하여 효율적으로 망을 운용하도록 하는 것이 중요하다.

8. SDH와 SONET

CCITT 표준인 SDH(SDH:Synchronous Digital Hierarchy)와 북미의 표준인 동기식 광통신망(SONET:Synchronous Optical Network)은 대단히 밀접한 관계를 맺고 있다. SDH 표준을 가능하게 한 것은 SONET 표준화 작업이고, 또 SONET을 세계적인 통신망에 사용할 수 있도록 확장시킨 것이 SDH인 것이다. 그러므로 SDH를 설명하면 여기에는 SONET에 관한 설명을 포함하고 있는 것으로 간주할 수 있다.

그러나, SDH와 SONET 간에는 사소한 차이점들이 존재하기는 한다. 그 중 대표적인 차이점을 든다면, 기본출발점이 SDH는 150Mbps급인데 비해서 SONET은 50Mbps급이라는 점이다. 즉, SDH가 DS-4E 신호를 최상급의 신호로 하여 저위 신호들을 수용하는 반면에 SONET는 DS-3 신호를 최상급 신호로 한다. 물론 연접의 개념이 있기 때문에, 이것이 아무런 치명적인 차이점이 되지는 못한다. 즉, SONET의 기본 전송신호인 51.840Mbps STS-1(Synchronous Transport Signal level 1)신호를 3개 연접하여 STS-3c를 구성하면 이것은 곧 SDH의 155.520Mbps 신호인 STM-1 신호와 동등해 지는 것이다.

표 1. SDH와 SONET의 비교

SDH	전송율(Mbps)	SONET
STM-1	51.840	STS-1
	155.520	STS-3
STM-4	466.560	STS-9
	622.080	STS-12
	933.120	STS-18
	1,244.160	STS-24
	1,866.240	STS-36
STM-16	2,488.320	STS-48

SDH와 SONET은 전송율의 다양성에 있어서 약간의 차이가 있다. SDH는 STM-1(155.520Mbps)

을 기본으로 하여 이의 4배수가 되는 STM-4(622.080Mbps)와 그의 4배수인 STM-16(2488.320Mbps)이 주요 관심대상이다. 그러나 SONET의 경우에 있어서는 STS-1(51.840Mbps)을 기본으로 하여 STS-3(155.520Mbps), STS-9, STS-12(622.080Mbps), STS-18, STS-24, STS-36, STS-48(2488.320Mbps) 등이 관심대상이 된다. 이 때 일반적으로 STM-n 신호는 STS-3n 신호와 전송율이 같다. (표 1 참조)

프레임 형식에 있어서 SONET은 SDH를 놓으로 축소시킨 것과 동일하다. SDH가 STM-1의 경우 $9 \times 270B$ 의 구조를 갖고 SONET의 STS-1은 그 3배인 $9 \times 90B$ 구조를 갖는다. STM-1의 구간 오버헤드가 $9 \times 9B$ 의 형태로 STM-1프레임의 맨 앞에 위치하듯이, STS-1의 구간 오버헤드도 $9 \times 3B$ 의 형태로 STS-1 프레임의 맨 앞에 위치한다. 이 때 양쪽 경우 모두에서 제4행은 포인터 용으로 할당된다. 좀더 구체적으로 살펴보면, STM-1 구간오버헤드의 첫번째, 4번째, 7번째 열(column)들을 취해 놓은 것이 STS-1의 구간 오버헤드가 되며, 그 구성성분들의 용도는 양쪽의 경우에 있어서 동일하다.

SDH와 SONET은 구성 신호단위에 있어서 다소 차이를 보인다. 이것은 근본적으로 STM-1이 150Mbps급이고 STS-1이 50Mbps급이라는 데에서 연유된다고 할 수 있다. 그 때문에, STM-1의 경우에는 DS-1으로부터 DS-4E까지의 모든 계위 신호를 체계적으로 다중화시키는 것이 필요한 반면, STS-1의 경우에는 DS-1, DS-1E, DS-1C(3.152Mbps), DS-2, DS-3 등의 5가지 계위신호들만을 효율적으로 다중화시키도록 하였다. 따라서 STM-1의 경우에는 (4)절에서 설명한 것과 같이 C, VC, TU, TUG, AU, AUG 등 다양한 중간 신호단위들을 설정하고, 체계적인 동기식 다중화 절차를 필요로 하였다. 반면에 STS-1의 경우에는 단지 가상계위신호(VT: Virtual Tributary)라는 중간 신호단위 한 가지만을 설정할 뿐이다. 이 VT는 SDH의 VC에 상응하는 것으로서, VC-11, VC-12, VC-2에 대응되는 VT를 각각 VT1.5, VT2, VT6이라고 부르고, 여기에 DS-1C를 위한 VT3이 추가된다.

관련 중간신호단위가 다른 만큼 SDH와 SONET은 그 다중화 구조도 다르다. SDH의 경우에는 DS-m, C, VC, TU, TUG, AU, AUG, STM-n을 잇는 체계적인 다중화 구조가 필요하나, SONET에 있

어서는 DS-m, VT, STS-1을 잇는 간단한 다중화 절차가 필요할 뿐이다. 이 때 계위신호들을 VT1.5, VT2, VT6에 매핑하는 방법은 각각 계위신호들을 VC-11, VC-12, VC-2에 매핑하는 방법과 동일하고, DS-1C를 VT3에 매핑하는 방법은 이들과 유사한 정/영/부 위치맞춤에 의거한 매핑을 사용한다. 이들 VT들을 STS-1 유효부하공간, 즉 SPE(Synchronous Payload Envelop)에 다중화하는 방법은 관련 VC들을 TUG-2를 경유하여 VC-3에 다중화하는 방법과 마찬가지로이다. 기타, DS-3를 SPE에 매핑하는 것은 DS-3를 VC-3에 매핑하는 방법과 동일하다. 단, SYNTRAN DS-3의 매핑이 추가로 제공된다.

용어의 측면에 있어서 SONET과 STM의 상호대응관계를 요약해 보면, VT1.5, VT2, VT6는 각각 VC-11, VC-12, VC-2에, STS-1 SPE는 VC-3에, STS-3c는 STM-1에 대응된다. 또 계층화에 관련된 용어들을 대비시켜 보면 SDH에 있어서 물리매체, 재생기 구간, 다중화기 구간, 경로 계층 등으로 부르는 것을 SONET에서는 각각 광, 구간, 선로, 경로 계층이라고 부른다. 기타, 매핑, 다중화, 오버헤드, 동기화 등에 관련된 구체적인 용어들은 거의 다 동일하다.

SONET은 SDH와 마찬가지로 계층화 개념을 토대로 하고 있고, $125\mu s$ 프레임을 사용하며, 체계적인 오버헤드를 활용하고 있고, 동일한 기본 전송율을 갖는다. 또 유럽식 DS-1E 신호를 포함한 복미 디지털 계위 신호들을 모두 통합 수용하고 있으며, 일단계 다중화 과정을 포함한다. 또한 SONET은 SDH와 동일한 포인터 기법에 의거한 동기화를 사용하며, 따라서 복미 전체를 동기식 전송법으로 엮을 수 있게 된다.

II. BISDN과 ATM통신방식

ISDN 표준화의 기본 취지를 살려 각종 광대역 신호를 수용하도록 확장시키면서 동기식 광통신 표준화의 영향을 받아 형성된 것이 BISDN이고, BISDN의 실현 방안으로서 등장하게 된 것이 곧 ATM 통신 방식이다. BISDN은 그 기본적인 목적이 원격검침, 데이터 단말, 전화, 팩시밀리 등 협대역 서비스로부터 영상전화, 영상회의, 정밀화면 전송, 고속 데이터 전

송, 비디오 신호 전송등 광대역 서비스에 이르기까지 넓은 대역분포를 갖는 연속성의 실시간 신호들과 군집성의 데이터 신호들을 모두 통합하는 데에 있었다. 따라서 이와 같은 다양한 서비스들을 공통적으로 취급할 수 있는 효과적인 처리방식이 필요하게 되었고, 그 해결책으로 제안된 것이 ATM 통신방식인 것이다.

BISDN 개념이 출현하게 된 배경에는 비디오 서비스를 포함한 각종 광대역 서비스에 대한 수요의 증가가 있다. 이러한 광대역 신호들을 모두 수용하려면 영상전화와 같은 교신성 서비스를 CATV와 같은 분배성 서비스와 통합시키는 능력이 필요하고, 또 회선 모드 서비스와 패킷모드 서비스를 공통으로 제공하는 기능이 필요하였다. 한편, 원격 검침과 같은 수 bps의 아주 낮은 전송속도에서 수십 kbps의 음성속도와 수백 Mbps의 영상신호와 같은 아주 높은 전송속도에 이르기까지 함께 수용하는 방식이 필요하게 되었다. 이에 대한 해결책으로써, 다양한 서비스 신호들을 우선 외형적으로 동일한 모양을 갖도록 통일시키고, 이것들을 차곡차곡 쌓아서 다중화시키는 방안을 마련하게 되었다. 이때 외형적인 통일을 기한 것이 ATM 셀이고, ATM 셀들을 모아서 다중화시키는 방법이 비동기식 시분할 다중화(ATDM: Asynchronous Time Division Multiplexing)이다. ATM 셀과 ATDM에 의거한 통신 방식을 ATM 통신 방식이라고 한다.

