

LAN/MAN/WAN의 기술 및 발전동향

殷鍾官*, 尹鍾浩*, 金永翰**

(正 會 員)

韓國科學技術院*, 디지털情報通信研究所**

I. 서 론

최근의 반도체 기술과 컴퓨터 기술의 발전은 정보통신분야에 많은 영향을 주어 오늘날 통신을 컴퓨터와 분리해서 생각할 수 없게 되었다. 본래 통신은 음성을 전송하고 교환하기 위한 공중전화망에서 부터 시작되었으나 음성 이외에 데이터, 영상등 각종 정보의 교환을 위한 광범한 시스템으로 변화하고 있으며 그 모든 서비스를 종합한 종합정보통신망(ISDN)으로 진화되고 있다. 본 논문에서는 이들 여러 서비스중 데이터 서비스에 초점을 맞추어 최근 많이 등장되고 있는 LAN(local area network), MAN(metropolitan area network), WAN(wide area network)의 기술동향에 관해서 살펴보고자 한다.

Data 통신중 특히 컴퓨터 사이의 통신은 각종 기기 및 정보, 자원의 공유의 필요로부터 시작되어 1960년대말 미국내의 각 대학, 연구소등의 컴퓨터를 연결하고자 하여 구성된 ARPANET 이래 SNA, Telenet, Tymnet등의 wide area network으로 먼저 그 모습을 드러냈다. 한편 대학 구내나 회사내에 설치된 다양한 정보기기간의 정보교환을 고속으로 수행하기 위한 목적으로 구성된 근거리통신(LAN)은 1972년 Xerox사에서 발표한 Ethernet 이후 다양한 형태와 특성을 가진 통신망으로 발전해 가고 있다. 최근에는 이러한 LAN 기술은 단순한 data 뿐만 아니라 음성, 화상등의 다양한 정보를 수 만 가입자간에 공유할 수 있고, 그 지역적 거리를 보다 확장시킨 지역정보통신망(MAN)으로 발전하고 있다.

이러한 세가지 network의 기본적인 배경을 기초로 하여 II장에서는 LAN의 전송매체, 전송방법, 제어방식등에 따른 종류와 그 구조 및 표준화 동향등에 관해 고찰해 본다. 이어 III장에서는 새로이 부각되고 있는 MAN의 개념, 종류, 동향에 대해서, IV장에서는 WAN

의 초기형태부터 최근의 기술동향에 관해 살펴보고 V장에서 결론을 맺는다.

II. Local Area Network(LAN)

LAN은 다른 데이터 정보통신망과 구분하여 설명할 때 0.1~10km 정도의 지역내의 각종 정보처리 장치들을 서로 연결시켜 각종 자원을 서로 공유할 수 있게 하는 통신망이라 말할 수 있다. 그러나 기술의 발전은 LAN이 구별되어지는 거리의 개념을 점점 넓혀놓아 단지 근거리라는 단어만으로는 LAN을 정의하기 어렵게 하고 있다.

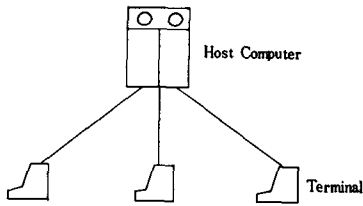
LAN은 지역적 특성외에 다른 통신망에 비해 빠른 전송속도(1Mbps 이상)를 갖는다. 또한 전송 매체는 장거리 통신망에 비해 낮은 error rate를 가지며 가격도 장거리 통신망에 비해 낮은 편이다. 그러므로 LAN에서는 전송선의 효율적 사용보다는 다양한 사용자 기기의 접속 및 효율적인 medium access 방식, network 응용의 편리성등이 주 관심분야가 된다. 이상의 특징 외에 LAN의 가장 중요한 성질중 하나는 network이 대개 한 조직에 소유되어 있다는 점이다. 즉 공중정보통신망이 국가에 소속되어 그 이용관리가 이루어지는 반면, LAN은 학교, 한 기업 또는 연구소에 의해 그 이용관리가 이루어진다.

