

MAN 기술개발 현황 및 전망

김 영 탁 · 이 상 훈
(한국통신 연구개발단)

■ 차 례 ■

- I. 서 론
- II. MAN 기술 개발 현황
 - 2.1 Frame Relay
 - 2.2 DQDB
 - 2.3 SMDS
 - 2.4 ATM Ring
 - 2.5 MAN 기술 비교 분석 및 B-ISDN과의 연계성 검토
- III. 차세대 LAN/MAN 개발 전망
 - 3.1 차세대 LAN/MAN 기술 개요
 - 3.2 FDDI follow-on LAN (FFOL)
 - 3.3 HIPPI
 - 3.4 WDM 다중채널 광파통신망
- IV. 결 론

I. 서 론

70년대와 80년대에 걸친 반도체 및 컴퓨터 기술의 급격한 발전과 대중화에 따른 가격의 저렴화에 기인하여 컴퓨터는 요즘 우리들의 주변에서 전화와 마찬가지로 흔히 대할 수 있는 정보통신 기기로서 자리를 잡아가고 있으며, 생활환경의 정보화 추세에 편승하여 그 이용이 확산되고 있다. 최근 국내에서도 120만대 이상의 개인용 컴퓨터(PC)가 보급된 것으로 파악되며, 시스템 설계 및 분석에 사용되는 워크스테이션과 슈퍼 컴퓨터의 도입도 급증하고 있다.

컴퓨터에서 사용되는 정보의 형태도 점차 다양화, 고도화 되어가는 추세이다. 예를 들면 단순한 데이터 화일이나 그래픽 또는 정지영상등의 단일정보형태에서 음성, 데이터, 그래픽 및 동영상의 복합된 멀티미디어 정보형태로 변화되어 가고 있다. 컴퓨터에서의 정보처리 방식에서도 변화가 나타나고 있으며, 하나의 대형 컴퓨터가 단독으로 모든 일을 처리하는 중앙 집중형 정보 처리방식으로부터, 다양한 정보처리시스템(예를 들면 슈퍼 컴퓨터와 워크스테이션, PC등)들을 상호 접속시켜 문제의 유형이나 처리단계에 따

라 가장 적합한 구조 및 기능을 지닌 컴퓨터에서 정보처리가 이루어지게 하는 네트워크 컴퓨팅 및 분산형 정보처리방식으로 변화되고 있다.

이에 따라서 구내지역에서의 상호간 데이터 전송을 효율적으로 하기위한 LAN(Local Area Network)이 급속히 발전하기 시작하였으며, Ethernet, Token Bus, Token Ring등이 널리 축되었다[1]. LAN은 주로 컴퓨터 통신을 위하여 발전하였으며, '패킷전송'으로 불리는 비 실시간 데이터 전송방식이 사용된다. 한정된 지역내에서의 동질의 사용자환경에서 사실망으로 구축되는 LAN은 그 특성상 광대한 지역에 막대한 투자로서 다양한 사용자환경을 지원해야 하는 공중통신망에 비해 신기술의 실험 및 도입이 빠르게 진행되어 왔으며, 이러한 현상은 앞으로도 계속 유지될 것이다.

'회선'교환방식으로 이루어진 음성위주의 공중통신망은 비음성 서비스의 수요가에 따라 종합정보 통신망(ISDN:integrated Services Digital Network)으로의 발전을 통해 데이터의 '패킷'전송방식을 동시에 수용할 수 있게 되었고, 전화망의 제어신호전달을 위한 목적으로도 '패킷' 전송방식을 사용하기에 이르렀다.

LAN의 지역적인 한계를 극복하려는 요구와 멀티미디어 서비스를 공중 통신망에서 제공하려는 노력은 차세대 통신망인 광대역 ISDN(B-ISDN)의 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 방식으로 발전하여 '회선' 교환방식과 '패킷'교환 방식의 통합적인 교환 및 전송기능을 가지게 되었고, 결국 컴퓨터 통신을 근간으로 한 LAN 분야와 음성통신을 근간으로한 공중통신망 분야의 기술이 급속히 융합되는 과정을 가속시키기에 이르렀다. 이에 따라 LAN과 공중통신망과의 접경시대에서 먼저 새로운 수요에 따른 시장이 형성되고 있으며, 이 수요를 조기에 충족시키는 것이 MAN(Metropolitan Area Network)이라 하겠다.

정보통신망을 도로망에 비유할 때 MAN은 도시순환고속도로에 해당하며, 거리상으로 넓은 대도시지역(직경 50km 정도)에 적합한 구조 및 기능을 지니고, 고속 데이터, 고품질 영상정보 및 멀티미디어 정보를 2~155Mbps 속도로 전송한다.[2] 약 1km 정도의 구내지역을 위한 LAN에 비해 MAN은 약 50km 정

도의 도시지역을 위한 지역 정보통신망의 역할을 담당하며, 그림 1에서 보는 바와 같이 LAN과 공중통신망 사업자가 제공하는 WAN(Wide Area Network)의 중간 영역에 있다.

MAN은 주로 도시지역의 기업 고객군에서 발생하는 광대역 정보통신 수요를 수용하기 위해 구축되며, MAN들을 상호 접속시켜 광역 WAN으로 확장시킬 수 있으므로 전국 주요지역의 LAN들이 MAN을 통하여 상호접속 되게 한다. MAN은 기능적인 면에서 고속 데이터 전송망, 기능, 사용자 관점에서의 사실망 기능, 망자원의 효율성을 향상시킬 수 있는 공중정보통신망 기능 및 통신망 진화 관점에서의 B-ISDN의 가입자 접속망 기능이 제공될 수 있다.

본 고에서는 정보통신망중 MAN의 기술 개발현황 및 앞으로의 기술 발전전망을 살펴보기로 하며, 각 기술의 비교분석을 통해 국내 환경에서의 B-ISDN으로 연계하기위한 바람직한 MAN의 발전방향을 제시하기로 한다.

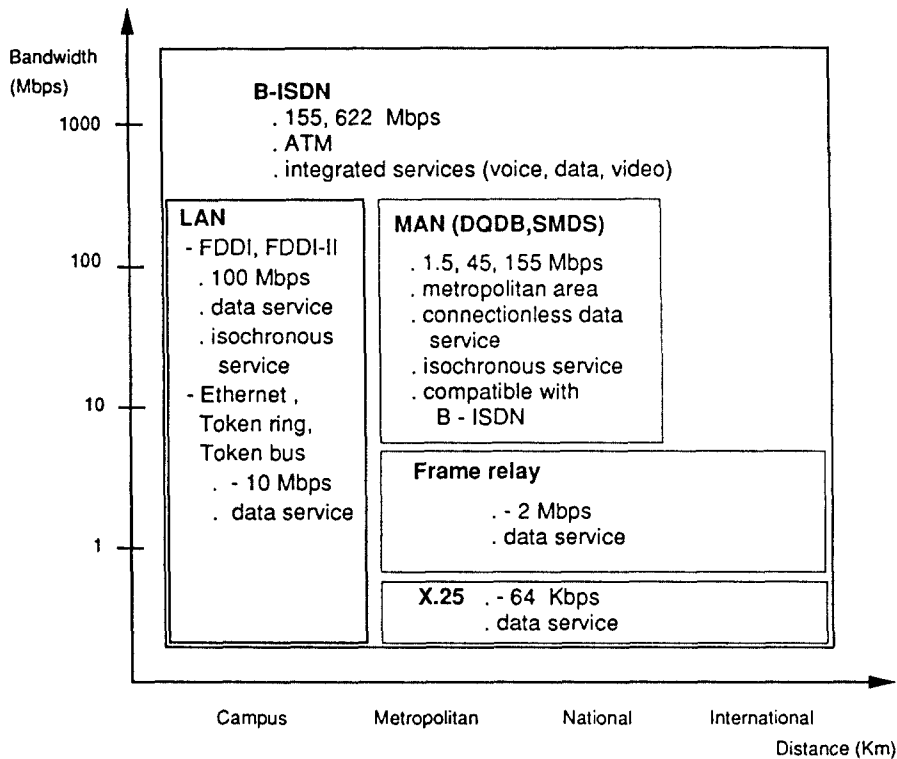


그림 1. 정보통신망 기술

II. MAN 기술 개발 현황

MAN 기능을 구현하기 위한 통신망으로는 가장 단순한 형태의 전용회선을 사용하거나, 보다 효율적인 Frame Relay망, DQDB(Distributed Queue Dual Bus)망, SMDS(Switched Multimegabit Data Service)망, 또는 직접 ATM 방식을 이용한 ATMR(ATM Ring)망, ATM-MAN 및 B-ISDN 등이 사용될 수 있으며, 많은 국가에서 시장규모, 기술 수준 및 향후 통신사업 방향에 따라 자국의 실정에 맞는 MAN 상용 서비스 계획을 수립하고, 기술개발을 추진하고 있다.

본 절에서는 MAN 구축기술들을 네트워크에서의 전달 기능에 관한 프로토콜을 중심으로 알아보고자 한다.

2.1 Frame Relay

네트워크 계층의 '패킷' 단위 전송 및 교환기능을 제공하였던 X.25 패킷전송 기술에서의 분세심 및 비효율성을 개선하기 위하여 프레임 릴레이는 데이터 링크 계층에서의 '프레임'단위 다중화를 제공하며, 에러제어 및 흐름제어 기능을 간소화하여 전송 링크의 최대 전송속도를 거의 사용자 정보전송에 사용할 수 있도록 하는 장점을 제공한다[3-5]. 특히 프레임 릴레이 기술은 컴퓨터 통신망을 위하여 이미 설치된 브

리지/라우터의 기능을 보완하여 구현할 수 있다는 장점이 있어 조기에 보급될 것으로 예상된다.

프레임 릴레이 기술은 ANSI 및 CCITT에서 표준화가 추진되고 있다. ANSI에서는 최종표준안이 1990년에 승인되었으며[6], CCITT에서는 1992년 White Book에서 권고안이 승인될 예정이다.[7] 컴퓨터 통신기기 제조회사들(Cisco Systems, Digital Equipment Corp, Northern Telecom, Sratacom등)이 주축이된 "프레임 릴레이 개발자 포럼"에서는 국제 표준화 이전에 산업계 표준안을 마련하였고[8], 이에 따른 제품들이 생산되고 있다.[9]

프레임 릴레이 프로토콜은 그림 2에서 보는 바와 같이 OSI 7계층 모델의 데이터 링크계층에 해당하며, 가변길이의 데이터 단위인 프레임들의 다중화 기능을 제공한다. 에러제어 기능은 단순화시켰으며, 프레임들의 에러발생여부를 검사하여 에러가 발생한 프레임은 버린다. 에러가 발생한 프레임에 대한 재전송은 필요에 따라 상위계층에서 이루어 진다. 또한 순서제어(sequence control)와 흐름제어(flow control)는 가입자 장치에서 종단간에 이루어지며, 전송망에서는 동작하지 않는다.

