

# 광대역 정보통신망 기술동향 및 발전전망

全洪範, 李東勉, 金永鐸  
韓國通信 硏究開發團

## I. 정보통신망 기술개요

### 1. 정보통신 및 정보통신망 기술

90년대 정보통신 분야에서 두드러진 변화를 살펴보면 i) 컴퓨터의 보급확산, ii) 정보매체의 다양화 및 멀티미디어화, iii) 분산정보처리화를 들 수 있다.<sup>[1]</sup> 먼저 컴퓨터의 보급확산은 70년대와 80년대에 걸친 반도체 및 컴퓨터 기술의 급격한 발전과 대중화에 따른 가격의 저렴화에 기인하며, 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.

정보매체의 다양화 및 멀티미디어화로서는 컴퓨터에서 사용되는 정보의 형태가 단순한 데이터 화일이나 그래픽 또는 정지영상 등의 단일 정보형태에서 음성, 데이터, 그래픽 및 동영상이 복합된 멀티미디어 정보형태로 변화되어 가고 있는 점이다.

정보처리 방식에서의 변화로는 하나의 대형 컴퓨터가 단독으로 모든 일을 처리하는 중앙 집중형 정보처리 방식으로부터, 다양한 정보처리 시스템 (예를 들면 슈퍼 컴퓨터와 워크스테이션, PC 등)들을 상호 접속시켜 문제의 유형이나 처리단계에 따라 가장 적합한 구조 및 기능을 지닌 컴퓨터에서 정보처리가 이루어지게 하는 네트워크 컴퓨팅 및 분산형 정보처리 방식으로 변화되고 있는 점이다.

이렇게 다양한 분산형 멀티미디어 정보처리 시스템들을 상호접속 시키기 위한 정보통신망으로는 그림 1에서 보는 바와 같이 10Km 정도이내의 구내지역을 위한 LAN(local area network), 약 50Km 정도의 도시지역을 위한 MAN(metropolitan area network), 그리고

장거리 정보전송을 위하여 공중통신망 사업자가 제공하는 WAN(wide area network)이 있다.<sup>[2]</sup>

본 고에서는 LAN, MAN 및 WAN 기술을 간략히 살펴보고, 이 중 MAN의 기술 개발현황 및 앞으로의 기술 발전전망을 상세히 살펴보기로 한다. 또한 각 기술의 비교분석을 통해 국내 환경에서의 B-ISDN으로 연계하기 위한 바람직한 MAN의 발전방향을 제시하기로 한다.

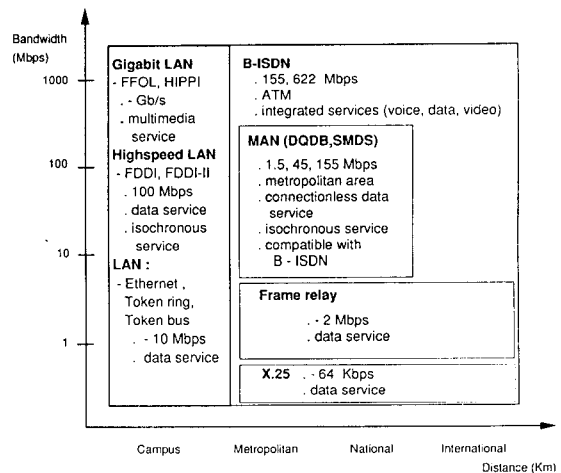


그림 1. 정보통신망 기술

### 2. Local Area Network (LAN) 기술

구내지역에서의 정보처리 시스템 상호간 데이터 전송을 효율적으로 하기 위한 LAN은 주로 컴퓨터 통신을 위하여 '패킷전송'으로 불리는 비실시간 데이터 전송방식으로 개발되었다. 가장 보편적으로 사용되는 제 1 세대 LAN 기술에는 동선이나 마이크로 웨이브 및 동축 케이블을 이용하여 개발된 LAN들인 Ethernet(IEEE

802.3 CSMA/CD), token bus(IEEE 802.4), token ring(IEEE 802.5) 등이 있다.<sup>[3]</sup> 최근 무선접속 방식을 사용하는 무선 LAN 개발이 활발히 추진되고 있으며, IEEE 802.11 위원회에서 무선 LAN의 표준화를 추진하고 있다.<sup>[4]</sup> Motorola에서는 18 GHz대의 주파수를 사용하여 채널당 15 Mb/s의 전송속도를 제공하는 무선 LAN을 발표하였다.<sup>[5]</sup>

기존 LAN 구조에 광전송 기술을 도입하여 낮은 에러율과 100 Mb/s 급의 고속 정보전송이 제공되는 제 2세대 '고속 LAN' 기술로서는 FDDI,<sup>[6]</sup> FDDI-II<sup>[7]</sup> 및 ATM-LAN<sup>[8]</sup> 등이 이에 속한다. FDDI에서는 100 Mb/s의 고속 패킷전송의 데이터 서비스가 제공되며, FDDI-II에서는 고속 패킷전송 이외에 등시성 실시간 서비스 트래픽이 수용된다. FDDI 및 FDDI-II 기술을 통하여 고속 데이터 전송 서비스가 가능하게 되었으나 공중통신망과의 기반기술에 차이가 있어 직접 접속되지 못하는 문제점이 존재하였다.

이와 같은 문제점을 보완하기 위하여 ATM-LAN에서는 i) 멀티미디어 응용 서비스에 필요한 광대역 실시간 전송기능, ii) 협대역으로부터 광대역에 이르는 다양한 전송 대역폭을 필요에 따라 제공, iii) LAN과 WAN에서 동일한 전송/교환 기술을 사용함으로써 LAN-MAN-WAN의 접속이 용이하게 하는 점 등을 기본적인 설계 목표로 하고 있다. ATM-LAN은 B-ISDN의 ATM 전송/교환 기술을 기반으로 하며, B-ISDN/ATM 프로토콜 중 현재 표준화가 완료된 기술을 사용하여 ATM 가입자 구내망을 조기에 구축할 수 있도록 추진하고 있다.

고속 LAN은 연구소, 병원, 대학 구내 및 기업 등의 빌딩이나 캠퍼스에 설치된 제 1세대 LAN들을 상호접속시키는 backbone LAN으로서 주로 구축된다.

한정된 지역 내에서의 동질의 사용자 환경에서 사설망으로 구축되는 LAN은 그 특성상 광대한 지역에 막대한 투자로서 다양한 사용자 환경을 지원해야 하는 공중통신망에 비해 신기술의 실험 및 도입이 빠르게 진행되어 왔으며, 이러한 현상은 앞으로도 계속 유지될 것이다.

### 3. Metropolitan Area Network (MAN) 기술

LAN의 지역적인 한계를 극복하려는 요구와 멀티미디어 서비스를 공중통신망에서 제공하려는 노력은 차세대 통신망인 광대역 ISDN (B-ISDN)의 ATM(asynchronous transfer mode) 방식으로 발전하여 '회선' 교환방식과 '패킷' 교환방식의 통합적인 교환 및 전송기능을 가지게 되었고, 결국 컴퓨터 통신을 근간으로 한

LAN 분야와 음성통신을 근간으로 한 공중통신망 분야의 기술이 급속히 융합되는 과정을 가속시키기에 이르렀다. 이에 따라 LAN과 공중통신망과의 접경지대에서 먼저 새로운 수요에 따른 시장이 형성되고 있으며, 이 수요를 조기에 충족시키는 것이 MAN(metropolitan area network)이라 하겠다.<sup>[9]</sup>

정보통신망을 도로망에 비유할 때 MAN은 도시순환 고속도로에 해당하며, 거리상으로 넓은 대도시 지역(직경 50 Km 정도)에 적합한 구조 및 기능을 지니고, 고속 데이터, 고화질 영상정보 및 멀티미디어 정보를 2 - 155 Mbps의 속도로 전송한다. 약 10 Km 정도의 구내지역을 위한 LAN에 비해 MAN은 약 50 Km 정도의 도시지역을 위한 지역 정보통신망의 역할을 담당하며, 그림 1에서 보는 바와 같이 LAN과 공중통신망 사업자가 제공하는 WAN(wide area network)의 중간 영역에 있다.<sup>[11]</sup>

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

MAN 기능을 구현하기 위한 통신망으로는 가장 단순한 형태의 전용회선을 사용하거나, 보다 효율적인 DQDB(distributed queue dual bus) 망,<sup>[10],[11]</sup> SMDS (switched multimegabit data service) 망,<sup>[11],[13]</sup> 또는 직접 ATM 방식을 이용한 ATM ring 망<sup>[14],[15]</sup> 및 ATM-MAN<sup>[16]</sup> 등이 사용될 수 있다. 많은 국가에서는 시장규모, 기술 수준 및 향후 B-ISDN으로의 통신망 진화를 고려하여 자국의 실정에 맞는 MAN 상용 서비스 계획을 수립하고, 기술개발을 추진하고 있다. MAN 구축 기술로 제안되고 있는 DQDB, SMDS, ATM ring 및 ATM-MAN에 대해서는 제 II장에서 자세히 알아보기로 한다.

### 4. Wide Area Network (WAN) 기술

장거리 정보전송을 위하여 공중통신망 사업자가 제공하는 WAN으로는 X.25 프로토콜의 패킷 교환방식을 기반으로 하는 PSPDN(packet switched public data network), 회선교환방식의 CSPDN(circuit switched public data network)이 현재 구축되어 연결형 데이터

전송 서비스를 제공하고 있다.<sup>[2]</sup>

‘회선’ 교환방식으로 이루어진 음성 위주의 공중통신망은 비음성 서비스의 수요증가에 따라 종합정보 통신망(ISDN: integrated services digital network)으로의 발전을 통해 정보의 ‘회선교환’ 방식과 ‘패킷’ 전송방식을 동시에 수용할 수 있게 되었다. ISDN은 국내에서도 시범 서비스 제공에 이어 상용 서비스 제공을 추진하고 있다.

