

고속통신 개요 및 외국의 현황

김 대 영

(충남대학교 정보통신공학과)

■ 차 례 ■

- | | |
|-------------------|---------------------|
| I. 서 론 | V. 고속통신 표준화 관련 |
| II. 고속데이터 통신망 개요 | VI. 해외 고속정보통신망 연구동향 |
| III. 고속 무선 LAN 기술 | VII. 결 론 |
| IV. WDM 기술 | |

I. 서 론

정보통신 기술의 급속한 발전으로 고속으로 정보를 전달해 주는 고속통신망의 필요성이 증대하게 되었으며 이런 고속통신망에 정보를 전달하기 위한 고속통신 프로토콜의 연구가 활발히 추진되고 있다. 또한 컴퓨팅 환경이 고성능 워크스테이션들과 대용량 서버를 네트워크로 연결하여 사용하는 분산처리 형태로 변해감에 따라 더 많은 통신량을 요구하게 되며 특히 종래의 패킷 데이터뿐만 아니라 화상, 음성, 동화상등을 취급하는 멀티미디어 서비스가 본격적으로 시작되면 각각의 서비스가 요구하는 대역폭이 일정하지 않으며 Terabps의 속도를 필요로 하는 망이 요구된다. 최근에 도래하고 있는 고속의 데이터 전송을 필요로 하는 여러 응용 분야들로는 시각표현 슈퍼컴퓨터, 학교나 연구기관에서 사용하는 동화상 칼라 그래픽 워크스테이션, 의료용 고선명 화상정보 서비스, 컴퓨터 본체와 본체 및 주변기기를 연결하는 통신망등이 있다. 이런 추세는 통신망의 디지털화, 통합화, 전송, 교환기술의 고속화 광대역화 및 단말기능의 다기능화, 지능화에 의하여 현실적으로 구현가능한 기술이 되고 있으며 반도체 기술의 고집적화, 고속화등은 고속통신의 발전에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다.

기존의 동선이나 마이크로파를 이용하는 통신망을

제 1세대 망이라고 한다면 제 2세대 망으로는 광섬유를 기존의 망구조에 적용시킨 WAN(Wide Area Network)을 들 수 있고 다른 예로서 FDDI(Fiber Distributed Data Interface)와 IEEE 802.6의 DQDB(Distributed Queue Dual Bus)를 들 수 있다. 이들 전통적인 망구조를 기반으로 하는 광적용 망기술은 LAN(Local Area Network)이나 MAN(Metropolitan Area Network) 또는 B-ISDN망에 적용되거나 적용이 검토되고 있다. 이런 망들이 갖고 있는 제약성은 망 노드의 종단에 적용되는 기술은 전기적인 기술에 의존하고 있다는 것이다. 이런 전기적인 속도는 수 Gbps에 머무르며 Terabps까지 확장하기에는 역부족이다. 2세대 통신망의 연구로서는 NTT에서 B-ISDN 서비스를 제공하기 위하여 개발된 ATM링 통신망이 있으며 기존의 FDDI 통신망을 변형하여 발전시킨 것으로서 기술적으로는 제 2세대 통신망으로 분류 될 수 있다. 이는 2개의 slotted 방식으로 설계되어 있으며 고속의 다중매체 LAN/MAN으로서 사용과 B-ISDN 액세스 망으로 사용을 목표로 한다. 이 분야에 있어서 국내의 연구활동도 활발하여 HMR 통신망은 Gbps급의 멀티미디어 링 통신망으로 목적지 소거방식의 이중 슬롯링 구조 request를 사용한 3단계 우선순위를 두고 셀구조는 ATM 셀과 유사한 셀 구조로 되어있다. HMR의 사용범위는 그 망구조의 특성상 다양하며 고속 다중매체 LAN/

MAN에의 적용외에도 B-ISDN의 액세스망에 적용하여 사용할 수 있다. PBnet(Photonic Multihop Bus Network)는 비교적 좁은 지역 내에서의 Backbone 통신망으로 사용될 수 있도록 고안된 광 통신망이다. 그 기본 개념은 위에서 언급한 IEEE 802.6 DQDB를 발전시킨 모델에 WDM을 사용 논리적인 point to point 광 채널을 적용한 것으로서 ATM 스위치와 같은 개념의 저장 후 전송(store-and-forward) 방식을 사용한다. 이 통신망은 LAN규모의 비교적 좁은 지역내에서 WDM과 가변 송, 수신기를 사용하는 광통신 망이다. 현재 진행되고 있는 연구는 4-6개의 채널과 2개의 가변 송, 수신기를 사용하고 메쉬나 트리구조의 사용이 검토되고 있다.

제 3세대의 망구조로서 연구되고 있는 기술은 전적인 광에 의존하는 망구조를 전제로 하고 있다. 수비꾸어 말하면 정보가 망으로 유입된 후 목적지까지 전달되는 과정에서 이 정보는 계속 광형태를 유지함을 의미한다. 이런 기술이 적용되는 서비스로는 우리가 최근에 접하게 되는 Fiber to the Home(FTTH) 혹은 Fiber to the Office(FTTO) 등이다. 이런 배선을 기반으로 하여 복수의 사용자 정보를 전달하기 위한 망구조 및 방식에 대한 연구에 초점이 주어지고 있다. 현재 연구되고 있는 방식으로는 WDMA(Wavelength Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access) 및 CDMA(Code Division Multiple Access) 등이 있다. 여기서 TDMA나 CDMA는 한 time slot 또는 한 chip time단위로 망의 노드가 동기화 되어야 하므로 현재 관심도가 낮은 상태이고 WDMA에 연구가 집중되어 있다. 제 3세대 망에 관련된 연구활동으로는 LLN(Linear Lightwave Network)을 들 수 있다. 이 망에서는 WDM 채널을 사용하고 메쉬구조이다. 이 통신망은 수 천 km의 지역까지 연결될 수 있으며 약 100,000개의 노드까지를 수용하려는 목표를 가지고 있다. 이 통신망의 노드는 선형결합/분리기가 있어서 광 신호의 선형동작망으로 통신망이 운용된다. 회선 교환 방식을 사용하고 여러개의 채널이 특정한 규칙이 없이 결합되기 때문에 라우팅이 복잡한 문제가 있다. Photonic Broadcast Highway Ring는 일본의 Fujitsu Lab에서 연구되고 있는 제 3세대 통신망으로 광 신호를 직접처리하는 노드들로 구성되어 있다. B-ISDN을 위하여 고안되었으며 광 가입자 망으로서 또는 LAN으로서 사용이 가능하다. 지금까지 언급된 기술들이 유선통신에 관련된 내용인데 반하여 각종 정보기기 및 단말기의 이용증가에 따라 통신선로 및 관련설비

의 확장과 단기의 이동에 따른 많은 비용증가 등의 이유와 특히, 기존 유선 LAN의 문제점인 선로 유지 보수, 증설, 단말장비 이전 등의 어려움을 해소하기 위하여 무선 LAN에 대한 필요성이 증대되고 있다. 무선 LAN은 스펙트럼 확산 방식의 사용으로 보안성이 우수하고, 케이블을 사용하지 않으므로 신뢰성과 경제성도 양호하다. 그러나, 주파수 할당과 유선 LAN과의 호환성 등의 기술적 과제가 남아있다. IEEE 802.11 위원회에서 표준화 작업을 시작으로 모토로라사와 NCR사가 무선 LAN 제품을 선보이면서 급격한 발전을 가져왔으며, 현재 단말기와 LAN 간의 액세스 케이블 부분을 무선으로 대체하는 제품이 주종을 이루고 있다. 무선 LAN은 생산성 향상을 위해 실시간 정보가 필요한 곳, 동선케이블 설치가 곤란한 곳, 또는 생산라인이 수시로 변경되는 곳 등에 응용될 수 있다. 이상에서 고속통신의 필요성과 고속통신망의 진화해온 과정을 간략하게 살펴보았다. 현재까지 개발되었거나 앞으로 개발될 관련 기술들에 대하여 기술적으로 좀더 자세히 알아보고 국제적인 연구동향에 대하여 아울러 고찰하고자 한다.

II. 고속데이터 통신망 개요

2.1 LAN의 발전추세

현재 근거리 통신망(LAN)의 대부분은 16Mbit/s의 저속으로 동작하고 있으며 일부에서 100Mbit/s 속도의 FDDI가 사용되고 있다. 고성능 워크스테이션의 보급확대에 따라 고속 LAN의 필요성이 증대되고 있으나 FDDI의 노드당 접속비용이 과다할뿐만 아니라 100Mbit/s의 대역폭도 망에 접속된 모든 노드들이 공유하여 사용하기에는 부족하므로 보급에 걸림돌이 되고 있다. 따라서 LAN은 대역폭의 증대, 멀티미디어 트래픽의 전달, 접속비용의 최소화의 세가지 방향으로 발전되고 있다.

접속비용을 줄이기 위하여 FDDI의 전송선로를 UTP(Unshielded Twisted Pair Cable) 또는 STP(Shielded Twisted Pair Cable)을 사용하는 ANSI에서 표준화되고 있다. 또한 FDDI보다 낮은 접속비용으로 100 Mbit/s의 대역폭을 가지는 2종류의 고속 이더넷이 IEEE에서 표준화되고 있다.[1] 하나는 전송선로로서 2 또는 4 페어의 동선을 사용하여 허브에 접속되는 형태로 액세스 프로토콜은 기존의 CSMA/CD 방식을 사용하는 방식이다. 다른 하나는 앞의 구성과 동일하나 액세스 프로토콜로서 충돌이 없는 demand assign

emt 방식을 사용하여 우선순위 및 전달지연값을 제한할 수 있도록하여 멀티미디어 트래픽을 전달할 수 있는 100BASE-VG 방식이다. 이들은 FDDI의 1/4~1/5의 접속비용으로 동일한 대역폭을 얻을 수 있으므로 급후 많은 수요가 예상되고 있다. 그러나 이들 프로토콜은 전송거리의 한계로 인하여 기존 LAN의 Backbone 망으로는 부적합하며, backbone 망으로는 FDDI 및 ATM 기술을 적용한 ATM-LAN이 사용될 것으로 예상된다.