ATM 통신 방식은 기존의 회선모드의 디지털 통신 방식과 패킷모드 통신방식을 통합한 방식이라 할 수 있다. 우선 ATM 통신 방식이 ATM 셀을 기본 전송 수단으로 삼는다는 점에 있어서 패킷통신방식과 밀접한 관계를 갖는다. 그러나 패킷방식이 비실시간의 가변율 데이터 신호를 위주로 발전한 데 비해서, ATM 방식은 실시간 및 항등율의 신호까지도 동등하게 취급할 수 있도록 한다는 차이점이 있다. 또 패킷방식은 지역통신망(LAN: Local Area Networks)에 국부적으로 사용하는 것이 일반적이었으나 ATM 방식은 거대한 공중망에 사용하기 위한 것이므로, 번지부여, 접속 및 흐름 제어, 교환, 전송 등에 있어서 여러가지 어려움이 따른다. 한편 회선모드 통신방식에 비할 때 회선 모드에서는 서비스별로 채널을 할당한 후 이 채널을 통해서 정보신호를 연속적인 비트열로 전달하였으나, ATM은 정보신호를 잘라서 ATM 셀에 담아 가상 채널을 통해서 전달한다는 점에서 근본적인 차이가 있다. 따라서 이에 수반되는 연결설정,

신호처리, 전송, 교환 등에 있어서 여러가지 새로운 문제들이 제기된다.

본 절에서는 BISDN과 ATM 통신방식에 관해서 구체적으로 살펴보고자 한다. BISDN이나 ATM 통신방식은 1980년대 말에야 출현하게 된 새로운 방식이기 때문에, 세부사항에 있어서는 아직 연구단계에 있다. 그러므로 본 절에서는 CCITT의 BISDN관련 문서들을 토대로 하여 기본적인 사항들을 검토하도록 하겠다. ATM 통신방식은 BISDN의 실현수단으로서 배태된 새로운 통신방식이기 때문에, BISDN을 때로는 "ATM 망"으로 혼용해 쓰기로 하겠다.

본 절에서는 BISDN과 ATM 통신방식의 전반적인 내용을 개관하도록 하겠다. 먼저 BISDN의 기본개념, BISDN서비스의 특징, BISDN의 기술적인 배경, BISDN 표준화 과정, BISDN의 기본원칙 등을 검토하고, BISDN과 ISDN의 관계를 비교하도록 하겠다. 이어서 ATM의 기본원칙, BISDN의 기능구조, 프로토콜 기준모형등을 살펴보고 BISDN의 사용자-망접면을 검토하도록 하겠다. 끝으로, BISDN의 망측면, 신호원칙, OAM원칙등을 간단히 살펴보도록 하겠다.

1. BISDN의 기본개념

사회와 기업의 활동이 증대되고 복잡해짐에 따라서 각종 다중매체 서비스와 광대역 서비스에 대한 수요가 증가해왔다. 이것은 데이터단말과 개인용 컴퓨터 보급의 급격한 증가, 팩시밀리 사용의 보편화, 영상회의 시스템의 설치증가, CATV 사업체 및 가입자수의 증가 등의 현상으로 나타나고있다. 또 그 수요는 영상전화, 정밀화면 전송, 고속 데이터전송, 영상감시, 영상검색서비스, 광대역 비디오텍스 등의 다양한 광대역 서비스로 확산되고 있다.

이와같이 요구되는 서비스들 중에는 교신성의 서비스와 분배성의 서비스가 혼재하고 있기 때문에, 이들 각각이 별도의 통신망을 산발적으로 형성할 가능성이 있다. 또한 여기에는 회선모드서비스와 패킷모드서비스가 혼합되어 있으므로 이들이 별도의 통신망으로 발전되어 나갈 가능성도 있다. 그러나 서비스에 따른 독자적인 망의 구축은 경제적인 부담이 막대할 뿐더러, 결국 통신정보의 상호불통과 통신망 관리의 난맥상을 초래하게 된다. 그러므로 이들을 하나의 공통적인 통신망으로 단일화하여 모든 서비스들을 종합적으로 제공하도록 하는것이 바람직하다. 이를 이미 표준

화되어 있는 협대역ISDN의 연장선 상에서 해결하고자 제안한 것이 곧 BISDN의 개념인 것이다.

그러므로 BISDN은 광대역 전송 및 교환 기술을 토대로, 집중 또는 이산되어 있는 가입자 및 서비스 제공자들을 연결하여, 수 bps에서 수백 Mbps에 이르는 넓은 대역분포를 갖는 각종 서비스들을 종합적으로 제공하는 디지털 통신망이라 할 수 있다. 서비스 측면에 있어서 BISDN은 전화, 데이터 단말, 원격검침, 팩시밀리, 텔리텍스등의 협대역 서비스로부터 영상전화, 영상회의, 정밀화면전송, 고속데이터 전송, 영상감시, CATV 등의 광대역 서비스까지를 모두 통합한다. 따라서 BISDN은 기존의 협대역 ISDN을 모체로 하여 각종 광대역 서비스들을 제공할 수 있도록 확장시킨 통신망이라 할 수 있다. 그러므로 ISDN이 BISDN으로 확대 발전할 때 비로소 진정한 의미의 서비스 통합이 이루어지게 된다.

2. BISDN서비스 신호의 특징

BISDN은 장래의 통신망에 존재가능한 모든 서비스들을 수용하는 것을 그 기본 목표로 삼는다. 따라

서 전화, 데이터, 팩시밀리, 원격기록(telewriting), 원격검침, 텔리텍스, 비디오텍스, 전자우편 등의 협대역 ISDN 서비스들은 기본적으로 포함된다. 그 위에 영상전화, 영상회의, 고속데이터, 칼라 팩시밀리, CATV, HDTV분배, 고감도 음향, 영상우편, 영상감시, 정밀화면전송, 광대역 비디오텍스 등의 광대역 서비스들이 추가로 제공된다.

이들 BISDN 서비스에는 갖가지 성질을 갖는 모든 서비스들이 포함된다. 전화나 영상전화와 같은 대화형 서비스, 전자우편이나 영상우편 등과 같은 메시지 서비스, 도면이나 문서의 검색을 위한 검색형 서비스 등이 모두 포함되는 것이다. 이들은 모두 서비스 신호 전달이 양방향인 교신성 서비스들이지만, 그 밖에 CATV서비스와 같이 일방적인 분배성 서비스 들도 함께 포함된다.

BISDN 서비스 신호들의 가장 두드러진 특징은 그 대역폭의 분포범위가 대단히 넓다는 데에 있다. 협대역 ISDN의 기본구성신호가 64kbps의 음성신호 주변에 분포해 있는데 비해서, BISDN의 신호속도분포는 그밖에 디지털 계위들과 각종 영상신호 및 고속대

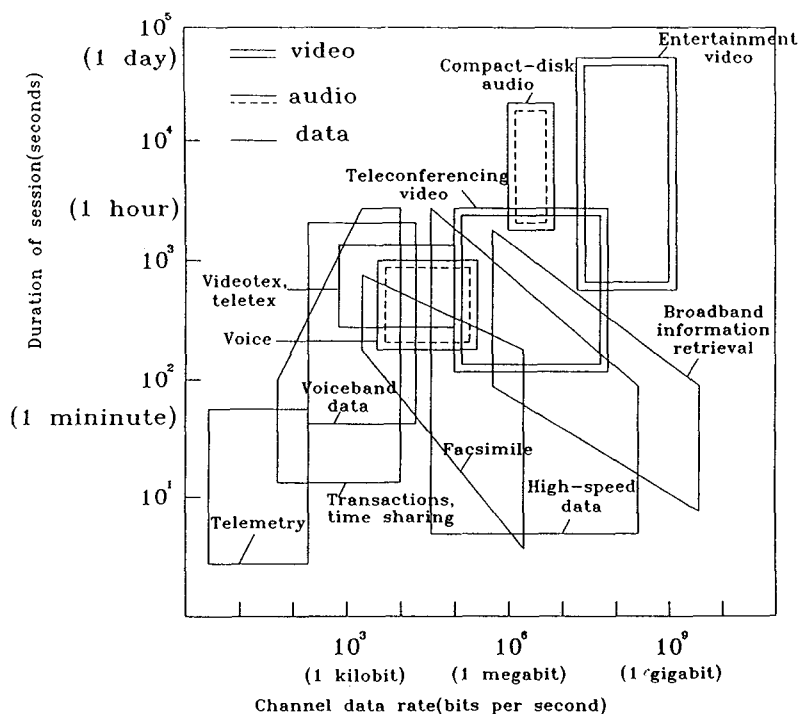


그림 8. BISDN 서비스의 분포

이타 신호들을 모두 포함한다. 따라서 전송율의 측면에서 살펴볼때 서비스 신호는 그림 8에 보인 것과 같이 아래로는 수 bps의 원격점침신호로부터 위로는 수 백 Mbps의 영상신호에 이르는 광범위한 대역을 점하게 된다. 사용시간 또한 수 초 길이의 저속 데이터로부터, 수분 길이의 전화와 수 시간 길이의 영상 서비스에 이르기까지 광범한 시간 분포를 갖는다. 그러므로 BISDN의 "광대역"이 의미하는 것은 협의로는 수 백 Mbps의 광대역 서비스를 제공하는 것이겠지만, 광의로는 주파수(비트율)분포가 광대역에 펼쳐있고, 사용시간 또한 광대역에 분포해 있다는 것을 의미하는 것이 된다.