보다 효율적인 WAN 구축을 위해 현재 개발중인 기술로는 frame relay<sup>[17-30]</sup>와 B-ISDN(broadband ISDN)<sup>[31-54]</sup>을 들 수 있다. 네트워크 계층의 ‘패킷’ 단위 전송 및 교환기능을 제공하였던 X.25 패킷전송 기술에서의 문제점 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.<sup>[17]</sup> 특히 프레임 릴레이 기술은 컴퓨터 통신망을 위하여 이미 설치된 브리지/라우터의 기능을 보완하여 구현할 수 있다는 장점이 있어 조기에 보급될 것으로 예상된다.

프레임 릴레이 기술은 ANSI 및 CCITT에서 표준화가 추진되고 있다. ANSI에서는 표준화가 1990년도에 추진되었으며,<sup>[20-22]</sup> CCITT에서는 프레임 릴레이 베어러 서비스 제공기술의 권고안이 1992년 White Book에서 승인될 예정이다.<sup>[23-28]</sup> 컴퓨터 통신기기 제조회사들(Cisco Systems, Digital Equipment Corp, Northern Telecom, Stratacom 등)이 주축이된 “프레임 릴레이 개발자 포럼”에서는 국제 표준화 이전에 산업체 표준안을 마련하였고,<sup>[29]</sup> 이에 따른 제품들이 생산되고 있다.<sup>[30]</sup>

프레임 릴레이 프로토콜은 OSI 7계층 모델의 데이터 링크 계층에 해당하며, 가변길이의 데이터 단위인 프레임들의 다중화 기능을 제공한다. 에러제어 기능은 단순화시켰으며, 프레임의 에러발생 여부를 검사하여 에러가 발생한 프레임은 버린다. 에러가 발생한 프레임에 대한 재전송은 필요에 따라 상위계층에서 이루어 진다. 데이터 링크계층의 제어 부계층 기능인 순서제어(sequence control)와 흐름제어(flow control)는 가입자 장치에서 종단간에 이루어지며, 전송망에서는 동작하지 않는다.

프레임 릴레이 전송 기술은 64 Kbps - 2 Mbps급의 대량화일 전송에 적합한 것으로 분석되며, 기존에 설치된 LAN 브리지/라우터를 보완함으로써 구현가능하다는 장점이 있어 조기에 확산될 것으로 분석된다. 하지만

정보 전송의 단위인 프레임의 길이가 가변적이므로 패킷화된 음성정보나 동영상정보등 실시간 통신 기능이 요구되는 정보통신에는 부적절하며, 2 Mbps급 이상의 전송매체를 사용하는 광대역 정보통신에서는 B-ISDN의 ATM 셀 전송기술에 비해 기능이 뒤떨어지는 것으로 분석된다.

B-ISDN의 ATM 프로토콜은 '90년에 기본적인 범위 설정 및 원칙을 나타내는 13개 권고안이 CCITT에서 제정됨으로써 표준화가 활발히 진행되고 있다. 현재 가입자-망의 매체접속방식(GFC: generic flow control)으로 DQDB 프로토콜과 ATM ring 프로토콜을 검토하고 있다. ATM 프로토콜에서는 정보통신 서비스를 그 특성에 따라 4 가지 종류로 구분하여 정의하고 있으며, 이들 4 가지 서비스 중 제 3/4 종 연결형/비연결형 데이터 전송 서비스와 제 1종 항등비트를 실시간 음성/영상 서비스의 표준화가 가장 활발히 추진되고 있어 제한적인 B-ISDN 서비스의 제공이 가능한 단계에 있다.

## II. MAN 기술 개발 현황

본 장에서는 MAN 구축기술로 제안되고 있는 DQDB, SMDS, ATM ring 및 ATM-MAN 기술들을 네트워크에서의 전달 기능에 관한 프로토콜을 중심으로 알아보려고 한다.

### 1. IEEE 802.6 DQDB

IEEE P802 분과에서는 802.3 CSMA/CD, 802.4 token bus, 그리고 802.5 token ring 등 3 종류의 LAN을 표준화 하였다. LAN이 점차 보급확산됨에 따라 지역적으로 산재한 LAN들을 상호접속시킬 필요성이 증대되었다. 이에 따라 IEEE 802.6분과에서는 대도시 지역의 데이터, 음성, 영상 등의 종합 서비스 제공을 위한 MAN 기술표준화를 1981년부터 추진하였으며, 1990년 DQDB(distributed queue dual bus) 프로토콜을 IEEE 802.6 표준으로 승인하였다.<sup>[10]</sup> DQDB는 1986년 Telecom Australia에 의해 QPSX(queued packet and synchronous exchange)라는 이름으로 처음 제안되었으며, 1987년 DQDB로 개칭되어 IEEE에서 채택되기에 이르렀다.<sup>[11]</sup> DQDB 프로토콜을 이용한 MAN은 AT & T, Alcatel BTM, Siemens 등에서 개발 중에 있으며, '92년도에 상용제품이 제공될 것으로 발표되고 있다.

DQDB 네트워크는 그림 2와 같이 전송방향이 서로 다른 두개의 단방향 버스 (버스 A, 버스 B)를 가진다. 버스는 다수의 노드들에 의해 공유되며, 각 노드는 두개의 단방향 버스에 각각 접속되어 있다. 각 버스의 처음에 있는 노드는 head-of-bus(HOB) 기능을 가지며, 53 옥텟의 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.

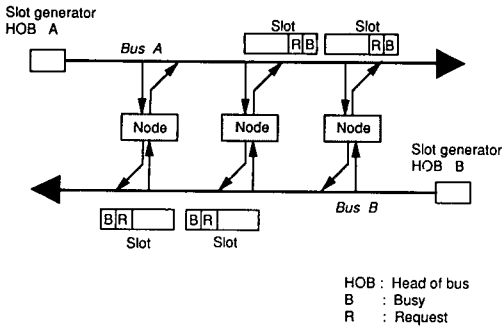


그림 2. DQDB 망 구조

슬롯들은 동시성(isochronous) 트래픽을 위한 PA (pre-arbitrated) 슬롯과 연결형 및 비 연결형 데이터 트래픽을 위한 QA(queued arbitrated) 슬롯으로 구분된다. QA 슬롯은 비연결형 MAC 서비스 및 연결형 데이터 서비스를 위해 사용되며, PA 슬롯은 음성 및 영상 등과 같은 동시성 서비스를 위해 사용된다. 그림 3은 DQDB 슬롯의 구조를 보인다.

QA 슬롯을 사용하기 위한 DQDB 망의 버스 접속은 분산 큐잉 방식에 의해 제어된다. QA 슬롯에는 각 노드의 슬롯 사용을 제어하기 위해 접속제어 필드(access control field)에 BUSY 비트와 REQ(request) 비트를 두고 있다. DQDB 망 내부의 노드는 각 버스에 해당하는 RQ(request) 카운터와 CD(count down) 카운터를 가지며, 이를 이용하여 분산큐잉제어에 따라 각 노드의 데이터 전송슬롯 요구를 도착 순서에 따라 순차적으로 처리한다.<sup>[1],[10,11]</sup> DQDB 표준에서는 QA 슬롯의 접속제어에 3가지 레벨의 우선순위를 두고, 각각의 우선순위 큐를 DQDB 분산큐잉 방식에 따라 운용하게 한다.

PA 슬롯은 동시성 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

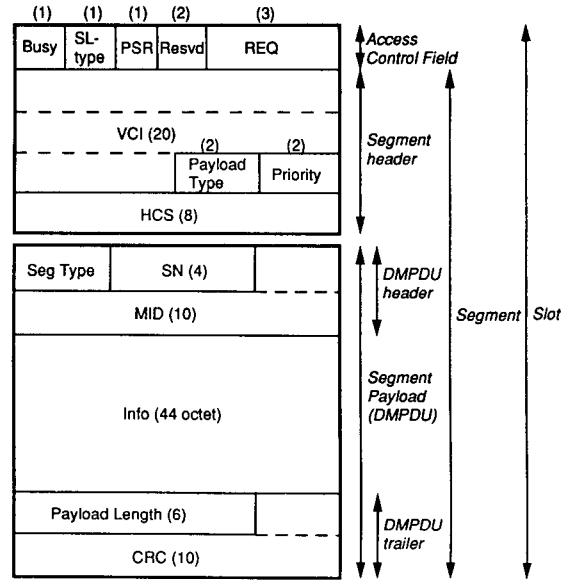


그림 3. DQDB 슬롯 구조

수 있다. 즉 하나의 PA 슬롯 내의 정보수용구간 (payload)을 여러개의 채널로 구성하며, 동시성 데이터를 보내는 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 자신에게 해당하는 슬롯을 구분하게 된다. 동시성 서비스 제공을 보장하기 위해 각 버스의 head-of-bus는 정기적으로 PA 슬롯을 생성하여야 하며, 제공되는 서비스에 해당하는 가상 채널번호를 PA 슬롯 헤더에 명시하여야 한다.

