

특집기사

# 고속통신 프로토콜의 동향

이재용\*

❖ 목 차 ❖

- 1. 서 론
- 2. 고속통신 프로토콜의 구조
- 3. 하위 계층 프로토콜
- 4. 상위 계층 프로토콜
- 5. 결 론

## 1. 서 론

컴퓨터에서 처리되는 데이터는 음성과 상이한 특성(폭주적, 고속, 디지털 신호)을 가지고 있기 때문에, 통신망의 효율을 높이기 위해 1980년대 기존의 전화망과 다른 스위칭 기술인 패킷 스위칭 기술을 이용한 또 하나의 통신망인 컴퓨터 통신망을 통해 전송되어 왔다.

최근 디지털 기술의 발전과 더불어 반도체 기술, 광학 기술의 발전은 기존의 아날로그 데이터인 음성, TV화상 등의 신호를 디지털로 전송 가능하게 할 뿐 아니라, 영화와 같은 다량의 영상 정보를 레이저 디스크나 광 디스크에 저장시킬 수 있는 디지털 전송 대용량의 데이터 저장을 가능하게 하고 있다.

이러한 기술적인 발전(technology push)은 사용자의 편이성을 돕는 하나의 통신망을 통해 종합 정보 서비스를 제공하는 것을 가능하게 함으로써 원격 의료, 원격 강의, 다자간 화상 회의 등 새로운 서비스들을 창출해 내고 있다(market pull).

이처럼 저장 전송에 관련된 기술적인 발전과 새로운 서비스의 창출은 통신 프로토콜에 있어 아래와 같은 새로운 요구 사항을 요구하고 있다.

- 다양한 서비스의 수용

- 고속 전송
- 다자간 접속(multipoint)

다양한 서비스의 수용이란 하나의 통신망을 통해 <표 1>과 같이 서로 다른 트래픽 특성을 지닌 음성, 동 정지 화상, 실시간 신호, 기존의 컴퓨터 데이터를 처리하여야 하기 때문에 통신 프로토콜이 전송 속도, 지연, 에러 허용률 등의 서로 다른 요구 사항을 만족시켜 주어야 한다는 것이다.

<표 1> 멀티 미디어 트래픽의 특성

트래픽 특성	상용 전송 속도 (Mbps)	최대 지연 시간 (ms)	최대 지연 범위 (ms)	비중비드 에너지 효율	이용 패킷 에너지 효율
음성	0.064	250	10	$< 10^1$	$< 10^1$
동화상	2	500	5	$10^2$	$10^1$
비디오	200	250	10	$10^2$	$10^1$
압축 비디오	10	250	1	$10^2$	$10^2$
데이터(회선전송)	2 ~ 10	1	1	0	0
실시간 데이터	< 10	0.001-1		0	0

고속 전송은 하나의 통신 전송선을 통해 다양한 서비스를 제공하므로 이미지나 비디오같은 고속 전송을 만족시켜야 한다는 것이다. 또한, 앞서 언급한 바와 같이 많은 경우에 있어서 원격 강의, 다자간 회의와 같은 서비스가 1:1이 아닌 1:N 또는 서비스임을 볼 수 있듯이 다자간 접속을 요구하고 있다.

여기에서는 이처럼 새로운 서비스에 대한 기존 통신망의 문제점을 살펴보고, 이 문제점을 해결하기 위한 방안을 서브네트워크(통신망)와 사용자 노드(end system)에서 새로 개발되고 있는 통신

\*정 회 원 : 포항공대 전산과 교수

프로토콜들을 알아본다(여기에서는 프로토콜의 동작보다는 구조와 특징에 중점을 두고 설명한다).

먼저 2장에서는 기존 통신 구조의 문제점과 이 문제점을 해결하기 위한 연구들을 소개하고 3장에서는 하위 계층의 프로토콜, 4장에서는 상위 계층 프로토콜을 설명한 후, 결론을 5장에서 다룬다.

## 2. 고속 통신 프로토콜의 구조

### 2.1 고속 통신 프로토콜 구조의 필요성 및 요구 사항

기존의 통신 프로토콜 구조는 한 종류의 데이터 즉, 화일 전송과 같은 컴퓨터 데이터만을 위해 설계되었다. 따라서 통신 구조의 목표는 100% 신뢰성이 있는 데이터 전송을 목표로 한다. 그러나, 당시의 전송선은 큰 에러율을 갖기 때문에 링크와 링크간에서도 신뢰도있는 데이터 전송을 보장받지 못하였고 여러 네트워크를 지나, 원천 송신단에서 목표 송신단 사이에도 통신망에 속한 교환기의 불안정으로 신뢰도 있는 데이터 전송이 보장되지 못하였다. 따라서 통신 프로토콜의 많은 부분이 이러한 신뢰도를 높이기 위해 설계되었다. 이같은 통신 구조의 대표적인 예가 ISO에서 만든 개방형 시스템 기준 모델 OSI-RM(Open Systems Interconnection Reference Model)이고 Internet에서 많이 이용되는 TCP/IP가 중심이 되고 있는 Internet통신 구조이다. 앞서 언급된 바와 같이 새로운 서비스가 요구하는 것은 다양한 서비스의 수용, 고속 전송, 다자간 접속 등이기 때문에 한 종류의 데이터 처리를 위해 설계된 OSI-RM이나 Internet구조는 서비스를 보장하는 측면에서 적합하지 않고, 신뢰도있는 전송을 위해 너무 많은 데이터 처리 시간이 걸린다.

<표 2>는 기존 OSI-RM 각 계층의 주목적과 각 계층에 대응해서 새로운 서비스를 위해 수용되어야 할 새로운 목표를 보여 주고 있다.

이 표에서 보는 바와 같이 물리/데이터 연결층에서는 100Mbps이상의 고속 전송, 음성과 같은 동시성(isochronous traffic)신호를 처리하기 위한 낮은 지연과 지연의 변화가 보장되어야 하고, 지금

의 UTP나 coaxial cable보다도 오류율이 낮은 ( $10^{-9}$  이상) 미디어가 요구되고 있다. 망계층에서도 이의 대표적인 X.25프로토콜을 보면 error control, flow control 등 물리, 데이터 계층에서도 좀 더 신뢰도가 높아지면 수행이 되지 않아도 될 기능 등을 신뢰도를 높이기 위해 많은 시간을 소모하며 수행하고 있고, routing방법도 멀티미디어 서비스에는 적합하지 못하다. 더우기 1:N 또는 N:N의 통신을 위한 주소 체계가 확립되어 있지 않다.