이와 같은 LAN은 오늘날 각종 자동화에 그 기본 시스템으로 널리 사용되고 있다. 사무실내의 전자우편, 문서처리, 문서분배등의 사무자동화에, 학교나 연구소의 고속 프린터, 워드프로세서, 또는 응용 소프트웨어 등의 공유를 통한 연구활동의 자동화에, CAD/CAM 등의 공장 자동화에, 병원에서의 자료 활용 및 분배등 각종 분산시스템에 사용되며 새로운 이용 영역을 넓혀가고 있는 상황이다.

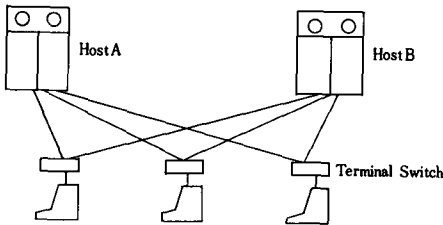
LAN의 일차적 목적은 각종 정보처리 기기(터미널,

work station, 중앙 컴퓨터, 퍼스널 컴퓨터, 데이터베이스, 프린터 등)의 연결 및 교환기능을 제공하는 것이다. 그 실례로 그림 1과 같이 한 컴퓨터에 여러 개의 터미널을 연결하는 것을 생각해 볼 수 있다. 이때 만일 새로운 기종의 컴퓨터가 도입되어 이 또한 각 터미널에 연결되어 사용하려 한다면 그림 1(b)와 같이 터미널 스위치를 사용하여 연결을 이룰 수가 있을 것이다. 그러나 이와 같은 방법은 새로운 장치를 추가 접속시킬 때 마다 복잡한 선로연결 및 routing을 감수해야만 한다. 그러나 그림 1(c)처럼 동일한 medium에 추가의 접속장치를 adapter를 통해 서로를 연결시킨다면 큰 어려움 없이 계속 새로운 기기를 접속시킬 수 있을 것이다. 이것이 LAN의 일차적 필요성이며 이러한 기본 기능에 여러 기능들이 추가되어 더욱 편리한 형태로 발전하게 된 것이다.

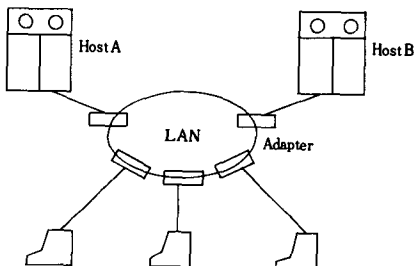
본 장에서는 이러한 LAN의 각종 형태 및 그 내용과 이들의 표준화 동향등에 대해 간략하게 살펴본다.



(a) 일반 컴퓨터 시스템



(b) Terminal switch에 의한 터미널, 컴퓨터의 연결



(c) LAN에 의한 터미널, 컴퓨터의 연결

그림 1. LAN의 필요성

1. LAN의 종류와 형태

Local area network에서 다양한 사용자 기기 사이의 통신을 가능하게 하기 위해서는 network과 기기 사이에 동일 매개체를 통한 접속이 이루어지게 된다. LAN은 이때 사용되는 매개체의 종류에 따라서, 매개체의 사용방법(medium access method) 및 전송 방법에 따라서, 또는 LAN의 topology에 따라서 여러 종류로 구분할 수가 있다.

전송 매체에 따른 분류로, 가장 값싸게 널리 쓰이고 있는 전화선 및 고품질의 twisted pair선을 사용한 것과, 동축선을 사용한 것 또는 최근들어 사용되고 있는 광섬유의 LAN등으로 나눌 수가 있다. 표 1에 각 매개체의 성능을 요약해 놓았다.