BISDN 서비스 신호의 또 다른 대표적인 특징은 음성이나 영상과 같은 연속성 신호와 단말 데이터와 같은 군집성의 신호가 공존하는 데에 있다. 음성이나 영상신호는 디지털화시키는 방법에 따라서 항등비트율의 신호가 되지만, 각종 데이터 신호는 항상 변화폭이 큰 가변비트율의 신호이다. 한편 음성이나 영상신호는 실시간 처리를 요구하지만, 데이터의 경우는 대개 그렇지 않다.

이와 같은 성질의 차이는 BISDN 서비스 신호들의 교환과 전송을 어려운 과제로 만든다. 이는 저속 또는 군집성의 데이터에 대해서는 패킷 교환이 적합하고, 음성이나 영상신호에 대해서는 회선교환이 더 적합하기 때문이다. 또한, 음성신호에 대해서는 시분할 회선교환이, 고속의 영상신호에 대해서는 공간분할의 회선교환이 더 효율적인 것으로 나타난다. 그러므로 저속 및 고속의 각종 신호들과 연속성 및 군집성의 각종 신호들을 함께 교환하고 전송하는 방안을 강구하는 것은 대단히 어려운 과제가 되는 것이다.

3. BISDN의 기본 원칙

앞에서 언급하였듯이 BISDN은 광대역 서비스들에 대한 수요의 증가에 대한 해결방안으로 제시된 개념이다. BISDN의 기본 취지는, 성숙한 고속전송, 교환, 신호처리, 컴퓨터, 소프트웨어, 소자기술들을 활용하여, 각종 광대역 서비스들을 통합해서 제공할 수 있는 디지털 망을 구축하는 데에 있다. 또 이를 통해서 교신성 서비스와 분배성 서비스를 통합 제공하고, 회선모드 서비스와 패킷모드 서비스를 공통적으로 제공하고, 협대역 서비스와 광대역 서비스를 동시에 제공할 수 있도록 하는데에 있다.

이를 충족시키기 위해서 BISDN은 교환성 및 반영

구적/영구적 연결과 점대점 및 점대 다중점 연결과 즉시, 예약 및 영구 연결을 지원할 수 있어야 한다. BISDN은 서비스 특성의 확장과 향상을 위한 지능적인 능력을 갖추어야 하고, 망의 운용, 보수, 제어 및 관리를 위한 강력한 능력을 구비해야 한다. BISDN의 구조는 기능적인 용어의 차원에서 규정함으로써, 장래 기술의 발달이나 구현방법의 진화에 장애가 되지 않도록 해야 한다. 또 새로이 발생할 수 있는 사용자의 요구사항이나 망의 발달을 수용할 수 있도록 융통성 있는 망의 능력을 구비해야 한다. 한편, 기존의 망과 ISDN을 계속적으로 지원하는 가운데 BISDN으로 진화할 수 있도록 하여야 하고 ISDN의 개념에 입각하여 접속 기준구성이나 프로토콜을 설정하도록 해야 한다.

BISDN의 기본 취지를 실현하기 위한 방안으로서 BISDN은 비동기식 전달모드(ATM)를 사용하도록 한다. ATM은 각종 서비스들을 잘라 똑같은 크기의 ATM 셀에 매핑시킨 후, 비동기식 시분할 다중화(ATDM)를 통해서 전달하는 통신방식이다. 또 ATM 셀의 전달을 위해서 가상 경로와 가상채널을 설정하는 연결성 통신 방식이다. 따라서 ATM을 사용하면 융통성이 높은 망 접속이 가능하게 되고, 가변적인 대역폭 할당이 가능하게 된다. 또한 ATM은 물리계층의 수송수단과는 독립적으로 정의되므로 다양한 물리 매체와 수송망을 통한 전달이 가능하다.

4. BISDN과 ISDN

BISDN은 ISDN 표준화의 연장으로서 출발된 개념이다. 따라서 BISDN은 개념적으로 ISDN과 밀접한 관계가 있다. 그러나 실제 구현의 측면에 있어서 BISDN은 ISDN과 아무런 관계가 없다.

먼저 서비스를 통합하는 디지털 망이라는 측면에 있어서 BISDN은 ISDN과 동일하다. 단지 통합대상의 서비스들이 광대역 신호들을 포함하도록 연장되었다는 점이 다를 뿐이다. 따라서 BISDN 기본구조 모형은 ISDN의 경우와 마찬가지로, 단지 64kbps 기반 협대역 ISDN 능력에 추가하여 광대역 능력을 덧붙인 형태가 된다.

기능 구조의 설정이나 기준구성에 있어서도 BISDN과 ISDN은 동일하다. 기능 그룹은 TE1, TE2, NT1, NT2, TA 등으로 구성되고, 기준점은 R, S, T 등으로 구성되는 점에 있어서 양쪽은 마찬가지로이다. 그러나 이들은 개념상으로 동일한 것이지,

실제적인 호환성이 있는 것은 아니다. 즉, ISDN에 광대역 서비스 장치를 부착시켜 BISDN을 만들 수 있다거나, ISDN의 TE를 BISDN의 NT에 연결시킬 수 있는 것은 아니다. 따라서 ISDN의 기능그룹이나 기준점들과 BISDN의 관련 요소들은 개념상 동일할 뿐 실제적으로는 판이한 것이다. 다만 BISDN의 TE2를 통해서 ISDN의 TE1이나 TA를 접속시키는 것은 가능하도록 하고 있다. 실제 구현의 측면에서 살펴보면 BISDN은 ISDN과 근본적으로 다르다. ISDN의 통신방식은 기존의 디지털 회선 방식에 패킷 방식을 올려 놓은 것과 같은데 반해서, BISDN은 이들과는 전혀 다른 ATM 방식을 채택하는 것이다. 즉, ISDN이 회선 방식을 위주로 하여 패킷 방식을 수용하는 것이라면, BISDN은 패킷방식을 위주로 하여 회선 방식을 수용하는 것이다. 이와 같이 통신방식부터 다르기 때문에, BISDN은 ISDN과 전송, 교환, 신호, 망 관리 등 모든 측면에 있어서 다르게 된다.

그러므로 BISDN을 거론함에 있어서, 기본 취지나 개념을 제외하고는 BISDN은 ISDN과 전혀 별개의 것으로 간주하는 것이 타당하다 하겠다.

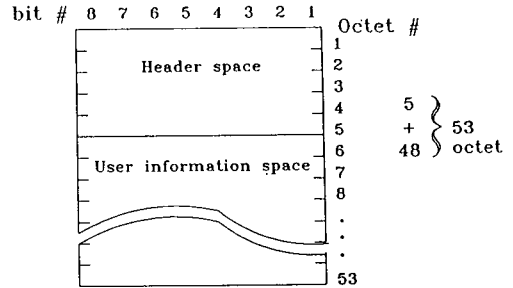
5. ATM 통신방식

ATM은 BISDN을 구현하기 위한 통신방식이다. ATM은 ATDM을 사용하는 특수한 형태의 패킷형 전달 방식이다. BISDN에서는 일정한 크기를 갖는 패킷들의 연속적인 흐름에 의해서 정보가 전달되고, 이 고정된 크기의 패킷들을 ATM 셀이라 부른다. 따라서 서비스 정보들은 먼저 일정한 크기로 절단된 후, ATM 셀에 매핑되고, 이어서 다른 ATM 셀들과 ATDM 됴으로써 BISDN 내부 전송신호가 형성되는 것이다. 이때, ATDM은 서로 비동기식으로 들어오는 여러 채널의 ATM 셀들을 시분할 다중화시키는 통계적 다중화 방식의 일종이다.

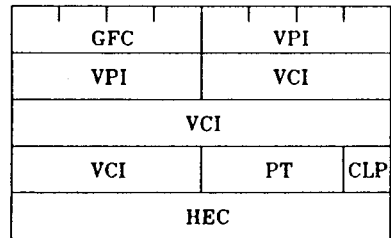
ATM을 사용하면 서비스 채널의 용량은 ATM 셀의 수효로 계량화된다. 따라서 전송정보용량의 과다는 ATM 셀 갯수의 다소로서 나타나게된다. 전송용량의 할당은 통신망과의 협상을 통해서 소요 용량과 할당가능용량에 따라 호 설정시에 결정된다.