<표 2> OSI-RM의 목적과 고속통신을 위한 수정사항

계층	계층의 목적	멀티미디어 서비스용 수정사항
응용	응용공용	멀티미디어 응용 지원 서비스
표현	데이터 표현	고속 전송의 용인
회시계층	목적지 host의 장애 대응	멀티미디어 장애 동기 덕아웃 등의 선택권리
수송계층	원천-목적지간의 신뢰도 있는 전송	multicast lastoctet 다입한 서비스 수용(error flow) 및 고속처리
망계층	망 접근	multicast fastconnect 동우익 routing 고정된 서비스 계층
데이터 연결계층	링크간의 신뢰도	고속 전송 저지연(전화)
물리계층	물리적 접속, bit 전송	서버리움

수송 계층은 현재 가장 문제가 되는 계층으로 목적지 시스템에서 데이터 처리를 위해 너무 많은 시간이 소모되고 있다. 그 예로 TCP/IP network를 10Mbps Ethernet에서 작동시키면 70% 이상의 속도가 떨어진 결과를 사용자 입장에서 경험하게 된다는 점이다. 이를 위해 다양한 서비스를 사용자에 따라 제공가능하게 되는 error, flow, rate, connection 등이 필요하게 되고, multicasting, QOS(Quality Of Service)의 조정 등도 필요하게 된다. 회기 계층과 표현 계층에서도 멀티미디어간의 동기 문제, 좀더 빠른 부호화/복호화 처리가 요구된다.

또한, 응용 계층에서는 원격 의료, 원격 강의, 원격 shopping 등 새로운 응용 서비스를 위한 API(Application Programming Interface)와 그룹 제어 등의 공통적인 통신 서비스가 새로이 요구된다.

### 2.2 고속 통신 구조

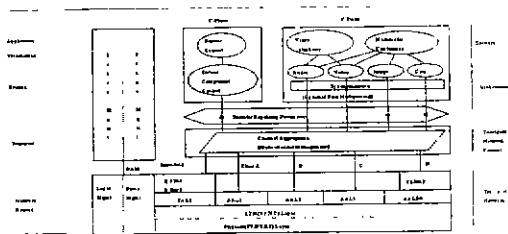
앞서 언급된 각 계층의 통신 요구 사항들을 만족

시키기 위해 제안되는 통신 구조에서는 기존의 통신 구조에서 프로토콜의 기능을 변형시켜 보자는 그룹과 7계층이 아닌 새로운 통신 구조를 설계하자는 그룹으로 크게 나눌 수 있다. 전자로는 ISO의 OSI-RM을 수정하자는 그룹과 독일의 BERKOM, HOPS등이 있다.

하지만, 각 계층의 프로토콜만을 새로 설계하는 것은 그 아래 계층의 가정이 달라지기 때문에 적합하지 않고, 또한 각 계층의 서비스 전달에서도 메모리 복사라는 overhead가 발생하기 때문에 7계층에 구애받는 통신 구조란 새로운 서비스인 멀티미디어 서비스를 제공하는 데는 적합하지 않다.

가) ITU-T의 B-ISDN 통신 구조

ITU-T/SG13에서 멀티미디어 서비스를 위해 제안된 프로토콜 구조는 그림 1과 같다.

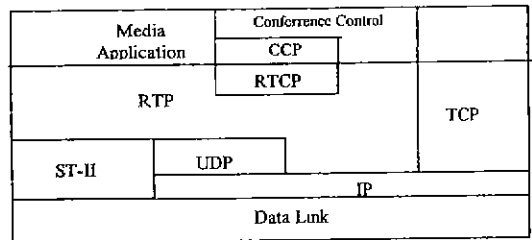


(그림 1) 멀티미디어 서비스를 위한 B-ISDN구조 모델

이 통신 구조 모델이 OSI-RM과 크게 다른 점은 우선 관리, 제어, 사용자 통신 채널을 데이터 채널과 달리 두어 다양한 서비스에 대해 다양한 관리와 제어를 한다는 점이다. 또 다른 점은 7계층으로 나누지 않고 크게 4계층인 수송망, 수송망 제어, orchestration, 응용 서비스층으로 나누어져 수송망은 단지 데이터의 수송만을 담당하고, 수송망 제어와 orchestration을 통해 하나의 멀티미디어 서비스에 대하여 단일 미디어의 통신 서비스 요소들의 조합과 요구되는 QOS에 적합한 수송 프로토콜과 망서비스를 선택하도록 되어 있다.

나) Internet 프로토콜 구조

TCP/IP를 근간으로 하는 Internet구조는 HANA망을 통해서 이미 널리 알려져 있다. 이 구조에서는 현재 많은 부분이 작동하고 있으므로 멀티미디어 서비스를 위한 프로토콜을 현재의 구조에 추가해서 병행적으로 동작시키는 방안을 채택하여 그림 2와 같이 ST-II, RTCP(Real Time Control Protocol), CCP(Conference Control Protocol)같은 프로토콜을 TCP, IP대신에 추가하고 있다.



(그림 2) Internet의 실시간 프로토콜 구조

이 구조는 현재 TCP에서 신뢰도있는 데이터 수송을 보장하고 IP에서 routing을 담당하고 있으나, 보장형 서비스와 멀티 캐스트를 위한 프로토콜이 ST-II라는 프로토콜로 추가되고 있고, RTP가 동기화, 지연시간의 보장, 실시간 처리등을 RTCP란 out-of-band 제어를 통해 수행하도록 하고 있다. 또한 응용계층에서는 CCP로 conference를 제어하는 프로토콜이 소개되고 있다.

다) 기타 통신 구조

이외에 기존의 통신 구조 개념에서 벗어나는 것은 독일의 BERKOM과 HOPS, 그리고 IBM에서 제안한 FCSS(Function-based Communicating Sub System)구조로, 이들은 특히 모두 수송 계층에 많은 역할을 부여하고 있다. 이들은 수송 계층에서 다양한 서비스를 제공하고 프로토콜 처리 속도를 높이기 위해 기존의 계층 단위가 아닌 프로토콜의 기능 단위로 사용자 서비스에 맞게 프로토콜을 재구성하고, 병렬성을 최대로 보장하는 구조를 갖고 있다.

### 3. 하위 계층 프로토콜

멀티미디어 서비스란 새로운 서비스를 수용하기 위한 하위 계층 프로토콜의 특징은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 즉, 링크를 연결시켜 주는 프로토콜 고속화의 망계층의 단순화이다. 링크 계층에서는 FCS(Fiber Channel Standard), HPPI(High Performance Parallel Interface), FDDI, Fast Ethernet, ATM LAN 등과 같이 100Mbps 이상의 고속 전송을 위한 fiber에 기초한 프로코들이 있고, 망계층에는 데이터의 오류등의 처리를 위한 기능을 삭제하여 단순한 프로토콜로 SMDS (Switched Multimega Data System), Frame Relay, ATM망 등이 있다.