표 1. 각 전송매체의 성능

전송매체	신호방식	최대전송속도 (Mbps)	최대전송속도하의 최대전송거리 (km)
Twisted pair	디지털	1-2	1-10
	동축선 (50Ω)	10	1-10
	동축선 (70Ω)	50	1
광섬유	FDM	20	10
	단일선로 아날로그	50	1
	아날로그	100	1

LAN의 전송기술에는 크게 baseband 방식과 broadband 방식이 있다. Baseband 방식은 데이터 신호를 변조없이 직접 전송하는 방식으로 한 선로에 한가지 서비스만을 할 수가 있다. 이때 수신된 신호로부터 clock 신호를 얻어내어 동기가 맞는 '신호정보를 추출하기 위해서 흔히 encoding을 한 신호를 송신한다. Encoding 방식중 differential manchester coding 방식이 가장 많이 사용되고 있다. 이에 비해 broadband 방식은 한 선로상에 여러 서비스를 제공하기 위해 서로 다른 주파수 영역으로 각 서비스 신호(데이터, 음성 또는 영상신호)를 변조하여 보내는 주파수 분할 다중화 방식을 사용하며 이를 위해 케이블 TV 기술을 이용하고 있다. 이 방식을 사용할 경우 선로의 효율적 이용의 장점은 있으나 부수적으로 필요한 RF 모뎀 등의 가격상승 요인이 있다. 표 2에 두 전송방식의 특징을, 표 3에 장단점을 비교하였다.

LAN은 구성형태 즉 topology에 따라 그림 2에 보여진 바와 같이 star형, tree형, bus형, ring형태 등이 있다. 이들중 현재 가장 많이 사용되고 있는 것은 bus 형태이다. 그러나 최근 기술의 발달로 ring형태의

표 2. 각 전송방식의 특징

Baseband	Broadband
디지털 신호	아날로그 신호(RF모뎀필요)
단일선로에 단일신호	단일선로에 복수신호가능(FDM)
양방향전파	단일방향전파
버스형	버스 또는 tree형
수km 영역까지 사용가능	수십km 영역까지 사용가능

표 3. 각 전송방식의 장단점

	장 점	단 점
Baseband	저가격 기술의 용이성 설치의 용이성	단일채널 용량제한 거리제한
Broadband	고용량 다양한 트래픽 구성의 융통성 장거리 사용가능	모뎀가격 설치·관리의 어려움 2 배의 전파지연시간

LAN도 점차 그 수요가 커지고 있다. 이들 형태는 앞서 설명한 전송매체와 전송기술, 그리고 다음에 설명할 전송매체의 사용방법(medium access 방법)에 따라 여러 조합의 LAN 형태로 분류가 되며 기술적 문제 및 효율성에 따라 존재하는 형태가 제한되어 있다(표4).

Medium access 방법이란 동일 매체에 여러 단말 기기가 서로 충돌에 의한 오전송없이 매체를 공유하여 전송하기 위한 기술을 말하며 여기에는 크게 CSMA/CD(carrier sense multiple access/collision detection) 방식과 token passing 방식이 있다. 이러한 medium access 방법과 앞서 설명한 topology에 따라 현재 가장 많이 사용되고 표준화된 방식은 CSMA/CD

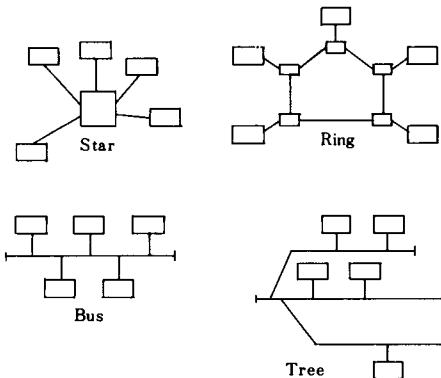


그림 2. LAN의 topology

bus, token bus, token ring 방식들로 이들의 내용을 살펴본다.

(1) CSMA/CD bus LAN

CSMA/CD 방식은 Xerox사에서 발표한 Ethernet local network에 처음 개발 사용되었다. CSMA/CD 방식은 bus형의 LAN에 baseband와 broadband 전송기술이 사용되어 질 수 있다.