멀티미디어 트래픽을 수용하기 위하여 새로운 프로토콜의 표준화가 진행되고 있다. 기존의 FDDI의 프로토콜에 동기데이터를 수용하기 위하여 125usec 프레임에 링에 회전시키고 프레임내에 비동기데이터 및 등시성데이터를 실어 전달하는 FDDI-II의 표준화가 막바지 단계에 있다. 또한 IEEE 802.6에서는 DQDP의 PA(Pre-Arbitrated) 슬롯을 이용한 등시성 데이터 전달을 위한 프로토콜의 표준화가 진행되고 있다. 또한 ANSI X3T9.5에서는 FDDI 및 기존 컴퓨터 네트워크의 기간망으로 사용하기 위한 FFOI(FDDI Follows On LAN)의 표준화를 진행하고 있다. FFOI은 최대 2.4Gbit/s의 전송속도를 가지며 비동기 및 등시성 데이터를 수용하며 기존의 FDDI 및 SONET을 사용할 수 있어야 한다. 현재 일본의 슬롯링 프로토콜인 ATMR, 버퍼삽입링 프로토콜인 IBM의 Metaring, Metaring을 변형한 ASCOM의 Distributer가 제안되어 있다.[2] ISO/IEC JTCl SG6에서는 고속 LAN 프로토콜을 표준화하고 있으며 현재 일본의 ATMR과 한국의 HMR(High-Speed Multimedia Ring) 프로토콜이 제안되어 있다. 앞에서 언급한 여러 공유매체 방식의 고속액세스 프로토콜은 ATM기술을 기반으로한 switched ATM-LAN이 출현함에 따라 대역폭 및 접속비용의 경쟁력을 상실해가고 있는 실정이다. 즉 Switched ATM-LAN은 하나의 노드에게 100Mbit/s의 대역폭을 제공함에도 FDDI와 동일하거나 오히려 낮은 접속비용이 소요될것으로 예상될뿐만 아니라 ATM 기술을 이용한 멀티미디어 트래픽 수용을 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 멀티미디어 환경의 성숙과 함께 다양한 서비스의 통합에 따라 멀티캐스팅 및 방송서비스의 중요성이 증가되고 있으며 공유매체를 사용한 프로토콜은 이러한 서비스를 용이하게 수용할 수 있으므로 제한된 영역에서 경쟁력을 가질것으로 예상된다.

1) Switched ATM-LAN

ATM 스위치를 중심으로 스타형 구조를 가지는 Switched ATM-LAN은 ATM Forum을 주축으로 표준화가 진행되고 있으며 이미 30여개 회사가 관련제품을 선보이고 있다. ATM Forum은 1991년 10월에 ATM 제품 및 서비스의 개발 및 전개를 가속화하기 위하여 컴퓨터 및 통신에 관련된 회사들이 주축이 되어 설립되었다. 이들은 ATM의 연동 규격에 대한 신속한 의견 수렴 및 데모를 통한 산업체의 인식을 촉진하여 ATM제품 및 서비스의 이용을 가속화하기 위하여 노력하고 있다. 현재 ATM Forum에서는 ATM UNI Specification Ver 3.0, ATM B-ICI Specification Ver 1.0, ATM DXI Specification Ver 1.0의 규격이 완성되어 있다. ATM Forum의 UNI에서는 ITU-T UNI에서 제정된 155Mbit/s SDH외에 DS3, 100Mbit/s FDDI PMD, 155Mbit/s Fiber Channel PMD등이 표준화되어 기존에 컴퓨터간 통신을 위하여 사용된 여러 전송선로를 사용할 수 있도록 하였다. 수십개의 회사들이 ATM Forum의 UNI 규격을 따른 Switched ATM-LAN을 선보이고 있으며 93년 8월 미국 샌프란시스코에서 개최된 INTEROP'93에서 다양한 ATM 장비들을 전시하였으며 Fore Systems를 중심으로 한 15개의 회사들이 ATM 장비들을 접속하여 상호 연동시범을 보인 바 있다. Fore Systems의 ATM 스위치인 ASX-100은 100Mbps/140Mbps의 다중모드 콤파이버와 155Mbps의 SONET, 45Mbps의 DS-3 인터페이스를 제공한다. ATM 어댑터를 장착한 워크스테이션들이 100Mbps의 인터페이스를 통하여 ASX-100에 직접 접속되거나 New bridge ATM 스위치나 NEC ATM 스위치에 접속된다. ATM 스위치들은 100Mbps 또는 DS-3 인터페이스를 통하여 중앙의 ASX-100에 접속되었다. ATM 어댑터가 없는 워크스테이션들은 라우터에 접속되고 라우터들은 ATM DS-3 인터페이스를 가지는 ATM DSU를 통하여 ATM 스위치에 접속되었다. 또한 이 망은 DS-3를 통하여 WAN에 접속되었으며 다자간 화상회의 및 CNN 방송중계의 시연을 보여주었다.[3]

ATM switch를 이용한 LAN은 기존의 LAN에서 제공하는 비연결형 서비스를 제공하여야 할뿐만 아니라 연결형 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 또한 기존 LAN의 응용 프로토콜을 지원하기 위하여는 물리 및 MAC 계층만을 ATM으로 바꾸고 상위계층 및 망관리계층인 TCP/IP, SNMP를 그대로 수용할 수 있어야 한다.[4] ATM 스위치는 기본적으로 연결형으로 동작하므로 비연결형 트래픽 전달을 위한 방안 및 대역의 할당과 폭주 제어를 위한 트래픽 제어방법이 해

결되어야 한다. 이를 위하여 Fast connection 방법과 한번 설정된 연결을 망의 자원이 허용하는한 그대로 유지하여 연결설정 회수를 감소시키는 방안이 제안되고 있다. 트래픽제어를 위하여는 트래픽을 TCP/IP를 통하여 전달되는 트래픽은 Best effort class, 파일 전송과 같이 긴 버스트를 유발하는 트래픽은 Guaranteed burst class, 비디오와 같이 스트림형태의 트래픽은 Guaranteed Stream class로 지정하는 방안이 제안되고 있다.[5] Guaranteed stream class는 연결설정시 협상에 의하여 대역을 할당하며, Guaranteed burst class는 고속예약 프로토콜에 의하여 첨두치에 해당하는 대역폭을 동적으로 할당하며, Best effort class 트래픽은 망에 대역폭의 여유가 있을 경우에만 전달되는 형태를 취한다. ATM 스위치를 이용한 ATM-LAN의 구성을 그림 1에 나타내었다. ATM-LAN은 ATM카트를 장

착한 워크스테이션이 직접 ATM스위치에 접속되거나 기존의 LAN인터페이스를 통하여 ATM허브에 접속되고 허브가 ATM스위치에 접속되는 형태를 취할 수 있다. 또한 기존 LAN의 경우 라우터를 통하여 ATM스위치에 접속된다.

2) 고속 데이터 전송 프로토콜

Fiber Channel은 ANSI에서 표준화된 HIPPI(High-Performance Parallel Interface)의 거리, 지연, addressing 및 다중화의 제한을 극복하기 위하여 ANSI에서 새로 표준화된 프로토콜이다. HIPPI는 병렬 구리선을 사용하여 최대 25 미터의 전송거리와 800Mbit/s의 속도를 가지는 프로토콜로 컴퓨터와 주변기기, 근거리의 컴퓨터간의 데이터 전달을 위하여 제안되었다. Fiber Channel은 광파이버를 사용하여 전송거리를 10Km로 확장하여 컴퓨터와 주변장치뿐만 아니라 원거리의 컴퓨터간의 고속통신용으로 응용범위가 확대될 수 있다. Fiber Channel의 물리계층인 FC-0에서는 점대점 연결과 스위치 Fabric을 통한 다중연결의 2가지 토폴로지를 지원하고 있다. Fiber Channel은 물리계층(FC-0)와 8B/10B 코딩 및 클럭복구에 대하여 정의한 전송프로토콜(FC-1), 노드간 전송절차에 관련한 프로토콜을 정의한 신호프로토콜(FC-2), 각 포트의 공동적인 제어를 담당하는 FC-3, SCSI 및 IP와의 매핑 기능을 수행하는 FC-4로 구성된다. 대역폭의 보장 기능, 순서적인 전달의 보장, Acknowledge 및 흐름제어의 유무에 따라 4가지의 클래스의 동작을 정의하고 있다. 표 1에 Fiber Channel과 FDDI의 비교하였다.[6]

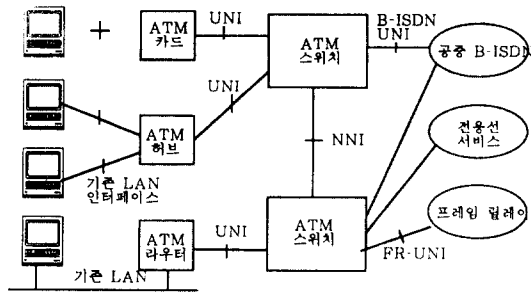


그림 1. ATM 스위치를 적용한 ATM-LAN의 구성

표 1. Fiber Channel과 FDDI의 비교

	Fiber Channel	FDDI
Topology	Switches	Dual rings
Media Rate	133, 266, 531 & 1063 Mbit/s	100Mbit/s
Aggregate Bandwidth	1064 × n Mbit/s	200Mbit/s
Multicast	Supported via server	Built in MAC
Maximum Nodes	16777216	500
Addressing	Locally assigned	IEEE universal
Max. Frame Size	2112 Bytes	4900 Bytes
Fairness	Enforced by Fabric	Performed by nodes
Priorities	None	8 Levels
Flow Control	End to end	None
Guaranteed Services	Class 1 dedicated connection	Synchronous services
Other Services	Acknowledged, Datagrams	Asynchronous services
Reconfiguration	Switch to another N-Port in node	Wrap Ring at fault

Link Error Detection	Required to Fabric, Optional from Fabric	Required on all links
Error Recovery	Some retransmission by sequence	No retransmission
Busy at Receiver	Frame retransmitted	Frame dropped
Multiplexing	By protocol types	By Protocol types
Transfer Control	Initiative held by one end	Full Duplex
Parameter Negotiation	Fabric and N-Port login	Link establishment and claim token

2.2 B-ISDN

1) 전달망(transport network : TN)

전달망은 B-ISDN의 근간이 되는 망으로 그 주된 기능은 가입자 데이터 및 가입자 신호 전달, 망운영과 유지보수기능으로 요약할 수 있다. 전달망은 고속의 트래픽 전달을 위하여 가상경로(VP) 단위의 교환기능을 가지는 B-DCS(Broadband Digital Cross Connect System)를 포함한 SDH 광전송망으로 하부구조를 구성한다. 셀단위의 가입자 신호의 전달을 위하여 가입자 신호망을 구성하며 기존의 광통신 신호망을 포함하여 기존 통신망과의 연동을 가능하게 한다. 또한 망의 운영관리, 유지보수 기능을 위한 운영관리망(TMN: Telecommunication Management Network)과 접속된다.