#### 3.1 물리/데이터 연결층 프로토콜

##### 가) 전용선

이 계층에서는 먼저 가장 많이 사용되는 전용선이 있다. 이 전용선의 속도가 현재 수 십 Mbps급에서 T1(1.544Mbps), T3(44.736Mbps), SONET(51.84Mbps×n, n=1,2,3...) 등으로 전송 속도가 증가되고 있다.

##### 나) FCS(Fiber Channel Standard)

FCS는 ANSI X3T9.3에서 표준 작업을 수행하고 있고, 슈퍼 컴퓨터, 주 컴퓨터, 미니 컴퓨터 등과 이들의 주변 장치 사이의 고속 전송을 위한 프로토콜이다. 즉, SCSI, IPI, HPPI와 같이 주변 장치와 연결하는 프로토콜의 접속에서 2m~2km (10km는 선택)의 거리에서 100~800Mbps의 serial 속도를 제공하기 위한 프로토콜로 그림 3과 같은 구조와 기능을 갖는다.

##### 다) HIPPI(High Performance Parallel Interface)

HIPPI는 ANSI X3T9.3에서 표준화 프로토콜로서, 하나 또는 두개의 shielded copper medium cable에서 약 35m까지의 거리에서 point-to-point link간에 800또는 1600Mbps의 속도를 제

FC4	Device Interface	Link Aggr.	DPI3	SCSI	HPPI	802.2	others
FC3	Common Service	mapping 과 reduction					
FC2	frame 구조와 신호 프로토콜	1024/2112 bytes(의대)					
FC1	Character Encoding Scheme	8B/10B 로 bit sync 와 error correction					
FC0	물리계층종속부	Fiber 규격, 비제충용, 데이터 속도에 따라 광학적 제리미터와 커넥터 등의 (100,200,400,800 Mbps)					

(그림 3) FCS의 구조와 기능

공해 주는 프로토콜이다. 이 프로토콜은 이미 IBM, DEC, Amdahl 등에서 이미 제품을 내놓았고, fiber와의 접속 장치도 개발되고 있다. 이 프로토콜의 구조는 그림 4와 같다.

HIPPI-LE (Link Encapsulation of IEEE 802.2)	HIPPI-MI (Memory Interface)	HIPPI-DPI (mapping IPI-3 command sets)
HIPPI-FP (Framing Protocol)		
HIPPI-PLH (Physical Layer)		HIPPI-SC (Switch Control of Physical Layer Switches)

(그림 4) HIPPI의 구조

이 구조에서 보는 바와 같이 물리 접속 기능에서는 800Mbps 또는 1600Mbps의 반이중 점대점 연결을 정의한다. 교환 제어 기능은 source routing 및 목적지 주소를 이용한 물리 계층에서의 교환 기능 제어를 정의한다. HIPPI frame계층은 전송 데이터를 1024바이트 단위의 burst단위로 분할해 전송하는 frame처리 기능을 가진다. HIPPI상위 계층은 IEEE802.2 LLC PDU, 외부 기억 장치와의 접속 그리고 지능형 주변 접속 기기의 접속을 HIPPI와 연결을 시켜 주기 위한 매핑 기능을 수행한다.

##### 라) Fast Ethernet

Fast Ethernet은 지금까지 10Mbps급의 Ethernet으로는 앞으로의 멀티 미디어 서비스를 제공하는데 한계가 있기 때문에 전송 속도를 100Mbps로 늘리고 기존의 topology를 그대로 이용하지는 프로토콜이다. 현재 IEEE802.3의 부가 표준으로 고려되는 100Mbps CSMA/CD와 영국 HP에서 제안해 IEEE802.12에서 표준화 작업을 하고 있는 100Base-VG(Voice Grade)가 있다.

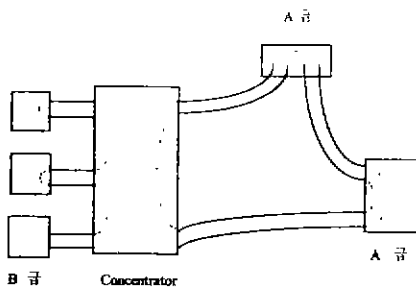
이들은 10Base-T CSMA/CD LAN과 같이 hub에 다수의 스테이션이 연결된 스타형 토폴로지

로 이루어져 있고 스테이션과 hub간에 최대 100m의 UTP(Bushielded Twisted Pari)로 100Mbps의 속도를 제공한다. 이중 100Bmps CSMA/CD는 기존 10Base-T CSMA/CD와 같은 MAC프로토콜을 이용하기 때문에 기존의 Ethernet과 호환성을 가진다. 기존의 Ethernet과 다른 점은 새로운 고속 Line code를 이용한다는 점과 PMA(Physical Media Attachment)에 100Mbps에 대응하는 새로운 방식을 이용한다는 점이다. 100Base-VG멀티 미디어 서비스에 적합하게 하기 위하여 기존의 방송형 방식인 Ethernet과 달리 round-robin방식의 demand asassignment MAC 프로토콜을 사용한다. 따라서 전송된 패킷은 hub에서 방송되지 않고 목적지에만 중계되므로써 망의 효율과 보안성을 향상시킨다는 장점이 있다. 하지만, 현재의 10Base-T와 호환성이 없다는 단점을 가지고 있다.

마) FDDI, II, FO(Folow On)

FDDI(Fiber Distributed Data Interface)는 ANSI X3T3.9에서 FDDI- I는 이미 표준화 완료했고 FDDI- II와 FO가 표준화 진행중이다.

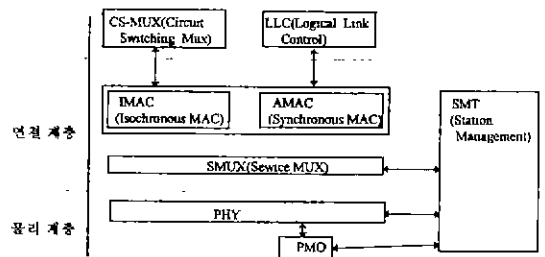
이 프로토콜은 그림 5와 같이 A, B급의 스테이션이 이중링으로 연결되어 링의 신뢰도를 높히고 토큰 링과 비슷한 timed token rotation protocol을 이용한다. 이 프로토콜은 스테이션간 최대 2km, 전체 길이 100km에서 500개의 스테이션이 100Mbps의 속도로 전송 가능하게 한다.



(그림 5) FDDI의 연결 구조

FDDI- I는 동기성과 비동기성을 가진 트래픽의 서비스를 위해 설계되었으나 FDDI- II는 설계되어

16개의 WBC(wide band channel)을 미리 할당하여 동기성 트래픽도 지원하고 있다. 그림 6은 이와 같은 FDDI- II의 구조를 보여주고 있다. FDDI- I, II, LAN의 백본 역할을 목표로 설계하고 있다.