표 4. 전송매체와 일반적으로 사용가능한 topology

전송매체	Topology			
	Bus	Tree	Ring	Star
Twisted pair	○		○	○
Baseband 동축선	○		○	
Broadband 동축선	○	○		
Optical fiber			○	

CSMA/CD 방식은 다음의 규칙으로 설명할 수 있다.

- 전송선로상에 다른 station의 전송데이터가 감지되지 않으면, 즉 선로가 idle 하면 전송을 시작한다.
- 다른 전송신호가 감지되면, 즉 busy하면 선로가 idle하다는 것이 감지될때 까지 계속 선로상태를 살펴서 idle해질 때 즉시 전송한다.
- 전송도중 충돌이 감지되면 즉시 전송을 멈추고 다른 station에 충돌을 알리는 jamming 신호를 전송한다.
- Jamming 신호를 전송후에 random 시간동안을 기다린후 재전송을 위한 선로상태 감지를 시작한다.

이때 충돌 감지후 재 전송까지의 지연시간은 충돌을 최소화 하며 전체 효율을 증대시키기 위한 알고리즘 연구를 통하여 개발된 truncated binary exponential backoff 알고리즘에 의해 결정된다. 충돌현상은 각 전송방법에 따라 baseband 방식은 신호전압 높이에 의해, broadband 방식은 demodulation 한 신호를 원래 신호와 비교되며, optical fiber 사용 LAN에서는 pulse width violation에 의해 감지된다. 한편 전송된 신호는 전파되어 갈수록 신호가 약화됨으로 충돌감지에 어려움이 생긴다, 그러므로 충돌감지 신호 level 이하로 전체 케이블 길이가 길어져서는 안되며 Ethernet의 경우 최대 500m 이하로 최대 케이블의 길이를 제한하고 있다. 이 이상으로 전체 길이를 연장시키기 위해서는 신호를 강화시켜 주는 repeater 장치가 필요하게 된다. 그림 3에 CSMA/CD LAN의 기본 구성도와 repeater를 이용한 확장 시스템을 도시하였다. 그림 4는 이러한 CSMA/CD baseband bus LAN의 정상 동작시의 현상

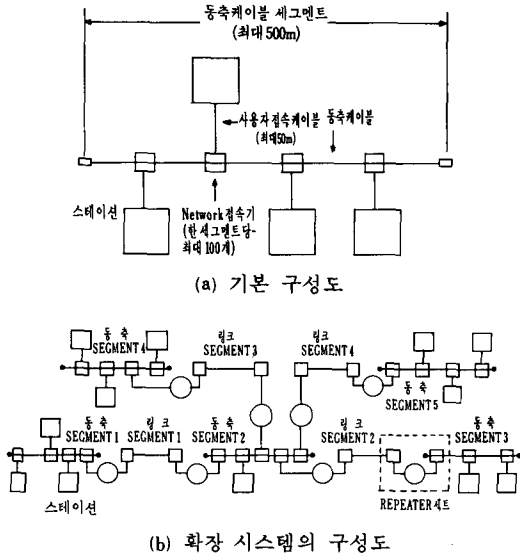


그림 3. CSMA/CD LAN의 구성도

는 점이 있으나 전송 traffic이 많을 경우 충돌에 의한 전송지연이 무한정 커질 수 있다는 점이 high traffic 시의 단점으로 대두된다.

(2) Token Bus LAN

Token bus 방식은 그림 5에 보여진 바와 같이 bus 형태의 topology에 token passing 방식의 medium access 방법이 결합된 형태로 각 station의 전송순서는 logical ring order로 이루어진다. 즉 전송할 수 있는 권리인 token을 그림 6과 같이 logical한 순서에 따라 다음 station에 전함으로써 medium access를 control하게 된다.