TN에 있어서 고효율, 고신뢰성, 유연성이 매우 중요하다. 셀단위 다중화는 비계층구조의 크로스커넥트(XC)를 가능하게 하여 망의 구조를 간단하게 할 수 있다. 또한 가상경로 개념은 유연한 경로 구성을 가능하게 하며 경로 설정과 경로 용량할당은 독립적으로 결정될 수 있으므로 도입단계에서는 용량에 대한 고려없이 가상 메쉬망을 구성할 수 있다. XC 시스템은 셀의 VP에 의하여 경로가 결정되는 수동서비스를 제공하므로 연결(connection)이 변화되어도 XC 제어메카니즘에서는 아무런 변화를 요구하지 않으므로 고신뢰망의 구성이 가능하다.

고속전송기술의 발달로 TN은 2.4Gbit/s의 SDH 전송로가 구성되고 있으며 이러한 전송속도를 직접지원할 수 있도록 2.4Gbit/s 속도의 ATM스위치로 구성된 크로스커넥트 교환기가 활발하게 개발되고 있다. 후지쯔에서는 2.4Gbit/s 링크속도를 가지는 공유버퍼방식의 2x2 스위치 16개를 조합하여 8x8 ATM 스위치를 구성하고 MUX를 사용하여 155M, 622M, 2.4Gbit/s의 전송속도를 지원하고 있다.[7] NEC 및 AT & T Bell 연구소에서도 8x8의 2.5Gbit/s의 프로토타입 크로스커넥트 시스템을 개발하였다. 이들은 모두 MUX/DEMUX를 이용하여 155M, 622M, 2.4G 속도의 SDH 인터페이스를 제공한다. AT&T의 시스템은

공유버퍼를 사용한 ATM스위치를 사용하였으며 셀분배망을 접속하여 최대 32x32까지 확장이 가능하도록 하였다.[8] NEC의 시스템은 공유버퍼를 사용한 출력버퍼형 스위치를 사용하였으며 MCM(Multi-Chip Module) 기술을 적용하여 고속의 스위치를 실현하였다.[9] 그림 2는 크로스커넥트 교환기의 구조를 나타낸다.

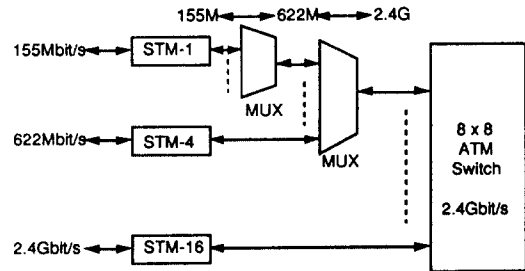


그림 2. 크로스커넥트 ATM 교환기 구조

또한 622M 또는 2.4G의 SDH 전송선로와 ADM(Add Drop Multiplexer)를 사용하여 TN을 구성하기도 한다. 특히 NTT와 후지쯔에서는 이러한 형태의 VP망을 TN뿐만 아니라 단국교환기와 다수의 가입자 태내

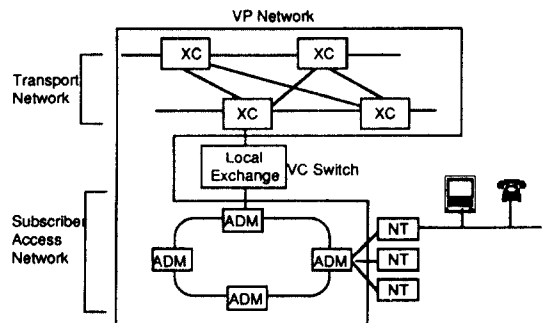


그림 3. 후지쯔의 B-ISDN 망구성 형태

공간을 연결하는 가입자 액세스망에도 적용하고 있다. 그러면 VC교환기능을 수행하는 단국교환기와 가입사택대망을 제외한 모든 전달계는 VP망으로 구성되어 전달계의 단순화 및 고속화에 적합하다.[10, 11]

2) ATM교환기술의 발전동향

B-ISDN 기술이 성숙되어 감에 따라 점차 기술 위주의 연구개발 형태에서 서비스 위주의 시스템개발이 이루어지고 있다. 기본적으로 ATM기술을 적용한 B-ISDN은 어떤 종류의 서비스 제공이 가능하나 이미 기존에 제공되고 있는 모든 서비스를 대체하기에는 아직 경쟁력이 열세에 있다. 초기의 광대역 서비스는 회선에플레이션 서비스, 연결형태이타 서비스, 비연결형태이타 서비스가 될것으로 예상되고 있다. 즉 회선에플레이션 서비스로는 중단간에 작은 전달지연면동을 필요로 하는 ATM 전용회선 또는 기존 전화망 또는 협대역 정보통신망의 국간전송 링크 제공, 비디오 신호 전달 서비스 등이, 연결형 데이터 서비스로는 프레임릴레이 서비스, X.25 서비스 등이, 비연결형 데이터 서비스로는 SMDS 또는 LAN 및 컴퓨터간 접속등이 경쟁력을 가지는 분야가 될것이다. 따라서 이상의 대부분의 서비스는 40Mbit/s 이하의 대역폭을 필요로 하므로 MUX를 통하여 DS-1 또는 DS-3급으로 속도를 맞추는뿐만 아니라 저가격의 인터페이스를 가입자에게 제공하려는 경향이 있다. 특히 이러한 경향은 사실 ATM망에서 활발히 이루어지고 있으며 ATM Forum에서는 DS-3 및 100M 멀티모드 파이버 인터페이스 규격을 제정하였으며 DS-1 인터페이스의 표준화도 논의중이다. 또한 공유메모리 또는 공유버스방식의 ATM 스위치를 구성하는 경향이 있다. 일반적으로 공유메모리 또는 공유버스방식이 VLSI화에 의한 소형화가 용이한 것으로 알려져 있으나 현재의 기술로는 공유메모리 방식은 20Gbit/s, 공유버스 방식은 40Gbit/s의 처리율이 한계인 것으로 알려져 있다. 그러나 20Gbit/s의 처리율도 128개의 155Mbit/s 링크를 수용할 수 있는 용량이므로 대부분의 응용에 적용할 수 있을뿐 아니라 다단접속에 의하여 대용량의 스위치를 구성할 수 있다. 따라서 가장 경제적으로 구성할 수 있는 공유메모리 방식의 스위치를 사용하며 소형으로 구성하기 위하여 155Mbit/s 보다 높은 링크 속도를 채용하는 경향이 있다. 즉 스위치의 속도를 2배 증가시킬경우 동일한 하드웨어량으로 2배의 처리율을 얻을 수 있으며 가입자에게 제공할 수 있는 최대대역폭이 증가되므로 응용범위를 넓힐 수 있다.

III. 고속 무선 LAN 기술

본 상에서는 최근 급속히 발전되고 있는 무선 LAN의 기술 및 개발동향, 프로토콜, 표준화 동향 및 상용 무선 LAN 제품에 대해서 기술한다.

일반적으로 무선 LAN의 구조는 기지국 사이가 유선으로 연결되고, 기지국과 단말기 사이의 연결은 무선통신으로 이루어지는데, 무선 액세스 방식을 캐리어의 연속성, 시간 혹은 주파수 축상의 분할 등에 따라 대별하면 FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access) 및 CDMA(Code Division Multiple Access)가 있다. FDMA는 주파수 축상에서, TDMA는 시간축상에서, CDMA는 코드에 의한 전력을 분할하여 사용하는데, 시간 분할에서는 동기신호 송출에 따른 손실, 주파수 분할에서는 필터 분할 손실, 코드 분할에서는 코드 상호간 간섭손실이 존재한다. 또한, 무선통신 전송방식으로는 스펙트럼 확산, 협대역 마이크로웨이브 및 직외선 등 3가지의 기술이 이용되고 있다. 스펙트럼 확산방식은 무선 LAN에 가장 많이 이용되고 있는 기술로서, 전송하는 신호의 주파수 대역폭을 확대하여 전송하고, 수신측에서 이를 원래의 협대역으로 바꾸으로써 잡음의 영향을 최대한 배제하는 전송방식이다. 통신채널을 공유하는 다수의 사용자들에게 서로 구별할 수 있는 신호특성 혹은 파라미터를 할당하여 동일한 채널을 동시에 사용할 수 있게하는 다중접근방식인 CDMA에 스펙트럼 확산기술이 응용된다. 전송 신호의 잡음 특성때문에 스펙트럼 확산방식은 최소한의 간섭으로 기존 라디오 주파수와 같은 대역을 사용할 수 있으며, 미국의 FCC(Federal Communication Commission)에서는 902~928MHz, 2.4~2.4835GHz, 5.725~5.85GHz의 ISM(Industrial Scientific and Medical) 대역에서 출력 1와트를 넘지 말아야 한다는 규제를 취하고 있는데, 이는 설치범위를 제한하여 인정한 영역내에서 보다 많은 이용자가 사용할 수 있도록 한 것이다. 스펙트럼 확산 기술을 사용하면 다른 사용자의 고의적인 간섭을 방지할 수 있고, 사용자에 게 스펙트럼을 적절히 할당하여 공유함으로써 다중접근이 가능하며, 다중경로에 의한 지연신호의 자체 방해를 방지할 수 있다.