ATM은 연결성 방식으로서, 가상채널을 설정하여 서비스 정보를 전달한다. 가상채널이 설정될 때마다 연결 식별 번호가 부여되고, 연결이 해제되면 이 식별번호도 해제된다. 일정한 가상채널 내의 ATM 셀들 간의 순서는 ATM 계층의 기능에 의해서 보존된

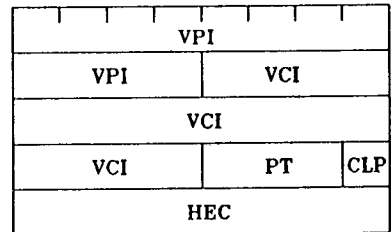
다. 연결설정을 위한 신호 정보는 별도의 ATM 셀을 통해서 전달된다.



(a) 셀 구조



(b) UNI에서의 헤더 구조



(c) NNI에서의 헤더 구조

그림 9. ATM 셀 구조

ATM 방식은 체계적이고 융통성 있는 정보전달을 위해서, 계층화된 프로토콜 기준 모형을 규정한다. 이때 구성되는 프로토콜 계층은 물리계층, ATM 계층, ATM 적응 계층(AAL)과 고위계층 등이다. AAL은 서비스 신호들을 ATM 셀의 유료부하공간에 매핑시키는 기능을 수행하고, ATM 계층은 유료부하공간을 투명하게 전달하기 위한 ATM 셀 헤더 관련 기능을 수행한다. 물리계층은 ATM 셀들을 전송비트열로 바꾸어 전달하는 기능을 한다.

ATM 셀의 크기는 53바이트이고, 이것은 5바이트의 헤더와 48바이트의 유료부하공간으로 구분된다(그

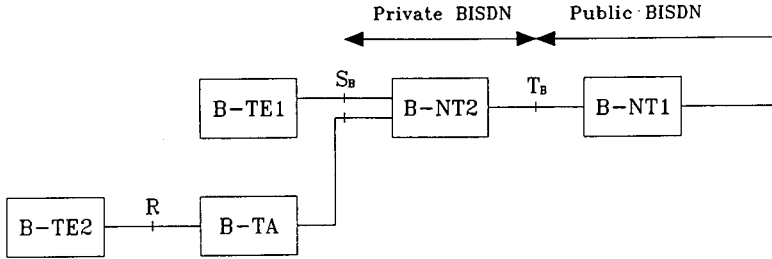


그림 10. BISDN의 기준 구성

림 9 a). 셀 헤더의 주요기능은 ATDM된 정보흐름 내에 존재하는 ATM 셀들 중 동일한 가상채널에 속하는 셀들을 식별하는 것이다. 이것이 그림 9 b 및 c에 VPI(Virtual Path Identifier:가상경로 식별번호)와 VCI(Virtual Channel Identifier:가상채널 식별번호)로 표시된 기능이다. 이때, 가상경로는 일정한 경로를 공유하는 가상채널들의 다발을 의미한다. 셀 헤더는 그 밖에 유료부하형태(PT:Payload Type)를 구분해주고, 셀포기 순위(CLP:Cell Loss Priority)를 표시해주며, 헤더오류제어(HEC:Header Error Control) 기능을 제공한다. UNI에서는 셀 헤더에 일반흐름제어(GFC:Generic Flow Control) 기능도 추가로 제공한다

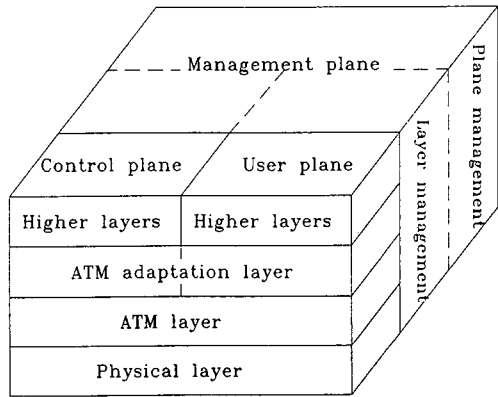


그림 11. BISDN 프로토콜 기준 모형

6. 프로토콜 기준 모형

광대역 ISDN의 일반적인 기능 구조는 협대역 ISDN의 경우에서와 근본적으로 같다. 즉, 기준구성, 기능 그룹, 기준점의 측면에서 양자는 등가인 것이다. 광대역 ISDN의 구조는 고위능력과 저위능력을 포함하고, 이중 고위능력은 중단장치(TE)에 관련된 기능이다. 저위능력은 광대역 능력, 64kbps에 의거한 협대역 ISDN 능력, 국간신호능력 등을 포함한다.

광대역 ISDN의 기준 구성은 그림 10에 보인 것과 같다. 기준점은 SB 와 TB 이고, 기능 그룹은 B-TE1, B-TE2, B-TA, B-NT1, B-NT2 등을 포함한다. 그림의 중단장치 (B-TE)에는 B-TE1과 B-TE2 및 B-TA가 포함된다. 또 B-NT2는 사실 BISDN에 포함되고, B-NT1은 공중 BISDN에 포함된다. 이들 기준점과 기능그룹들의 표시에서 B는 BSIDN을 의미한다.

BISDN의 프로토콜 기준모형 (PRM: Protocol Reference Model)은 그림 11과 같이 관리평면, 제어평면, 사용자 평면으로 구성되고, 이들 중 관리평면

표 2. BISDN PRM내 각 계층의 기능

계층	부계층	기능
고위 계층		고위 계층 기능
ATM 적용 계층	수령(CS)	수령 기능
	절단 및 재결합(SAR)	절단 기능 및 재결합 기능
ATM 계층		일반흐름 제어 기능 셀 헤더 발생 및 추출 기능 셀 VPI/VCI 번역 기능 셀 다중화 및 역다중화 기능
물리 계층	전송 수렴(TC)	셀을 분리기능 HEC 신호 발생 및 확인 기능 셀 경계 식별기능 전송프레임 비성 및 복원 기능
	물리 매체(PM)	비트시간 정보기능 물리매체 관련기능

의 기능은 평면 관리와 계층 관리로 구분된다. BISDN PRM의 관리평면 중 평면 관리는 시스템의 전반적인 관리를 의미하고, 계층관리는 자원 및 사용변수의 관리와 OAM 정보관리를 의미한다. 또 제어평면에서는 호 제어 및 연결제어 정보를 관장하고, 사용자 평면에서는 사용자 정보의 전달을 관장한다. 제어평면 및 사용자평

면의 프로토콜은 고위계층, ATM 적응 계층(AAL), ATM계층, 물리계층 등으로 구분되고, 이들 계층 각각에 대한 기능은 표 2에 보인것과 같다.

AAL 계층은 고위계층의 사용자 서비스 정보를 프로토콜 데이터 단위(PDU: Protocol Data Unit)로 만들어 주는 수렴 부계층 (CS: Convergence Sublayer) 과 PDU를 절단하여 ATM 셀의 사용자 정보구간을 형성하는 절단 및 재결합 (SAR: Segmentation and Reassembly) 부계층으로 구성된다.

ATM 계층은 GFC 구간을 활용하여 UNI에서의 접속과 정보흐름을 제어한다. 또 VPI/VCI를 번역하여 서비스 접속점 (SAP: Service Access Point)들과 연결 시켜주고, 셀들을 다중화 및 역다중화 시킨다. 그밖에 PT나 CLP(Cell Loss Probability) 구간들을 처리하여, ATM 셀의 헤더를 발생 및 추출하는 기능을 수행한다.

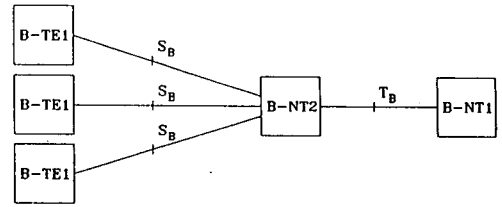
물리계층은 전송수렴 (TC:Transmission Convergence) 부계층과 물리매체 부계층으로 구성된다. 전송수렴 부계층의 기능은 셀속도의 분리, 헤더오류제어용 바이트의 발생 및 확인, 셀 경계점의 검출 등이다. 또 SDH에 의거하여 전송하는 경우에는 전송프레임의 발생 및 확인 기능도 수행한다. 물리매체 부계층은 광섬유나 동축케이블을 통한 최종 전송단계를 의미한다.

7. BISDN의 사용자-망 접면

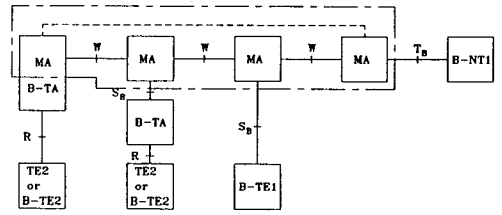
BISDN의 사용자-망 접면(UNI)의 구성은 기능점 TB, SB, R과 기능그룹 B-NT1, B-NT2, B-TE1, B-TE2, B-TA 등에 의해서 표시한다는 점을 제외하고는, 일반적으로 ISDN의 경우와 마찬가지로이다. 단지, B-NT가 기준점 S와 SB를 동시 수용할 경우가 발생한다는 것이 예외일 뿐이다.