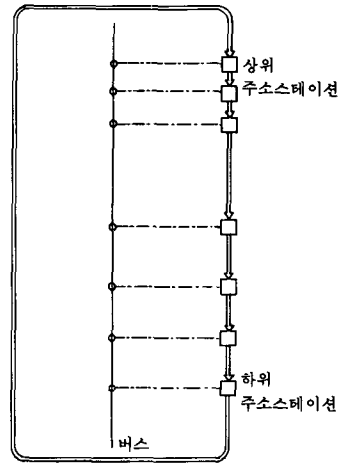


그림 5. Logical token passing ring

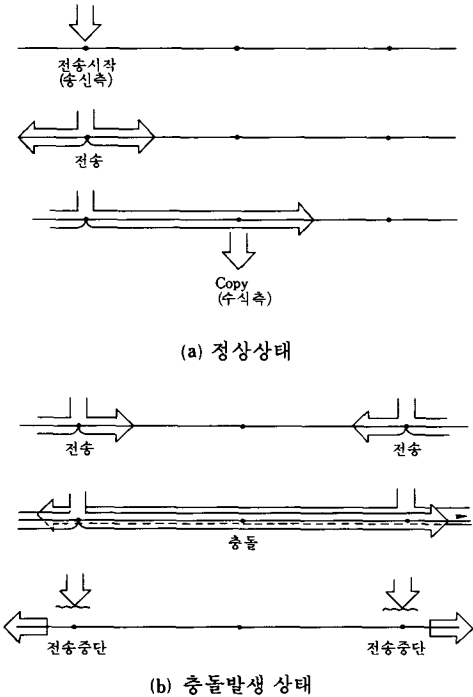


그림 4. CSMA/CD LAN의 동작원리

과 충돌현상을 나타낸다.

CSMA/CD 방식의 LAN은 그 protocol이 간단하여 구현이 용이하고 bus에 각 node가 수동적으로 연결됨으로 고장에 대한 전체 network에 대한 영향도 적다

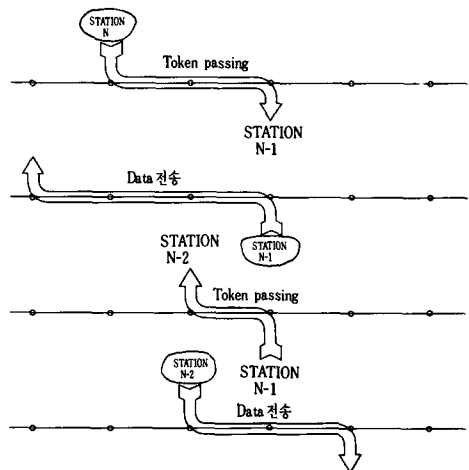


그림 6. Token bus LAN에서의 token passing 과정

Token bus 방식의 전송은 간단해 보이나, 새로운 station을 logical ring order에 가입하거나 제거하는 방법, token 전송시의 error처리, station 고장시의 처리, bus 사용의 priority등의 protocol은 CSMA/CD 방식에 비해 훨씬 복잡하다. 현재 이 방식은 공장자동화를 위한 MAP(manufacturing automation protocol)의 subnetwork protocol로 채택되어 그 이용이 활발히 진행되고 있다.

Token passing 방식은 CSMA/CD 방식과 달리 전송매체를 제어된 방식에 따라 이용하게 한다. 그 결과 높은 traffic에서도 제한된 시간내에 전송이 이루어 질 수 있다. 표 5에 CSMA/CD 방식과 token bus 방식의 장단점을 비교하였다.

표 5. CSMA/CD와 token bus LAN의 비교

	장 점	단 점
CSMA/CD	<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘이 간단 광범위한 이용 각 스테이션의 공평성 통신량이 적을때 좋은 성능 	<ul style="list-style-type: none"> 충돌감지 필요 통신량이 많을때 성능저하 고장진단의 어려움
Token bus	<ul style="list-style-type: none"> 높은 throughput 선로 access가 제어됨 	<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘이 복잡