협대역 마이크로웨이브 기술은 스펙트럼중 18.82~18.87GHz와 19.6~19.21GHz 대역을 사용하는데, 주파수가 높아서 빛과 같은 성질을 가지므로 물체에 의해 차단되기도 하고, 산란 및 반사되기도 한다. 또한 라디오 신호의 가장 큰 특징인 다중경로 문제에 의해

심박간 상호간섭이 생기게 되며, 신호의 세기에 따라 에러율이 급격히 증가하기도 한다. 협대역 마이크로웨이브 LAN의 성능은 스펙트럼 확산방식을 이용한 LAN의 성능에 비해 결코 뒤지지 않는 것으로 알려져 있으나, 이 방식의 LAN 제품은 FCC의 허가를 받아야만 한다. 적외선 신호는 대역폭이 풍부하며 라디오의 간섭을 받지않고, 적외선 소지는 소형 경량으로 가격이 저렴하다. 그러나, 적외선 LAN을 이용한 데이터 전송은 가시선이나 표면 반사로 제약이 따르며, 벽을 통과하지 못하여 벽으로 셀을 구성하면 이웃하는 셀간의 간섭을 배제할 수 있으므로 통신보안에 유리한 면도 있다. 또한, 송신기와 수신기 사이의 물체에 의해 통신에 장애를 받을 수 있고, 벽을 통과하지 못하기 때문에 운용범위가 좁은 단점도 있다. 이러한 전송방해와 작은 셀 크기에도 불구하고 면허가 필요없는 풍부한 대역폭 때문에 100Mbps 이상의 고속망을 구현할 수 있어 매우 유망하다. 이들 3가지의 전송방식을 요약 정리하면 표 2와 같다. 한편, 무선 LAN에서는 옥내 전화시 옥내 구조물 등의 반사파에 의한 다중경로 페이딩이 발생한다. 이를 개선하기 위한 기술로는 diversity 기법, 오류제이기법, 적응동화기법, 다중경로용 변조방식 등이 있다. Diversity 기법은 주파수, 공간, 시간, 각도 및 펄스 diversity 등이 있으며, 오류제이기법은 주로 FEC(Forward Error Correction)와 ARQ(Automatic Repeat Request) 방법을 사용한다. 다중경로용 변조방식은 복수의 캐리어를 이용하여 전송하는 다중캐리어 전송기법과 클럭의 위상변동을 개선한 변조방식 등이 검토되고 있다.

3.1 무선 LAN 프로토콜

무선 LAN은 유선 LAN과 마찬가지로 제한된 범위에서 이용되고 있으므로, 유선의 백본 LAN 혹은 공

중망과의 접속을 고려한 프로토콜이 요구된다. 또한 무선 LAN의 프로토콜은 유선 LAN과는 달리 오류율의 증대와 수신 신호레벨의 변동등 무선 특유의 문제를 해결할 필요가 있다. Pure-ALOHA는 각 스테이션이 비동기로 패킷을 송출하는 방식으로서, 송신 스테이션은 상대 스테이션의 ACK 신호를 기다리며 패킷을 랜덤한 지연시간 간격을 두어서 송출한다. 이후 ACK가 없으면 패킷을 재전송한다.

이 방식은 트래픽 증대에 따른 충돌확률이 크므로 처리율은 낮고 패킷 지연이 크지만, 시스템 구성이 간단하다. Slotted-ALOHA는 패킷을 송신하는 타임슬롯을 규정하는 ALOHA 방식으로서, 패킷의 부분적 충돌이 발생되지 않으므로 Pure-ALOHA보다 처리율이 좋다. 그러나, 슬롯의 기준 동기신호를 각 스테이션에 보내기 위한 중앙 스테이션이 필요하다. CSMA(Carrier Sense Multiple Access)는 패킷을 송출하기 전에 채널의 사용여부를 캐리어 검출에 의해 조사하여 검출되지 않으면 데이터를 송출하는 방식으로서, 충돌확률이 작아서 채널용량은 ALOHA 보다 크다. CSMA/CA(Collision Avoidance)는 캐리어를 대신한 랜덤 펄스열을 송출하고, 이것을 자신의 스테이션에서 감시하여 타 스테이션으로부터 캐리어의 송출여부를 판단하는 방식으로, 큰 수신레벨 변동이 존재하는 무선 LAN에 효과적이며, 완전한 대등분산의 시스템 구성이 가능하고, CSMA/CD 방식과 거의 유사한 프로토콜이므로 유선용 MAC 프로토콜을 구현하는 LSI를 사용 가능하여 시스템의 저가격화를 이룰 수 있다. 그러나, 유선 LAN에서 표준화되고 있는 레벨 검출방식과 비트 조합방식의 충돌 검출방식과 비교하여 충돌이 확률적이고, 처리율이 다소 낮으며 하드웨어 구성이 복잡하다. BTMA(Busy Tone Multiple Access)는 통신망의 중앙 스테이션에 각 스테이션과 별도의 협대

표 2. 무선 LAN 전송방식의 비교

항 목	스펙트럼 확산	협대역 마이크로웨이브	적 외 선
주 파 수	902 - 928 2.4 - 2.4835GHz 5.725 - 5.85GHz	18.825 - 19.205GHz	3×10E14Hz
최대 도달거리	105 - 800ft	40 - 130ft	30 - 80ft
전송 속도	9.6Kbps - 2Mbps	10 - 16Mbps	1 - 20Mbps
전송 전력	1W 이하	25mW	적용불가
통신 형태	n : n	1 : n	1 : 1 혹은 n : n
가시 거리	X	X	O
면 허	불필요(미국)	필요	불필요
보 안 성	양호	보통	양호
상용 제품	NCR사의 WaveLAN	모토롤라의 Altair	BCII의 InfraLAN

역 통신로를 설정해서 화중음을 송출함으로써 각 스테이션이 통신로의 사용여부를 판단하는 방식으로, 주파수 이용효율이 낮다. ISMA(Idle Signal Multiple Access)는 BTMA가 별개의 통신로를 이용하는데 반해, 동일한 통신로를 사용하여 채널이 사용될 경우에 짧은 idle 신호를 송출하는 방식으로, 송신 희망 스테이션은 idle 신호를 검출한 직후에 패킷을 송출한다. 중앙 스테이션은 idle 신호를 중지하고 패킷의 송신이 종료되면 다시 idle 신호를 송출하는데, 처리율은 CSMA와 유사하다. 한편, 유선 LAN 프로토콜의 호환성 정도에 의해 무선에 존재하는 특성을 고려하여 무선 LAN 프로토콜에 관한 독자적인 물리층과 MAC층의 표준화를 위해, IEEE 802.11 위원회에서는 2.4GHz대의 ISM 대역을 이용한 스펙트럼 확산방식에서 전송속도 2Mbps 정도를 실현하기 위한 단기목표와, 5GHz 이하의 70~140MHz의 대역을 새로 확보하여 전송속도 10Mbps 이상을 실현하기 위한 장기목표로 구분하여 검토하고 있다. 여기서 특징적인 것은 고정 혹은 이동 단말을 수용하는 것이며, multi-zone 구성에 대한 핸드오프(hand-off) 기능이 검토되고 있다. 핸드오프는 복수 zone 구성에서 이동 단말이동통신중에 인접한 무선 zone에 이동하여 통화 품질의 저하를 방지하기 위해 해당 zone의 통신 채널을 절제하는 기능으로서, 이동단말 이용자는 반경 수십미터인 하나의 무선 zone의 중심에서 무선 zone에 의해 수용되는 빌딩과 구내 전체를 서비스 지역으로 이용하는 것이 가능하다. 또한, 물리층의 검토가 다각도로 추진되고 있는데, 이들은 물리층을 단일방식으로 한정하는 것, MAC 층을 공통화하는 것, 물리층-MAC층 간의 인터페이스를 정의하는 것 등이다. MAC 층의 검토는 여러가지가 제안되고 있으며, 현재 유력한 것은 없다. 다만 네트워크 형태로 집중제어방식이 우세하나, 아직도 새로운 방식이 제안될 가능성이 있기 때문에 모두가 불투명하다.