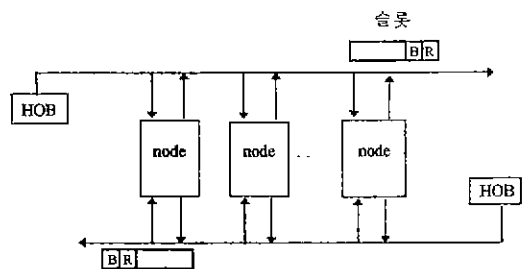


(그림 6) FDDI- II의 구조

바) DQDB(Distributed Queue Dual Bus)

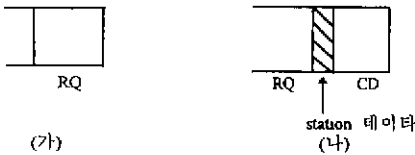
DQDB도 FDDI와 같이 LAN들을 연동시켜 주는 MAN(Metropolitan Area Network)을 위한 프로토콜로 IEEE802.6에서 표준화되었다.

DQDB는 이중버스 구조를 갖고 버스 양끝에는 Head of Bus가 PA(Pre-Arbitrated) 또는 QA(Queued Arbitrated) 슬롯을 생성하며 각 station은 Distributed Queue예약 방식을 이용하여 슬롯을 사용, 데이터를 전송한다. 이 구조는 그림 6에서 보여주고 있다. QA슬롯은 비연결형 및 연결형 데이터 서비스를 위해 이용되고 PA슬롯은 음성, 영상과 같은 동시성 서비스를 위해 이용된다. MAN 프로토콜로서, DQDB프로토콜은 ATM의 셀 크기와 같은 53octet크기의 슬롯을 이용하기 때문에 장거리 통신망인 B-ISDN과 접속이 용이하다는 장점을 갖고 있다.



(그림 6) DQDB의 이중 버스 구조

그림 7은 QA에서 분산 큐의 동작을 보여준다. 각 노드는 RQ(Request)와 CD(Count Down) 계수기를 가진다.



(그림 7) 한 노드에서 본 분산 큐

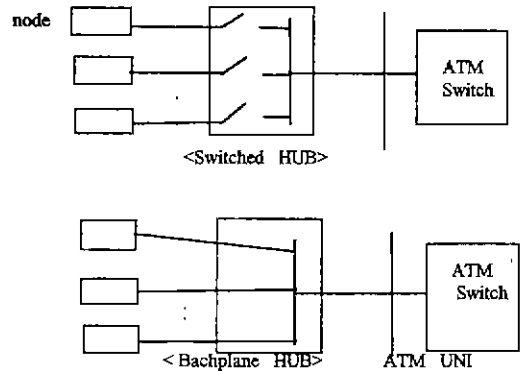
여기서 그림 7 (가)는 그 노드에 전송할 데이터가 없는 경우, 자기 노드보다 아래쪽에 데이터의 전송 요청 수를 RQ계수기로 보여주고 있다. 어떤 노드에 전송할 데이터가 생기면 RQ계수기로 보여주고 있다. 어떤 노드에 전송할 데이터가 생기면 RQ계수기는 CD계수기로 복사된다. (그림 7) (나)에서 RQ계수기는 자기 데이터 이후의 전송 요구, CD는 데이터 생성 전의 요구 수를 보여준다. 따라서 어떤 노드에서 데이터를 전송하기 위해서는 CD=0를 만족하여야 한다.

PA슬롯은 Busy비트와 슬롯형 비트 모두가 '1'이 된 슬롯을 말한다. 하나의 PA슬롯은 HOB가 주기적으로 생성하고, 여러 노드가 한 슬롯 내의 Payload를 공유한다. 즉, 각 슬롯이 마치 여러 채널을 갖는 것처럼 동작하고, 이 채널은 관리 계층에 의해 미리 각 노드에 할당되고, 이 슬롯 VCI (Virtual Channel Identifier)가 이를 구분지어 준다. DQDB의 물리 계층은 ANSIDS3(44.736Mbps), CCITT G.703(34.386Mbps, 139.264Mbps) 및 G707-9(155.52Mbps)의 전송 속도를 갖는다.

사) ATM LAN

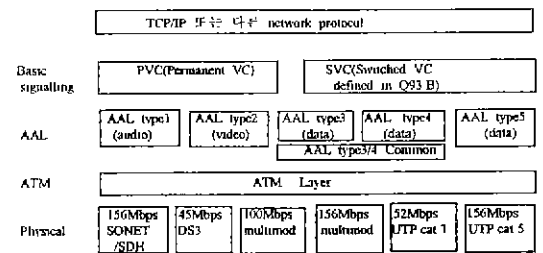
ATM기술이 LAN에 접속될 수 있는 가장 큰 이유는 ATM의 개발이 속도나 망의 구조와 관계 없이 전송망으로써 개발되었고 ATM이 다양한 서비스의 전송을 위해 개발되었다는 점이라 할 수 있다. 따라서, ATM방식을 적용할 때 가장 먼저 고

려할 점은 망의 토폴로지와 토폴로지에 따른 매체에 접근할 방식을 찾아내는 방법이다. 현재, 이 방법은 링과 스타 형태의 접근 방법으로, 링의 접근 방법은 ISO/IEC JTC/SC6에서 일본이 제안한 ATM-R과 한국에서 제안한 HMR을 대상으로 표준화 작업중이고 스타형은 크게 두 가지로 Hub 방식과 미국 산업체 주도의 ATM Forum에서 제안되고 있는 Switched LAN방식으로 볼 수 있다. 그림 8은 이러한 접근 방식 중 Hub이용 방법과 Switched방식을 보여주고 있다.



(그림 8) ATM LAN 접근 방식

그림 9는 이러한 Hub의 ATM Forum에서 정의한 통신 구조 규격을 보여주고 있다.



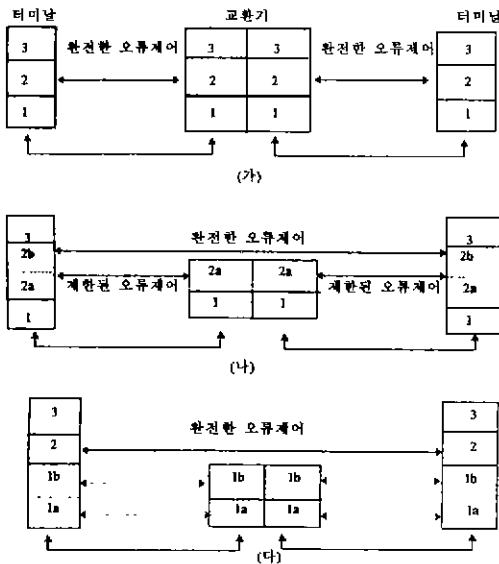
(그림 9) ATM Forum에서 정의한 ATM-LAN 규격

3.2 망계층

망 계층의 대표적인 프로토콜로인 X.25는 저품

질의 링크를 가정했기 때문에 복잡한 프로토콜 처리를 다룬다. 이러한 점은 무엇보다도 새로운 멀티미디어 서비스의 요구사항을 만족하지 못한다. 더욱이, 3.1절에서 본 바와 같이 광섬유에 기초한 안정된 링크로 구성되는 물리, 데이터 연결층의 프로토콜 때문에 망 계층에서 오류 처리와 같은 복잡한 처리를 다루지 않아도 된다.