(3) Token Ring LAN

Token bus 방식이 logical한 ring 형태로 token이 전달되는 것에 비해, token ring 방식은 실제 ring 형태의 network를 token이 지나게 된다. Token이란 보통 '01111111' 과 같은 8bit 패턴으로 전송을 원하는 station은 지나가는 token을 검출하여 token의 한 bit를 바꾸어 "free token"을 "busy token"으로 바꾸고 그 뒤에 전송할 정보를 덧붙여 전송을 시작하게 된다. 이때 다른 station들은 "free token"을 얻을 수 없으므로 전송을 할 수 없게 된다. 전송을 다 마친 station은 "busy token"이 ring을 돌아 자신에게로 돌아오면 이를 다시 "free token"으로 바꾸어 다음 station이 전송할 기회를 주게 된다. 한편 수신측 station은 "busy token" 뒤의 frame의 주소를 살펴서 자신에게로 오는 정보이면 이를 copy하고 그대로를 송신측을 위해 재생하여 ring으로 보낸다. 그림 7에 그 과정을 도시하였다.

이와 같은 token ring 방식의 가장 큰 장점은 token bus와 마찬가지로 medium access가 control된다는 것으로 access 방식이 모든 station에 공평하다. 반면

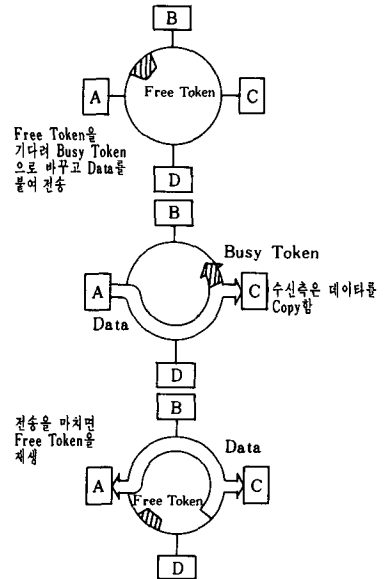


그림 7. Token ring LAN의 동작원리

token의 운용 관리가 복잡하여 token의 분실이나, 한 ring에 token이 2개 이상이 생긴다든지 하는 경우에는 control이 어렵다. 이 문제는 각 station중 하나를 monitor station으로 두어 token의 상태를 살펴계 하여 해결할 수 있다. Token ring 방식은 근래에 IBM에 의해 상품화 되면서 점점 기존의 CSMA/CD LAN 제품 시장을 빼앗아 가고 있다.

이상에서 설명한 LAN 이외에 다른 여러가지 다양한 형태의 LAN이 계속해서 연구 발표되고 있다. 이는 LAN의 특성상 새로운 기술을 쉽게 받아들일 수 있는 점에 기인한 것으로, 최근의 동향은 기본적 데이터 전송 이외에 데이터와 특성이 다른 음성 및 영상을 함께 전송할 수 있는 방법을 찾고 있다.

2. LAN의 표준화 동향

근래 각종 LAN의 표준화를 위하여 표준화 단체에서 각각의 표준안을 발표하고 있다. 그러나 그 내용은 서로 유사하므로 여기서는 가장 널리 알려진 IEEE 802 그룹의 표준안을 중심으로 살펴본다.

IEEE에 의한 LAN의 OSI 7 계층 구조상의 위치는 그림 8과 같이 physical 계층과 link 계층에 해당된다. LAN에서의 link계층은 medium access에 관한 MAC 층과 데이터의 assemble과 disassemble 및 flow control, error control, multiplexing과 관련된 LLC층으로 나누어 진다. 지금까지 설명한 LAN의 종류는 이