이와 같이 단순화된 데이터 링크계층 기능을 위해 CCITT Q.922권고안에서는 데이터 링크계층을 제어(control) 부계층과 핵심(core) 부계층으로 세분화하였다. 제어 부계층은 에러복구 및 흐름제어를 정의하

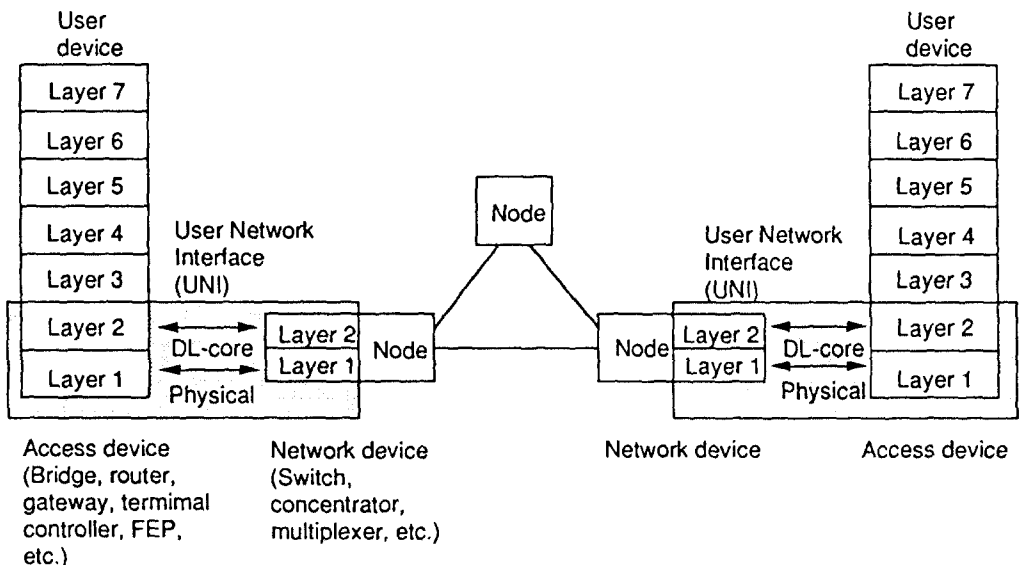


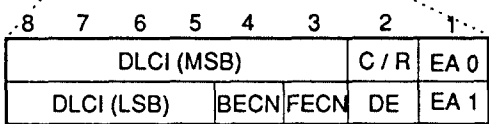
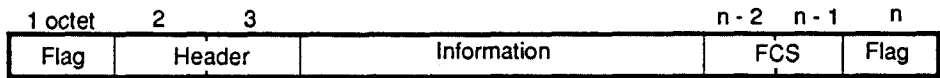
그림 2. 프레임 릴레이 프로토콜

며, 핵심 부계층에서는 프레임 경계식별 및 정렬, 주소필드를 이용한 프레임 자동화/역다중화, 프레임 에러검사 및 과잉밀집 제어기능이 수행되며, 상위계층으로부터의 서비스 데이터 단위를 전달경로에 따라 순차적으로 전송한다. 핵심 부계층의 전달경로는 신호방식절차에 따라 데이터 전송단계 이전에 설정되며, 전달경로 설정시 사용자와 망 제공자간에 서비스품질이 협정된다.

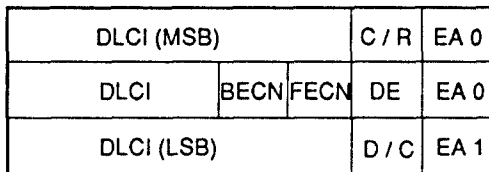
데이터 링크 핵심부계층의 프로토콜 데이터 단위(FR-PDU)는 HDLC 프레임구조와 매우 유사하며, 그림 3과 같다. 프레임 릴레이의 주소정보는 FR-PDU의 DLCI(Data Link Connection Identifier)로 표시되며, 기본적으로 10비트(2 옥텟 주소필드형식)에서 16비트 또는 22비트의 길이를 가질 수 있다. DLCI는 프레임의 다중화가 이루어 지는 전송경로의 구간에서만

의미를 지니며, 종단간 개념의 글로벌 어드레싱 의미는 지니지 않는다. FR-PDU의 정보구간은 상위계층의 서비스에 따라 설정되며, 정보구간의 최대크기는 LAN의 MAC(Medium Access Control) 프레임 데이터 단위가 수용될 수 있는 1,600 바이트 이상으로 권고하고 있다.

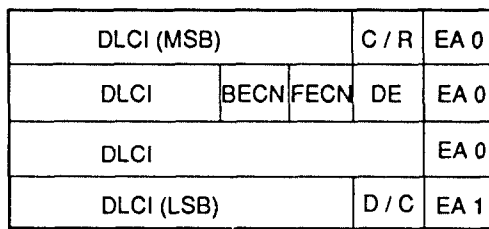
CCITT 1.233 권고안에서는 프레임 릴레이 서비스를 제공하기 위한 방안으로 가상호(Virtual Call) 및 영구가상회선(Permanent Virtual Circuit)을 정의하고 있다. 영구가상회선은 서비스 가입시 네트워크와 사용자 단말간에 고정경로가 할당되며, 데이터 전달을 위한 별도의 전달경로 설정 및 해제절차를 수행하지 않는다. 현재 사용되고 있는 프레임 릴레이 장치들은 대부분 영구가상회선 방식을 사용한다. 통신망을 보다 효율적으로 이용하기 위해서는 필요 따라 전달경



(a) 2 octets addressing



(b) 3 octets addressing



(c) 4 octets addressing

- DLCI : Data Link Connection Identifier
- C/R : Command / Response
- EA : Address Extension
- BECN : Backward Explicit Congestion Notification
- FECN : Forward Explicit Congestion Notification
- DE : Discard Eligibility Indicator
- D/C : DLCI/Control Indicator

그림 3. 프레임 릴레이의 프레임(FR-PDU) 구조

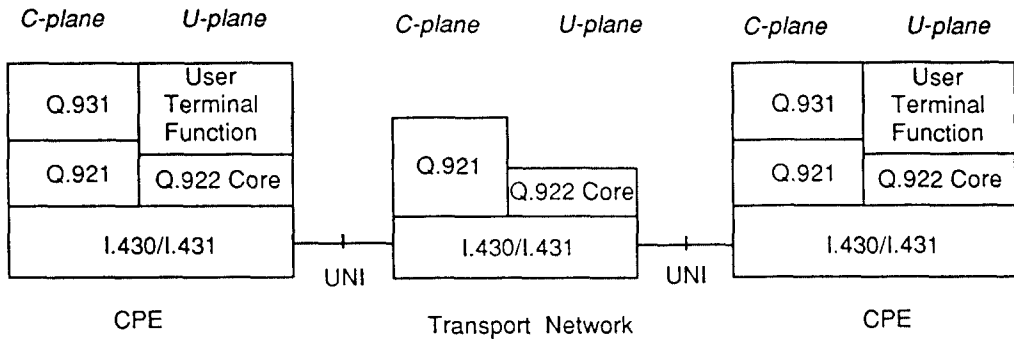


그림 4. ISDN 프레임 모드 베어러 서비스 프로토콜 구조

로가 설정되는 가상호방식이 구현되어야 하며, 이때 경로 설정을 위한 신호방식 절차가 수행된다. 신호방식 절차는 CCITT Q.931 / Q.921 권고안에서 정의하고 있다. 그림 4는 ISDN에서의 프레임 모드 베어러 서비스 프로토콜 구조를 보여준다.

프레임 릴레이 통신망이 과잉 밀집(congestion)에 의해 정상적인 전송능력을 상실하는 현상을 방지하기 위해 반응제어(reactive control)방식의 흐름제어가 이루어진다. 전송경로상에 과잉밀집상태가 발생하였을 경우에는 네트워크가 이를 감지하여 그 지점을 통과하는 프레임의 FECN(Forward Explicit Congestion Notification)비트를 '1'로 만든다. 프레임의 수신측에서는 FECN이 '1'로 설정된 상태를 감지하면 해당 전송경로상에 과잉밀집 현상이 발생하였음을 알 수 있고, 수신단에서 과잉밀집회피를 위한 절차가 가동되게 한다.

네트워크는 과잉밀집 지점을 통과하는 프레임들의 송신측으로 직접 통보할 수도 있다. 이 경우 해당 송신측으로 보내어 지는 프레임의 BECN(Backward Explicit Congestion Notification) 비트를 '1'로 설정하여 보내거나, CLM(Consolidated Link Layer Management) 메시지에 과잉밀집 발생을 표시하여 보냄으로써 송신측의 데이터 전송장치에서 과잉밀집회피를 위한 절차가 가동되게 한다.

FECN이나 BECN에 의한 반응제어가 적절히 운용되지않는 경우 선택적 폐기를 통하여 과잉밀집 상태를 방지할 수 있다. CPE가 협성된 정보 전송량 이상을 전송하는 경우 네트워크 노드는 이를 감지하여 DE(Discard Eligibility)가 비트를 설정하고, 과잉밀집 상태가 발생하는 경우 DE 비트가 설정된 프레임들을 선택적으로 폐기함으로써 과잉밀집 상태를 회피

할 수 있다. DE 비트는 CPE에 의해서도 설정될 수 있는데, 이는 과잉밀집 상태에서 서비스 품질의 큰 손상이 없게 하기 가능한 정보를 사전에 표시하는 방법이다.

2.2 IEEE 802.6 DQDB

(1) DQDB 개요

IEEE P802 분과에서는 802.3 CSMA / CD, 802.4 Token Bus, 그리고 802.5 Token Ring 등 3종류의 LAN을 표준화하였다. LAN이 점차 보급화됨에 따라 지역적으로 산재한 LAN들을 상호접속시킬 필요성이 증대되었다. 이에 따라 IEEE 802.6분과에서는 대도시 지역의 데이터, 음성, 영상등의 종합 서비스 제공을 위한 MAN 기술표준화를 1981년부터 추진하였으며, 1990년 DQDB(Distributed Queue Dual Bus) 프로토콜을 IEEE 802.6 표준으로 승인하였다.[10] DQDB는 1986년 Telecom Australia에 의해 QPSX(Queued Packet and Synchronous Exchange)라는 이름으로 처음 제안되었으며, 1987년 DQDB로 개칭되어 IEEE에서 채택되기에 이르렀다.[11]

DQDB는 이중버스(Dual Bus)구조를 가지며, 분산형(Distributed Queue) 예약방식을 사용한다. DQDB에서는 비연결형 데이터 서비스, 연결형 데이터 서비스 및 등시성 서비스의 세가지 서비스가 제공된다. DQDB 프로토콜은 OSI 7계층 표준모델중 물리계층과 데이터 링크계층에 해당하며, ATM 전송방식과 동일하게 53 옥텟 크기의 슬롯단위로 전송하는 셀 릴레이 전송방식이라는 점에서 B-ISDN과의 접속이 용이한 장점을 지닌다.

DQDB 프로토콜을 이용한 MAN은 AT&T, Alcatel BTM, Siemens 등에서 개발 중에 있으며, '92년도에 상용제품이 제공될 것으로 발표되고 있다.