그림 10은 이와 같은 망의 발전 방향을 오류 처리라는 측면에서 보여주고 있다.



(가) 링크마다의 완전한 오류 제어  
 (나) FR에서의 제한된 오류 제어  
 (다) ATM에서의 Cell 교환  
 (그림 10) 망의 진화 방향

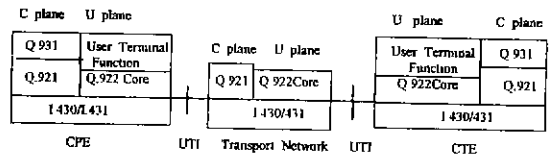
이 그림에서 보는 바와 같이 링크가 안정됨에 따라 망의 역할은 X.25에서처럼 링크간의 완전한 오류 제어에서, Frame Relay와 같은 제한 오류 제어에서 ATM과 같이 망에서 단지 전송만을 담당하고 오류 제어는 원천, 목적지 노드에서 해주는 구조를 택하게 되는 것을 볼 수 있다.

가) Frame Relay

Frame Relay는 1988년 I.122 권고안에 의해 새

로운 패킷 전송 방법으로 소개된 것으로 기존 패킷 전송 기능의 효율성을 높이기 위해 데이터 연결층에 프레임 단위의 다중화를 제공하고, 에러 제어 및 흐름 제어의 기능을 종단간에 맡기므로 전송 링크의 최대 전송 속도를 그대로 유지하는 특징을 갖는다. 이 구조는 그림 11에서 보여 준다.

프레임 릴레이는 두 개의 분리된 평면을 갖는데, C Plane에서는 연결의 설정과 해제, U Plane은 가입자 사이의 전송을 책임진다. 여기서 Q.922는 LAPB를 보충시킨 것으로 Q.922의 Core만이 데이터 전송을 위해 이용되고 이 계층에서는 이러한 프레임 릴레이는 LAN브릿지, 라우터, T1 멀티플렉서 등의 제품에서 구현된다.



(그림 11) 프레임 릴레이의 구조

나) SMDS(Switched Multi-megabit Data Service)

SMDS는 비연결형 데이터 서비스를 제공하기 위해 BellCore에서 고안된 것으로서 이의 기본적 개념은 앞으로 나올 ATM과 연동을 고려해서 Cell Relay라는 스위칭 기술을 이용하고 IEEE 802.6에 근거하여 설계되었다. SMDS의 SNI(Subscriber Network Interface)는 IEEE 802.6을 따르며, SMDS사용자는 전용 SNI를 통해 서비스를 접근할 수 있다. SIP(SMDS Interface Protocol)는 가입자가 SNI를 통해 SMDS네트워크를 접근하는 방법을 정의한다. 이 프로토콜은 SIP 1,2,3으로 구성되는데, SIP level 3은 액세스 등급부터 과잉 밀집 관리, 손실 PDU의 검출, 과금 기능 등을 담당하고 level 2는 level 3의 프레임을 802.6을 통해 셀로 분할하며 매체 접근 제어, 셀 중재, 비트 오류 검출 등의 기능을 수행하고 level 1은 물리적 링크 제어 기능을 제공한다. SMDS는 사용자의 요구에

따라 여러 가지 access class를 제공(예:DS-3인 경우 4, 10, 16, 25, 34Mbps제공)한다.

다) ATM(Asynchronous Transfer Mode) 망 ATM망의 특징은 다음의 4가지로 요약될 수 있다.

- 링크간의 오류 제어나 흐름 제어를 하지 않으므로 처리 속도를 높인다.
- 연결형 모드로 동작하나 AAL(Application Adaptation Layer)에서 여러 가지 서비스 형태를 제공 가능케 한다.
- 머릿부의 기능을 줄여 프로토콜 처리 시간을 줄인다(머릿부 5octet).
- 적은 정보를 처리(cell의 크기는 53octet)함으로써 내부의 buffer크기를 줄이고 queueing 지연을 줄이므로 실시간 서비스에도 적용 가능케 한다.

이러한 특징을 가지는 ATM망은 ITU-R I-series분서로 표준화되어 있고 이의 구현을 위해 업체들로 구성된 ATM Forum이 활성화되고 있다. 이러한 ATM의 구조와 기능은 그림 12와 같다.

AAL	CS	Convergence Sublayer
	SAR	Segmentation And Reassembly
ATM		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generic Flow Control</li> <li>- Cell header generation / extraction</li> <li>- Cell VPI / VCI translation</li> <li>- Cell mux / demux</li> </ul>
PHY	TC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cell rate coupling</li> <li>- HEC header sequence gen / verification</li> <li>- Cell delineation</li> <li>- Transmission from adaptation</li> </ul>
	PM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bit timing</li> <li>- Physical medium</li> </ul>

(그림 12) ATM 계층과 기능

간단히 각 계층의 기능을 정리하면, 물리 계층에서는 cell단위 또는 SDH에 맞게 cell의 전송 속도를 정의해 주며 cell의 경계 구분, header의 에러 등을 찾는다. ATM계층에서는 교환기 간의 VPI, VCI를 해석하여 cell을 교환기마다 전달하고 cell의 header생성 및 추출, 흐름 제어, cell의 mux/

demux기능을 수행한다. AAL계층은 ATM에서 다양한 서비스를 제공하기 위해 5가지(AAL 1~5)의 서비스로 구분, 응용 서비스에 맞게 ATM을 적응시킨다.

#### 4. 상위 계층 프로토콜

고속 통신 프로토콜에서 물리, 데이터 연결, 망 계층의 주요 목적이 링크 속도를 최대로 유지하는 정보의 전달에 있다면, 상위 계층 프로토콜은 원천지와 목적지 간에서 사용자가 요구하는 다양한 서비스의 요구 사항을 만족시켜주기 위한 다양한 프로토콜을 제공하여 주어야 한다. 이러한 요구에 따라 고속 수송 프로토콜에서는 새로운 프로토콜의 설계와 OSI프로토콜의 향상이라는 두가지 측면에서 프로토콜들이 개발되고 있는 동시에 이들을 VLSI, 병렬 구조 다중 프로세서등을 이용하여 처리 속도를 높여보려는 연구도 활발히 진행되고 있다.