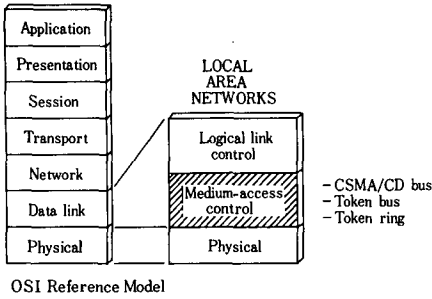


그림 8. LAN의 protocol상의 위치

MAC층과 physical 계층에 따라 구분되며 IEEE는 그림 9와 같이 각 표준안을 정의하고 있다. 이외에 IEEE 802.6의 MAN에 관한 표준안 및 IEEE 802.7 broadband, IEEE 802.8 fiber optics, IEEE 802.9 data/voice integration에 관한 연구가 진행 또는 그 초안이 나오고 있다. 이러한 IEEE의 표준안은 실제 MAP, TOP(technical and office protocols)과 같은 사용자 그룹에 의한 표준안에 subnetwork protocol로 사용되어 그 실제 가치를 나타내고 있다. 즉 현재 IEEE 802.3 CSMA/CD protocol과 IEEE 802.2 LLC protocol은 TOP의 제1,2계층 protocol로, IEEE 802.4 token bus protocol과 IEEE 802.2 LLC protocol이 MAP에, IEEE 802.5 token ring protocol이 IBM token ring LAN에 각각 사용되고 있다.

이상에서 살펴본 것처럼 LAN은 현재 가장 빠른 속도로 새로운 기술을 받아들이면서 발전하여 가며 그와 함께 실제 다방면에 이용되어 그 가치를 증대시키고 있다. LAN의 기술은 여기에 멈추지 않고 새로운 연구 개발을 요구하고 있다. 즉 음성과 데이터의 집적, optical fiber의 사용, LAN과 WAN(wide area network), PSDN(public switched data network), PSTN

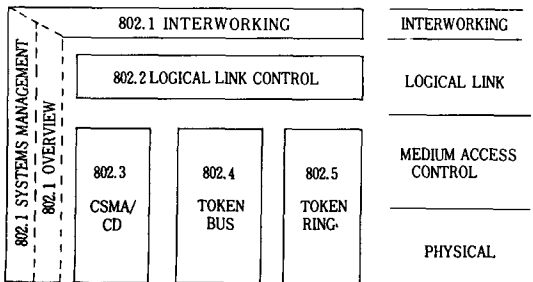


그림 9. LAN의 IEEE 표준안

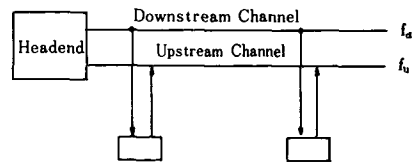
(public switched telephone network), ISDN(integrated service digital network)과의 접속등은 아직도 계속 연구되어야 할 영역으로 많은 노력을 필요로 하고 있는 것이다.

III. Metropolitan Area Network(MAN)

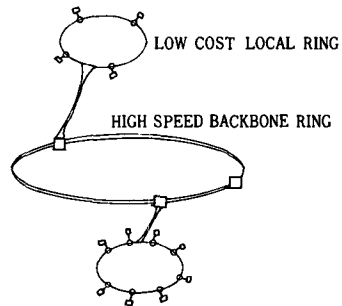
MAN은 25km 반경의 지역내에서 shared media로 상호 접속된 node간에 digital bit의 교환으로 다양한 정보의 전달을 수행할 수 있는 충분한 대역폭과 규정된 전송지연 시간내에서 1Mbps 이상의 전송속도를 가지는 medium access control(MAC) sublayer와 physical layer을 사용하는 network이다.^[5,6]

LAN에서 사용하는 CSMA/CD, token ring, token bus등은 MAN에서는 부적합하다. 왜냐하면 CSMA/CD는 전달지연 시간이 제한되며, token방식은 round-trip delay 증가에 따른 성능저하 때문인데, 만약 50km의 전송선로에서 1000bit의 data를 LAN 방식으로 전송시 최대 선로 이용율은 0.11에 불과하다.^[6]

다양한 정보, 즉 digital voice, digital video, digital data 등의 전송시 충분한 대역폭과 규정된 전송지연시간을 보장하기 위해 broadband 동축선과 optical fiber 등의 전송매체를 사용하여 구성된 MAN은 topology상 으로 각각 그림10과 같이 tree 구조와 ring 구조로 구분할 수 있다.