3.2 무선 LAN의 개발 및 표준화

무선 LAN에 관한 표준화 작업은 1990년 11월 이후로 IEEE 802.11 위원회에서 추진하고 있는데, 패킷 음성용을 포함한 1~20Mbps까지의 비연결형 MAC 서비스를 전파에 의해 무선으로 제공하고, 구내에서 고정, 휴대형 및 이동체의 스테이션을 대상으로 하며, 대상 환경으로서 사무실, 상점, 공장, 병원, 공항 등을 고려하며, 서비스 범위를 확대시키기 위한 분배 시스템을 포함하여 임의의 스테이션간 통신을 공항 등을 고려

하며, 서비스 범위를 확대시키기 위한 분배 시스템을 포함하여 임의의 스테이션간 통신을 실현하며, 802.11/2/10의 모든 기능조건을 충족시키고, 패킷 패킷율이 4×10^6 이하로 하고, 단기적으로는 ISM 대역을 사용하며, 장기적으로는 새로운 주파수대 확보를 지향하는 것을 주요 내용으로 하고 있다. 미국에서는 전송속도 200Kbps~2Mbps, 900MHz대의 ISM 대역을 사용하는 스펙트럼 확산방식을 이용한 제품의 실용화되었고, 15Mbps, 18~19GHz의 협대역 마이크로웨이브를 이용한 고속의 무선 LAN 시스템이 곧 시판될 예정이다. 주요 제품으로는 모토롤라사의 Altair, NCR사의 WaveLAN, BICC사의 InfraLAN 등이 있다. Altair는 인터넷에 직접 접속시킨 CM(Control Module)과 단말기의 UM(User Module) 간을 무선화하여 협대역 마이크로웨이브로 전송하는 집중제어방식을 채택하고, LAN 단말기, 화일 서버, 주변기기 간의 고속 통신을 가능케하는 고속 무선 LAN이다. CM과 UM 간에는 18GHz 대의 전파를 이용하며, 주파수 대역은 10MHz, 신호 속도는 15Mbps, 처리율은 5.7Mbps로서 TDMA로 전송하며, 인터넷 LAN과 호환성을 유지한다. WaveLAN은 스펙트럼 확산기술로 무선 전송하는 분산제어방식을 가지며, 토큰링 및 인터넷과 호환성을 갖는다. WaveLAN은 무선기기가 구성된 네트워크 인터페이스 카드와 안테나로 구성되는데, 네트워크 인터페이스 카드는 PC, 워크스테이션, 서버, 프린터, 게이트웨이 등이 장착되고, 무선지향 안테나를 접속하게 된다. 사용주파수는 902~928MHz이고, 액세스 방식은 CSMA/CA를 이용하며, 데이터 속도는 2Mbps로서 토큰링의 4Mbps와 동등한 성능을 갖는다. BICC사의 InfraLAN은 토큰링 호환 LAN을 구현하기 위해서 적외선을 사용하고 있는데, 이는 실제로 토큰링보다 속도면에서 더 빠른 것으로 나타났다. 미국에서의 무선 LAN은 95년에 LAN 시장의 10%를 점유하여 약 200만 시스템으로 성장할 것으로 예측되고 있다. 유럽에서는 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에 의해 DECT(Digital European Cordless Telecommunications) LAN이 표준으로 발표되었으나, 이것은 최대 대역폭이 400Kbps로 작다. 이후에 CEPT(Conference of European Postal and Telecommunication) 산하의 ERO(European Radiocommunications Office)는 1.88~1.90GHz 범위를 DECT LAN에, 2.4~2.5GHz 범위는 스펙트럼 확산방식의 LAN에 할당하였다. 또한 HyperLAN이라는 유럽의 고속 무선 LAN을 위하여 5GHz와 17GHz 대역을 확보해 놓고

있는데, 10Mbps 이상의 처리율을 제공하며, 현재 개발 초기단계에 있다. 이밖에 ETSI에서는 94년도에 5GHz대에서 50MHz 폭의 스펙트럼 확산방식을 이용한 10Mbps의 고속 무선 LAN 시스템의 표준화를 계획하고 있다. 일본에서는 모터롤라사의 무선 LAN 제품판매를 계기로 우정성과 RCR(R&D Center for Radio System)이 중심이 되어 91년부터 무선 시스템의 규격작업을 착수하여 92년에 스펙트럼 확산방식의 무선 LAN 시스템과 협대역 마이크로웨이브 시스템의 기술적 조건을 검토하였다. 2000년도경 일본에서의 무선 LAN의 비중이 LAN 시장 전체의 20%에 이르는 등 무선 LAN의 단말수가 260만대로 추정되고 있다. 최근 국내에서는 체신부가 무선 LAN을 위한 주파수 사용대역으로 2.4GHz 및 5.7GHz 대역을 확정하고 세부사항을 검토하고 있는 것으로 알려졌다. 아직까지 우리나라의 무선 LAN 환경은 전파법에 의한 제약과 홍보 및 최종 사용자의 인식부족으로 인하여 그 활용에 많은 제약을 수반하고 있는데, 특히, 무선 주파수 사용대역이 군사용으로 묶여 있는 것이 아직도 많으며, 국내 기술력의 부족으로 자체 제품개발을 못하고 전량을 수입에 의존하다보니 다양한 제품이 부족한 상태이다. 무선 LAN의 사용이 확대되기 위해서는 기존 유선 LAN과의 호환성 유지, 보안기능 강화, 가격의 하락이 이루어져야 하며, 또한 무선 주파수에 대한 면허없이도 무선 LAN을 사용할 수 있어야 한다. 향후, 동일 빌딩내의 동일 주파수의 전파를 사용할 수 있는 무선 주파수의 효율적 이용 방법과 멀티미디어 및 B-ISDN 등에 대응하여 100Mbps 이상의 통신이 가능한 초고속, 초광대역 무선 LAN의 개발을 추진해야 할 것이다.

IV. WDM 기술

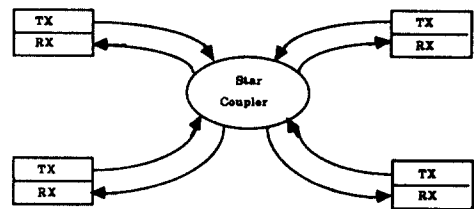
4.1 WDM 기술의 개요

단일모드 광섬유에서 저손실 영역은 30THz 정도이다. 이 저손실 영역을 이용하여 병렬 데이터를 동시에 전송하는 것이 WDM의 개념이다. 데이터 송, 수신을 효율적으로 수행하기 위하여 이용되는 장치로는 TT(Tunable Transmitter)와 TR(Tunable Receiver)가 있다. 전송신호를 중간에 직접 증폭시키기 위하여 광증폭장치가 이용되며 최근에는 PAC(Protection Against Collision) Switch가 개발되었다.

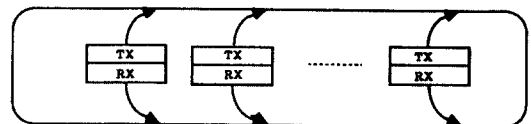
TT 및 TR을 적용하면 WDM 기술이 Circuit 및 Packet 스위치 또는 파장 라우팅에도 적용될 수 있다.

WDM망의 기본적인 구성을 보면 크게 3가지로 구별되며 그 구조는 다음 그림 4와 같다. 그림의 구조중 Star Coupler 구조는 많은 사용자들에게 방송방식에 의한 데이터의 전송이 가능한데 그 이유는 Star Coupler를 이용하여 분배기능을 수행하는데 전력의 소모가 없다는 것이다. 그러나 저렴한 광 증폭장치의 개발로 Bus 구조나 Tree 구조에도 관심이 점차 증대되고 있다.

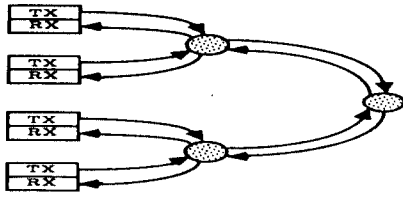
WDM 기술을 적용한 망은 크게 broadcast-and-select망과 파장라우팅 망으로 분류할 수 있으며 또 한편으로 단일홉망과 다중홉망으로 분류할 수 있다. 단일홉망에는 중간 노드가 없으므로 노드들 사이에 상당한 수의 동적인 관계설정이 요구된다. 즉 패킷전송시에는 송신노드의 한 송신기와 수신노드의 한 수신기는 한 패킷의 전송시간동안 같은 파장에 주파수를 설정(공진) 하여야 한다. 반면에 다중홉망인 경우 한 노드는 한 채널 혹은 그이상 몇 개의 채널에 할당되어 그 노드에 있는 송, 수신장치를 고정시킨다. 이런 고정된 할당은 망의 성능향상을 목적으로 많이 변경된다. 여기서 중간노드들의 기능은 광파 채널 사이에 데이터를 라우팅하는 것이다. 이런 다중홉망은 동작특성인 라이팅의 용이성과 성능특성인 평균패킷지연, 거치는 중간노드의 수 및 링크의 효율성에 따라 많은 다른 구조가 제안될 수 있다. 단일홉망의 장점중 하나는 통신프로토콜에 구애받지 않고 서로 관련된 노드 사이에 다른 노드에 영향을 주지않고 독립적인 프로토콜의 운용이 가능하다는 것이다.



(a) Star 구조



(b) Bus 구조



(c) Tree 구조

그림 4. WDM 망의 구조

4.2 각 국의 WDM 연구동향

현재 시험중인 각국의 WDM 시스템을 보면 다음과 같다.

1) RAINBOW(IBM)와 Columbia TeraNet은 영국의 BTRL(British Telecom Research Laboratory)에서 만든 시스템을 기본으로 한 FT-TT구조의 시스템이다.

2) LAMBDANET(Bellcore)는 Broadcasting Star 구조를 이용한 FT-FR 시스템이다.

3) Fiber-Optic Crossconnect(FOX)는 TT-FR 구조 시스템이다.

4) 기타 HYPASS 시스템은 FOX시스템의 발전형태로 TT-TR 구조이며 BHYPASS, STAR TRACK, Passive Photonic Loop(PPL) 시스템 등이 소개되었다.

사전 전송관계 설정방식과 비설정방식에 사용되는 프로토콜이 상당수 연구발표된 바 있다. 다른 부류의 Linear 버스 구조를 갖는 WDM 망으로서 AMTRAC를 들 수 있으며 TT-FR구조이고 또 다른 예로는 다중채널을 확률적으로 scheduling하는 방식으로 역시 TT-FR구조이고 확률적인 방법에 의하여 각 노드가 사용할 채널을 선정하는 방식이다.