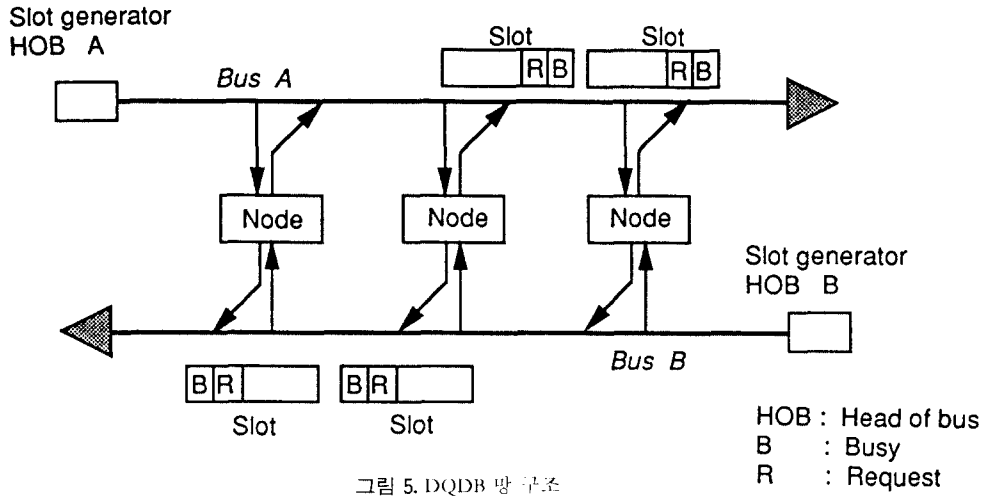
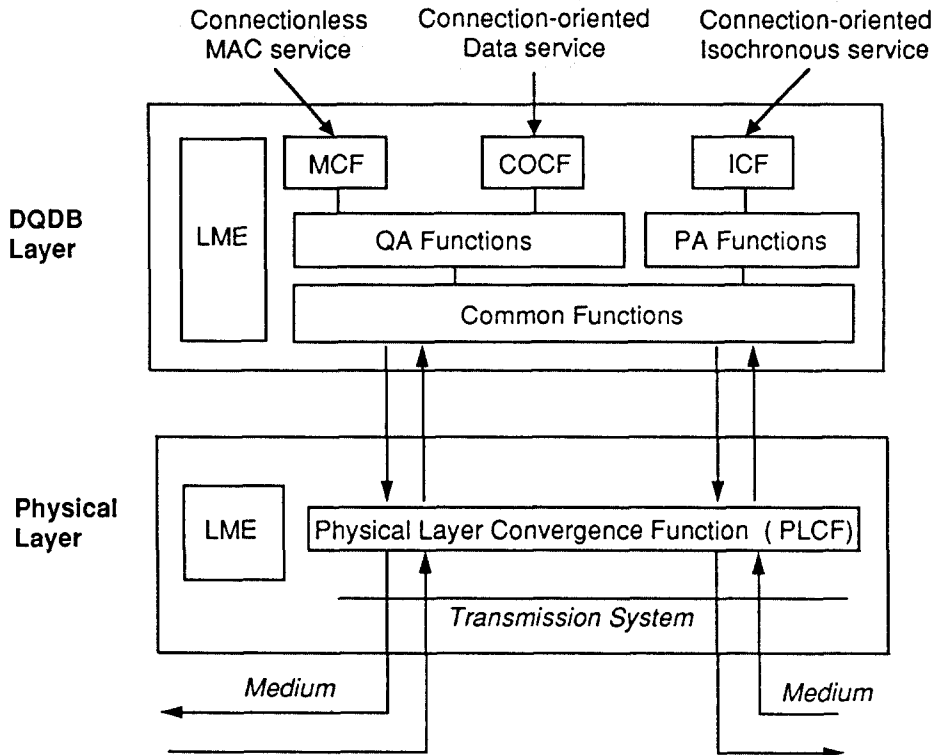


그림 5. DQDB 방 구조



MCF : MAC Convergence Function
 COCF : Connection Orient Convergence Function
 ICF : Isochronous Convergence Function
 LME : Layer Management Entity

그림 6. DQDB 노드 구조

(2) DQDB 구조

DQDB네트워크는 그림 5와 같이 전송방향이 서로 다른 두개의 단방향 버스(버스A, 버스 B)를 가진다. 버스는 다수의 노드들에 의해 공유되며, 각 노드는 그림 6과 같은 구조로서 두개의 단방향 버스에 각각 접속되어 있다. 따라서 노드들 사이에는 전이중 방식의 통신이 동시에 가능하다. 각 버스의 처음에 있는 노드는 Head-of-Bus(HOB) 기능을 가지며, 53옥텟의 슬롯을 주기적으로 생성하여 버스로 내려보낸다. 전송해야 할 정보를 가지고 있는 노드는 분산큐잉 방법을 통해 빈 슬롯을 신청하고, 순서에 따라 빈 슬롯을 차지하여 자신의 정보를 실어 보낸다.

슬롯들은 동시성(Isochronous) 트래픽을 위한 PA (Pre-Arbitrated) 슬롯과 연결형 및 비연결형 데이터

트래픽을 위한 QA(Queued Arbitrated)슬롯으로 구분된다. QA 슬롯은 비연결형 MAC 서비스 및 연결형 데이터 서비스를 위해 사용되며, PA 슬롯은 음성 및 영상등과 같은 동시성 서비스를 위해 사용된다. 그림 7은 슬롯의 구조를 보인다.

(3) QA 슬롯을 사용한 비동시성 데이터 전송

QA 슬롯을 사용하기 위DQDB망의 버스 접속은 분산 큐잉방식에 의해 제어된다. QA 슬롯에는 노드의 슬롯 사용을 제어하기 위해 접속제어 필드(Access Control Field)에 BUSY 비트와 REQ(Request) 비트를 두고 있다. DQDB망 내부의 노드는 그림 8에서 보는 바와 같이 각 버스에 해당하는 RQ(Request) 카운터와 CD(Count Down) 카운터를 가진다. 버스 A로 전

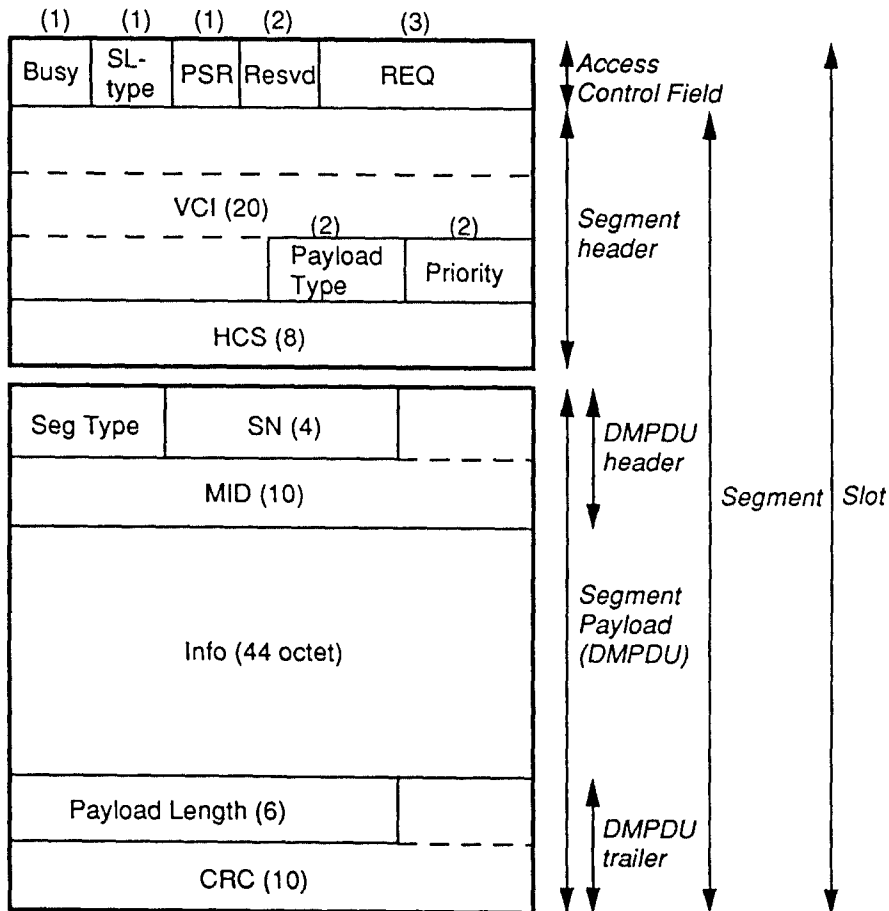
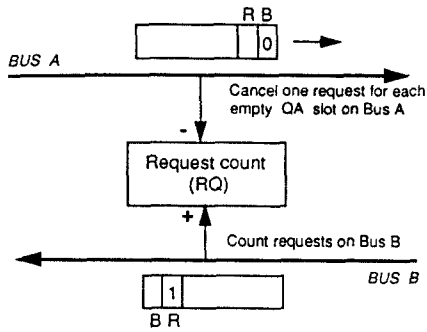


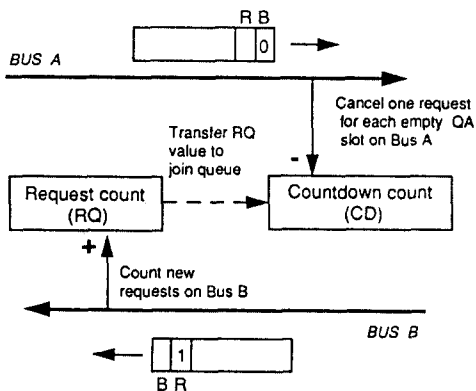
그림 7. DQDB 슬롯 구조

송하고자 하는 데이터가 있는 경우, 노드는 버스 B로 슬롯 중 REQ(Request) 비트가 '0'인 슬롯을 기다렸다. REQ 비트 값을 '1'로 만들어 자신보다 상위에 위치한 다른 노드들에게 자신의 전송요구를 알린다.

전송할 데이터가 없는 노드는 버스 B로 지나가는 슬롯의 REQ 값이 '1'이면 RQ 카운터 값을 하나 증가시키고, 버스 A로 지나가는 슬롯의 BUSY 비트가 '0'이면 RQ 카운터 값을 하나 감소 시킨다. 전송할 데이터가 생긴 노드는 B 버스로 지나가는 슬롯의 REQ 비트를 '1'로 만들어 보낸후, RQ 카운터 값을 CD 카운터에 복사하고, RQ 카운터 값을 '0'으로 한 다음 countdown 상태에 들어간다. Countdown 상태의 노드는 버스 B로 REQ 비트가 '0'인 빈 슬롯이 지나가면 CD 카운터 값을 하나 감소 시킨다. CD 카운터 값이



(a) Operation of Request counter before joining distributed queue



(b) Operation of Request and countdown counter after joining distributed queue

그림 8. QA 슬롯의 분산큐잉 프로토콜

'0'이 되면 다음에 도착한 빈 슬롯에 데이터를 실어 전송한다.