새로운 프로토콜로는 XTP, VMTP, NETBLT, Delta-T등이 있고 OSI프로토콜의 향상을 위한 프로토콜로는 TP++, TP5, HSTP, CIO제안 프로토콜 등이 있다. Orchestration계층에서는 멀티미디어 회의 시스템을 제공하기 위해 ITU의 TSS에서 F series권고안을 제안하고 있고 SG8에서는 T series권고안을 내고 있다. 또한 이러한 멀티미디어 간의 동기 문제도 다룬다.

#### 4.1 고속 수송 프로토콜

##### 가) XTP

XTP(eXpress Transport Protocol)은 망계층과 수송 계층을 하나로 통합하여 두 계층이 가진 기능의 서비스를 제공한다. 이 프로토콜은 VLSI 칩으로 구현될 것을 고려하고 설계되었으며, 완벽한 고속 수송 계층의 기능 제공을 목표로 한다.

XTP는 전통적인 흐름 전송 서비스(TCP와 다량(bulk) 데이터 전송)외에 실시간 데이터그램 전송 서비스도 제공한다. XTP는 선택적인 재전송 방법을 사용하고, 선택사항으로 재순서화(ressequencing)를 제공한다. 또한 다중 주소 지정



방식(multiple addressing scheme)을 사용하여 신뢰적인 multicast를 지원한다.

흐름 제어는 윈도우 흐름 제어와 전송률 제어(rate control)기법에 기반을 둔다. NETBLT의 전송률 흐름 제어와 달리 가변적인 버퍼 크기를 가진다. 그리고, 망의 트래픽 제어는 사용자나 망의 제한 조건에 따라 조정될 수 있다.

#### 나) VMTP

VMTP(virsatile message transaction protocol)는 요구/응답 상호 작용에 전적으로 의존하는 분산 시스템에 고성능 통신을 제공하기 위해 고안되어졌다. VMTP는 메세지 트랜잭션(message transaction)를 통해서 수송 통신을 제공하며, 메세지 처리는 송신단의 메세지 전송 요구와 수신단의 무응답 또는 한 메세지 응답으로 구성되어 있다. VMTP는 수송 계층에서 데이터그램 서비스를 제공하므로 연결 설정 및 해제가 필요없다. 또 VMTP는 상위 계층의 통신 행위를 용이하게 하기 위해 트랜잭션 교환을 사용한다. 트랜잭션 메세지의 3가지 종류는 그룹의 다른 사용자들에게 클라이언트가 메세지 트랜잭션을 원할 때 사용되는 그룹 메세지 transaction, (이 경우 client는 multiple응답을 받는다) 수신단으로부터 응답이 필요없는 데이터그램 transaction, 클라이언트에 의해 서버로 보내지는 forward-message transaction이 있다.

#### 다) NETBLT

NETBLT(network block-transfer protocol)은 고속, 대용량의 데이터 전송(high-throughput bulk data transfer)을 위해 고안되었다. NETBLT는 신뢰성없는 데이터그램 망 등에서 사용되며 지연 시간이 긴 링크에서 보다 효율적으로 동작한다. NETBLT의 연결은 수송 계층에서 다중화되고 에러 검출을 흐름 제어와 관계시키지 않기 위해 흐름과 에러 제어 기능을 분리시킨다. NETBLT에 사용되는 시퀀스 번호는 패킷을 기본 단위로 한다. 수신단은 버퍼의 크기와 전송률을 알

고 있기 때문에 버퍼를 채우는데 걸리는 시간을 결정할 수 있다. 그러므로 망내에서 손실된 패킷을 쉽게 검출해 낼 수 있다.

#### 라) Delta-T

Delta-T의 프로토콜은 스트림과 트랜잭션 위주의 통신을 지원하기 위해 설계된 것으로 비연결형 망 프로토콜(예를들면, ISO CLNP(ConnectionLess Network Protocol)위에서도 구현 가능하다. 이 프로토콜은 주로 연결 관리(connection management)에 중점을 두었다고 할 수 있다.

흐름 제어로는 sliding window방식이 쓰이며 bit단위로 흐름 제어와 에러 제어를 수행한다. check-sum을 사용하여 에러를 감지할 수도 있다. 재전송을 위해서는 ARQ(Automatic Repeat request)의 go-back-N방식을 사용해 에러 회복을 한다.

연결 제어는 타이머에 기초하여 이루어진다. 송신자는 연결에 대한 기록을 초기화한 후에 송신 타이머를 기동시키고 데이터 패킷을 전송한다. 데이터 패킷의 수신자는 연결에 대한 기록을 하고 수신 타이머를 기동시킨다. 연력은 송신 타이머가 끝나면 해제가 되며, 이러한 기법에서 단점은 광의 지연이나 패킷의 life-time을 고려하여 타이머의 시간을 잘 결정해야 하는 것이다.

#### 마) TP++

Bellcore에서 개발된 멀티미디어 응용(1Gbps)을 위한 고속 수송 프로토콜이다. 전송 데이터의 순서의 불일치(misordering), 다중 경로(multipath)를 가정한다. 또한 복잡성을 피하기 위해 여러 수송 계층의 연결을 다중화(multiplexing)하는 것은 제외시키고 설계되었다.

연결 관리(connection management)는 hand-shake방식에 비해 지연 시간이 작고 오버헤드가 작은 타이머에 의존하는 방식이고, 흐름 제어는 실질적으로 없다고 할 수 있고 가능하다면 network back-pressure를 사용한다. 에러 제어 방식은 흐름 제어로부터 분리되어 ARQ와 FEC(Forward

Error Correction)를 사용한다.

TP++는 단방향 연결(simplex connection)을 기본으로 사용한다. 양방향 및 multicast연결은 단방향 연결의 다중으로 사용하여 만들어진다. TP++는 ATM망 위에서 동작하는 것을 상당히 고려하였기 때문에 비트 에러율이 낮고 폭주(congestion)에 의한 패킷 손실이 있는 상황을 고려하였다.

바) TP5

ISO의 TP4의 변형으로서 실시간 데이터에 비해서는 흐름 제어나 에러 복구 등의 처리를 하지 않는다. 이러한 실시간 멀티미디어 데이터를 위해 특별히 RT(Real Time) TPDU를 정해서 전송을 한다. 이 실시간 데이터에 대한 전송 에러는 감지만 되고 숫자만 기록된다. 흐름 제어는 전송을 제어로 바뀌며 전송률에 대한 것은 연결 설정시 협상된다. TP5는 실시간 전송을 위한 전송과 동시에 보통의 데이터를 전송하는 기능을 갖고 있다.