그림 12는 다중점 연결을 위한 UNI의 물리적 구성을 보인 것이다. 그림에서 (a)는 집중형의 일반적인 구성을 보인 것이고, (b)는 분산형의 일반적인 구성을 보인 것이다. 또 (c), (d), (e), (f)는 각각 분산형 링(ring) 구조, 스타형 버스(starred bus) 구조, 버스(bus) 구조, 다원접속 링(ring) 구조를 보인 것이다. 그림에서 MA는 매체 정합기 (Medium Adapter)를 의미하고, W는 MA 간의 접속점을 나타낸다. 또 TE는 버스형구조를 형성하는 TE를 나타내고, SSB는 TE들 간의 접속점을 나타낸다. MA 및 W는 비표준의 장치 및 기준점이고, TE및 SSB는

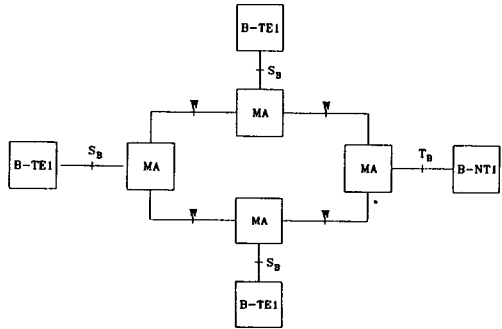
각각 TE 및 SB와 동일한 표준의 장치 및 기준점이다.



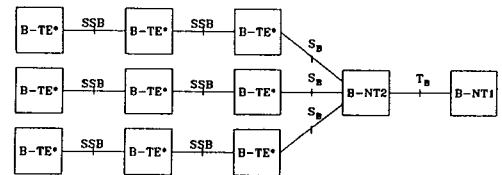
(a) 집중형 B-NT2 구조(스타 구조)



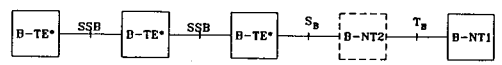
(b) 분산형 B-NT2 구조



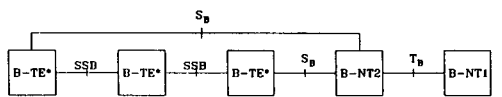
(c) 분산형 링 구조



(d) 다중접속 구조



(e) 다중접속 구조



(f) 다중접속 구조

그림 12. 공유매체를 위한 물리적 구성

기준점 TB는 물리계층에서 점대점 연결을 제공하고, 셀기반(cell-based) 물리계층과 SDH 기반(SDH-based) 물리계층을 모두 수용한다. 기준점 SB는 물리계층에서 점대점 연결을 제공하고 상위계층에 대하여 점대다중점 연결을 제공한다. 기준점 SB에서는 셀기반 및 SDH기반 물리계층을 함께 수용한다.

B-NT1은 선로전송중단, 전송접면 처리, 운용유지보수(OAM:Operation and Maintenance) 등 계층1의 기능을 수행한다. B-NT2는 계층1 및 상위계층의 기능을 수행하며, 집중방식 또는 분산방식으로 구성할 수 있다. 이에 관련된 기능으로는 매체정합(MA), 셀경계색출, 집중, 완충, 다중 및 역다중, 자원할당, 사용변수제어, 신호에 대한 AAL 기능, 인터페이스 처리, 신호프로토콜 처리, 내부연결의 교환 등이다. B-TE는 사용자-사용자 및 사용자-기계간의 대화, 접면 중단, 신호프로토콜 처리, 다른 장치에 대한 연결처리, OAM 등 계층1 및 상위 계층의 기능

을 수행한다.

8. BISDN의 망 측면

BISDN이 ATM의 수송망(transport network)임을 감안하면, 동기식 전송망에서와 같은 계층화된 망의 개념을 도입할 수 있다. 즉, 수송망을 ATM계층망, 물리계층망 등으로 계층화하는 것이다. ATM계층망은 가상채널 준위와 가상경로 준위로 세분되고, 물리계층망은 전송경로준위, 디지털구간준위, 재생기구간준위 등으로 세분된다. 이러한 계층망의 개념은 셀 기반망인 경우나 SDH 기반망인 경우에 대해서 공히 적용된다. BISDN 계층망과의 관계가 그림 13에 도시되어 있다.

가상 채널 준위에서는 사용자-사용자간, 사용자-망간, 망-망간의 정보전달을 위해서 가상 채널 연결(VCC:Virtual Channel Connection)이 제공된다. VCC는 그림 13에서 볼 수 있듯이 VC 링크들의 연결에 의해서 구성된다. 사용자-사용자간 VCC는 TB

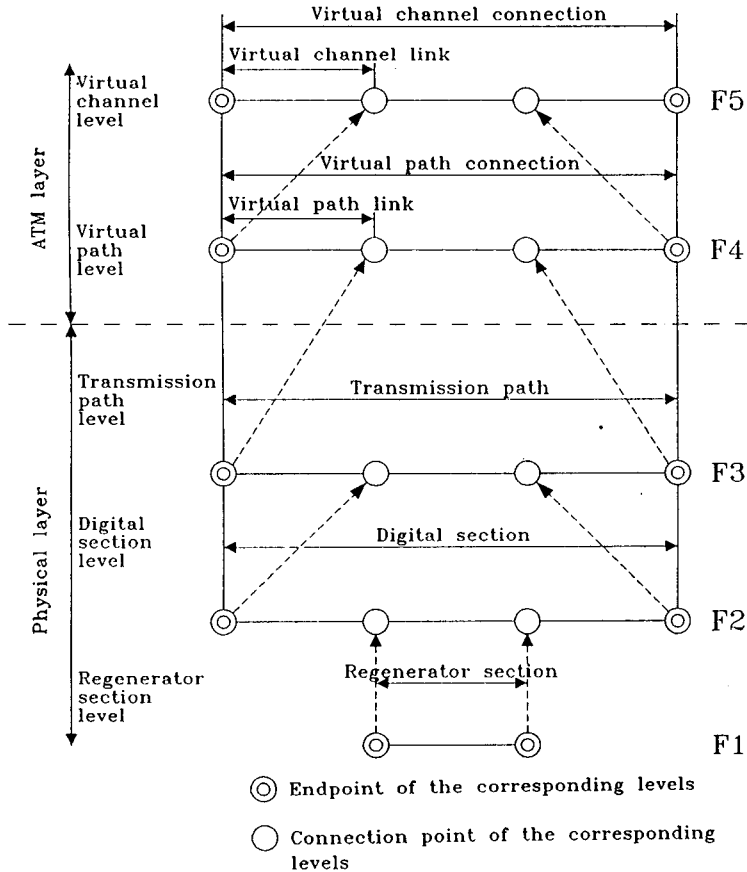


그림 13. BISDN 계층망 간의 관계

또는 SB 기준점들간에 설정되며, 동일한 VCC에 관련된 모든 셀들은 동일한 경로를 통해서 수송된다.

가상 경로 준위에서는 사용자-사용자간, 사용자-망간, 망-망간의 정보전달을 위해서 가상 경로 연결(VPC: Virtual Path Connection)이 제공된다. VPC는 그림 13에서 볼 수 있듯이 VP 링크들의 연결에 의해서 구성된다. 사용자-사용자간 VPC는 TB 또는 SB 기준점들간에 설정되며, 동일한 VPC에 관련된 모든 셀들은 동일한 경로를 통해서 수송된다.

물리 계층망은 동기식 전송망의 경로 계층망과 전송매체 계층망을 결합한 것에 해당한다. 즉, 전송 경로 준위는, SDH 기반의 경우, 곧 VC-4 전송 경로를 의미하게 되고, 디지털 구간 준위는 다중화기 구간을, 재생기 구간 준위는 재생기 구간을 각각 대변하게 된다.

BISDN의 신호 기능을 살펴 보면, 신호능력으로서 다음과 같은 기능들이 요구된다. 필요시 호설정 및 영구 호 설정이 가능하고, 점대점 및 점대다중점 간의 통신구성이 가능하고, 다중연결 호의 제공이 가능하고, 대칭성 및 비대칭성의 호 설정이 가능하고, 정보전달을 위한 ATM VP 및 VC의 제어가 가능하고, 각종 속성을 갖는 광대역 연결을 지원 하고, 비대칭형 연결을 지원하고, 상이한 부호화방식간의 연동을 지원할 수 있어야 한다. 또, 다중연결 및 다중집단연결 통신구성을 위한 호 설정 및 연결 능력이 있고, 한가지 호에 관련된 다중연결의 동시 설정이 가능하고, 중간처리개체를 통과 하여 연결을 재구성할 수 있고, 다중매체 호를 구성하는 연결을 연관시키는 능력이 있고, 통화도중에 연결관련 트래픽 특성을 재타협하는 능력이 있어야 한다.