V. 고속통신 표준화 관련

5.1 트랜스포트 프로토콜의 고성능화

최근 데이터 통신에 있어 두드러진 변화로는 전송 매체의 고속, 광대역화와 응용 서비스의 분산, 멀티미디어화를 생각할 수 있다. 즉, 광통신 기술의 발달로 낮은 전송손실과 넓은 대역폭을 제공하는 광섬유를 전송매체로 사용함으로써 Gbps급으로 데이터를 전송하는 것이 가능해졌고, 사용자 요구사항이 기존의 단순한 텍스트 데이터 전송 요구를 넘어서 분산 환경에서 텍스트 정보뿐만 아니라 실시간 음성 및 동화상 정보를 포함하는 멀티미디어 응용 서비스를 요구하

게 되었다. 이러한 사용자 요구사항은 앞서 설명한 바와 같이 수백 Mbps 이상의 고속 전송을 가능하게 하는 FDDI, DQDB, ATM 등과 같은 고속 액세스 프로토콜의 개발로 전송 증진의 문제가 어느정도 해결 가능하게 되었고, 응용 서비스에 있어서도 화상회의, 멀티미디어 분석처리 및 검색, 의료진단 서비스등과 같은 다양한 분산, 멀티미디어 응용 서비스가 개발되었다. 그러나 고속 액세스 프로토콜이 제공하는 고속 전송 능력을 응용 서비스에 제공해 주는 기능을 담당하는 중간계층 프로토콜인 트랜스포트 프로토콜의 경우 하위 액세스 프로토콜에 비해 충분히 고속화되지 못하여 결과적으로 프로토콜 처리의 병목현상을 일으키는 요인으로 지적되었다. 즉, 하위 통신망이 앞에서 언급한 FDDI, DQDB, ATM 등과 같은 고속 액세스 프로토콜을 사용하여 전송속도를 높인다 하더라도 이러한 액세스 프로토콜 위에서 동작하는 망계층 및 트랜스포트 계층의 프로토콜 성능이 낮으면 실제로 고속화의 효과가 없게 되어 응용 서비스가 사용할 수 있는 전송대역폭은 크게 개선되지 않는다. 현재 널리 사용되고 있는 대표적인 트랜스포트 프로토콜인 TCP나 OSI TP와 같은 프로토콜은 신뢰성이 낮은 데이터 전달망에서 비교적 저속 데이터 전송을 위해 설계되었기 때문에 복잡한 흐름제어, 에러검출 및 복구기능 등을 가지고 있어 프로토콜 처리의 고속화가 어렵다. 따라서 이러한 트랜스포트 계층의 병목현상을 개선하고 다양한 사용자 응용서비스 요구사항을 만족시키기 위해 트랜스포트 프로토콜의 성능향상을 위한 많은 연구가 현재 계속되고 있다. 트랜스포트 프로토콜의 성능 향상을 위한 연구로서 먼저 고속화를 들 수 있고, 다음으로 원격지의 다지침을 연결하는 화상회의와 같은 분산 멀티미디어 응용 서비스를 지원할 수 있도록 멀티캐스트, 실시간 전송, 동시성 데이터 전송 기능등을 갖춘 새로운 프로토콜을 개발하고자 하는 연구가 현재 활발히 진행되고 있다. 본 고에서는 먼저 기존 트랜스포트 프로토콜의 문제점을 분석해 보고, 고속화를 위해 연구되고 있는 프로토콜 특성개 연구개발 현황을 살펴봄, 분산 멀티미디어 응용 서비스를 지원하기 위한 프로토콜 기능과 표준화 움직임에 대해 개략적으로 간단히 살펴본다.

1) 기존 트랜스포트 프로토콜의 문제점

현재 널리 사용되고 있는 OSI TP나 TCP와 같은 기존 트랜스포트 프로토콜의 경우 첫번째 문제점으로 프로토콜이 복잡하여 프로토콜 처리의 고속화가 어

렵다는 것이다. 프로토콜 성능저하에 대한 주요 요인은 프로토콜 구현시 요구되는 타이머 관리, 인터럽트 처리, 버퍼관리 문제등이다. 기존의 트랜스포트 프로토콜은 신뢰성이 낮은 데이터 전달망에서 끝과 끝간 안전한 데이터 전송 서비스를 보장하기 위해 설계되었으므로 복잡한 흐름제어, 에러검출 및 교정기능 등이 요구되고, 이들 기능을 구현하기 위한 버퍼관리, 타이머 관리등이 필요하므로 결과적으로 프로토콜 처리의 고속화가 어렵게 된다. 두번째 문제점으로 프로토콜의 패킷 포맷을 생각할 수 있다. 패킷 영역을 효과적으로 사용하기 위해서는 가변적인 패킷크기 적용이 좋으나, 이 경우 수신측에서 프로토콜 처리시간이 많이 소요되게 되며 고속화를 위해 VLSI화 하는데 부적합하다. 셋째로 윈도우 크기의 제한을 들 수 있다. 대용량 데이터의 효율적 전송을 위해서는 윈도우 크기가 충분히 커야 하나 기존 프로토콜의 경우 윈도우 크기에 제한이 있어 대량 데이터 전송에 부적합한 면이 있다. 또한 기존 프로토콜의 경우 분산, 멀티미디어 응용 서비스를 효과적으로 지원하기 위한 기능이 부족하다. 멀티미디어 응용 서비스를 지원하기 위해서는 기본적으로 다자간의 멀티캐스트 기능이 요구되며, 데이터의 실시간 전송기능, 음성 및 동화상 정보등과 같은 등시성 트래픽 전송기능, 서로 다른 매체간의 전송 동기화 기능등과 같은 서비스가 요구되나 기존 프로토콜의 경우 이러한 기능이 제공되고 있지 않다.

2) 프로토콜 처리의 고속화

고속 프로토콜 설계에 있어 고려되고 있는 개념으로써 먼저 프로토콜의 단순화이다. 기존의 프로토콜 설계시에는 오류발생율이 높다는 가정하에 이를 보상위한 복잡한 기능을 준비하였지만, 새로운 프로토콜 설계에 있어서는 하위 전달매체의 전송 특성이 우수하여 오류 발생률이 적으므로 "Success oriented" 설계 개념에 따라 프로토콜 기능을 단순화하여 고속화를 가능하게 하자는 움직임이다. 다른 고속화 방안으로써 현재의 프로토콜 구조를 고속화가 가능하도록 구조적으로 변경시키는 것이 있다. 즉, 기존 OSI 계층 개념을 통합하여 계층간 프로토콜 인터페이스 부담을 줄이거나, 병렬처리가 가능하도록 프로토콜 구조를 설계 구현하는 방안이 제시되고 있다. 그리고 또 다른 고속화 방안으로써 효과적인 프로토콜 구현기법을 도입하는 것이다. 실제 프로토콜 처리에 있어 많은 시간을 소요하는 것은 통신 프로토콜 머신 자체의

처리 시간 보다도 부수적인 타이머 관리, 메모리 액세스, 인터럽트 처리등에 있으며, 이들이 CPU에 큰 부하를 주어 프로토콜 처리에 있어 성능저하를 야기시킨다. 효과적인 구현을 위해 고려되어야 할 주요 이슈로는 프로토콜 처리시 데이터 이동의 최소화, 적절한 내부 큐 및 버퍼관리 전략의 채택, 낮은 오버헤드를 갖는 처리구조의 설계, 운영체제 구조내에 프로토콜을 적절히 삽입하는 방안, VLSI등과 같은 하드웨어의 사용방안 등이 있다. 이러한 관점에서 현재 고속 프로토콜 설계 및 구현에 있어 고려되고 있는 프로토콜 기능들로 효율적 연결관리, 패킷형식의 고정화, 검사합을 헤더에 삽입, 흐름제어와 오류제어 기능의 분리, 선택적 재전송 방식의 채택, 전송률 제어에 근거한 흐름제어, 타이머의 최소화등을 들 수 있다. 또한 효과적인 구현 방안으로써 프로토콜 처리를 위한 전용 어댑터 보드를 구현하여 OS로 부터 프로토콜 기능을 분리시키거나 VLSI화 하는 방안, 또는 병렬구조로 프로토콜을 구현하는등의 방법이 강구되고 있다. 지금까지 수행되어 온 트랜스포트 계층에서의 연구동향을 살펴보면 크게 두가지 방향으로 나누어져 추진되어 왔는데, 그 하나는 프로토콜을 구현하는데 있어서 병렬구조를 갖도록 하거나 VLSI 기술을 적용함으로써 기존 프로토콜의 성능향상을 꾀하는 방법이고, 다른 하나는 고속 처리가 가능한 새로운 구조를 갖는 프로토콜을 설계하는 방식이다. 기존 프로토콜의 구현기법에 의한 성능향상을 꾀하는 연구로써 Protocol Engine에 의해 고성능 트랜스포트 프로토콜인 XTP를 VLSI화 하려는 노력이 있었으나 최근 실패하였다. 그리고 스탠포드 대학에서는 NAB(Network Adapter Board)와 같은 고속 Adapter Board를 개발하였으며, IBM 등에서는 트랜스퓨터를 사용하여 LLC 프로토콜을 구현한 연구가 있었다. 새로운 구조 및 기능을 갖는 대표적인 트랜스포트 프로토콜 개발 연구로써는 스탠포드 대학의 VMTP(Versatile Message Transfer Protocol), 실리콘 그래픽스의 XTP(eXpress Transfer Protocol), 로렌스 리브모어 센터의 Delta-t, MIT의 NETBLE(Network Block Transfer Protocol)등을 들 수 있다.