전파지연(propagation delay)시간을 무시한다면 D-QDB분산큐잉 방법은 각 노드의 데이터 전송 슬롯요구의 도착 순서에 따라 순차적으로 처리하지만 버스 내의 하위노드가 전송한 REQ 비트가 상위 노드에 전달되는 전파지연이 있어 이 시간동안 전송요구가 발생한 상위노드가 빈 슬롯을 먼저 사용하는 불공정성의 문제가 발생할 수 있다. 이러한 불공정성의 문제는 망의 크기와 전송속도가 커질수록, 그리고 망의 부하가 높을수록 더욱 심화된다. 이 문제를 해결하기 위해서 DQDB의 노드에서는 각각의 버스에 대하여 전송폭 균형(bandwidth balancing) 기법을 사용한다. 각 노드는 슬롯을 전송할 때마다 전송폭 균형 카운터를 하나씩 늘려가며, 그 값이 정하여진 값(BWB-MOD: Bandwidth Balancing Modulus)에 도달하면 카운터의 값을 다시 '0'으로 조정하며, CD 카운터와 RD 카운터의 값을 하나씩 증가시킨다. 이것은 BWB-MOD 만큼의 슬롯을 보낸 노드는 다음의 빈 슬롯을 하위노드에 한 번 양보하는 효과를 가지므로 불공정성을 어느 정도 해소할 수 있다.

(4) PA 슬롯을 이용한 등시성 데이터 전송

PA 슬롯은 등시성 트래픽을 위해 사용되며, BUSY 비트와 슬롯형태 비트를 모두 '1'로 표시하여 QA 슬롯과 구별하게 한다. QA 슬롯의 사용방법과 달리 하나의 PA 슬롯은 DQDB 망 내의 여러 노드에 의해 공유될 수 있다. 즉 하나의 PA 슬롯내의 정보수용구간(payload)를 여러개의 채널로 구성하며, 등시성 데이터를 보는 노드는 DQDB 계층 관리절차에 의해 PA 슬롯의 정보수용구간 중 자신의 데이터를 써 넣을 위치를 배정받는다. 각 노드는 슬롯 헤더에 위치하는 가상채널번호(virtual channel identifier)를 통하여 지나가는 여러 PA 슬롯 중 자신에 해당하는 슬롯을 구분하게 된다. 등시성 서비스 제공을 보장하기 위해 각 버스의 Head-of-Bus는 정기적으로 PA 슬롯을 생성하여야 하며, 제공되는 서비스에 해당하는 가상 채널번호를 PA 슬롯 헤더에 명시하여야 한다.

(5) DQDB 계층의 동작

DQDB 계층은 그림 6에서 보는 바와 같이 논리적 링크제어(LLC: Logical Link Control) 계층을 위한 비연결형 MAC 서비스, 연결형 데이터 서비스, 그리고 등시성 서비스를 제공하기 위한 기능을 가진다.

DQDB 계층의 MAC 수렴 기능(MCF) 블록에서는 LLC 계층에서 전달된 MAC 서비스 데이터 단위에 DQDB계층 헤더 및 트레일러를 부가하여 IMPDU (Initial MAC Protocol Data Unit)를 만든다. IMPDU 헤더구간에는 시작 지점과 끝 지점을 확인하기 위한 표시(BE Tag), IMPDU의 길이정보, 송수신측 주소, 서비스 품질등의 정보가 포함된다. IMPDU는 MAC 수렴기능블록에서 44 옥텟의 일정한 길이를 갖는 전송단위(segment)로 나누어지며, 각 전송단위는 2 옥텟의 헤더 및 트레일러가 각각 추가되어 48 옥텟의 DMPDU(Derived MAC Protocol Data Unit)로 만들어진다. 각 DMPDU는 QA 슬롯의 전송구간에 실려 전송되며, 수신측 노드에서 다시 조립되어진다. 그림 9는 IMPDU 및 DMPDU의 생성과정을 나타낸다.

DMPDU 헤더구간에는 전송단위 형태, 전송단위의

IMPDU에서의 전송 순서를 나타내는 순서번호(sequence number), 그리고 한의 IMPDU에서 파생된 DMPDU들을 구분하기 위한 메시지 식별자(MID: message identifier)등이 포함된다. DMPDU 트레일러 구간에는 DMPDU가 전송하는 IMPDU 정보의 길이와 DMPDU 전송에러 검출을 위한 정보수용구간 에러검출코드(payload CRC)가 포함된다. DMPDU에 4 옥텟의 QA 전송단위 헤더와 1 옥텟의 액세스 제어 필드를 첨가함으로써 그림 7에서 보는 QA 슬롯이 완성된다.

(6) 물리계층

DQDB 프로토콜의 물리 계층은 그림 6에서 보는바와 같이 전송시스템, 물리계층수렴기능블록 및 물리계층관리기능블록으로 구성된다. DQDB 망의 물리계

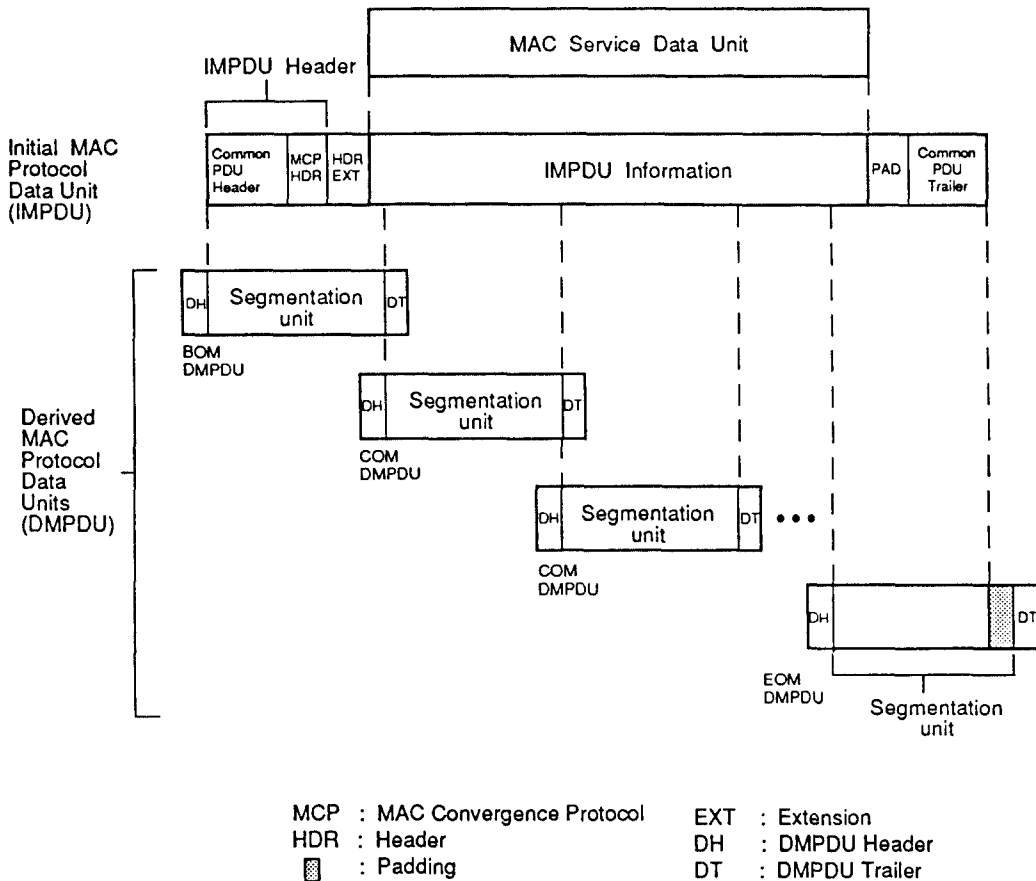


그림 9. IMPDU 및 DMPDU 생성

층의 전송 시스템으로 ANSI DS3(44.736Mbps), CCI-TT G.703(34.386 Mbps, 139.264 Mbps) 및 G.707-9(155.52 Mbps, SDH)를 제안하고 있다.

2.3 SMDS

(1) SMDS 망 구조

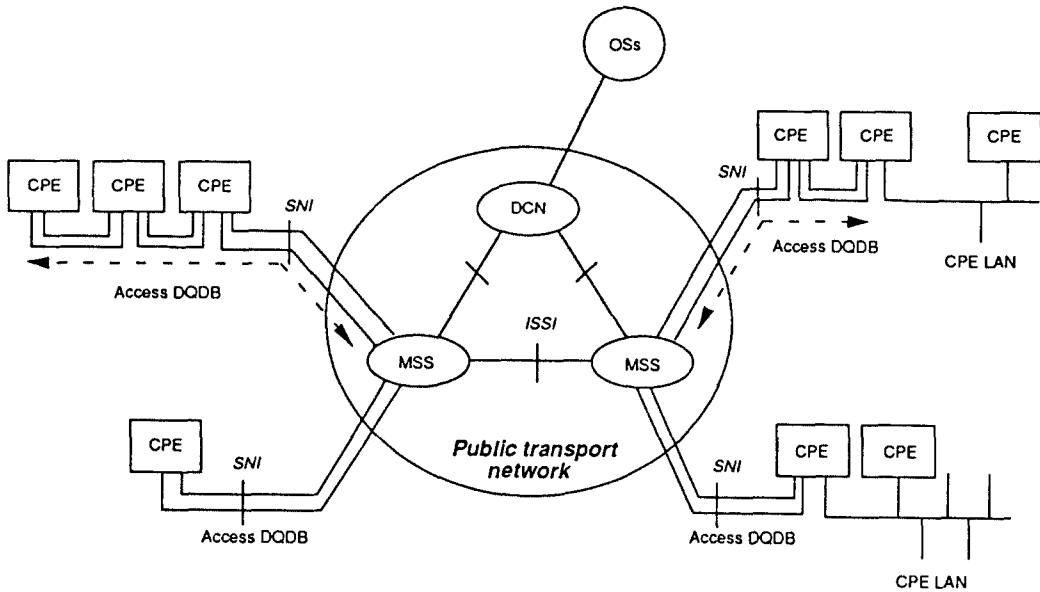
Bellcore에 의해 MAN 서비스 표준으로 제안된 SMDS는 고속 비연결형 데이터 교환 서비스로서 LAN특성의 서비스를 광역에 걸쳐 제공할 수 있다. [11, 12] SMDS는 Bell 계열 지역회사들(RBOCs)의 LATA(Local Access Transport Area)내에서의 고속 데이터 교환서비스 수용을 위해 제안되었다. 그림 10은 SMDS망의 기본구조이다.[13] 가입자 난말은 SMDS 접속프로토콜(SIP;SMDS Interface Protocol)로 운용되는 가입자-망 접속(SNI;Subscriber Network Interface)에 따라 MAN 교환시스템(MSS;MAN Switching System)으로 접속된다.