점대점 또는 방송형 사용자-망 신호 가상채널을 설정하기 위하여 메타신호가 제공 된다. 이때 메타신호란 신호채널을 설정하는 절차를 의미한다. 메타신호 절차는 계층 관리 평면에 있는 계층 관리 기능으로서, 제어정보의 전달에 관해서만 관계한다. 메타신호는 두 개 이상의 단말장치들이 신호 채널 VCI/VPI를 경쟁적으로 요구할때 이를 해결해주고, 신호채널의 용량 할당을 관리하고, 신호채널의 상태를 설정 해제 및 확인하고, 이러한 신호채널의 처리절차에 관한 기준을 제공하는것 등이 그 기능으로서 요구된다.

BISDN의 OAM 기능을 살펴 보면, OAM기능은 성능감시, 결합검출, 시스템 보호, 결합정보전달, 결합 위치결정 등의 기능을 갖출 것이 요구된다. 이를

만족시키기 위해서 망을 5개의 OAM 계위준위(hierarchical level)로 나눈다. 이들 5개 준위는 위에서 계층망에 대하여 구분한 것들과 동일하다. 가상 채널 준위와 가상경로 준위는 각각 가상채널 준위망과 가상경로 준위망에 상응하는 준위들이다. 전송경로 준위는 SDH기반의 VC-4경로에 상응하는 준위이고, 또 디지털 구간은 단위 유무선 전송시스템의 중단간에 해당하고, 재생기 구간은 단위 재생기간의 구간에 해당한다.

이들 5개의 OAM 계위준위 각각에 상응하는 OAM 정보흐름을 그림 13에 보인 것과 같이 각각 F1~F5로 표기한다. 즉, 흐름 F1은 NT1과 재생기, 선로종단(LT: Line Termination)과 재생기, 또는 재생기와 재생기간의 OAM정보흐름을 타나내고, F2는 NT1과LT, NT1과NT2, LT와LT, 간의 OAM 정보흐름을 나타낸다. 또 F3는 NT2와 교환 종단(ET: Exchange Termination), NT2와 ATM XC(Cross-Connect:교차 연결) 또는 ATM XC와 ET간의 OAM정보흐름이고, F4와 F5는 각각 VP-AP(Access Point:접속점)간과 VC-AP간의 OAM 정보흐름이다. 셀기반 ATM인 경우에는 OAM 정보흐름 F2가 존재하지 않는다.

Ⅲ. ATM 통신, 고속 패킷 통신, 동기식 전송간의 관계

ATM 통신, 고속 패킷 통신, 동기식 전송은 그 출현 배경이 서로 독립적이며, 각각 BISDN, 고속 통신망(HSN: High Speed Network), SONET의 기반을 형성한다. ATM 통신은 BISDN의 사용자-망 접면(UNI) 표준화과정에서, 고속 패킷 통신은 고속화 및 대형화하는 데이터 정보통신을 위해, 동기식 전송은 광통신 시스템의 진화과정에서, 각각 출현하게 된 것이다.

그러나 이들은 BISDN을 근간으로 하는 장래의 통신망에 있어서 긴밀한 유대관계를 갖고서 상호 보완 기능을 하게 될 것이다. 그러므로 본 절에서는 이들 세 가지에 관해서 간결하게 비교 검토하고, 이를 토대로 하여 상호 조화관계를 조명해보도록 하겠다. 먼저, ATM 통신, 고속 패킷 통신, 동기식 전송 각각에 대해서 살펴보고, 이어서 통합 프로토콜 기준 모

형을 검토해 보기로 하겠다.

1. ATM 통신

앞서 살펴 보았듯이, ATM은 기존의 회선모드 서비스와 패킷모드 서비스를 함께 수용할 수 있도록 BISDN의 표준화 과정에서 형성된 새로운 방식의 전달모드이다. 기존의 디지털 전송이 시분할 다중화(TDM)에 의거한 회선형 전송방식이었던데 반하여, ATM은 비동기식 시분할 다중화(ATDM)에 의거한 패킷형 전달방식으로서 BISDN 전송의 기반을 형성한다. ATM 통신방식에서는 정보전달의 기본단위가 53바이트 크기의 ATM 셀이며, 이 ATM 셀들은 그 자체의 연속적인 흐름에 의해서, 또는 G.702 계위신호나 G.707 동기식 계위(SDH)신호에 매핑된 상태로 전송된다.

ATM 통신을 고속 패킷 통신 및 동기식 전송과 비교해 보려면, ATM 통신 방식에 관련된 광범한 내용들 가운데 프로토콜 기준 모형과 물리계층 및 ATM 적응계층에 관해서 살펴볼 필요가 있다. 프로토콜 모형은 ATM 통신의 전체적인 위상을 잡아주고, 물리계층과 ATM 적응계층은 각각 동기식 전송과 패킷통신과의 연관성을 설명해 주기 때문이다.

앞서 2절에서 살펴 보았듯이 BISDN의 프로토콜 기준모형은 사용자 평면, 제어 평면, 관리 평면으로 구성된다. 이들 중 사용자 평면 및 제어 평면의 프로토콜은 물리계층(PL), ATM 계층, ATM 적응계층(AAL), 고위계층등으로 구분된다. 물리계층은 물리매체(PM)에 직접 연관된 기능과 전송수령(TC)을 위한 기능으로 구성되고, 전송수령기능은 전송 프레임에 관련된 기능들과 ATM 셀에 관련된 기능으로 구분된다. ATM 계층은 일반 흐름제어(GFC), VPI/VCI 번역 등의 ATM 셀 헤더에 관련된 제반 처리기능을 담당한다. AAL 계층은 ATM 셀 유료부하(payload)에 관련된 처리기능을 담당하는 것으로, 사용자 서비스 정보를 프로토콜 데이터 단위(PDU)로 만들어 주는 수령부계층(CS)과 PDU를 절단하여 ATM 셀의 유료부하공간을 형성하는 절단 및 재결합(SAR) 부계층으로 구성된다. 이들 각 계층들의 구성과 기능은 그림 11과 표 2에 설명되어 있다.

ATM 셀의 전송은 기존의 G.702 계위신호들에 의해서, 새로운 G.707 동기식계위(SDH) 신호들에 의해서, 그리고 ATM 셀 그 자체만의 흐름에 의해서 전송이 가능하다. SDH 기반 ATM 전송은 STM-n

신호 유료부하공간 내에 있는 가상상자 VC-4에 ATM 셀들을 매핑시킴으로서 가능해진다. 전송용량이 커지면 연결(concatenation) 모드를 사용하여 VC-4-4c 등에 ATM 셀을 싣도록 하면 된다. G.702에 의거한 ATM 셀 전송은 SDH 망이 완전히 구축되기 전까지는 유용한 전송수단이 될 것이다. ATM 셀 기반전송은 ATM 셀 그 자체의 흐름에 의한 전송으로서, 별도의 전송 프레임을 만들어 매핑시키는 번거로움이 없어 간편하기는 하나, 큰 공중망에서의 전송수단으로 사용하기에는 취약성을 내포하고 있다. SDH 기반 전송과 ATM 셀기반 전송은 외형상으로는 동일한 155.52Mbps 비트율을 가지나 상호 호환성은 없다.

ATM 망이 데이터 패킷 서비스를 수용하기 위한 주요기능은 AAL3과 AAL4에 의해서 수행된다. 이들은 각각 연결성과 비연결성의 데이터 패킷 서비스를 ATM에 적응시키는 기능을 가지며, 이 기능은 CS 및 SAR 부계층들에 의해서 수행된다. AAL3에 의거한 연결성 서비스 제공은 AAL2에 의한 실시간 VBR 서비스 제공과 유사한 방법으로 수행된다. 먼저 호설정 과정을 통해서 연결 경로가 결정되면, 사용자 데이터 패킷을 CS 및 SAR 부계층 처리를 하여 이 경로를 따라서 전송을 한다. 따라서 패킷 전송을 위한 계층 1~4의 기능은 ATM망을 통해서 해결될 수 있다. 한편 AAL4에 의거한 비연결성 제공은 ATM망내에 비연결성 서비스 기능(CLSF: Connectionless Service Function)을 부여함으로써 가능해진다. 이것은 CLSF 노드들로 구성되는 패킷망을 ATM망 위에 구축하는 것에 해당하게 된다. 따라서 CLSF들을 이용하여 경로 배정을 하면 일반적인 패킷망에서의 데이터 전송과 같은 효과를 갖게 되며, 이때 ATM 망은 계층 1~2의 기능을 제공해 주는 셈이 된다.