DQDB 계층은 논리적 링크제어(LLC:logical link control) 계층을 위한 비 연결형 MAC 서비스, 연결형 데이터 서비스, 그리고 동시성 서비스를 제공하기 위한 기능을 가진다. DQDB 계층의 MAC 수렴 기능(MCF) 블록에서는 LLC 계층에서 전달된 MAC 서비스 데이터 단위에 DQDB 계층 헤더 및 트레일러를 추가하여 IMPDU(initial MAC protocol data unit)를 만들고, 이를 44 옥텟의 일정한 길이를 갖는 전송단위(segment)로 나누며, 각 전송단위에 2 옥텟의 헤더 및 트레일러를 각각 추가하여 48 옥텟의 DMPDU (derived MAC protocol data unit)로 만든다. 각 DMPDU는 QA 슬롯의 전송구간에 실려 전송되며, DMPDU에 4 옥텟의 QA 전송단위 헤더와 1 옥텟의 액세스 제어 필

드를 첨가함으로써 그림 3에서 보는 QA 슬롯이 완성 된다.

DQDB 망의 물리계층의 전송 시스템으로 ANSI DS3(44.736 Mbps), CCITT G.703 (34.386 Mbps, 139.264 Mbps) 및 G.707-9(155.52 Mbps, SDH)를 제안하고 있다.

2. Switched Multimegabit Data Service (SMDS)

Bellcore에 의해 MAN 서비스 표준으로 제안된 SMDS는 고속 비연결형 데이터 교환 서비스로서 LAN 특성의 서비스를 광역에 걸쳐 제공할 수 있다.<sup>[11-13]</sup> SMDS는 Bell 계열 지역회사들(RBOCs)의 LATA(local access transport area) 내에서의 고속 데이터 교환서비스 수용을 위해 제안되었다. 그림 4는 SMDS 망의 기본구조이다.<sup>[12]</sup> 가입자 단말은 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.

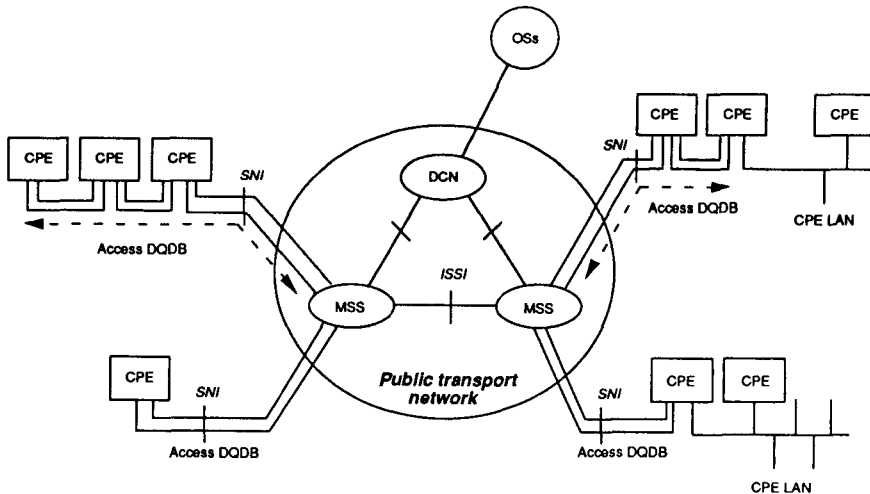
SIP는 1절에서 설명한 DQDB 프로토콜 중 LLC계층을 위한 MAC 서비스의 QA(queued arbitration) 접속 제어 프로토콜(access DQDB라 부른다)을 사용하는 비연결형 데이터 전송 프로토콜이다. Access DQDB 망의 입장에서 보면 MSS와 가입자 장치(CPE)들은 이중버

스에 접속되어 있는 노드들이다. 하나의 SNI에는 하나의 CPE 또는 복수의 CPE가 연결될 수 있으며, IEEE 802.6 프로토콜을 사용하는 CPE는 access DQDB를 통하여 SMDS 망에 접속될 수 있다. 가입자 접속선로로는 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.

MSS에 관한 특정한 MAN 기술 사용은 규정하지 않으므로 MSS는 여러가지 구조를 지닐 수 있다. 하나의 SMDS 망 내부에는 필요에 따라 여러 개의 MSS가 ISSI (inter-switching system interface)로 연결되어 서비스를 제공할 수 있다.

Bellcore는 SMDS를 기반으로하는 B-ISDN으로의 진화전략을 수립하고 있다. 대부분의 RBOC들은 SMDS 도입을 계획하고 있으며, '91-'92년에 걸쳐 시범서비스 및 상용 서비스 제공을 검토하고 있다.

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, 집단 주소(group address) 방식을 이용하여 multicasting 서비스를 제공할 수 있다. SMDS는 주소심사(address



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 4. SMDS 망 구조

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 데이터 중 허가된 송신주소를 갖는 데이터만을 SNI로 내보내는 방식이다. 이러한 주소심사 기능을 응용하여 SMDS 망은 가상사설망(virtual private network) 기능을 제공할 수 있다.

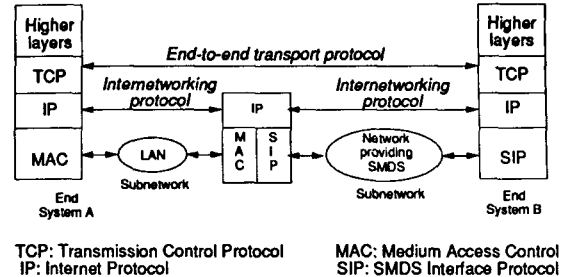
가입자 단말은 DS1 및 DS3 전송경로를 통하여 SMDS 망으로 접속되며, 하나의 CPE 또는 복수의 CPE가 하나의 SNI에 존재할 수 있다. 이때 하나의 SNI는 언제나 하나의 가입자에 속한 CPE(들)에 의해서만 공유되어야 한다. 이는 가입자 정보의 보안을 위하여 필수적이다.

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

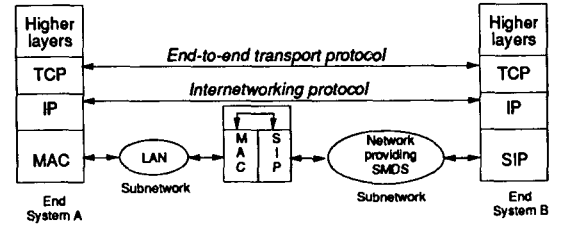
SMDS는 여러 응용분야에서 필요한 고속데이터 서비스의 전송지연 시간조건을 규정하고 있다. 개별 주소지정인 경우 전송이 완료된 9,188 옥텟의 SMDS 프로토콜 데이터 단위에 대한 전송지연시간의 95%가 DS3 전송로가 사용될 경우 20 msec 이내이어야 하며, DS1 전송로를 사용하는 경우 140 msec 이내이어야 한다. SMDS에서는 데이터 전송단위가 최대 9,188 옥텟까지의 가입자 정보를 담을 수 있기 때문에 거의 모든 LAN (Ethernet, token bus, token ring, FDDI)의 MAC 프레임들을 수용할 수 있다.

SMDS의 예상가입자들은 이미 LAN, 전용회선, 패킷망 등을 포함한 몇 개의 서브네트워크를 구축하고 있는 경우가 대부분이며, 이러한 다양한 서브네트워크들을 마치 하나의 망처럼 연결하기 위해서는 망간접속(inter-networking) 프로토콜이 서로 다른 서브네트워크 위에서 운용되어야 한다. 현재 망간 접속 프로토콜로 가장 많이 사용되는 것은 비연결형 데이터 프로토콜인 TCP/IP 및 ISO-IP이며, 중단간 신뢰도 확보와 제어

기능을 갖는 전송도 프로토콜(예 TCP 또는 TP4)을 사용한다. 그림 5는 TCP/IP 프로토콜을 갖는 가입자 망들을 SMDS를 사용하여 망간 접속시키는 예를 보여준다.



(a) Router functionality



(b) Bridge functionality

그림 5. SMDS를 이용한 가입자 망간 접속

3. ATM Ring

고속 LAN, MAN 및 B-ISDN 접속망에 사용될 수 있는 ATM 기술로서 NTT가 제안한 ATM ring이 있다.<sup>[14],[15]</sup> ATM ring(ATMR)은 그림 6과 같이 ATM 셀 단위로 구분된 slotted 링 형태의 접속 프로토콜이며, 반대방향으로 회전하는 2 개의 광케이블 링과 접속노드로 구성된 분산 ATM 교환기능을 제공한다.

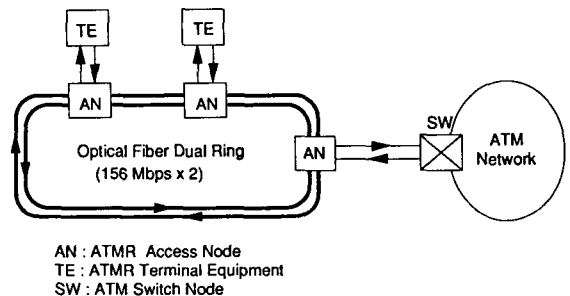
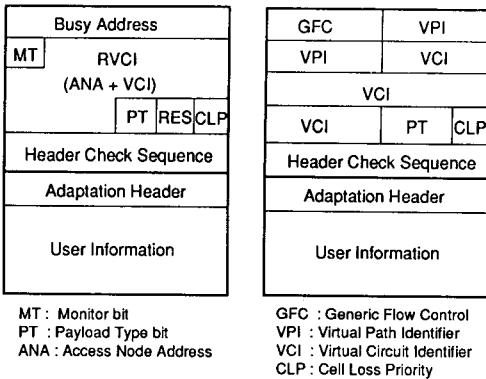


그림 6. ATM ring 구조

B-ISDN과의 호환성을 위하여 ATMR에서도 ATM 셀과 동일한 크기(53 바이트)의 셀 구조를 가진다. 그

림 7에서 보는 바와 같이 ATM 셀 헤더 구간중 GFC와 VPI/VCI 구간은 ATMR에서 사용하는 제어구간으로 정의되어 있으며, ATM/B-ISDN의 UNI 접속시에 ATM UNI 셀 헤더로 변환된다. ATMR 셀들은 ATMR 접속제어 기능과 접속노드간의 공평성, 셀의 우선순위 등에 따라 통계적으로 다중화 된다. ATMR은 연결형 및 비연결형의 데이터, 영상, 음성 등의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있으며, 공유매체에 대해 LAN과 유사한 매체접속방식을 사용함으로써 유연성 있고 경제적인 망 기능을 제공할 수 있다.