사) HSTP

HSTP(High Speed Transport Protocol)은 기존의 XTP에 기초하여, XTP의 네트워크 기능을 배제하고, 시퀀스 범위를 32비트에서 64비트로 확장하는 등 수정을 한 것이다. HSTP는 VLSI구현에 의한 병렬 처리가 효율적으로 수행될 수 있도록 병렬적 구조를 가지도록 설계되었으며 흐름 제어 방식으로 윈도우 흐름 제어외에 전송률 제어(rate control)를 제공한다. 에러 제어를 위해 Go-Back-N과 Selective-Repeat기법을 사용한다. 수신단의 상태 정보를 알기 위해 송신부는 데이터 패킷이나 제어 패킷의 SREQ비트를 사용하여 응답 시기를 사용한다. HSTP는 비연결형 네트워크 서비스 위에서 동작하도록 설계되었고, ISO수송 프로토콜 서비스에 기초한 HSTS를 상위 계층에 제공한다.

아) OSI95

OSI95는 상위 계층 응용 서비스로부터 요구 사항 도출과 수송 계층의 프로토콜 및 서비스 설계를

병행하고 있으며 LOTOS를 이용한 FDT에 의하여 설계를 하고 있다. Enhanced QOS와 유연성있는 프로토콜 기능 구조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

자) RTP

RTP(rapid transport protocol)는 선택적으로 데이터그램 서비스를 제공하는 신뢰성있는 연결 지향 트랜스포트 프로토콜이다. RTP는 스트림 지향 서비스를 제공하고 신뢰성이 보장되지 않는 망에서 구현이 가능하다. RTP는 패킷 분리, 재조합, 시퀀스 검사, 재전송과 순번 전송을 행하고 수송 계층 연결의 다중화를 허용한다. RTP는 처음 패킷을 보냄으로써 종단간 연결을 설립하고 수신단에서 충분한 자원을 가지고 있다는 가정하에 송신단에서는 어떤 최대값의 버스트한 패킷을 전송할 수 있다. 이것은 빠른 연결 설정, 낮은 메세지 처리 시간을 위해서 들어오는 버스트한 데이터를 처리하기 위해 충분한 자원이 수신단에 있어야 한다. RTP는 신뢰성있는 다중 데이터 서비스를 제공하고 송신단에서 모든 수신단으로 패킷을 전송하고 각각의 수신단에서 메세지를 받을 수 있다.

<표 3> Aspect of lightweight Protocols

Protocol	Signaling	Connection Establishment	Connection Termination	Connection Parameter	Multiplexing
Delta-T	in band	implicit	timer based	U	Yes
NETBLT	in band	2-way	2-way	S,U	Yes
TP4	in band	3-way	2-way	S,U	Yes
TCP	in band	3-way	3-way	S,U	Yes
VMTP	in band	implicit	implicit	S,U,M	Yes
XTP	in band	3-way	3-way	S,U,M	Yes

<표 4> Aspect of Lightweight Protocol

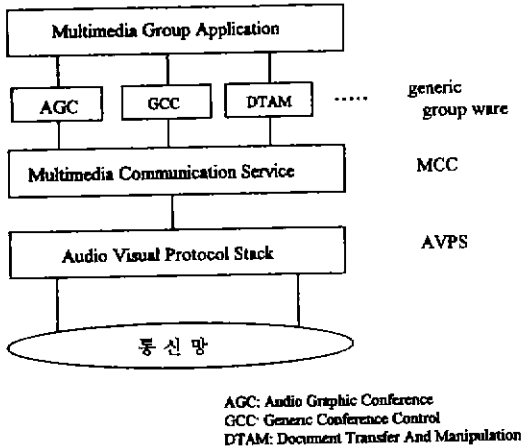
Protocol	Acknowledgement Scheme	Flow Control	Flow Control Technique	Error Reporting	Error Handling
Delta-T	Sender dependent	End to end	Adaptive window	NACK	Go-back-n
NETBLT	Sender dependent	End to end	Cumulative window or rate control	Selective reject	SR
TP4	receiver independent*	End to end	Adaptive window	Not available	PAR
TCP	Sender dependent	End to end or implicit access control	Adaptive window	Not available	PAR
VMTP	Sender dependent	Implicit access control	Rate control with interpacket gap	Selective reject	SR
XTP	Explicitly indicated by sender	Explicit access control	Adaptive window	Selective reject	SR, Go-back-n

4.2 Orchestration계층

가) 그룹웨어

멀티미디어 응용을 위해 필요한 그룹웨어의 구조

는 그림 13과 같이 볼 수 있다.



(그림 13) 그룹 웨어를 위한 통신 프로파일

MCS는 상호 작용하는 멀티미디어 회의 응용 서비스를 지원하기 위한 프로토콜로 다양한 통신망을 통해 다수의 사용자간의 양방향 통신 서비스를 제공하는데, 현재 TSS SG8의 T.122(서비스 정의) T.124(프로토콜 사양) 권고안에 정의되어 있다.

DTAM은 ITU T.435 권고안에서 규정하고 있는 문서 내부의 내용을 조작하기 위한 통신 프로토콜이다. 이 프로토콜은 ODA(Open Document Architecture), SGML(Standard Generalized Marking Language), MHEG(Multimedia Hypermedia Information Coding Expert Group) 등과 같이 구조화된 정보의 조작에 적합하도록 설계되어 있다.

나) 동기

멀티미디어를 서로 다른 지연 시간과 특성을 갖는 연결을 통해 전달할 때 통신 경로의 지연, 손실, 부호화, 복호화 등은 미디어간에 초기에 주어진 시간 관계를 목적지에서는 예측하지 못하게 되어 미디어간의 동기 문제가 발생하게 된다. 이 문제는 현재 동기 정보를 동기 마크를 이용할 것인가 아니면 하나의 독립적인 동기 채널을 이용할 것인가 하는 동기 정보의 전송 문제가 있고, 미디어간

에 동기 정보를 어떻게 처리할 것인가하는 문제가 많이 연구되고 있는 실정으로 앞으로 고속 통신망에서 해결해야 될 문제 중의 하나이다.

5. 결 론

Fiberoptics의 기술에 기반을 둔 통신망의 하위 계층의 안정된 전송, 고속 전성과 같은 대용량의 저장을 가능하게 하는 CD-ROM과 같은 기술과 더불어 다양한 서비스를 이용하고자 하는 사용자의 요구 사항은 기존의 7계층에 의존하던 통신 구조를 서비스에 적응이 되는 통신 구조로 바꾸어 놓고 있다. 이러한 변화에 따라 ITU에서 B-ISDN의 통신망 구조로 제안하는 통신 구조와 같이 서비스에 맞는 통신 요소를 구성하며 서비스에 적응해 나가는 새로운 통신 구조가 출현되고 있다. 또한 이에 따라 고속의 전송을 담당하는 하위 계층 프로토콜과 이들의 안정성에 기초한 서브네트워크 프로토콜들이 개발되고 있다. 이러한 프로토콜의 개발을 위해서 현재 많은 testbed가 구현되어 이들 프로토콜의 개발, 시험등을 다루고 있다.