SIP는 2.2절에서 설명한 DQDB 프로토콜 중 LLC계층을 위한 MAC 서비스의 QA(Queued Arbitration) 접

속제어 프로토콜("Access DQDB"라 부른다)을 사용하여 비연결형 데이터 전송 프로토콜이다. Access DQDB망의 입장에서 보면 MSS와 가입자 장치(CPE)들은 이중버스에 접속되어 있는 노드이다. 하나의 SNI에는 하나의 CPE 또는 복수의 CPE가 연결될 수 있으며, 1WWW 802.6 프로토콜을 사용하는 CPE는 Access DQDB를 통하여 SMDS망에 접속될 수 있다. 가입자 접속선으로는 기존 공중통신망의 전송선로표준인 DS1(1.544 Mbps) 및 DS3(44.736 Mbps)를 사용한다. DS3 접속망에서는 하나의 CPE 및 복수의 CPE를 사용할 수 있으나 DS1 접속망에서는 하나의 CPE에 대한 점대점 연결만을 지원한다.

MSS 에 관한 특정한 MAN기술사용은 규정하지 않으므로 MSS는 여러가지 구조를 지닐 수 있다. 하나의 SMDS망 내부에는 필요에 따라 여러개의 MSS가 ISSI(inter-Switching System Interface)로 연결되어 서비스를 제공할 수 있다.

Bellcore는 SMDS를 기반으로하는 B-ISDN으로의 진화전략을 수립하고 있다. 대부분의 RBOC들은



SNI : Subscriber Network Interface
 MSS : MAN Switching System
 ISSI : Inter-Switching System Interface
 OSs : Operations Systems

DCN : Data Communications Network
 CPE : Customer Premises Equipment
 CPE LAN : CPE Local Area Network
 DQDB : Distributed Queue Dual Bus

그림 10. SMDS 망 구조

SMDS 도입을 계획하고 있으며, '91-'92년에 걸쳐 시범서비스 및 상용 서비스제공을 검토하고 있다.

(2) SMDS 망 서비스

SMDS는 논리적 사설망 기능을 가진 비연결형 고속 데이터 전송 서비스이다. 각 데이터 단위는 송수신단의 주소를 포함하며, 사용자 정보와 함께 수신측에 전달된다. 주소체계는 E.164 ISDN 번호체계를 사용하며, 집합주소(group address) 방식을 이용하여 multicasting 서비스를 제공할 수 있다. SMDS는 주소심사(ADDRESS SCREENING) 기능을 갖는다. 수신주소 심사(destination address screening)는 SMDS망으로 전송되는 데이터의 수신주소가 허가된 주소인 경우에만 데이터를 전송하는 방식이며, 송신주소심사(source address screening)는 임의의 SNI로 전송되는 데이터중 허가된 송신주소를 갖는 데이터만을 SNI로 내보내는 방식이다. 이러한 주소심사 기능을 응용하여 SMDS망은 가상사설망(virtual private network) 기능을 제공할 수 있다.

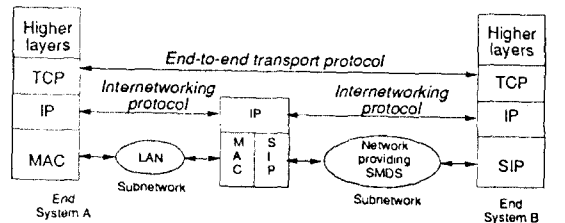
가입자 단말은 DS1 및 DS3 전송경로를 통하여 SMDS 망으로 접속되며, 하나의 CPE 또는 복수의 CPE가 하나의 SNI에 존재할 수 있다. 이때의 하나의 SNI는 언제나 하나의 가입자에 속한 CPE(들)에 의해 서만 공유되어야 한다. 이는 가입자 정보의 보안을 위하여 필수적이다.

SMDS는 가입자의 다양한 전송대역요구를 효율적으로 수용하기 위해 액세스를 몇 가지 등급으로 구분하여 제공한다. 각 액세스 등급은 허용되는 평균정보 전송률(SIR:sustained information rate)과 burstiness의 정도에 따라 여러가지의 전송등급을 규정한다. DS3 접속망에는 5가지의 액세스 등급이 정의되며, DS1 접속망에는 1가지의 액세스 등급만이 정의된다. 이러한 액세스 등급이 SNI 양방향에 대해 정의되고 관리되며, 1가지의 액세스 등급만이 정의된다. 이러한 액세스 등급은 SNI 양방향에 대해 정의되고, 관리되며, CPE에서 MSS로의 방향에서 액세스 등급을 초과한 패킷은 전달되지 않는다. 그러나 MSS에서 CPE로의 방향에서 액세스 등급을 초과한 패킷은 전달된다. 그러나 MSS에서 CPE로의 패킷은 액세스 등급을 넘는 경우에는 그 패킷을 네트워크에서 보존하다가 이후 전송대역이 허용될 때 전달한다.

SMDS는 여러 응용분야에서 필요한 고속데이터 서비스의 전송지연시간조건을 만족시켜야 한다. 이를 위해 DS3급 경로가 사용될 경우 SMDS에 의한 9.188

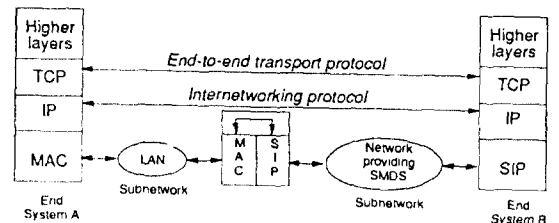
옥텟 데이터 전송의 95%는 20 msec이내에 이루어져야 한다는 조건을 갖는다. SMDS에서는 데이터 전송단위당 최대 9.188 옥텟까지의 가입자 정보를 담을 수 있기 때문에 거의 모든 LAN(Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI)의 MAC 프레임들을 수용할 수 있다.

SMDS의 예상가입자들은 이미 LAN, 전용회선, 패킷망등을 포함한 몇개의 서브네트워크를 구축하고 있다고 판단되며, 이러한 다양한 서브네트워크를 마치 하나의 망처럼 연결하기 위해서는 망간접속(internetworking) 프로토콜이 서로 다른 서브네트워크 위에서 운용되어야 한다. 현재 망간접속 프로토콜로 가장 많이 사용되는 것은 비연결형 데이터 프로토콜인 TCP/IP이며, 송단간 신뢰도확보와 제어 기능을 갖는 트랜스포트 프로토콜(예 TCP 또는 TP4)을 사용한다. 그림 11은 TCP/IP 프로토콜을 갖는 가입자 망들을 SMDS를 사용하여 망간접속시키는 예를 보여준다.



TCP: Transmission Control Protocol
IP: Internet Protocol
MAC: Medium Access Control
SIP: SMDS Interface Protocol

(a) Router functionality



(b) Bridge functionality

그림 11. SMDS를 이용한 가입자망간접속

2.4 ATM RING

고속 LAN, MAN 및 B-ISDN 접속망에 사용될 수 있는 ATM 기술로서 NTT가 제안한 ATM Ring이 있

다.[15. 16]. ATM Ring(ATMR)은 그림 12와 같이 ATM 셀 단위로 구분된 slotted 링 형태의 접속 프로토콜이며, 반대방향으로 회전하는 2개의 광케이블 링과 접속노드로 구성된 분산 ATM 교환기능을 제공한다.

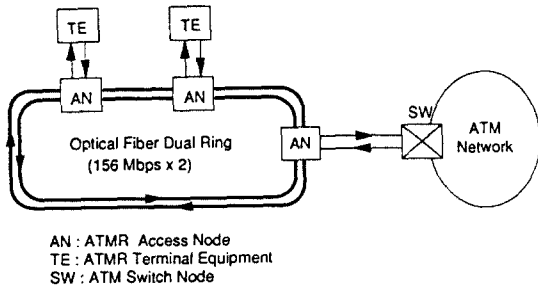
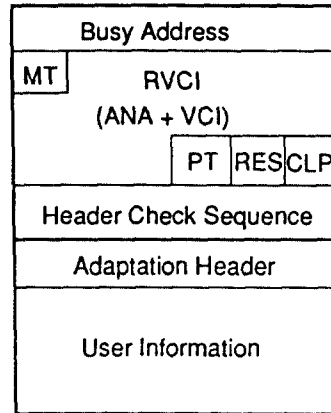


그림 12. ATM Ring 구조

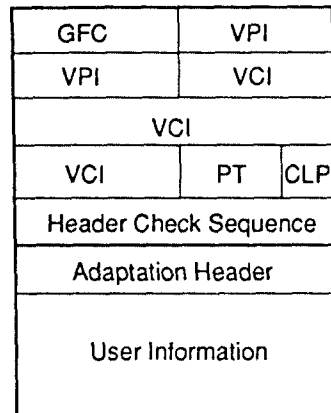
B-ISDN과의 호환성을 위하여 ATMR에서도 ATM 셀과 동일한 크기(53 바이트)의 셀 구조를 가진다. 그림 13에서 보는바와 같이 ATM 셀 헤더 구간중 GFC와 VCI/VPI 구간은 ATMR에서 사용하는 제어구간으로 정의되어 있으며, ATM/B-ISDN의 UNI 접속시에 ATM UNI 셀 헤더로 변환된다. ATMR 셀들은 ATMR 접속제어 기능과 접속노드간의 공평성, 셀의 우선순위에 따라 통계적으로 다중화된다. ATMR은 연결형 및 비연결형의 데이터, 영상, 음성등의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있으며, 공유매체에 대해 LAN과 유사한 매체접속방식을 사용함으로써 유연성 있고 경제적인 망 기능을 제공할 수 있다.

ATMR 프로토콜의 주요기능중 목적지 해제(destination release) 기능은 전송데이터의 목적지에서 셀의 재사용을 가능하게 하는 것으로서 망자원의 이용효율을 증가시킨다. 각 접속노드에서의 신속한 주소확인을 위하여 계층적 주소(hierarchical addressing)가 사용된다. ATMR 셀 헤더의 RVCi는 연결형 서비스에서는 각 호(Call)마다 설정되며, 비연결형 서비스에서는 각 메시지로 설정된다. 이때 RVCi 구간은 접속노드주소 논리채널번호로 구성되며, 수신측 접속노드에서는 접속노드 주소확인만 필요하게 된다. 목적지 해제 기능을 위하여 RVCi를 정보전송이전에 설정할 필요가 있으며, 이를 위해 송신측 노드로부터 수신측 노드로의 주소문의(addressinquiry) 셀이 전송되며, 수신측은 이에 대해 수신측 접속노드 주소와 사용자



MT : Monitor bit
PT : Payload Type bit
ANA : Access Node Address

(a) ATMR Cell



GFC : Generic Flow Control
VPI : Virtual Path Identifier
VCI : Virtual Circuit Identifier
CLP : Cell Loss Priority

(b) ATM UNI Cell

그림 13. ATMR 셀 구조 및 ATM UNI 셀 구조

능한 논리채널번호를 송신측으로 회전한다. 이 절차를 Pre-Setup 절차라고 하며, ATM 계층에서 수행된다.

링 구조의 접속노드간에 공평성을 유지하기 위해 분산 윈도우 제어방법을 사용하며, CCITT에 정의하고 있는 서비스 품질(QOS)에 따른 우선순위가 사용된다. ATMR 셀헤더 처리와 주소확인의 신속한 처리를 위해 VLSI 소자를 개발, 사용하고 있다.