(a) ATMR cell (b) ATM UNI cell  
그림 7. ATMR 셀 구조 및 ATM UNI 셀 구조

ATMR 프로토콜의 주요기능 중 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 RVC(virtual channel identifier in a ring network)는 연결형 서비스에서는 각 호(call) 마다 설정되며, 비연결형 서비스에서는 각 메시지로 설정된다. 이때 RVC 구간은 접속노드주소와 논리채널번호로 구성되며, 수신측 접속노드에서는 접속노드 주소확인만 필요하게 된다. 목적지 해제 기능을 위하여 RVC를 정보전송이전에 설정할 필요가 있으며, 이를 위해 송신측 노드로부터 수신측 노드로의 주소문의(address inquiry) 셀이 전송되며, 수신측은 이에 대해 수신측 접속노드 주소와 사용가능한 논리채널번호를 송신측으로 회신한다. 이 절차를 pre-setup 절차라고 하며, ATM 계층에서 수행된다.

링 구조의 접속노드간에 공평성을 유지하기 위해 분

산 윈도우 제어 및 주기적 재설정(cyclic reset) 방법을 사용하며, CCITT에서 정의하고 있는 서비스 품질(QOS)에 따른 우선순위가 사용된다. ATMR 셀헤더 처리와 주소확인의 신속한 처리를 위해 VLSI 소자를 개발, 사용하고 있다.

ATMR에서는 그림 8의 ATMR 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.

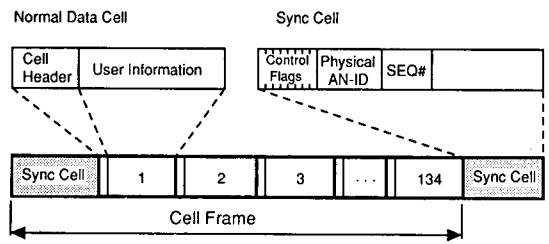


그림 8. ATMR 셀 프레임 구조

그림 9는 ATMR을 MAN 구축에 응용한 ATMR-MAN 네트워크 구조<sup>[15]</sup>를 보여준다. 이 구조에서는 여러 가입자를 하나의 공유매체로 접속시키는 MTI(multi-access TE interface) 망과 이들을 상호접속 시키는 backbone ring 망으로 구성된다. Backbone ring 망은 소규모(예:16×16) ATM 교환모듈과 가입자 정합 모듈 및 링 접속모듈로 구성된 ASM(ATM switching module)을 622 Mb/s 광 케이블링으로 접속시킨다. Master ASM에는 연결형 트래픽을 위한 자원관리 기능의 호처리블럭(CP: call processing block)이 포함되어 있다. 필요에 따라 링 접속 모듈의 갯수를 증가시킴으로써 1.2 Gb/s 이상의 전송성능을 갖도록 할 수 있다.

4. ATM-MAN

향후 공중 통신망은 B-ISDN을 중심으로 구축될 것이므로 MAN 형태의 공중망 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-ISDN과 연동되어 서비스 품질의 저하없이 제공된다면 접속 프로토콜 차원에서 큰 차이가 없어야 하기 때문이다.<sup>[31,33]</sup>

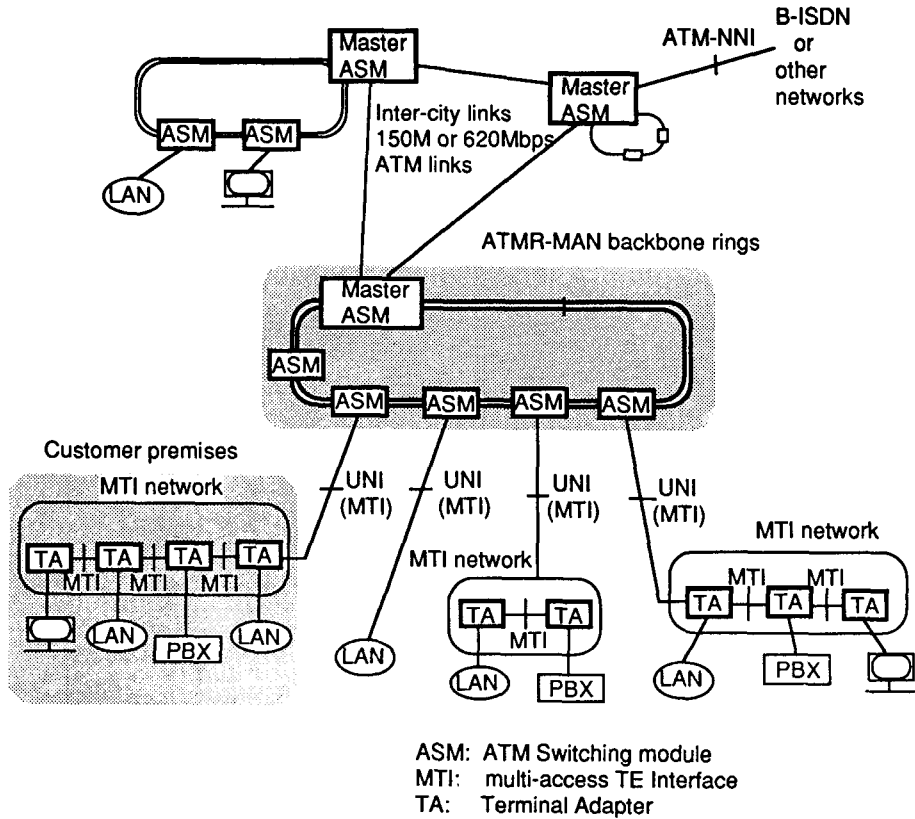


그림 9. ATMR-MAN 망 구성도

앞에서 소개된 MAN 기술 중 DQDB와 SMDS는 표준안을 준비하는 초기단계부터 B-ISDN과의 정합성을 고려하여 셀의 형식과 MAC 계층을 설계하였으므로 셀 단위의 정합이 용이하다. 그러나 DQDB 프로토콜의 등시성 트래픽 처리 및 세부적인 프로토콜 정합기능을 위해 DQDB/B-ISDN 연동장치가 필요하다. SMDS의 경우 비 연결형 데이터 전송 서비스만이 제공되므로 음성 및 영상 등의 등시성 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 ATM 셀의 헤더구조에서도 약간의 차이가 있으며, 이를 위해 B-ISDN과의 접속노드에서 일대일 헤더 변환기능이 제공되어야 한다.

B-ISDN의 ATM 프로토콜은 현재 물리 계층과 ATM 계층의 표준화는 완료단계에 있으며, 가입자-망의 매체접속방식(GFC : generic flow control)으로 DQDB

프로토콜과 ATM ring 프로토콜을 검토하고 있다. ATM 프로토콜에서는 정보통신 서비스를 그 특성에 따라 i) 연결형 항등 비트율 실시간 서비스, ii) 연결형 가변 비트율 실시간 서비스, iii) 연결형 가변 비트율 비실시간 데이터 서비스, 그리고 iv) 비연결형 가변 비트율 비실시간 데이터 서비스 등 4 가지 종류로 구분하여 정의하고 있다. 이들 4 가지 서비스 중 제 3/4 종 연결형/비연결형 데이터 전송 서비스와 제 1종 항등비트율 실시간 음성/영상서비스의 표준화가 가장 활발히 추진되고 있으므로, 제 1종 및 제 3/4종 서비스 표준을 이용하여 MAN 규모의 제한적인 B-ISDN 구축이 가능하다.