2. 고속 패킷 통신

고속 패킷 통신은 컴퓨터 처리속도가 고속화하고 데이터 정보가 대형화에 따라서 발생하게 되었고, 광통신 기술의 성숙과 더불어 그 실현이 가능하게 되었다. 10Mbps급의 기존 패킷통신은 FDDI에 의해서 100Mbps급으로, 또 DQDB에 의해서 150Mbps급으로 고속화되고, 장차 Gbps급으로 발전할 전망이다. 고속 패킷 통신은 현재 LAN이나 MAN 등의 지역 통신망에 국한되어 있으나, LAN과 MAN들의

상호 연결 통신을 위해서는 장차 공중 통신망과도 연관을 맺게 될 것이다.

고속 패킷 통신을 위한 망 구조와 관련하여, ATM 망의 UNI 구조를 살펴보면 그림 12에 보인 것과 같이 성형, 버스, 환형 등의 구성이 가능하게 된다. 그림에서 (a)와 (b)는 각각 스타형 구조를, (c)와 (f)는 링형 구조를, (d)는 스타형버스를, (e)는 버스 구조를 각각 나타낸다. 이러한 UNI구조는 ATM통신 방식이 가입자택내망(CPN:Customer Premises Network)에 까지도 확장가능한 것을 의미하며, 따라서 ATM망과 LAN/MAN간에 긴밀한 연결관계가 필요함을 시사한다. 실제로 그림 12(c)의 구조는 DQDB MAN을 사용하면 직접 구현가능하게 된다.

한편, 고속 패킷 통신을 위하여 FDDI나 DQDB와는 다른 근본적인 해결책들이 대두되고 있다. 하드웨어의 속도에 비하여 소프트웨어의 속도가 크게 느린 점을 해결하기 위하여, 새로운 고속 프로토콜들이 제안되고 있으며, 또 다중처리, 병렬처리 VLSI화 등에 의해서 속도를 높이는 방안 들도 제안되고 있다. 또 중계노드의 저장후 송달 방식에 의한 속도지연, 각계층의 처리 오버헤드로 인한 성능 저하 등 기존의 데이터 패킷 통신이 갖는 제반 문제점들과, 현재의 패킷망 프로토콜 및 구현기술이 고속 통신과 다중 매체 통신에 부적합한 점들에 대한 여러가지 해결책들이 강구되고 있다. 이러한 근본적인 문제점들이 정리된 바탕위에서 기가비트급 망이 구현가능하게 될것이며, 효율적인 고속 패킷 통신이 가능하게 될 것이다.

고속패킷통신을 위해서는 세가지의 전송경로가 사용가능하게 된다. 그 중 두 가지는 각각 앞절에서 설명한 AAL3와 AAL4를 통한 전송이다. 즉 고속패킷 서비스를 C중 연결성 BISDN 서비스로 간주하여 AAL3를 통해서 제공하거나 D중 비연결성 BISDN 서비스 형태로서 AAL4를 통해서 제공하는 것이다. 세번째는 고속패킷통신을 위한 자체적인 프로토콜 처리과정을 거친 후 직접 SDH의 VC-4등에 매핑시키는 방법이다. 이것은 고속패킷을 위해 개선된 프로토콜과 확장된 대역폭을 필요로 할 때 유용한 전송 수단이 될 수 있다.

3. 동기식 전송

앞서 1절에서 살펴 보았듯이 동기식 전송은 광통신 시스템의 진화 과정에서 나타나게 된 새로운 형태의 회선방식 전송이다. 동기식 전송방식은 초기에는

SONET 표준화와 더불어 그 개념이 정립되고, 나중에는 SDH 표준으로서 정착된다. 동기식 전송은 체계적인 다중화 및 동기화를 토대로하여 효율적인 광통신망 구성을 가능하게 해준다. 동기식 전송은 광섬유를 매체로 하는 효율적인 전송수단을 공중망은 물론 BISDN의 UNI에까지도 제공한다.

동기식 전송은 STM-n 신호를 기반으로 하며, STM-n 신호는 $n \times 155.520\text{Mbps}$ 비트율과 $9B \times 270$ 구조의 전송프레임을 갖는다. STM-n 프레임은 그림 3에 보인것과 같이 $9B \times 9$ 크기의 구간오버헤드(SOH) 및 포인터 공간과 $9B \times 261$ 크기의 유료부하 공간으로 구성된다. 유료부하공간은 경로오버헤드(POH)와 가상상자(VC)유료부하공간으로 구분되고, POH의 크기는 VC-4의 경우 $9B \times 1$ 이다. 그러므로 VC-4 유료부하공간의 용량은 149.76Mbps 가 되고, 연결모드를 사용하는 경우 VC-4-mc의 용량은 $m \times 149.76\text{Mbps}$ 가 된다.

동기식 전송은 기존의 G.702 계위신호들을 동기식 다중화를 통해서 체계적으로 다중화하여 전송하는데에 본래의 목적이 있었다. 이때, 계위 신호들은 VC-11, VC-12, VC-2, VC-3, VC-4 등의 가상상자들에 매핑되고, 이에 POH, SOH 등이 부착된 후, $n \times 155.52\text{Mbps}$ 의 STM-n 형태로 전송된다. 동기식 전송은 또한 광통신이 가지는 여러가지 장점들을 이용하고 계위신호들의 분기결합(add/drop) 및 교차연결(cross-connect)이 효율적으로 될 수 있도록 하는 각종의 특징을 보유하고 있다. 그러므로 동기식 전송 방식은 공중 통신망을 구성함에 있어서 신뢰성 있고 효율적인 전송수단을 제공하게 된다.

SDH 기반 ATM 전송의 경우, ATM 셀들이 VC-4 유료부하공간에 매핑되므로 ATM 전송수립(TC)부계층의 셀만의 용량은 149.76Mbps 가 된다. 물론 ATM 셀 헤더 5바이트를 제외하면 ATM 방식으로 전송할 수 있는 최대유료부하는 135.63Mbps 로 감소하게 된다. STM-n 프레임이 갖고 있는 POH와 SOH는 이 ATM 셀들이 목적지까지 신뢰성 있게 전달되도록 운용유지보수의 기능을 제공한다. 그러므로 동기식 전송은 ATM통신을 위한 신뢰도 높은 물리계층 역할을 수행하게 된다.

동기식 전송은 앞절에서 언급한 것과 같이 고속 패킷 통신의 경우에 대해서도 전송 수단으로 사용될 수 있다. 공중망 주변에 산재해 있는 많은 LAN과 MAN 들을 연결하는 고속 패킷망을 구성하고자 할

때에는 기존의 공중망을 활용하는 것이 효율성을 갖게된다. 이때 공중망이 제공하는 동기식 전송을 사용하면 신뢰성 높은 물리계층을 제공받을 수 있게 되는 것이다. 만일 소요되는 전송용량이 150Mbps 이하일 경우에는 VC-4에 패킷을 매핑시켜 사용하고, 50 Mbps 이하일 때에는 VC-3에 매핑시키면 된다. 반면에 전송용량이 600Mbps 급일 때에는 VC-4-4c를 사용하고, Gbps 급일 때에는 VC-4-16c를 사용할 수 있다.

4. 통합 프로토콜 기준모형

앞의 3개절에서 검토한 내용들을 결합하면 그림 14와 같은 통합 프로토콜 기준 모형에 그릴 수 있다. 그림에서 오르막 빗금을 그은 영역은 ATM 통신의 핵심부분을 나타내고, 내리막 빗금을 그은 영역은 고속 패킷 통신이 점유할 수 있는 영역을 나타내며, 점무늬 영역은 동기식 전송의 고유 영역을 나타낸다. 그림에서 고속 패킷 통신은 우선 C종이나 D종서비스의 형태로써 AAL3이나 AAL4를 통해서 제공될 수 있음을 볼 수 있다. 이 때 C종 서비스 형태로 전달되는 경우에는 계층5~계층7의 기능만이 고위계층에서 필요하게 되고 D종 서비스의 경우에는 계층3~계층7의 기능이 필요한 것으로 간주된다. 이것은 C종 서비스의 경우는 B종 서비스의 경우와 마찬가지로 연결성 서비스이므로 B종 서비스와 마찬가지로 물리 계층, 데이터링크계층, 망(network)계층, 수송(transport)계층의 기능들이 ATM 망에 의해서 제공되기 때문이다.

한편, 앞절에서 살펴보았듯이, 고속 패킷 통신은 SDH프레임을 기반으로한 동기식 전송방식에 의해서도 제공될 수 있다. 이 관계가 그림에 나타나 있으며, 이 때에는 계층2~계층7의 기능이 필요하게 된다. 이 때에는 C종이나 D종 서비스의 경우와는 달리 ATM프로토콜들에 구애받지 않고 독립적인 프로토콜을 형성할 수 있게 된다. 따라서 새로운 구조에 입각한 고속 통신망의 구성에 더욱 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

이와 같은 통합 프로토콜 기준모형을 이용하면 장래 통신망의 단편을 잘 살펴볼 수 있다. ATM통신을 위하여 쉐기반 전송을 사용하는 경우, 통신망에는 비트율은 같으나 상호 연관성이 없는 두 종류의 신호가 존재하게 된다. 한편 SDH기반 전송을 하는 경우에는 통신망에는 STM-n신호 한가지 만이 존재하게 된다. ATM통신, 고속 패킷 통신, 동기식 전송이 모두 VC-4의 차원에서 만나서 통신망내에 공존하게 되는 것이다. 그러므로, 이들 세가지는 함께 동기식 분기 결합다중화기(ADM)나 동기식 교차연결장치(DXC)를 통과하게 되며, 따라서 통신망의 운용 및 관리를 일원화하게 된다.