3) 멀티미디어 통신을 위한 트랜스포트 프로토콜

앞에서 언급한 고속통신 프로토콜들은 이들 대부분이 트랜스포트 계층의 고속화를 위한 성능향상에 초점을 두어 개발되었으므로 다양한 형태의 멀티미디어 응용 서비스를 지원하기에는 다소 부족한면이 있다고 지적되고 있다. 즉, 기존에는 데이터의 고속전

중국의 자살의 원인이다. 최근 다양한 멀티미디어 응용이 가능해지면서 이를 효과적으로 지원할 수 있는 새로운 고성능 멀티미디어 통신 프로토콜을 요구하게 되었다. 고속화 기능외에 멀티미디어 통신을 위해 요구되는 프로토콜 기능은 다음과 같다. 먼저 멀티미디어 서비스를 트래픽 특성용 기준으로 구분해 보면, 음성이나 실시간 비디오와 같이 일정시간 내에 처리를 요구하는 동시성(Isochronous) 서비스, 신호 및 제어정보와 같이 낮은 전송지연 및 고속처리를 필요로 하는 우선순위(Priority) 서비스, Audio-Visual 서비스와 같이 혼합된 미디어간의 동기화 필요인 동기성(Synchronous) 서비스, 화상회의에 같이 동기화 필요 없는 비동기성(Asynchronous) 서비스 등으로 구분할 수 있으므로 멀티미디어 통신 프로토콜 설계시 이러한 다양한 서비스를 지원하기 위한 프로토콜 기능 체계가 요구된다. 또한 서비스 특성을 살펴보면 ITU에서는 서비스 형태를 크게 양방향 서비스와 배급형 서비스로 나누고 있다. 양방향 서비스는 양방향으로 데이터의 전송이 가능한 서비스로 데이터의 전송속과 수신속이 동시에 존재하는 대화형 서비스, 후에 데이터를 검색하기 위해서는 메시지를 전달하는 메시지형 서비스, 그리고 상대방 데이터베이스로 부터 데이터를 검색하는 검색형 서비스로 분류된다. 배급형 서비스는 반대방향의 채널을 갖지않는 단방향 서비스로써, 전송되는 데이터를 받기만 하는 사용자 수신형 서비스와 전송되어 오는 데이터를 선택하여 수신하는 사용자 수신 선택형 서비스로 분류된다. 여기서 사용자 수신형 서비스는 방송 서비스라고 부르기도 한다. 이외에 망관리등을 위해 데이터를 수집하는 수집형 서비스 형태도 존재한다. 이와 같은 다양한 서비스 형태를 지원하기 위해서는 트랜스포트 계층에서 1:1, 1:N(멀티캐스트), N:1(멀티 콜렉트), N:N(멀티 피어), 1:All(방송)등의 다양한 연결기능을 지원할 필요가 있다. 또 다른 주요 기능으로써 다양한 형태의 복합된 미디어들간의 동기를 확립시킬 수 있는 방안이 필요하다. 즉, 데이터, 음성, 영상정보등이 동시에 전달되게 되므로 이들 미디어간의 입출동기 문제등을 해결하기 위한 동기기능이 필수적으로 지원되어야 하며, 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

5.2 고속, 멀티미디어 통신을 위한 하위계층 프로토콜 표준화

OSI 참조모델에 따른 하위계층 프로토콜의 국제표준화를 추진하고 있는 표준화 기구로 JTCl/SC6와

ITU-T/SG7이 있다. 그동안 이 두 표준화 회의체를 통해 많은 OSI 프로토콜 표준이 개발되어 왔으나 이들은 일반적으로 저속 데이터통신을 위한 프로토콜이었다. 그러나 컴퓨터와 통신기술의 발달로 최근 급속히 등장하기 시작한 분산 환경에서의 멀티미디어 응용을 지원할 수 있도록 기존 OSI 하위계층 프로토콜을 개선하거나 새로운 프로토콜을 개발하기 위한 일련의 표준화 작업이 현재 JTCl/SC6와 ITU-T/SC7에서 시작되었다. 특히 JTCl/SC6내에서는 ECFE(Enhanced Communication Functions and Facilities)라는 이름으로 다양한 분산 멀티미디어 응용 서비스를 지원할 수 있는 새로운 OSI 하위계층 프로토콜 전반에 대한 표준화 작업을 활발히 추진하고 있다. ECFE 문체가 SC6에서 논의되기 시작하면서 제일 먼저 ECFE에 대한 정의 및 작업범위, 작업방법 등에 대한 지침을 기술하는 문서인 ECFE Guideline 문서가 작성되고 있다. 본 Guideline 문서에서는 ECFE 표준화의 절차를 4단계로 추진하도록 명시하고 있는데, 첫째 단계로는 분산, 멀티미디어 환경등의 하위계층에 대한 응용 요구사항이 무엇인지 정확히 파악하는 단계로 이러한 응용을 지원하기 위한 하위계층 프로토콜의 설계시 반영하기 위한 것이다. 두번째 단계는 기존 OSI 하위계층 프로토콜을 이용하여 첫번째 단계에서 파악된 응용 요구사항이 만족될 수 있는지 검토하는 단계이다. 세번째 단계는 기존 프로토콜이 그대로 사용될 수 없다면 약간의 개선으로 응용 요구사항이 지원 가능한지 여부를 검토하는 단계이다. 마지막으로 네번째 단계는 기존 프로토콜로는 응용 요구사항을 만족시켜 줄 수 없으므로, 분산 멀티미디어 환경에 적합한 새로운 서비스 및 프로토콜을 표준화하는 단계이다. 이러한 기본 표준화 절차를 정해놓고 SC6 내에서 표준화 작업이 진행되고 있기는 하지만 각 나라의 이해관계가 복잡하게 얽혀있고, ECFE Guideline문서 자체에 대한 기고분이 충분히 제출되지 않고 있어 Guideline 문서에 따른 표준화 추진계획에 차질이 생기게 되었고, 앞으로도 이러한 절차가 제대로 지켜지기는 어려울 것 같다. 최근의 SC6 회의에서는 ECFE Guideline 문서의 무용성이 대두되고 있으며, 이로인해 ECFE 표준화 작업 자체가 지연되고 있으므로, ECFE를 지원할 수 있는 각 계층별 서비스와 프로토콜에 대한 표준화 작업을 병렬로 진행시키고 있다. ECFE 이슈는 SC6내 WG1(데이터링크 계층), WG2(망계층), WG4(트랜스포트 계층)에서 함께 토의되고 있으나 현재로서는 WG4의 트랜스포트 프로토콜에 대

한 표준화 작업이 가장 활발하게 추진되고 있으며, WG2에서는 비접속형 및 접속형 망 서비스 상에 멀티캐스트 기능을 추진하는 방안에 대한 토의가 주로 이루어지고 있다. 트랜스포트 계층에서 이루어지고 있는 ECFE 작업으로는 먼저 기존 OSI TP에 멀티캐스트 기능을 추가하는 TP5(TP Class 5)가 있고, 새로운 프로토콜을 제안하는 움직임이 있다. TP5의 경우 서비스 정의는 어느정도 모양이 갖추어졌으나 충분한 검토가 계속되어야 하고, 프로토콜은 이제 겨우 초안 단계로 앞으로 상당한 논의가 계속될 것으로 생각된다. 현재 트랜스포트 계층에서의 ECFE 작업은 새로운 프로토콜을 제안하는 방향이 더욱 압도적으로 지지되고 있는 분위기이다. 그러나 기존 프로토콜과의 호환성을 요구하는 목소리가 높아서 기존 TP를 무시한 새로운 트랜스포트 프로토콜을 당장에 만들어내는 것은 어려울 것 같다. 이러한 분위기를 반영하여 지난 9월 서울에서 개최되었던 SC6 회의에서는 ECTS(Enhanced Communication Transport Service)라는 새로운 프로젝트가 회의 기간중 성립되었고, 에디터를 한국이 맡게되었다. ECTS는 기존의 OSI 트랜스포트 서비스에 우선 멀티캐스트 기능과 이와 관련된 QoS(Quality of Service)를 추가하기로 하였으며, 금년 6월에 개최된 핀랜드 회의에서 각국의 의견을 수렴하여 Fast Connect, ACL(Acknowledged Connectionless), RR(Request/Response), Graceful Release 서비스등과 같은 새로운 기능을 표준화 범위에 추가할지 여부를 결정하기로 하였다. 현재 SC6에서 트랜스포트 서비스 및 프로토콜에 대한 주요 기고문은 미국과 프랑스, 벨기에, 영국, 독일등이 있다. 이중 미국 XTP Forum을 중심으로 한 회사들은 고속 트랜스포트 프로토콜로 설계한 XTP를 국제표준으로 정하기 위해 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있으나, 처음 의도했던 대로 표준화 작업이 진행되지 않고 미국내에서도 제대로 의견 수렴이 되지않는등 이젠 뒤로 물러나는 분위기이다. 또한 유럽 국가들은 범유럽 프로젝트인 ESPRIT 프로젝트의 하나로 FDDI, DQDB, B-ISDN등과 같은 고속 전달 프로토콜 상에서 동작되는 고성능 트랜스포트 프로토콜을 개발중에 있으며, 이 중간 결과물을 SC6에 제안하여 적극적으로 표준화 활동에 참여하고 있다. 이밖에 영국은 멀티미디어 응용 서비스의 요구사항에 대한 분석결과를 중심으로 기고문을 제출하고 있으며, 프랑스에서도 자체적으로 설계한 ETS(Enhanced Transport Service)를 제안하여 적극적으로 표준화 작업에 참여하고 있다. 망 계층에서는 현재 주

로 기존 프로토콜에 멀티캐스트 기능을 추가하는데 중점을 두고 있다. SC6내에서는 비접속형 프로토콜들에 멀티캐스팅 기능을 추가하는 작업이 이루어져 경로배정 프로토콜을 제외한 나머지 부분에서 어느정도 개선방안이 완료되는 단계이다. 또한 접속형 프로토콜에서의 멀티캐스팅 기능 추가는 ITU-TS/SG7에서 이루어져 X.6 권고초안을 개발하였다. 데이터 연결계층에서는 기존 HDLC 프로토콜을 개선하는 HSDLCP와 IBM이 설계한 CSRDLCP 프로토콜이 현재 검토되고 있으며, LLC Type 4 프로토콜이 역시 IEEE에서 제안되어 논의되고 있다. 또한 ATM-LAN 프로토콜이 논의되고 있는데 현재 일본 NTT가 제안한 ATMR(ATM Ring) 프로토콜이 논의되고 있으며, 한국에서도 HMR(Highspeed Multimedia Ring)이라는 이름의 프로토콜을 ATM-LAN 프로토콜 후보로 제안하여 현재 경쟁을 벌이고 있다. SC6에서 논의되고 있는 이러한 ECFE 이슈는 이제 막 그 논의가 시작된 단계로 지금까지 소개한 내용 외에 앞으로 많은 프로토콜 후보들이 제안되고, 더욱 구체적인 토의가 계속될 것으로 예상된다. 현재 SC6에서 ECFE 관련하여 논의되고 있는 주요 내용을 요약하면 멀티캐스트 프레임워크와 Taxonomy, QoS 프레임워크와 Enhanced QoS, ECTS 프로젝트의 표준화 범위를 들 수 있으며, 망계층에서의 멀티캐스트 기능 추가가 또한 이슈이므로 우리나라도 이에대한 적극적 참여가 요구된다.