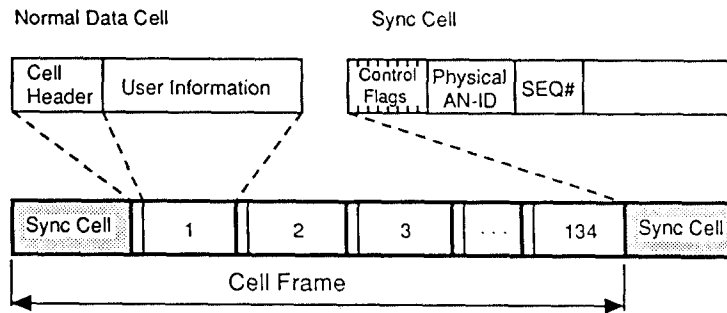


그림 14. ATM 셀 프레임 구조

ATMR에서는 그림 14의 ATM 셀 프레임이 주기적으로 링을 순회하며, 물리계층의 동기화를 위해 Master-slave 동기기법을 사용한다. 즉 ATMR의 노드 중 하나가 주동기 클럭으로 선정되며, 이 노드가 셀 프레임의 동기 셀(sync cell)을 주기적으로 공급함으로써 다른 노드들이 클럭 동기를 유지할 수 있게 한다.

2.5 MAN 기술 비교 분석 및 B-ISDN과의 연계성 검토

이상에서 소개된 MAN 기술들은 제공 서비스, 제공범위, 전송속도 및 프로토콜 정합성등의 영역에서 나름대로의 장단점을 가지고 있다. 본 절에서는 이들을 여러가지 관점에서 상호 비교분석 한다.

(1) 일반적인 특성

MAN 구축 기술의 일반적인 특성들을 표1에서, 매체접속방식을 표 2에서 비교하였다. 통신망의 진화측면에서 볼때 ATM 전송기술에 의한 B-ISDN 구축은 155 Mbps나 622 Mbps급의 서비스 수요가 형성되어 있지 않다는 점 때문에 본격적인 구축까지에는 긴 시간이 소요될 것으로 예상된다. 하지만 B-ISDN 구축 이전에 발생하는 2-155 Mbps 급의 광대역 서비스를 수용하기 위한 방안이 제공되어야 하며, MAN이 이와같은 목적에 적합하다.

프레임 릴레이는 HDLC(High level Data Link Control)에 기초한 연결성 점대점 서비스를 제공하며, 가변적인 길이의 프레임을 전송단위로 사용하므로 데이터 전송분야에서는 효율적이거나 음성, 영상등의 등시성 서비스를 제공할 수 없는 제약이 있다. 반면 DQDB와 ATMR은 셀 전송방식을 사용하며, 데이터

및 음성, 영상등의 등시성 서비스를 제공할 수 있고, ATM 프로토콜의 셀구조와 유사하므로 B-ISDN과의 접속이 용이하다는 장점을 지닌다. SMDS의 경우 DQDB 프로토콜중 비연결형 데이터 전송서비스만을 제공한다.

정보 전송속도에서 비교하여보면 프레임 릴레이는 1.5Mbps까지의 데이터 전송을 위주로 개발되고 있으며, DQDB는 DS3을 사용하고, SMDS에서는 DS1, DS3을 사용하므로 기존에 설치된 전송 선로를 사용할 수 있는 장점이 있다. ATMR에서는 155 Mbps급의 전송선로를 사용한다.

(2) B-ISDN과의 정합성

향후 광중통신망은 B-ISDN을 중심으로 구축될 것이므로 MAN 영대의 광중망 서비스를 위한 광대역 정보통신망 구축을 계획할 때 B-ISDN과의 정합성을 고려하지 않을 수 없다. 이는 MAN에서 비 연결형 데이터 전송 서비스뿐 아니라 음성, 영상을 포함한 멀티미디어 서비스까지 제공하는 것을 목표로 하고, 이러한 서비스들이 B-ISDN과의 연동되어 서비스질의 저하없이 제공된다면 접속 프로토콜 차원에서 큰 타이가 없어야 하기 때문이다[17-19].

앞에서 소개된 MAN 기술중 프레임 릴레이는 프레임단위의 가변적인 크기의 데이터를 전송하므로 셀단위의 전송을 기본으로 하는 B-ISDN에 직접 접속될 수 없다. 그러나 B-ISDN 구축 이전에 장거리 데이터 전송을 위하여 도입된 프레임 릴레이 장치들은 B-ISDN의 연결형 데이터 전송서비스로 수용하여야 하며, 이를 위해 셀 전송방식의 MAN 구축기술에서도 프레임 릴레이 서비스의 수용방안을 고려해야 한다.

표 1. MAN 기술의 일반적 특성

	Frame Relay	DQDB	SMDs	ATMR
표준화 기구	CCITT	IEEE	Bellcore	NTT
표준화 연도	1992	1991	1990	
제공서비스	데이터	데이터, 음성, 영상	데이터	데이터, 음성, 영상
주용도	MAN, WAN	MAN	MAN	LAN, MAN
전송매체	copper wire	optical fiber	copper wire optical fiber	optical fiber
전송속도	1.5 Mbps	45,155 Mbps	1.5, 45 Mbps	155Mbps
거리(직경)	제한없음	제한없음	제한없음	100Km
방언동성	ISDN	B-ISDN	B-ISDN	B-ISDN
운용	공중망	공중망	공중망	사설망 / 공중망

표 2. 매체접속 방식비교

	Frame Relay	DQDB	SMDs	ATMR
전송권한	contention	슬롯예약, 대역폭예약	슬롯예약	윈도우 제어
우선순위	2 priority	3 priority	4 priority	4 priority
전송단위	Frame	Cell	Cell	Cell
주소비	16 bit	20bit VCI 또는 사진지정	고정 (20x'1')	19 bit RVCI
오류검사	16bit CRC	8bit HCS* 10bit CRC	8bit HCS 10bit CRC	8bit HCS 10bit CRC
데이터소거	필요없음	필요없음	필요없음	목적지소거

*HCS : header check sequence

DQDB와 SMDs는 표준안을 준비하는 초기단계로부터 B-ISDN과의 정합성을 고려하여 셀의 형식과 MAC 계층을 설계하였으므로 셀단위의 정합 용이하다. 그러나 DQDB 프로토콜의 동시성 트래픽 처리 및 세부적인 프로토콜 정합기능을 위해 DQDB / B-ISDN 연동장치가 필요하다. SMDs의 경우비 연결형 데이터 전송 서비스만이 제공되므로 음성 및 영상등의 동시성 서비스가 제공되지 못하는 단점이 있다.

B-ISDN과의 정합성 측면에서는 ATMR이 가장 우수하다. ATMR은 설계단계에서 B-ISDN의 접속망으로서도 활용할 수 있는 구조 및 신호방식을 채택하였다. 그러나 ATMR과 ATM셀의 헤더구조에서도 약간의 차이가 있으며, 이를 위해 B-ISDN과의 접속노드

에서 일-대-일 헤더 변환기능이 제공 되어야 한다.

B-ISDN의 ATM 프로토콜은 '90년에 기본적인 범위설정 및 원칙을 나타내는 13개 권고안이 CCITT에서 제정됨으로서 표준화가 활발히 진행되고 있다. 현재 가입자-망의 매체접속방식(GFC;generic flow control)으로 DQDB 프로토콜과 ATMR 프로토콜을 검토하고 있다. ATM 프로콜에서는 정보통신 서비스를 그 특성에 따라 4가지 종류로 구분하여 정의하고 있다. 이들 4가지 서비스중 제3/4종 연결형 / 비연결형 데이터 전송 서비스와 제 1종 항등비트를 실시간 음성 / 영상서비스의 표준화가 가장 활발히 추진되고 있으므로, 제 1종 및 제4종 서비스 표준을 이용하여 MAN 규모의 제한적인 B-ISDN 구축이 가능하다. 따라서 MAN 기술의 개발을 비교적 늦게 시작한 한국

의 경우 이러한 점을 잘 고려하여 B-ISDN에 가장 적합한 형태의 ATM-MAN을 개발하는 것이 프레임 릴레이, DQDB/SMDs의 단계를 거치는 것 보다 바람직하다.[20].

III. 차세대 LAN/ MAN 개발전망

3.1 차세대 LAN/ MAN 기술개요

정보통신망은 물리계층에서 사용된 기술에 따라 3 단계로 나누어 볼 수 있다. 제 1세대 정보통신망은 광전송 기술개발 이전에 동선이나 마이크로웨이브 및 동축 케이블등을 이용하여 개발된 LAN들(Ethernet, Token Bus, Token Ring, Cambridge Ring)이 이에 속한다. 제 2 세대 정보통신망에서는 기존 네트워크 구조에 광전송 기술을 도입하여 낮은 에러율과 고속 전송의 정보통신 서비스가 제공되는 것으로 FDDI, DQDB, B-ISDN등이 이에 속한다. 제 3세대 통신망은 가입자당 1Gigabit/s의 전송속도가 제공되는 Gigabit 네트워크이며, 광전송 및 광교환 기술을 주로 사용하는 통신망이다[21,22].

제 3 세대 정보통신망은 Gigabit/s급의 슈퍼 컴퓨터 접속, 수백 혹은 수천대의 고화질 동영상 칼라-그래픽 워크스테이션 접속, 의료영상전송등에 사용되며, Gigabit LAN 또는 Gigabit MAN으로 구축될 것이다. 현재 Gigabit LAN/MAN을 목표로 개발, 시험되고 있는 기술로는 FFOL(FDDI Follow-on LAN), 고속 컴퓨터 접속을 위한 HIPPI(High Performance Parallel Interface), WDM(Wavelength Division Multiplexing) 기술을 이용한 Lightwave Local Network등이 있다. Gigabit LAN/MAN은 초고속 LAN Backbone 네트워크, 고기능 및 분산 컴퓨터 환경구축에 주로 응용될 것이다. 본 절에서는 이들 Gigabit LAN/MAN 기술을 간략히 소개한다.

3.2 FDDI follow-on LAN(FFOL)

FDDI 프로젝트가 성공적으로 수행되어 보편화 되기 시작하자 ANSI X3T9.5 Task Group에서는 차세대 FDDI(FFOL: FDDI Follow-on LAN)에 대한 연구를 추진하고 있다[23]. 1990년 2월에는 FFOL의 기능요구 사항과 설계시 고려사항에 관한 연구를 시작하였으며, 1995년에 표준화완료를 목표로 추진하고 있다.

FFOL에서 고려하고있는 기능 요구사항 및 설계시 고려사항을 정리하면 다음과 같다:

-제공서비스

FDDI 패킷, FDDI-II Wideband Channel(WBC)등의 다중 FDDI 네트워크의 backbone 망으로서 사용가능해야하며, SMDs나 B-ISDN등의 WAN과의 효율적인 연동이 가능해야한다. 제공서비스로는 원격화일 시스템, 이미지정보전송, 비디오정보전송, 영상회의시스템, 음성 및 멀티미디어 응용 서비스, 트랜잭션 처리 및 실시간 응용 서비스등을 제공해야 한다.