이와 같이 통합 프로토콜 기준 모형에 의거하여 그림 15와 같은 구성을 얻을 수 있다. 그림에서 점선은 ATM통신을 위한 ATM 셀들이 VC-4/SDH 프레임에 매핑되어 전송되는 것을 나타낸다. 또, 일점 쇄선은 고속 데이터 패킷을 VC-4/SDH 프레임에 매핑시켜 전송되는 경우를 나타내고, 실선은 SDH에 의한 동기식 전송 본연의 경우를 나타낸다. 그러므로, 장

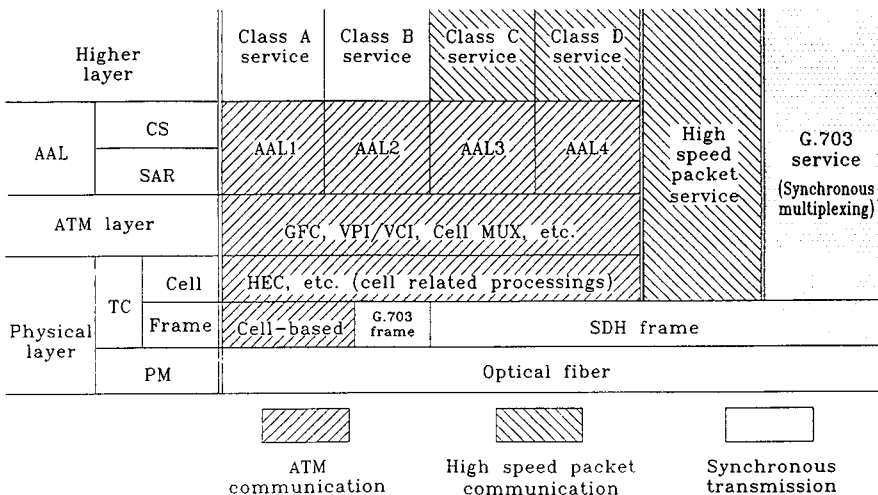


그림 14. 통합 프로토콜 기준 모형

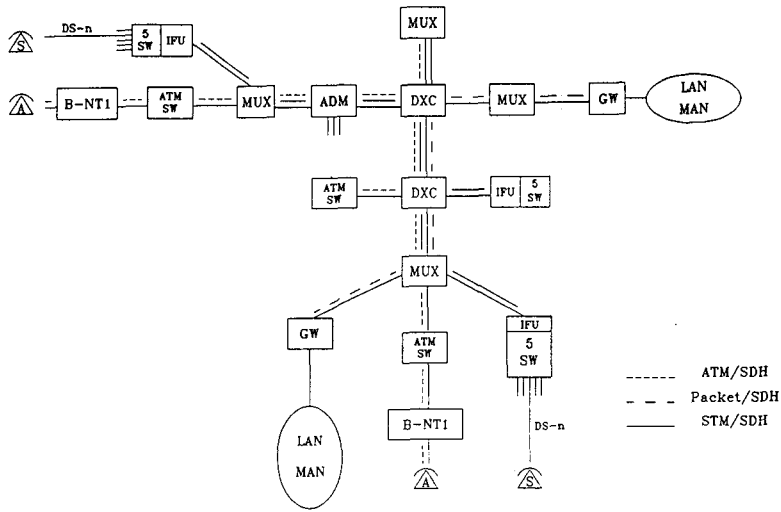


그림 15. 통합 프로토콜 기준 모형에 의한 동기식 전송망의 신호 구성

래의 광대역 통신망에서는 이 세가지 종류의 신호들이 함께 다중화되어 동기식 전송망을 통과하게 되는 것을 알 수 있다.

參考文獻

- [1] CCITT 권고 G.707-709 (SDH관련)
- [2] CCITT 권고 G.781-784 (동기식 다중화 관련)
- [3] CCITT 권고 G.803, G.831 (SDH 망 관련)
- [4] CCITT 권고 G.957-958 (SDH 전송선로 관련)
- [5] ANSI 표준 T1.105-1981, T1.106-1988 (SONET 관련)
- [6] CCITT 권고 I.113, I.121, I.150, I.211, I.311, I.321, I.327, I.35B, I.361-364, I.371, I.374, I.413, I.432, I.610 (BISDN 관련)
- [7] ATM Forum, "ATM user-network interface specification," 1992
- [8] 이병기, 강민호, 이종희, 광대역 통신 시스템, 교학사, 1992
- [9] B. G. Lee, M. Kang, J. Lee, Broadband Telecommunications Technology, Artech House : Boston, 1993
- [10] 이 병기, "광대역 디지털 전송 방식," 대한 전자공학회지, 제 15권, 제 4호, 1988년 8월.
- [11] 여 재홍, 김 기호, "SONET 개요," 정보통신, 제 6권, 제 3호, pp.74-84, 1989년 9월.
- [12] 김 재근, 염 홍렬, "광대역 전송 기술," 대한 전자공학회지, 제 17권, 제 2호, 1990년 4월.
- [13] 최 두환, 임 주환, "전송과 교환의 일체화에 대한 전망," 텔레콤, 제 6권, 제 1호, pp.13-21, 1990년 5월.
- [14] 정 태수, 최 문기, 전 종암, 신 영석, 김 경수, "광대역 통신망의 진화," 정보통신, 제 7권, 제 5호, 1990년 10월.
- [15] 이 병기, "동기식 전송망의 구성 및 진화 방향의 검토," 텔레콤, 제 6권, 제 2호, pp.84-96, 1990년 11월.
- [16] 김 재근, "동기식 전송시스템의 연구개발 현황과 동향," 텔레콤, 제 7권, 제 1호, PP.64-73, 1991년 5월.
- [17] 이 병기, "ATM 통신, 고속 패킷 통신, 그리고 동기식 전송," 텔레콤, 제 7권, 제 1호, PP.74-79, 1991년 5월.
- [18] 이 병기, "광대역 ISDN을 위한 CCITT의 NNI 표준," 정보통신, 제 5권, 제 2호, 1988년 6월.
- [19] 최 무열, 강 병선, "광대역 ISDN을 위한 비동기식 전송 교환 방식," 정보통신, 제 6권, 제 3호, pp.85-95, 1989년 9월.

- [20] 이 병기, "B-ISDN의 동기식 디지털 계위," 텔레콤, 제 5권, 제 1호, 1989년 9월.
- [21] 최 준균, 최 문기, 임 주환, "광대역 통신망을 위한 ATM 기술," 텔레콤, 제 5권, 제 1호, 1989년 9월.
- [22] 임 주환, 이 병기, "2000년대를 향한 정보통신망," 대한전자공학회지, 제 17권, 제 1호, 1990년 2월.
- [23] 이 병기, 최 문기, 이 만섭, "광대역 ISDN의 전개와 광 CATV," 텔레콤, 제 6권, 제 1호, pp.22-41, 1990년 5월.
- [24] 이 병기, "ATM 전송방식의 검토," 정보통신, 제 7권, 제 5호, 1990년 10월.
- [25] 송 덕영, 최 대우, 박 홍식, "ATM 교환 기술의 최근 동향," 정보통신, 제 7권, 제 5호, 1990년 10월.
- [26] 신 영석, 최 희숙, 김 경수, 김 미성, 정 태수, 최 문기, "ATM 프로토콜 기술," 정보통신, 제 7권, 제 5호, 1990년 10월.
- [27] 김 재근, "ATM 전송망 노드 및 링크의 기능," 정보통신, 제 7권, 제 5호, 1990년 10월.
- [28] 박 홍식, 강 석열, "ATM 교환기술," 텔레콤, 제 7권, 제 1호, 1991년 5월.
- [29] 최 문기, "BISDN의 연구개발 현황 및 동향," 텔레콤, 제 7권, 제 1호, 1991년 5월. ㉔

筆者紹介



李 秉 基

1951年 5月 12日生

1974年 2月 서울대학교 공과대학(학사)

1978年 2月 경북대학교 공과대학(석사)

1982年 9月 Univ. of California Los Angeles(박사)

1974年 8月 ~ 1979年 8月 해군사관학교 전자공학과 교관(전임강사)

1982年 10月 ~ 1984年 5月 Granger Associates Senior Engineer

1984年 6月 ~ 1986年 8月 AT&T Bell Laboratories Member of Technical Staffs

1986年 9月 ~ 현재 서울대학교 전자공학과 부교수

주관심분야: 광대역 통신, 신호처리, 회로이론