VI. 해외 고속정보통신망 연구동향

21세기의 국가 또는 지역적인 고속통신망을 구성하기 위하여 각 국은 시험망을 구성하여 관련기술의 개발을 위하여 노력하고 있다. 이런 연구의 동향을 간단히 알아보면 다음과 같다.

미국 : High Performance Computing & Communication에서 주관하는 NREN(National Research and Education Network)으로 여기에 관련하여 각 지역적으로 구성된 망은 AURORA, BLANCA, CASA, NECTAR, VISTANET등이 있고 각 망에는 관련된 연구기관과 학교가 관련되어 연구를 추진하며 이들 개별 망사이를 접속하는 것이 최종적으로 추진되고 있다. 이외의 Gigabit Testbeds로서 MAGIC, ACTS, Industry-Lucky-net, BBN등의 프로젝트가 수행되고 있다.

유럽 : Ebone, Race, Esprit등 EC 각 국을 연결하는 초고속망의 구성을 추진중이며 이들 개별적인 연구는 유럽전체의 통합망 실현을 위한 RACE 프로젝트

트의 일환으로 추진되고 있다.

영국 : Super Janet

독일 : Berkorn

스웨덴 : Mult-G

일본 : 전국의 광전송망 구축과 정부 행정기관의 정보망 구축을 추진중임.

Ⅶ. 결 론

이상에서 현재 고속통신에 관련된 각종 기술 및 아에 대한 연구 동향에 관하여 비교적 간략히 포괄적으로 관찰하여 보았다. 현대 사회에서의 정보통신의 형태는 그 특징이 고속화와 통합화라고 말할 수 있다. 미국이나 일본, 특히 유럽에서 현재 추진중인 RACE 프로젝트를 보면 쉽게 이 통합화란 의미를 이해할 수 있다. 서비스의 통합화와 여러 망의 통합화가 동시에 추진되고 있으며 우리나라에서도 현재 추진중인 G7 프로젝트의 일환인 HAN/BISDN도 결국 이런 여러망의 통합화와 서비스의 통합화에 그 주된 목적이 있다. 본문에서는 또한 초고속 전달망을 실현하기 위한 기술로서 최근에 그 응용이 연구되고 있는 WDM 기술에 대하여 간략히 소개 하였고 무선통신 기술을 LAN에 적용한 고속 무선 LAN 기술에 대하여도 개략적인 소개와 연구동향에 대하여 언급하였다.

이런 기술적인 발전과 국제적인 연구동향을 볼 때 국내에서도 국가전체의 통신망을 고속화, 고신뢰화하기 위한 연구가 국가적인 차원에서 실시되어야 하며 이를 우선 연구, 시험망 수준의 고속통신망이 구성되어 통신망 구조 및 고속통신 프로토콜의 시험이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 유중호, 신병철, 최준균, FAST ETHERNET 프로토콜 100Mbit/s CSMA/CD and 100BASE-VG, 한국통신학회지 정보통신, 제 10권 12호, 91-102면, 1993년 12월.
2. A Review of High Performance Protocols for the FDDI Follows On LAN, EFOC/LAN'92, pp. 81-88, June 1992.
3. 네트워킹기술 실현의 장 INTEROP'93, 정보통신시대, 92-95면, 1993년 10월.
4. 차영욱의 5인, ATM 환경에서의 고속데이터통신 기술동향 및 발전전망, 한국통신학회지 정보통신,

- 제 10권 12호, 5-17면, 1993년 12월.
5. H. SUZUKI, A. IWATA, C. IKEDA and N. MORI, ATM 멀티미디어 LAN 아키텍처, 일본 전자정보통신학회논문지, B-1 Vol. J76-B-1, pp. 869-881, 1993년 11월.
6. K. B. Ocheltree, T. C. Tsai, R. Montalvo, A Comparison of Fiber Channel and 802 MAC Services, 1993 Local Network Conference, pp. 238-246, 1993.
7. K. Yamaguchi, K. Sakai, ATM Transport Systems Based on Flexible Non-Stop Architecture, GLOBECOM'93, pp. 1468-1475, Dec. 1993.
8. K. Y. Eng, M. A. Pashan, G. D. Martin, An ATM Cross-Connect System for Broadband Trials and Application, GLOBECOM'93 pp. 1454-1460, Dec. 1993.
9. T. Kurano, Y. Shirozu, K. Murakami, Gigabit ATM Cross-Connect System with STM-ATM Conversion Function, GLOBECOM'93 pp. 1461-1467, Dec. 1993.
10. ATM 링크시스템 기술개발, NTT R&D, No. 3 Vol. 42, pp. 331-342, 1993년 3월.
11. K. Yamaguchi, K. Sakai, J. Shiohama, S. Unagami, ATM Transport Systems Based on Flexible, Non-Stop Architecture, GLOBECOM'93, pp. 1468-1475, Dec. 1993.
12. Victor Hayes, "Standardization Efforts for Wireless LANs," IEEE Network Magazine, Vol.5, Nov. 1991.
13. Dale Buchholz, et al., "Wireless In-Building Network Architecture and Protocols," IEEE Network Magazine, Vol.5, Nov. 1991.
14. Hideaki HARUYMA, et al., "A Performance Evaluation of Random Pulse CSMA/CA for High-speed Wireless LAN," Jpn., Technical Report of IEICE, IN-92-68, Oct. 1992.
15. 김대영, "FDDI(Fiber Distributed Data Interface)," 텔레콤, 제7권 1호, pp. 9-37, 1991. 5.
16. 석정봉, "고속통신 매체접단 프로토콜," 텔레콤, 제7권1호, pp. 16-28, 1991. 5.
17. 이정태, "고속통신용 멀티미디어 프로토콜," 제 2회 고속통신망워크샵, 1992. 2.
18. 전병천, 송광석, 김영서, 김대영, "고속망 매체접단 프로토콜 비교연구," 한국정보과학회 추계학술발표회, 1991. 10.
19. A. S. Acampora, "Multichannel Multihop Local Lightwave Network," GLOBECOM'87 pp. 1459-1467, Nov. 1987.

20. B. Mukherjee, "WDM-Based Local Lightwave Networks Part I: Signle-HopSystems," IEEE Network, May. 1992.
21. B. Mukherjee, "WDM-Based Local Lightwave Networks Part II: Multihop Systems," IEEE Network, Jul. 1992.
22. M. J. Karol, M. G. Hluchyi, "Multihop Lightwave Networks: A New Approach to Achieve Terabit Capabilities," ICC'88, pp. 1478-1484, June. 1988.
23. Johna Till Johnson, "NREN: Turning the Clock Ahead on Tomorrow's Networks," Data Communications, Nov. 1992.
24. Daniel S. Stevenson and Julian G. Rosenman, "VISTAnet Gigabit Testbed," IEEE JSAC, Vol. 10 No. 9, Dec. 1992.
25. Research and technology development in advanced communications technologies in Europe, RACE 93, Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, 1993.
26. D.J. Wright, and M. To, "Telecommunication applications of the 1990s and their transport requirements," IEEE Network Magazine, Mar. 1990.
27. W.A. Doeringer. et al., "A Survey of Light-Weight Transport Protocols for High-Speed Networks," IEEE Trans. on Communications Vol.38, No.11, Nov. 1990.
28. M. Zitterbart, "High-Speed Transport Components," IEEE Network Magazine, Jan. 1991.
29. T.F. La Porta, et al., "Architectures, Features and Implementation of Highspeed Transport Protocols," IEEE NETWORK magazine, May 1991.
30. Z.Haas, "A Protocol Structure for High-Speed Communication over Broadband ISDN," IEEE Network Magazine, Jan. 1991.
31. Recommendations I.121, "Broadband aspects of ISDN," CCITT, 1988.
32. D.P.Anderson, G.Homsy, "A Continuous Media I/O Server and Its Synchronization Mechanism," IEEE Computer, October 1991.
33. G.Blair, G.Coulson, et al., "Towards New Transport services to support Distributed Multimedia Applications," 4th IEEE ComSoc Int'l Workshop on Multimedia Communications, Apr. 1992.
34. 김대영 외, "고속 멀티미디어 통신을 위한 OSI 하

위계층 프로토콜 특별강좌" 자료집, 정보산업표준원, 1993. 6.

35. 김대영, 강신각, "고속 멀티미디어 통신을 위한 OSI 하위계층 표준화," 정보과학회지, 제11권 4호, 1993. 8.
36. 김대영, 강선부, "망계층 서비스 및 프로토콜," 정보과학회지, 제11권 4호, 1993. 8.
37. JTC1/SC6, "Revised Scope and Purpose and Justification for ECTS Project," SC6 N8519, Sept. 1993.
38. JTC1/SC6, "SC6/WG4 Resolutions of Seoul Meeting," Sept. 1993.



김 대 영

- 1975년 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 (B.S.)
- 1977년 : KAIST 전기 및 전자공학과 (M.S.)
- 1983년 : KAIST 전기 및 전자공학과 (Ph.D.)
- 1978년 ~ 1981년 : 독일 RWTH Achen, UNI Hannover 공대연구원
- 1987년 ~ 1988년 : 미국 UC Davis 객원연구원
- 1983년 ~ 현재 : 충남대학교 정보통신공학과 교수