-데이터 전송속도

FDDI의 전송속도 이상을 요구하며, 일차적으로 FDDI 나중모드 광전송에서의 1.25Gbps 이하의 전송속도를 갖는 물리전송매체를 요구한다. 광중통신망과의 접속을 용이하게 하기 위하여 FFOL Payload 전송속도를 SONET/SDH에 일치시키는 점을 고려한다.

-토폴로지 및 케이블링

백업용 채널을 위해 전이중(duplex) 구조를 가지며, 기존에 설치된 FDDI 전송링크들을 활용하기 위해 물리적인 이중 링 및 트리구조가 제공된다. 논리적 구조는 링 및 버스구조를 모두 고려하고 있다. 매체접속 및 장애복구 프로토콜은 네트워크의 크기에 비교적 영향을 받지 않는 기능을 지녀야 하며, 100 Km 이상의 네트워크를 구성할 수 있어야 한다. 인코딩 방법으로는 4B6B, 8B10B 및 병렬처리를 위한 인코딩, 광중통신망의 인코딩기법등을 검토하고 있다.

-매체접속모드 및 방법

매체접속모드로는 ATM 프로토콜을 위한 비동기 모드, FDDI-II에서 제공되는 회선교환 서비스를 위한 동시성모드, FDDI에서의 패킷 서비스를 위한 패킷모드등 3 가지를 고려하고 있다. 매체접속 방법으로는 슬롯 링/버스, 삽입 링/버스, 토큰 링/버스 및 이들의 조합형태를 검토하고 있다.

-매체접속 기능

FFOL에서는 다양한 서비스종류를 제공하기 위해 예약(reservation), 사전할당(pre-allocation) 및 우선순위를 사용한다. 전송링크의 효율적 사용을 위해 슬롯 재사용을 고려하며, 멀티캐스트 어드레싱 기능을 제공한다. 또한 ATM 프레임, FDDI, FDDI-II 및 IEEE 802 LAN등 다양한 서비스 트래픽의 브리지 기능을 제공한다.

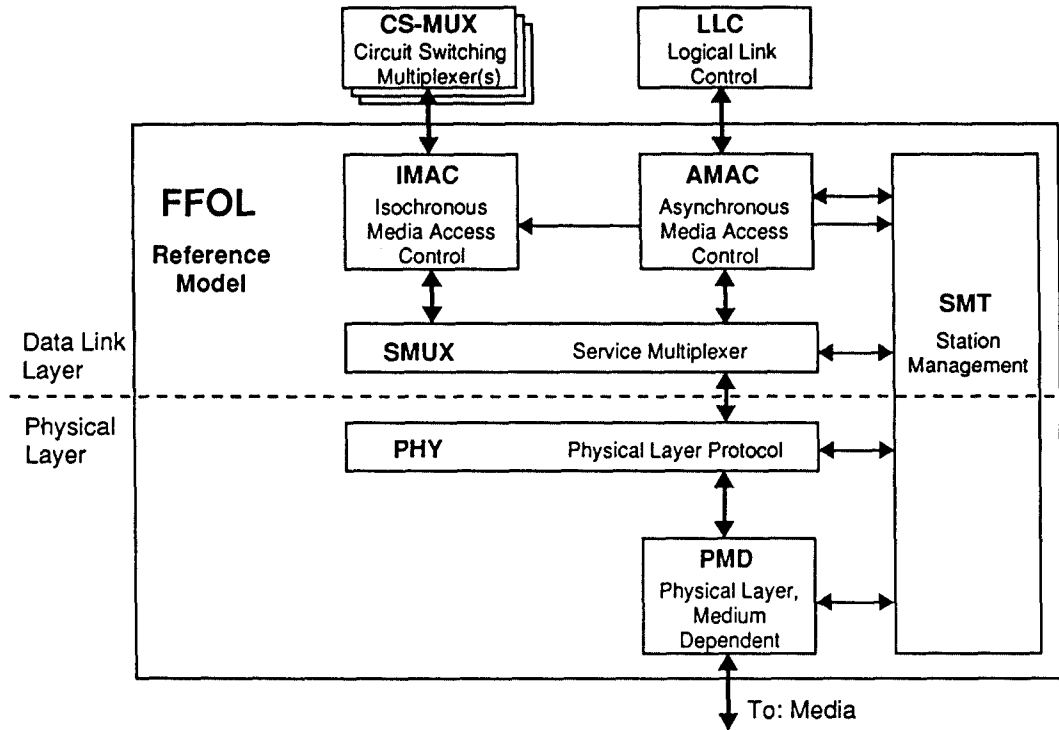


그림 15. FFOL 표준구조

FFOL의 표준구조는 그림 15에서 나타내었다. 1991년 1월에 시작된 6개의 FFOL 프로젝트는 표준구조의 각 기능모듈을 담당한다. 물리전송매체(PMD) 표준에서는 600Mbps~1Gbps 이상의 물리전송 매체를 연구하며, 물리계층(PHY) 표준에서는 PMD 및 SONET 링크상에서의 인코딩/디코딩, 클럭, 데이터 프레임화를 연구한다. SMUX(Service Multiplex) 표준에서는 동시성 및 비 동기성 데이터 트래픽의 다중화를 담당하며, AMAC(Asynchronous Media Access Control)에서는 매체접속, 어드레싱, 데이터 확인, 패킷 생성 및 수신, 패킷 교환 서비스등을 연구한다. IMAC(Isochronous Media Access Control) 표준에서는 매체접속, 전송 채널 생성 및 수신방법을 연구한다. SMT(Station Management) 표준에서는 PMD, PHY, SMUX, AMAC, IMAC에 대한 제어기능, 스테이션 및 토폴로지 구성, FFOL 망관리 agent 기능등이 연구된다.

FFOL 프로젝트에서는 1991년 중반까지 현재 제안되고있는 SMDS, B-ISDN, ATM 및 다양한 인코딩 기법, 전송매체 및 현재 추진되고있는 고성능 LAN 기

술(NNT의 ATMR, Hitachi의 SuperLAN 600, MetaRing/Orbit, Cyclic Reservation Multiple Access) 등을 검토하였다.

3.3 ANSI X3T9.3 HIPPI

HIPPI는 슈퍼 컴퓨터 간 접속을 위하여 개발된 물리계층 및 데이터 링크 계층의 프로토콜 표준이다^[24]. 32 또는 64개의 이중나선을 전송링크로 사용하며, 25m 전송거리에서 800 Mbits/s의 전송속도를 가진다. HIPPI는 ANSI X3T9.3 표준초안으로 채택되어 있으며, 광전송 기술을 사용하여 전송거리를 10 Km로 확장시킨 표준안이 검토되고 있다.

HIPPI 표준구조는 그림 16에서 보는 바와 같이 6개 기능부분으로 구성된다. 물리계층 접속기능에서는 100 Mbyte/s 또는 200 Mbyte/s의 반 이중 점대점 연결을 정의한다. 32-비트 워드 데이터 전송버스인 경우 100 Mbyte/s, 64-비트 워드 데이터 전송버스인 경우 200 Mbyte/s의 전송속도를 각각 가지며, 최대 25m 거리의 이중나선 100 핀 케이블 1개 혹은 2개로 접속된다. HIPPI 표준은 반이중접속이므로 전이중 데이

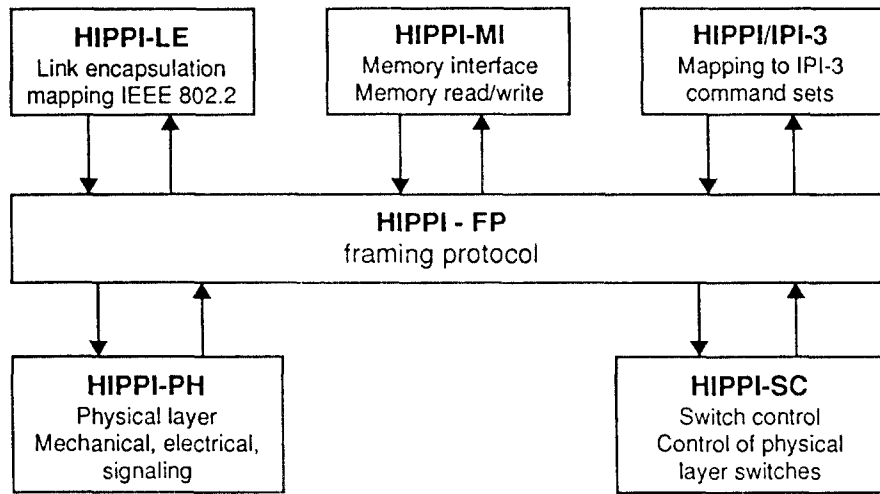


그림 16. HIPPI 전송 구조

타 전송을 위해서는 2개의 물리계층 모듈이 사용되어야 한다. 데이터는 256워드의 버스트 단위로 전송되며, 회선교환방식의 low latency, 실시간 및 가변길이 패킷 전송이 가능하다.

HIPPI 교환제어 표준은 source routing 및 목적지 주소를 이용한 물리계층에서의 교환기능 제어를 정의한다. HIPPI 프레임 프로토콜 계층에서는 전송데이터를 256워드 단위의 버스트로 분할하여 전송하는 데이터 프레임 처리기능을 정의한다. 사용자 해어정보와 데이터 정보는 구분되어 전송된다. HIPPI 프레임 프로토콜 계층은 비연결형 데이터 전송 서비스를 상위 계층에 제공한다.

HIPPI 프레임 프로토콜의 상위 계층으로는 IEEE 802.2 LLC 접속을 위한 LE(Link Encapsulation), 외부 기억장치 접속을 위한 MI(Memory Interface) 및 지능형 주변기기(고속 디스크 장치 또는 테이프 장치) 접속을 위한 IPI-3(Intelligent Peripheral Interface)가 있다.

3.4 WDM 다중채널 광파 통신망

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

한다.

현재의 광전송 기술을 토대로 한 가장 가능성이 높은 방안으로서 WDM(Wave length Division Multiple) 기술을 이용한 다중 채널방식이 제안되고 있다^{22,23}. WDM 기술은 단일모드 광섬유의 시운실 파장대역(1200-1600 nm 파장대역 중 100 nm 및 150 nm 폭으로서 약 30 THz에 해당)을 1 nm 또는 그 이하의 대역 간격으로 분리하여 다수의 채널을 형성하고, 가변 파장 송신장치(tunable laser) 및 가변 파장 수신장치(tunable filter)를 사용하여 특정채널을 선택하게 하는 것이다. 따라서 WDM 기술은 WDM의 넓은 파장대역에 걸쳐 사용될 수 있고, 채널 선택(wavelength tuning)이 초고속(수 nano 초 이하)으로 수행될 수 있는 광 송수신 장치개발에 좌우된다.