따라서 MAN 기술의 개발을 비교적 늦게 시작한 한국의 경우, 이러한 점을 잘 고려하여 B-ISDN에 가장 접근한 형태의 ATM-MAN을 개발하는 것이 프레임 릴레이, DQDB/SMDS의 단계를 거치는 것보다 바람직하다. 한국통신에서는 국내 B-ISDN의 초기 전개 전략으로서 MAN을 구축한다는 기본 계획을 수립하였으며, 현재 B-ISDN의 ATM 기술을 근간으로 한 ATM-MAN



의 핵심기술을 개발하고 있다.<sup>[16]</sup>

### III. Gigabit 정보통신망 기술 개발전망

#### 1. Gigabit 정보통신망 기술 개요

정보통신망은 물리계층에서 사용된 기술에 따라 3 단계로 나누어 볼 수 있다. 제 1세대 정보통신망으로는 광전송 기술개발 이전에 동선이나 마이크로웨이브 및 동축 케이블 등을 이용하여 개발된 LAN들(Ethernet, token bus, token ring, cambridge ring)이 이에 속한다. 제 2세대 정보통신망은 기존 네트워크 구조에 광전송 기술을 도입하여 낮은 에러율과 고속 전송의 정보통신 서비스가 제공되는 것으로 FDDI, DQDB, B-ISDN 등이 이에 속한다. 제 3세대 정보통신망은 가입자당 1 Gigabit/s의 전송속도가 제공되는 Gigabit 네트워크이며, 광전송 및 광교환 기술을 주로 사용하는 통신망이다.<sup>[56],[56]</sup>

Gigabit 통신망은 기존의 LAN들과 FDDI 등이 제공하는 수십 Mbps급의 서비스가 고속 데이터 전송의 수요를 충족시키지 못함에 따라 필요성이 증대되고 있다. 이러한 제 3세대 정보통신망으로서의 Gigabit 통신망은 Gigabit/s급의 슈퍼 컴퓨터 접속, 수백 혹은 수천대의 고화질 동영상 칼라-그래픽 워크스테이션 접속, 의료 영상전송, 고속 멀티미디어 서비스등의 많은 데이터를 빠른 시간안에 전달해야 하는 서비스의 제공을 위하여 사용될 것이다.

Gigabit 통신망은 광소자 및 광통신 기술의 발달에 따라 활발히 연구되고 있으며 Gigabit LAN의 사설망으로부터 Gigabit MAN, Gigabit WAN의 공중망까지 전영역에 걸쳐서 연구되고 있다. 현재 Gigabit LAN/MAN을 목표로 개발, 시험되고 있는 기술로는 고속 컴퓨터 접속을 위한 HIPPI(high performance parallel interface),<sup>[58]</sup> 차세대 FDDI 기술로 연구되고 있는 FFOL(FDDI follow-on LAN),<sup>[6,57]</sup> WDM(wavelength division multiplexing) 기술을 이용한 lightwave local network<sup>[59,62]</sup> 등이 있다.

HIPPI는 슈퍼 컴퓨터 간 접속을 위하여 개발된 물리계층 및 데이터 링크 계층의 프로토콜 표준이다.<sup>[58]</sup> 32 또는 64개의 이중 나선을 전송링크로 사용하며, 25 M 전송거리에서 800 Mb/s의 전송속도를 가진다. HIPPI는 ANSI X3T9.3 Task Group에서 표준화 작업이 진행 중이며 광섬유를 이용하여 전송 거리를 10 Km까지 확장시킨 serial-HIPPI도 연구되고 있다. 이와 동시에

ANSI X3T9.3 Task Group에서는 HIPPI의 다음 세대로 전송방법의 융통성을 확장시켜 적용 분야를 일반 컴퓨터 인터페이스를 포함하여 일반 통신망까지 확장시키고 광섬유를 이용하여 전송거리를 10 Km까지 가능하게 한 fiber channel(FC)의 표준화도 진행 중이다.<sup>[75]</sup>

FFOL은 FDDI 프로젝트가 성공적으로 수행되어 보편화되기 시작하자 ANSI X3T9.5 Task Group에서 차세대 FDDI로서 연구를 시작하였다.<sup>[57]</sup> FFOL은 remote file access, 영상 전송, 비디오 영상회의, 음성, 멀티미디어 응용, 트랜잭션 처리, 실시간 응용 등의 서비스를 제공할 계획이며 여러개의 100 Mb/s 링 네트워크를 위한 근간망으로 동작할 수 있는 충분한 대역폭의 제공과 SMDS나 B-ISDN 등의 WAN과의 용이한 접속을 목표로 설계되고 있다. FFOL의 전송매체로는 multimode나 single-mode의 기존 FDDI 선로를 사용하여 STS-3 부터 STS-48 이상의 전송 속도를 제공할 계획이다.

이와 같은 Gigabit LAN/MAN은 초고속 LAN Backbone 네트워크, 고기능 및 분산 컴퓨팅 환경구축에 주로 응용되는 반면에 Gigabit WAN은 이러한 Gigabit LAN/MAN의 상호 연결 뿐만 아니라 공중망으로서 화상회의나 TV, 고해상도 TV 등의 늘어나는 영상통신 서비스의 요구를 충족시킬 수 있어야 한다. Gigabit WAN은 현재의 B-ISDN으로부터 발전하여 SONET/SDH 전송 시스템에 기초한 ATM 기술과 광교환 기술을 이용하여 구축될 것으로 예측되고 있다. 현재의 B-ISDN은 155와 622 Mb/s 이하의 광대역 서비스 제공을 위하여 규정되고 있지만 SONET/ATM 기술은 Gb/s의 서비스에도 그대로 적용될 수 있을 것으로 검토되고 있다. 현재 OC-48(2488.32 Mb/s) 전송 시스템이 개발되어 상업적인 전송망에 적용되기 시작하였으며 수 년안에 10 Gb/s 급의 OC-192 전송 시스템이 개발되어 사용될 수 있을 것이다. 단일 채널 전송으로는 이 정도가 한계로 인식되고 있으며 보다 높은 속도의 전송 시스템은 WDM을 이용하여 구축될 것이다. Gigabit WAN의 구축을 위하여 필수적인 또 하나의 기술은 광교환 기술이다. 광교환 기술은 광소자 기술의 눈부신 발전에 따라 활발히 연구되고 있는데 특히 symmetric SEED (S-SEED) array, optical logic etalons (OLEs), nonlinear interference filters (NLIFs), double heterostructure optoelectronic switches (DOESs), vertical surface transmission electro-photonics (VSTEP) device array 등을 이용한 interconnection network에 대한 연구는 상당히 진척되어

있다.<sup>[63]</sup> 이러한 기술을 이용해서 B-ISDN의 대규모 광 교환기가 완성되어 설치된다면 전송과 교환이 모두 광 시스템으로 이루어지는 Gigabit WAN이 구축될 수 있을 것이다.

차세대 통신 기술로 인식되는 WDM을 이용한 광통신은 전송 시스템에서의 응용 뿐만 아니라 wavelength division multiple access(WDMA) 기법을 이용하여 Gigabit LAN/MAN, 광교환기 등의 응용도 활발히 연구되고 있다. 다음 절에는 WDMA를 이용한 다중채널 광파 통신망에 대하여 간략히 살펴보고자 한다.

**2. WDM 다중채널 광파 통신망**

가입자당 1 Gigabit/s 이상의 전송능력이 제공되는 제 3 세대 통신망에서는 전자회로의 처리속도 한계가 전체 통신망의 성능을 제한할 것이며, 이를 극복하기 위한 방안으로서 WDM 기술을 이용한 다중 채널방식이 제안되고 있다.<sup>[59-62]</sup> WDM 기술은 단일모드 광섬유의 저손실 파장대역(1200 - 1600 nm 파장대역 중 100 nm 및 150 nm 폭으로 약 30 THz에 해당)을 1 nm 또는 그 이하의 대역 간격으로 분리하여 다수의 채널을 형성하여 사용한다. WDM 기술을 이용한 다중채널 광통신망에 대한 연구는 광소자 기술의 발달에 힘입어 활발히 진행되고 있는데 핵심적인 소자로는 가변 파장 송신장치(tunable laser), 가변 파장 수신장치(tunable filter), 광증폭기, 수동 성형 결합기 등이 있다. 이들을 이용하여 연구하고 있는 통신망의 구조는 단일 홉(single-hop) 시스템과 다중 홉(multihop) 시스템으로 분류할 수 있다.<sup>[59],[60]</sup>

단일 홉 시스템은 모든 통신 노드가 성형구조로 직접 연결되어 있는 형태로 가변 파장 송,수신 장치를 이용하여 구성된다. 이러한 형태의 예로 그림 10의 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×N 방송 성형결합기는 N×1 결합기와 1×N 분리가 조합된 구조로 생각할 수 있으며, 결합기에서의 광신호 손실이 거의없는 장점을 지닌다. 수신측 채널에서 각 노드들은 지정된 파장채널로 조율시킴으로써 송수신 경로를 구성할 수 있다. 이 경우에는 수신측에서 가변 파장 수신기를 사용하였지만 반대로 송신측에서 가변 파장 송신기를 사용하는 구조도 가능하며 송신기와 수신기 모두 파장을 변화시키는 장치를 사용하여 구성할 수가 있다. 이

러한 구조의 문제점은 송신측과 수신측이 동일한 파장 채널을 조율시킬 수 있게 하는 채널할당 프로토콜이 제공되어야 한다는 것이다. 이를 위하여 별도의 신호 채널을 사용하여 송,수신 채널을 미리 협약하는 방식과 time division multiplexing 기법을 이용하여 특정 통신 쌍방간에 채널과 시간 슬롯을 고정시키는 방법 등이 제안되어 있다. 이러한 구조로 발표된 실험망으로는 LAMBDANET, Rainbow, FOX(fast optical cross connect), HYPASS(hybrid packet switching system), STAR-TRACK, PPL(passive photonic loop) 등이 있다.<sup>[62]</sup> 실제로 가변 파장 송,수신기를 사용하는 시스템의 성능은 사용 가능한 채널의 수와 채널간의 조율속도에 의하여 좌우된다. Gigabit 통신망에 적용하려면 수십 채널을 수 nano 초 이하의 속도로 선택할 수 있어야 할 것이며 현재의 발전 추세로 보면 수년 이내에 이러한 장치의 개발이 가능할 것으로 예상된다.