앞으로의 문제점은 이러한 고속 프로토콜의 개발과, 기존의 통신망을 이들과 연동시키는 진화 모형 등의 개발이 시급한 문제들이라 볼 수 있다.

참 고 문 헌

1. Charles E. Catlett, "In Search of Gigabit Applications", IEEE Communication Magazine, April 1992, pp. 42-51.
2. M. Niel Ranson and Dan R. Spears, "Applications of Public Gigabit Networks", IEEE Networks, March 1992, pp.30-40.
3. David J. Wright and Michael To, "Telecommunication Applications of the 1990s and their Transport Requirements", IEEE Network Magazine, March 1990, pp. 34-40.
4. Imrich Chlamtac and William R. Franta, "Rationale, Directions, and Issues Surrounding High Speed Networks", Proceed-

- ings of the IEEE, Vol.78, No.1, January 1990, p.94-120.
5. Brian E. Carpenter, Lawrence H. Landweber, and Roman Tirler, "Where are we with Gigabits?", IEEE Networks, March 1992, pp.10-13.
  6. "Gigabit Newtork Testbeds", IEEE Computer, September 1990, pp.77-80.
  7. Zymunt Haas, "A Communication Architecture for High-Speed Networking"
  8. Martina Zitterbart, Burkhard Stiller, and Ahmed Tantawy, "A Model for Flexible High-Performance Communication Subsystems", Computer Science, 2/25/92, pp.1-22.
  9. Thomas F. La Porta and Mischa Schwartz, "Architectures, Features, and Implementation of High-Speed Transport Protocols", IEEE Network Magazine, May 1991, pp.14-22.
  10. Martina Zitterbart, "High-Speed Transport Components", IEEE Network Magazine, January 1991, pp.54-63.
  11. Willibald A. Doeringer, Doug Dykeman, Matthias Kaiserswerth, Bernd Werner Meister, Harry Rudin, Robin Williamson, "A Survey of Light Transport Procotols for High-Speed Networks", IEEE Transcations on Communications, Vol.38, No.11, November 1990, pp.2025-2039.
  12. Robert M. Sanders and Alfred C. Weaver, "The Xpress Transfer Protocol(XTP)-a tutorial" Greg Chesson, "The Evoluuton of XTP"
  13. 이 재용, 김 성천, "고속 멀티 미디어 통신을 위한 수송 계층 표준화 현황과 전망", 정보 과학회지 1993년 8월.
  14. Ralf Steinmetz, "Synchronization Properties in Multimedia Systems", IEEE Journal on Selected Areas in Commucations, Vol.8, No.3, April 1990, pp.401-412.
  15. Bogdan Materna, et. al, "Evolution from LAN & MAN Access Networks Towards the Intergrated ATM Network", Globecom89, 1989.
  16. Daniel Minoli, "Enterprise Network", Artech House, 1993.
  17. Recommendation I.374(revised), Framework Recommundation on "Network Capabilities to support Mulumedia services", ITU-T SG13, July 1993.
  18. M.Laubach, "Classical IP and ARP over ATM", RFC 1, IETF Network Working Group, 1993.
  19. R.G.Cole, "IP over ATM : A Frame Document", INTERNET-DRAFT, IP over ATM Working Group, June 1993.
  20. Zygmunt Haas, "A Protocol Structure for HS comm. over B-ISDN", IEEE Network Magazine, January, 1991.
  21. 연구 보고서, 음성/데이터/영상 HSLAN 개발에 관한 연구, 국방과학연구소, 1994년1월.
  22. G.G.Chesson, "Datakit Software Architecture", in Proc.ICC, p.202-205, 1979.
  23. G.G.Chesson, "Towards a Universal Data Transport System", IEEE J. Select. Areas Commun., vol.SAC-1, pp.803-816, 1983.
  24. A.G.Fraser and W.T.Marshall, "Data Transport in a Byte-stream Network", IEEE J.Select. Areas Commun., Vol.SAC-7, pp.1020-1033, September 1989.
  25. Protocol Engines, Inc., XTP Protocol Definition, Revised 3.4, July 17, 1989.
  26. D. Cheriton, "VMTP : A Protocol for the next Generation of Communication Systems", ACM SIGCOMM 1986 Symp., Stowe, VT, pp.406-415, Aug. 5-7, 1986.
  27. D. Cheriton, "Delta-T Protocol Specifica-

tion". Rep. UCID-12293, Lawrence Livermore Lab., 15, 1983.

28. R.W.Watson and S.A. Mamrak, " Gaining Efficiency in Transport Services by Appropriate Design and Implementation Choices", ACM Transaction Computer Systems, Vol.5, No.2, pp.97-120, May 1987.

29. D.Clark, M.Lambert and L.Zhang, " NETBLT : A Bulk Data Transfer Protocol", ISO Network WG. RFC-998, 1987.

30. "고속통신", 한국통신학회지 제11권2호, 1994년.

31. 윤 중화 외, "Fast Ethernet 프로토콜:100-Mbit/s CSMA/CD and 100BASE-VG" 한국통신학회지, 제10권, 제12호, Dec.1993.

32. T.McElgunn, "ANSI Fiber Distributed Data Interface(FDDI) Standards", Datapro Information Services Group, November 1991.

33. Carig Partridge, "Gigabit Networking", Addison-Wesley, October 1993.

34. S. Keshav, "Open Issues and Challenges in Providing Quality of Service Guarantees in High-Speed Networks", Computer Communication Review, Vol.23, No.1, January 1993.

35. L. Zhang, et al, "RSVP : A New Resource ReSerVation Protocol", IEEE Network Magazine, Vol.9, No.5, September 1993.



이 재 용

1977. 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
 1977-1982 국방과학 연구소 연구원  
 1982-1984 Iowa State University. 컴퓨터 공학 석사  
 1984-1987 Iowa State University. 컴퓨터 공학 박사  
 1987-현재 포항공과대학교 전자계산학과 부교수  
 관심분야 : High Speed/Multimedia Network Protocol Engineering  
 Network Management

◆ 튜토리얼 모집 안내 ◆

제2회 총회 및 추계 학술 대회(일시 : 10월 7일(금)~8일(토), 장소 : 성균관대 수원캠퍼스)에서의 튜토리얼에서 발표를 원하시는 회원(학회에 가입예정인 비회원)께서는 8월 31일까지 학회 사무국으로 문의하시기 바랍니다.