WDM 통신망에서 각 노드는 가변파장 송수신기를 가진다. 수동 성형결합기(passive star coupler)를 사용하여 비교적 단순한 구조를 가지며, 성능이 우수한 구조로서 그림 17의 방송-선택(broadcast-and-select)구조의 WDM 통신망이 있다. 이 구조에서 송신기는 하나 또는 몇개의 파장채널로 조율(tuning)될 수 있으며, 이 채널을 사용하여 정보를 전송한다. 각 노드로부터의 신호들은 수동 성형결합기에 의해 혼합되어 수신측 채널들로 방송된다. $N \times N$ 방송 성형결합기는 $N \times 1$ 결합기와 $1 \times N$ 분리가 조합된 구조로 생각할 수 있으며, 결합기에서의 광신호 손실이 거의없는 장점을 지닌다. 수신측 채널에서 각 노드들은 지정

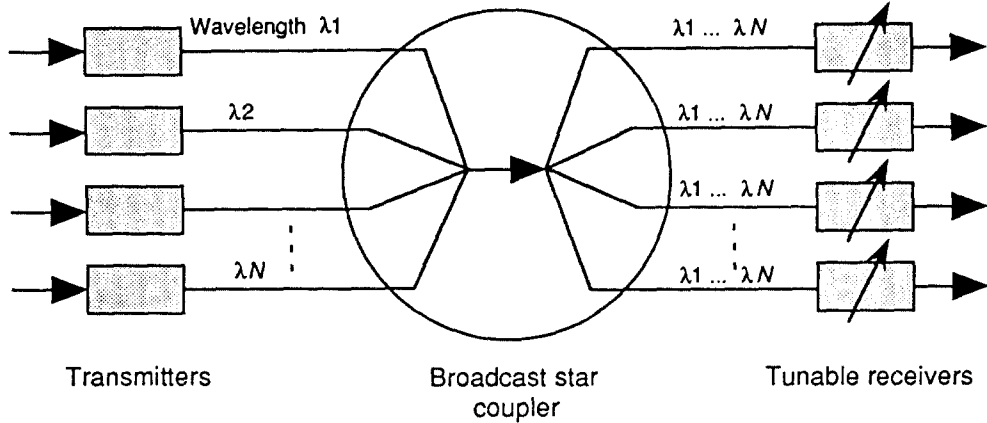


그림 17. 방송-선택구조의 WDM 다중 채널 광파 통신망 구조

된 파장채널로 조율시킴으로서 손실이 거의없는 장점을 지닌다. 수신측 채널에서 각 노드들은 지정된 파장채널로 조율시킴으로서 송수신 경로를 구성할 수 있다. 이때 송신측과 수신측이 동일한 파장채널을 조율시킬 수 있게 하는 채널할당 프로토콜이 제공되어야 한다. 현재의 광전송 기술에서 송수신기의 동조가능영역이 작고 동조속도가 느린 기술 수준이므로 효율적인 채널할당 프로토콜의 개발은 매우 중요하다. 이러한 방송-선택 구조의 WDM 통신망에는 LAMBDA NET, FOX, HYPASS, STAR-TRACK, PPL 등이 있다²⁷⁾.

WDM 통신망 구조에서는 송신노드와 수신노드간에 존재하는 중간 라우팅노드의 유무에 따라 single-hop 또는 multihop 네트워크로 구분된다. Multihop WDM 통신망에서는 중간 라우팅 노드들이 존재하며, 송신노드와 수신노드간의 전송경로를 구성하며, 송수신 파장이 몇개로 고정되어 있으므로 채널할당 제어정보의 교환이나 송수신장치의 조율기능이 불필요한 장점이 있다. 중간 라우팅 경로는 정규(regular) 또는 비정규(irregular) 논리구조의 다양한 형태로 구성될 수 있다. Multihop 구조의 WDM 통신망으로는 Shufflener이 있다²⁸⁾. Single-hop WDM 통신망에서는 중간 라우팅 노드가 존재하지 않으며, 송신노드와 수신노드는 동일한 파장채널로 신속히 동조될 수 있어야 하므로 효율적인 채널할당 프로토콜이 사용되어야 한다.

IV. 결 론

정보통신망 기술의 발전 추세를 살펴보면 네트워크 계층의 패킷단위 전송 기술인 X.25 패킷망으로부터 데이터 링크 계층의 프레임 단위 전송기술인 프레임 릴레이 기술과 물리계층에 더욱 집중한 셀 릴레이 기술로 점차 발전하는 것을 알 수 있다. 이에따라 전송되는 정보에서도 단순한 데이터 전송에서 음성 및 영상등의 동시성 정보를 동일한 전송 기술로 수용할 수 있게 되었다. 정보통신망에서 사용되는 물리매체에서는 이중 나선이나 동축케이블로부터 단일채널 광전송용 거치 다중채널의 Gigabit WDM 광전송으로 발전하고 있다.

본 고에서는 대도시지역 환경에서의 고속 데이터, 음성 및 영상정보를 2-155Mbps 급으로 전송할 수 있는 MAN 구축 기술에 대하여 살펴보았으며, 프레임 릴레이, DQDB, SMDS 및 ATM 등을 살펴보고 B-ISDN으로의 통신망 발전과 연계하여 분석하였다. 또한 차세대 Gigabit LAN / MAN으로 개발되고 있는 FFOI, HIPPI 및 WDM 다중채널 광파통신망 기술을 살펴보았다.

MAN은 B-ISDN의 본격적인 구축 이전에 발생하는 광대역 정보서비스의 효율적인 수용을 위해 구축된다. 따라서 선진각국의 자국의 서비스 수요환경과 기술 수준 및 향후 B-ISDN으로의 정합을 고려하여 적합한 MAN 구축기술을 개발하고 있다. 한국의 경

우 90년대 중반이후에서야 광대역 서비스 수요가 형성될 것으로 예측되며, MAN 기술 연구가 비교적 늦게 시작된 상태이므로 B-ISDN에 가장 적합한 기술의 MAN을 개발하여 구축하는 것이 바람직하다. 한국통신에서는 국내 B-ISDN의 초기 전개 전략으로서 MAN을 구축한다는 기본 계획을 수립하였으며, 현재 B-ISDN의 ATM 기술을 단간으로한 ATM-MAN의 핵심기술을 개발하고 있다.

참 고 문 헌

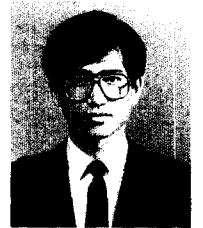
1. Fred Halsall, "Data Communications, Computer Networks and Open System," Addison-Wesley, 1992.
2. Metropolitan Area Network : Networking's New Frontier 1990-1994, The Eastern Research Corp., 1990.
3. Moe Rahnema, "Frame Relaying and the Fast Packet Switching Concepts and Issues," IEEE Network Mag, July 1991.
4. James P. Cavanagh, "Applying the Frame Relay Interface to Private Networks," IEEE Communication Mag, March 1992.
5. M. Irfan Ali, "Frame Relay in Public Networks," IEEE Communication Mag, March 1992.
6. ANSI T1.606-1990, Telecommunications-Frame Relay Bearer Service-Architectural Framework and Service Description
7. CCITT Recommendation L233, Frame Mode Bearer Services, Jan. 1992.
8. DEC, Northern Telecom, Stratacom, Cisco, "Frame Relay Specification with Extension based on proposed T1S1 Standards," Revision 1.0, September 1990.
9. Johna T. Johnson, "Frame Relay Products," Data Communication, May 1992.
10. IEEE Proposed Standard : DQDB Subnetwork of a Metropolitan Area Network, P802.6 / D14, July 13, 1990.
11. 김종권, 이상훈, "DQDB와 SMDs," 텔레콤 제7권 제1호, 1991년 5월.
12. Datapro Report, "Switched Multi-Megabit Data Service," Datapro Managing LANs, October 1991.
13. Bellcore Technical Advisory, TA-TSY-000772, "Generic System Requirement in Support of SMDs" Issue 3, October 1989.
14. Geogy H. Clapp, "LAN Interconnection Across SMDs," IEEE Network Mag, Sep. 1991.
15. Kasuo Imai, Takashi Honda, Hideki Kasahara, Tadashi Ito, "ATMR : Ring Architecture for Broadband Networks," 1990.
16. Hideki Kasahara, Kasuo Imai, Naotaka Morita, Tadashi Ito, "Distributed ATM ring-based switching architecture for MAN and B-ISDN access networks," Proceeding of Workshop on Broadband Communication, IHP Technical Committee 6, January 1992, Estoril, Portugal.
17. Rainer Handel, Manfred N. Huber, "Integrated Broadband Networks : An Introduction to ATM-based Networks," Addison Wesley Publishing Co., 1991.
18. W.R. Byrne, G. Clapp, H.J.Kafka, G.W.R. Luderer, B.L. Nelson, "Evolution of Metropolitan Area Networks to Broadband ISDN," IEEE Communication Mag, Jan 1991.
19. Jean Yves Le Boudec, "The Asynchronous Transfer Mode : a tutorial," Computer Networks and ISDN Systems, Vol. 24, 1992, pp.279-309.
20. Dongmyun Lee and Youngtak Kim, "Connectionless Data Service in ATM based MAN," Proceedings of 5-th Jc-Cnss, July 1992.
21. Nim K. Cheung, "The Infrastructure for Gigabit Computer Networks," IEEE Communication Mag, April 1992.
22. H.T. Kung, "Gigabit Local Area Networks : A System Perspective," IEEE Communication Mag, April 1992.
23. Robert L. Fink, Floyd E. Ross, "Following the Fiber Distributed Data Interface," IEEE Network Mag, March 1992.
24. Ronald J. Vetter, David H. C. Du, Alan E. Kliez, "Network Supercomputing : High Performance Parallel Interface(HIPPI)," IEEE Network Mag, May 1992.
25. Biswanath Mukherjee, "WDM-Based Local Lightwave Network Part I : Single-Hop Systems," IEEE Network Mag, May 1992.
26. Biswanath Mukherjee, "WDM-Based Local Lightwave Networks Part II : MultiHop Systems," IEEE Network Mag, July 1992.

27. C.A. Bracket, "Dense WDM Networks : Principle and Applications," IEEE J. of Selected Areas on Communication, vol JSAC-8, No.6, August 1990.
28. M. Carol, R.D.Giltin, "High-performance Optical Local and Metropolitan Area Networks : Enhancements of FDDI and 802.6 DQDB," IEEE J. of Selected Areas on Communication, vol JSAC-8, No 8, October 1990.



이 상 훈

- 1955년 1월 24일생
- 1978년 2월 : 서울대학교 전기공학과 학사
- 1982년 2월 : Univ. of Pennsylvania 공학석사
- 1984년 2월 : Univ. of Pennsylvania 공학박사
- 1984년 ~ 1991년 : Bellcore 연구원
(B-ISDN 및 영상통신 분야; 약 30편의 논문 및 4건의 특허)
- 1988년 ~ 1990년 : Polytechnic 대학 객원교수
- 1990년 : 제3회 국제 Packet Video Workshop 학술회장
- 1991년 ~ 현재 : 한국통신 연구개발단 책임연구원
(현 종합망 연구부장)



김 영 탁

- 1959년 10월 5일생
- 1984년 2월 : 영남대학교 전자공학과 학사
- 1986년 2월 : 한국과학 기술원 전기.전자공학과 공학석사
- 1990년 2월 : 한국과학 기술원 전기.전자공학과 공학박사
- 1990년 4월 ~ 현재 : 한국통신 연구개발단 선임연구원(현 기초기술 4 연구실장)