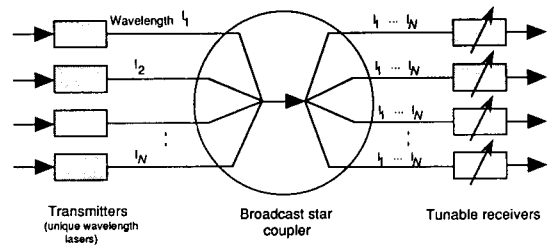


그림 10. 방송-선택구조의 WDM 다중 채널 광파 통신망 구조

다중 홉 시스템은 중간 라우팅 노드들이 존재하여 송신측으로부터 수신측까지의 정보 전송을 위하여 이들을 경유하게 되는 구조를 말한다. 이러한 구조는 가변 파장 송,수신기의 사용이 필요없기 때문에 현재의 기술로도 실용 시스템의 구축이 가능하다는 장점이 있다. 중간 라우팅 경로는 정규(regular) 또는 비정규(irregular) 논리구조의 다양한 형태로 구성될 수 있는데, 다중 홉 WDM 통신망 구성을 위한 정규논리 구조로는 ShuffleNet, de Bruijn Graph, Torus(Manhattan Street Network), Hypercube 등이 응용될 수 있다.<sup>[61]</sup> 그림 11에 (2, 2)의 ShuffleNet의 구조를 나타내었는데 이는 하나의 노드가 2개의 다른 노드와 연결되어 있으며 최대 2홉의 홉으로 망내의 어떤 노드와도 통신이 가능한 형태이다. (p, k) ShuffleNet은 kp개의 노드로 구성되어 각 노드는 p개의 다른 노드와 연결되며 최대 k홉의 홉으로 임의의 노드와 통신이 가능하다. 이러한 다중 홉

시스템은 구축이 용이한 반면에 노드의 숫자가 증가함에 따라 전체 구조의 복잡도가 증가하고 라우팅 노드에서의 대기 시간과 라우팅 알고리즘 처리 시간이 전체 성능을 저하 시키며 특히 필요한 채널의 숫자가 노드수의 증가에 따라 기하급수적으로 증가한다는 단점이 있으나 현재 이러한 단점을 보완하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

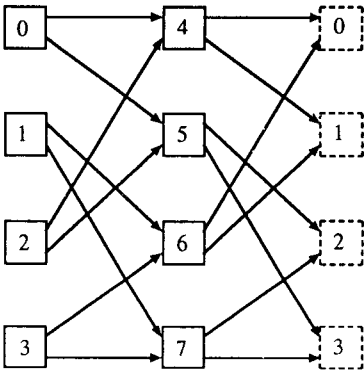


그림 11. (2, 2) ShuffleNet의 구조

가 이루어지고 있으며 이에 관한 예로 MHEG(Multimedia and Hypermedia Expert Group:ISO/IEC JTC/SC29/WG12)에서 실시간 상호 통신 응용을 위한 표준작업을 수행하고 있다.<sup>[64]</sup>

멀티미디어 정보는 애니메이션, 음성, 오디오, 비디오 등과 같은 시간관련정보(time dependent information)와 데이터, 그래픽, 그림 등의 시간에 무관한 정보(time independent information)로 나누어지며 이러한 멀티미디어 정보 전송의 요구사항은 각 미디어 형태 데이터에 따라 다르다. 표 1은 멀티미디어 통신에 관한 각 정보의 요구사항을 나타낸다.<sup>[64]</sup>

표 1.

	최대 지연시간 (sec)	최대 jitter (msec)	평균 처리율 (Mbps)	허용 에러율	허용 패킷 에러율
음 성	0.25	10	0.064	$< 10^1$	$< 10^1$
비디오 (TV 품질)	0.25	10	100	$10^2$	$10^3$
압축 비디오	0.25	1	2 - 10	$10^6$	$10^9$
데이터 (화일전송)	1	-	1 - 100	0	0
실시간 데이터	0.001 - 1	-	$< 10$	0	0
이미지	1	-	2 - 10	$10^4$	$10^9$

#### IV. 멀티미디어 통신을 위한 광대역 통신기술

##### 1. 멀티미디어 통신 기술개요

멀티미디어 데이터는 글자, 그래픽, 음성, 오디오, 영상 등과 같이 서로 다른 미디어 형태를 갖는 데이터의 연관된 조합을 말한다. 멀티미디어 시스템은 인간 사이의 정보전달 관계와 매우 비슷한 면을 가지며 이러한 이유로 멀티미디어 시스템의 수요는 매우 빠르게 증가하고 있다. 멀티미디어에 대한 요구는 컴퓨터 그룹에서 뚜렷하게 나타나고 있으며 이는 현재 멀티미디어 메일(mail) 및 멀티미디어 저작도구(authoring tool)의 개발 등으로 나타나고 있다. 또한 영상 기술, 고밀도 대용량 저장기술, 정보처리 능력, 윈도우 시스템 및 사용자 인터페이스 등의 발전에 따라 하이퍼텍스트/하이퍼미디어의 개념이 현실화되고 있다.

멀티미디어 응용은 지역적으로 떨어져 있는 노드들 사이에서의 통신을 필요로 하는 경우가 많다. 멀티미디어 통신은 각 미디어에 대한 압축방법 (이미지에 대한 JPEG, 동영상에 대한 MPEG-I/II, 음성데이터에 대한 MPEG-audio 등) 및 2, 3장에서 소개된 고속 네트워크의 발전에 따라 가능하게 되었다. 또한, 멀티미디어 정보를 구성하는 방법에 관한 표준화에 관한 많은 연구

분산 멀티미디어 응용을 위하여 OSI 7 계층 모델을 따르는 멀티미디어 통신시스템은 다음과 같은 기능을 제공하여야 한다.

- 단위시간당 전달되는 정보의 양이 많으므로 고속데이터 전송기능이 제공되어야 한다.
- 전달되는 정보는 시간관련 정보를 포함하므로 실시간 전송이 제공되어야 한다.
- 분산 멀티미디어 응용의 경우 여러 엔티티(사용자 혹은 정보 베이스)간에 통신이 필요하다. 이 경우 기존의 점대점 통신은 적합하지 않으므로 통신시스템은 다자간(multi-party) 통신을 제공하여야 한다.
- 하나의 멀티미디어 세션은 여러 종류의 미디어 데이터의 흐름(stream)을 가지게 된다. 그러므로 멀티미디어 통신시스템은 하나의 통신 세션에서 여러개의 연결(connection)을 관리할 수 있어야 한다(이때 각 연결은 하나의 미디어 데이터 흐름과 연관된다). 이러한 연결관리 방법은 세션 중에도 임의의 연결이 추가되거나 제거될 수 있도록 융통적이어야 한다.

· 멀티미디어 정보전송을 위하여 다수의 연결이 사용될 경우 통신시스템은 각 미디어 데이터 사이의 동기(inter-media synchronization) 기능을 제공하여야 한다.

## 2. 멀티미디어 통신을 위한 Transport 프로토콜

멀티미디어 통신을 위해서는 transport 계층에서 지연 시간, 대역폭, 에러율 등의 QOS 변수들을 제공하여야 한다. 또한, multicast 및 다수 연결 제어 등의 추가적인 기능들이 필요하게 된다. 이러한 관점에서 볼 때, TCP 및 TP4와 같은 기존의 transport 프로토콜들은 멀티미디어 통신을 위한 충분한 기능들을 제공하지 않는다. 기존 transport 프로토콜의 이러한 취약점을 극복하고 transport 프로토콜의 성능을 향상시키기 위해 많은 고속 transport 프로토콜들이 제안되었으며 대표적으로 Delta-t, NETBLT, XTP 및 VMTP 등을 들 수 있다. 이러한 프로토콜들은 기존의 transport 프로토콜이 전체 망 성능의 bottleneck으로 작용하는 고속 데이터 통신 환경을 위하여 개발되었다. 고속 transport 프로토콜의 주요한 기능으로는 주소 집단화를 통한 multicast 기능(VMTP, XTP), 선택적 재전송(selective retransmission) 방식의 에러처리 기능(XTP, NETBLT, VMTP), 전송율에 따른 흐름제어(flow control) 기능(XTP, NETBLT, VMTP), 타이머에 의한 연결관리 기능 등이 있다. 고속 transport 프로토콜의 특성들은 [65]에 기술되어 있으며 [66],[67]은 제안된 고속 transport 프로토콜들을 조사하여 비교 기술하고 있다.

멀티미디어 통신을 위한 고속 transport 프로토콜의 또하나의 특징으로 지연시간 및 jitter의 한계값이 보장되는 실시간 전송을 들 수 있다. 기존의 transport 프로토콜의 경우 TP4는 지연시간을 QOS 변수로 나타낼 수 있도록 하고 있으며 XTP는 실시간 데이터그램 서비스를 제공한다. 그러나 지연시간의 한계값이 보장되는 연결형 패킷 전송은 최근에 와서 비로소 연구가 이루어지고 있다.<sup>[68]</sup> 실시간 통신을 위하여 제안된 방법들에서는 데이터 트래픽이 최소/평균 패킷 도착 간격, 최대 패킷 크기로 나타내어지며 허용 지연시간 및 최대 허용 패킷 손실을 이내에 패킷을 전송하는 것을 목표로 한다. 실시간 패킷 통신을 위한 기술은 실시간 채널 설정 방식 및 각 노드에서의 실시간 패킷 스케줄링 등, 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 실시간 채널 설정시, 연결경로에 존재하는 각 노드는 새로운 채널이 이미 존재하는 채널의 서비스 품질에 영향을 주지않고 설정될 수 있는지에 관하여 검사하며 일단 채널이 설정된 후에 각 노드는 특성이 다른 트래픽을 처리하는 여러개의 큐(queue)에 있는 패킷들을 지연

시간의 순서대로 스케줄링하게 된다.

여기서 주의하여야 할 점은 고속 transport 프로토콜들은 하나의 미디어 데이터의 전송에만 관련된다는 사실이다. 이는 서로 다른 미디어 데이터들간의 동기는 transport 프로토콜 위에서 처리된다는 것을 의미한다. 예를 들어 Nicolaou<sup>[69]</sup>는 동기화 및 서로 다른 presentation 방법으로의 적응기능을 포함하는 orchestration 계층을 제안하였다.

## 3. 멀티미디어 통신을 위한 고속통신망의 기능

멀티미디어 응용을 위한 망은 이를 사용하는 상위 프로토콜의 정확한 동작을 위하여 보장된 품질의 서비스를 제공하여야 한다. 특히 항등 비트율(constant bit rate) 및 가변 비트율(variable bit rate)의 실시간 정보전송 서비스를 제공하여야 한다. 이러한 기능은 망내에서 우선순위에 의한 트래픽 스케줄링에 의해 구현될 수 있다. 멀티미디어 통신 관점에서 여러 고속통신망의 기능을 보면 다음과 같다.

· FDDI : FDDI의 매체접근 프로토콜은 링매체로의 동기화된 접근방식을 제공하며 이에 따라 TTRT(target token rotation time)를 사용하여 접근 지연시간의 한계값을 지원한다. 이 경우 토큰은  $2 \times TTRT$ 의 시간 내에 임의의 노드로 돌아오게 된다. 이는 임의의 연속된 두개의 패킷의 전송간격이 0에서  $2 \times TTRT$  사이의 값을 가짐을 의미한다. 그러므로 만약 TTRT의 값이 클 경우, FDDI는 멀티미디어 응용에서 필요로 하는 jitter의 한계치를 보장할 수 없는 경우가 발생한다. FDDI의 확장된 프로토콜인 FDDI-II는 일정한 링 매체접근방식을 제공하여 FDDI의 jitter 문제를 해결하였다. 그러므로 FDDI-II는 트래픽이 항등비트율로 전송되는 isochronous 서비스에 적합하다.

· DQDB : IEEE 802.6 DQDB 프로토콜은 2장에서 설명되었으며 이중 PA 접근방식을 사용하여 등시성 트래픽에 대한 서비스를 제공할 수 있다.

· SMDS : SMDS는 비연결형 데이터 전송을 위한 서비스이므로 실시간 통신에 적합하지 않다.

· ATMR : ATM ring에서는 우선순위 방식에 의한 셀 전송제어 방식을 사용하여 멀티미디어 트래픽에 대한 서비스 품질을 보장한다.<sup>[15]</sup>

· B-ISDN : 2장에서 언급된 바와 같이 B-ISDN에서 사용하는 ATM 프로토콜은 정보전송 서비스를 항등비트율 실시간전송을 위한 1종, 가변비트율 실시간전송을 위한 2종, 연결형/비연결형 데이터 전송을 위한 3/4종 등 4가지로 구분하고 있다. 멀티미디어 응용의 관점에

서 볼 때, 실시간 멀티미디어 트래픽은 1종과 2종에서 다루어지며 이 경우 단순한 정보전달 이외에 시간정보의 전달 및 판독기능이 포함된다. B-ISDN은 쉘간의 통계적 다중화방식을 사용한 연결형(connection-oriented) 고속 패킷망이므로 임의의 쉘들은 망을 통하여 전송되는 과정에서 가변의 지연시간 및 jitter를 갖게 된다. 그러므로 B-ISDN에서 실시간 통신을 제공하기 위해서는 실시간 연결 설정을 위한 적절한 방식이 필요하게 되며 지연시간 및 jitter의 한계값을 보장하기 위하여 쉘 레벨에서의 스케줄링이 필요하게 된다. 그러나, 망이 고속으로 운용되므로 실시간 트래픽의 쉘 레벨에서의 스케줄링을 위한 처리 시간은 쉘 전송에 또 다른 지연요소로 등장할 수 있다. ATM 망에서 허용 전송지연시간과 jitter를 보장하여 주는 방법은 [70-73]에 제안되어 있다.

B-ISDN에서는 고속 실시간 통신기능 이외에 멀티미디어 통신을 위하여 다자간 통신 및 다중연결관리 기능을 제공하여야 하며 이는 신호방식을 통하여 제공된다. B-ISDN의 신호방식의 개발은 단기적 및 장기적인 두 개의 다른 방법으로 진행되고 있다. 단기적 방법(short-term solution)은 현존하거나 가까운 미래에 나타날 광대역 통신의 수요를 충족시키기 위하여 개발되고 있으며 기존의 점대점 신호방식의 기능을 확장하는 방식을 사용한다. 단기적 방법과 병행하여 장기적 방법은 멀티미디어 통신을 포함한 미래의 응용분야를 지원하기 위하여 연구되고 있으며 호(call)와 연결(connection)의 개념을 분리하여 하나의 호가 여러개의 연결을 포함하며 임의의 호가 진행 중일 경우에도 하나 이상의 연결이 추가되거나 제거되는 것이 가능하게 한다.<sup>[74]</sup> 또한 각 연결의 특성은 호가 진행 중에도 다시 설정될 수 있게 된다.

V. 결 론

정보통신망 기술의 발전 추세를 살펴보면 네트워크 계층의 패킷 단위 전송 기술인 X.25 패킷망으로부터 데이터 링크 계층의 프레임 단위 전송기술인 프레임 릴레이 기술과 물리 계층에 더욱 접근한 쉘 릴레이 기술로 점차 발전하는 것을 알 수 있다. 이에 따라 전송되는 정보에서도 단순한 데이터 전송에서 음성 및 영상 등의 등시성 정보를 동일한 전송 기술로 수용할 수 있게 되었다. 정보통신망에서 사용되는 물리 매체에서는 트위스트 페어나

동축케이블로부터 단일채널 광전송을 거쳐 다중채널의 Gigabit WDM 광전송으로 발전하고 있다.

본 고에서는 LAN, MAN 및 WAN 등 정보통신망 기술의 현황을 개괄적으로 살펴보았으며, 대도시지역 환경에서의 고속 데이터, 음성 및 영상정보를 2 - 155 Mbps급으로 전송할 수 있는 MAN 구축 기술에 대하여 상세히 살펴보았다. 특히 MAN 구축기술로 제안되고 있는 DQDB, SMDS, ATM ring 및 ATM-MAN 등을 살펴보고 B-ISDN으로의 통신망 발전과 연계하여 분석하였다. 또한 차세대 Gigabit MAN 기술로서 제안되고 있는 WDM 다중채널 광파통신망 기술과 멀티미디어 통신을 위한 광대역 통신기술을 살펴보았다.


MAN은 B-ISDN의 본격적인 구축 이전에 발생하는 광대역 정보서비스의 효율적인 수용을 위해 구축된다. 따라서 선진각국은 자국의 서비스 수요환경과 기술 수준 및 향후 B-ISDN으로의 정합을 고려하여 적합한 광대역 정보통신망 구축기술을 개발하고 있다. 한국의 경우 90년대 중반 이후에서야 광대역 서비스 수요가 형성될 것으로 예측되며, 광대역 정보통신에 관한 연구개발이 비교적 늦게 시작된 상태이므로 B-ISDN/ATM 기술을 바탕으로하는 LAN, MAN 및 WAN 정보통신망을 개발하여 구축하는 것이 바람직하다.

參 考 文 獻

- [ 1 ] 김영탁, 이상훈, "MAN 기술개발 현황 및 전망", 한국통신학회지 제9권 제9호, pp. 624-643, 1992년 9월.
- [ 2 ] Fred Halsall, *Data Communications, Computer Networks and Open System*, Addison-Wesley, 1992.
- [ 3 ] William Stallings, *Handbook of Computer-Communications Standards: Local Network Standards*, Macmillan Publishing Co., 1987.
- [ 4 ] Victor Hayes, "Standardization efforts for wireless LANs", IEEE Network Mag., Nov. 1991.
- [ 5 ] Dale Buchholz, Paul Odlyzko, Mark Taylor, Richard White, "Wireless In-Building Network Architecture and Protocols", IEEE Network Mag., Nov. 1991.
- [ 6 ] F. E. Ross, "An overview of FDDI : The fiber

- distributed data interface”, *IEEE JSAC*, vol. 7, pp. 1043-1051, September 1989.
- [ 7 ] M. Tangemann, K. Saver, “Performance analysis of the timed token protocol of FDDI and FDDI-II”, *IEEE JSAC*, vol. 9, pp. 271-278, Jan. 1991.
- [ 8 ] Network Compatible ATM for Local Network Applications, Phase 1, Version 1.0, Apr. 3, 1992.
- [ 9 ] Metropolitan Area Network : Networking's New Frontier 1990-1994, The Eastern Research Corp., 1990.
- [10] IEEE Proposed Standard : DQDB Subnetwork of a Metropolitan Area Network, P802. 6/D14, July 13, 1990.
- [11] 김종권, 이상훈, “DQDB와 SMDS”, 텔레콤 제 7 권 제 1호, 1991년 5월.
- [12] Bellcore Technical Advisory, TA-TSY-000772, “Generic System Requirement in Support of SMDS”, Issue 3, October 1989.
- [13] Geogy H. Clapp, “LAN Interconnection Across SMDS”, *IEEE Network Mag.*, Sep. 1991.
- [14] Kasuo Imai, Takashi Honda, Hideki Kasahara, Tadashi Ito, “ATMR : Ring Architecture for Broadband Networks”, *IEEE GLOBECOM '90*, vol. 3, pp. 1734-1738, 1990.
- [15] 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, IFIP Technical Committee 6, Estoril, Portugal*, Jan. 1992.
- [16] Dongmyun Lee and Youngtak Kim, “Connectionless Data Service in ATM-based MAN”, *Proceedings of 5-th JC-CNSS*, July 1992.
- [17] Moe Rahnema, “Frame Relaying and the Fast Packet Switching Concepts and Issues”, *IEEE Network Mag.*, July 1991.
- [18] James P. Cavanagh, “Applying the Frame Relay Interface to Private Networks”, *IEEE Communication Mag.*, March 1992.
- [19] M. Irfan Ali, “Frame Relay in Public Networks”, *IEEE Communication Mag.*, March 1992.
- [20] ANSI T1.606-1990, *Telecommunications - Frame Relay Bearer Service - Architectural Framework and Service Description*
- [21] ANSI T1.606add, “Addendum to T1.606”, (T1S1/90-175)
- [22] ANSI T1.6ca, “Core Aspects of Frame Protocol for use with Frame Relay Beare Service”, (T1S1/90-214)
- [23] CCITT Rec. I.233, *Frame Mode Bearer Services*, Jan. 1992.
- [24] CCITT Rec. Q.922, “ISDN Data Link Layer Specification for Frame Mode Bearer Services”, 1992.
- [25] CCITT Rec. Q.921 (I.441), “ISDN User Network Interface Data Layer Specification”, 1988.
- [26] CCITT Draft Rec. Q.933, “DSS1 Signalling Specification for Frame Mode Bearer Service”, 1992.
- [27] CCITT Rec. I.370, “Congestion Management for the ISDN Frame Relaying Bearer Service”, 1991.
- [28] CCITT Rec. I.372, “Frame Mode Bearer Services Network-to-Network Interface Requirements”, 1992.
- [29] DEC, Northern Telecom, Stratacom, Cisco, “Frame Relay Specification with Extension Based on Proposed T1S1 Standards”, Revision 1.0, Sept. 1990.
- [30] Johna Till Johnson, “Frame Relay Products”, *Data Communications*, pp. 69-86, May 1992.
- [31] Rainer Handel, Manfred N. Huber, *Integrated Broadband Networks: An Introduction to ATM-based Networks*, Addison Wesley Publishing Co., 1991.
- [32] 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.
- [33] Jean Yves Le Boudec, “The Asynchronous Transfer Mode : a tutorial”, *Computer Networks and ISDN Systems*, vol. 24, pp. 279-

- 309, 1992.
- [34] 이상철, "통신망 기술 연구개발 동향", 한국통신학회지 제9권 제9호, pp. 594-605, 1992년 9월.
- [35] CCITT Rec. I.113, "B-ISDN Vocabulary of Terms", 1990 (revised 1992).
- [36] CCITT Rec. I.121, "Broadband aspects of ISDN", 1990.
- [37] CCITT Rec. I.140, "Attribute Technique for the Characterisation of Telecommunication Services Supported by an ISDN and Network Capability of an ISDN", revised 1992.
- [38] CCITT Rec. I.150, "B-ISDN ATM Functional Characteristics", 1990 (revised 1992).
- [39] CCITT Rec. I.210, "Principles of telecommunication services supported by an ISDN and means to describe them", (revised 1992).
- [40] CCITT Rec. I.211, "B-ISDN Service Aspects", 1990 (revised 1992).
- [41] CCITT Rec. I.311, "B-ISDN General Network Aspects", 1990 (revised 1992).
- [42] CCITT Rec. I.321, "B-ISDN Protocol Reference Model", 1990.
- [43] CCITT Rec. I.327, "B-ISDN Functional Architecture Aspects", 1990.
- [44] CCITT Draft Rec. I.35B, "B-ISDN ATM Cell Transfer Performance", 1992.
- [45] CCITT Rec. I.361, "B-ISDN ATM Layer Specification", 1990 (revised 1992).
- [46] CCITT Rec. I.362, "B-ISDN ATM Adaptation Layer Functional Description", 1990 (revised 1992).
- [47] CCITT Rec. I.363, "B-ISDN ATM Adaptation Layer Specification", 1992 (revised 1992).
- [48] CCITT Draft Rec. I.364, "Support of Broadband Connectionless Data Service on B-ISDN", 1992.
- [49] CCITT Rec. I.371, "Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN", 1992.
- [50] CCITT Draft Rec. I.37y, "Network capability for the support of multimedia services", 1992.
- [51] CCITT Rec. I.413, "B-ISDN User-Network Interface", 1990 (revised 1992).
- [52] CCITT Rec. I.432, "B-ISDN User-Network Interface: Physical Layer specification", 1990 (revised 1992).
- [53] CCITT Rec. I.610, "B-ISDN UNI Operations and Maintenance Principles", 1990 (revised 1992).
- [54] CCITT Rec. G. 7xx, "ATM Cell mapping into Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)", 1990 (revised 1992).
- [55] Nim K. Cheung, "The Infrastructure for Gigabit Computer Networks", IEEE Communication Mag., April 1992.
- [56] H. T. Kung, "Gigabit Local Area Networks: A System Perspective", IEEE Communication Mag., April 1992.
- [57] Robert L. Fink, Floyd E. Ross, "Following the Fiber Distributed Data Interface", IEEE Network Mag., March 1992.
- [58] Ronald J. Vetter, David H. C. Du, Alan E. Klietz, "Network Supercomputing: High Performance Parallel Interface (HIPPI)", IEEE Network Mag., May 1992.
- [59] Biswanath Mukherjee, "WDM-Based Local Lightwave Networks Part I: Single-Hop Systems", IEEE Network Mag., May 1992.
- [60] Biswanath Mukherjee, "WDM-Based Local Lightwave Networks Part II: MultiHop Systems", IEEE Network Mag., July 1992.
- [61] C. A. Brackett, "Dense WDM networks: Principle and applications", *IEEE J. of Selected Areas on Communication*, vol. JSAC-8, no. 6, August 1990.
- [62] 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.
- [63] H. S. Hinton, "Photonics in Switching", IEEE LTS, vol. 3, no. 3, Aug. 1992.
- [64] F. Kretz and F. Colaitis, "Standardizing Hypermedia Information Objects", IEEE Commun. Mag., May 1992.
- [65] T. F. La Porta and M. Schwartz, "Architectures, Features, and Implementation of High-Speed Transport Protocols", IEEE Network Mag., May 1991.

- [66] W. A. Doeringer et al., "A survey of light-weight transport protocols for shigh-speed networks", *IEEE Trans. on Comm.*, vol. 38, Nov. 1990.
- [67] S. Dupuy, W. Tawbi, and E. Horlait, "Protocols for high-speed multimedia communications networks", *Computer Communications*, vol. 15, Jul. 1992.
- [68] D. Ferrari and D. C. Verma, "A scheme for real-time channel establishment in wide-area networks", *IEEE J. Selected Areas in Commun.*, vol. 8, Apr. 1990.
- [69] C. Nicolaou, "An architecture for real-time multimedia communication systems", *IEEE J. Selected Areas in Commun.*, vol. 8, Apr. 1990.
- [70] S. Golestani, "Congestion-Free Communication of Real-Time Traffic in Broadband Packet Networks", Proc. of INFOCOM, 1990.
- [71] S. Golestani, "Duration-Limited Statistical Multiplexing of Delay-Sensitive Traffic in Packet Networks", Proc. of INFOCOM, 1991.
- [72] C. Kalmanek, H. Kanakia, and S. Keshav, "Rate Controlled Servers for Very High-Speed Networks", Proc. of GLOBECOM, 1990.
- [73] D. C. Verma and D. Ferrari, "Variation of Traffic Parameters in ATM Networks", Proc. of ICC, 1992.
- [74] P. Blankers and K. Keskin, "The Separation between Call Control and Connection Control", Proc. of Workshop on Broadband Commun., Jan. 1992.
- [75] D. Getchell and P. Rupert, "Fiber channel in the local area network", *IEEE LTS*, vol. 3, no. 2, May 1992. 



筆者紹介



全 洪 範

1962年 10月 3日生

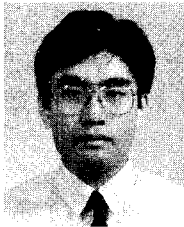
1985年 2月 서울대학교 전기공학과(학사)

1988年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)

1991年 8月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1991年 9月 ~ 현재 한국통신 연구개발단 선임연구원

주관심분야 : 광대역 ISDN, 광통신망, 다중매체 접속망



李 東 勉

1962年 10月 15日生

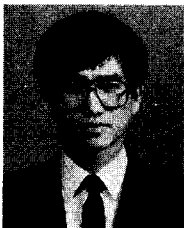
1985年 2月 서울대학교 전자공학과(학사)

1987年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)

1991年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1991年 9月 ~ 현재 한국통신 연구개발단 선임연구원

주관심분야 : 분산처리기술, ATM/B-ISDN, 멀티미디어 통신



金 永 鐸

1959年 10月 5日生

1984年 2月 영남대학교 전자공학과(학사)

1986年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)

1990年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1990年 4月 ~ 현재 한국통신 연구개발단 선임연구원(현 기초기술 4연구 실장)

주관심분야 : 광대역 정보통신 기술, Metropolitan Area Network (MAN), ATM/B-ISDN, 멀티미디어 통신