(a) Tree구조



(b) Ring구조

그림10. MAN의 topology

1. Tree 형태의 MAN

원거리를 큰 대역폭상에서 data의 전송을 가능하게 하는 통신매체로 broadband 동축선을 사용하며, 이미 개발되어 상용화된 기술인 community antenna television(CATV) 기술을 이용할 수 있는 장점이 있다. 기존의 CATV는 집중제어 및 broadcasting 방식을 사용하지만 MAN에서는 upstream에서 수신한 신호의 주파수를 변환하여 downstream으로 전송하는 기능이 있는 head-end(HE)에 하나의 전송매체를 사용하므로써 발생하는 data의 충돌을 방지하는 기능을 추가한 분산 제어방식을 사용한다. 이러한 분산제어 방식을 사용하기 위한 방식으로는 polling,¹⁷⁾ time-division multiple access(TDMA) with reservation 방식¹⁸⁾이 있다.

Polling 방식은 HE가 다음에 전송할 node를 downstream에서 알려주는 방식으로서, HE가 한 node를 poll한 뒤 그 응답에 대하여 전송매체의 사용을 허락을 결정하는 방식으로 원리는 비교적 간단하나 원거리간의 통신을 수행하는 MAN에서는 좋지 않은 방식이다. 이러한 결점을 감소시키기 위한 방식으로는 adaptive polling 방식이 있다. 이 방식은 HE로부터의 전송지연 시간에 따라 각 node가 poll 되므로 poll시 시간 낭비가 없고, HE가 송신한 poll에 대하여 전송로 상의 active한 node는 전송지연 시간 순서에 따라 응답을 차례대로 수행하여 polling 시간을 단축시킨다.

한편 TDMA with reservation 방식은 통신선로가 time slot별로 구분되어 있어 이러한 통신선로를 사용하려는 node는 HE에 slot의 할당을 요청한다. 이러한 요청에 대하여 HE는 사용가능한 slot의 번호를 node에 알려줌으로써 이후 같은 시간 간격으로 지정된 slot에 data를 충돌없이 전송할 수 있으며, 이후 전송이 끝난 node는 이 사실을 HE에 알려 다른 node가 그 slot을 재사용할 수 있게 한다.

MAN을 지역별로 구분, 재구성하여 지역과 지역간의 전송이 작은 경우 지역내에서의 성능을 향상시킬 수 있다. 이러한 구성의 예로서 HOMENET¹⁹⁾을 들 수 있다. HOMENET은 BELL 연구소에서 개발한 것으로서 주파수영역 재사용 방식을 사용하여 대역폭의 낭비를 줄이고 전송방식으로는 CSMA/CD 방식을 변형한 movable slot TDM(MSTDm) 방식²⁰⁾을 사용하여 voice와 data의 전송을 효과적으로 수행한다. MSTDM은 voice packet에 priority를 준 nonpreemptive priority 방식으로 동작하여 한번 연결된 voice 선로는 delay가 없는 TDM 방식으로 구동되며 delay에 큰 제약이 없는 data는 CSMA/CD 방식으로 동작한다.

또한 예로는 Manhattan Street Network(MSN)²¹⁾이 있는데, 이는 각 node를 중형으로 2개의 loop로 연결하여 data의 전송시 필요한 전송능력을 분리시킴으로써 다수의 node가 접속된 MAN에서의 전송효율과 신뢰성을 향상시킨 network이다.

2. Ring형태의 MAN

Ring형태의 MAN은 전송선로로 optical fiber를 사용하며, 전송방식으로는 token ring 방식과 slotted ring 방식을 사용한다. Token ring 방식의 MAN은 LAN의 token ring과는 달리 token을 수신한 node는 data의 전송직후 token을 다음 node로 전달하여 token이 되돌아 오는 시간(token round trip delay)를 감소시켜 전송효율을 증가시키는 방식으로써 표준안으로는 ANSI X3T9.5에서 제안한 fiber distributed data interface(FDDI)-1²²⁾이 있다. 이것은 100Mbps의 전송속도를 가지며 1300 nanometer의 파장의 빛을 송수신하는 LED를 사용한다. 최대 frame의 길이는 4500 bytes이고 최대 선로길이는 200km이다. 또한 최대 node와 node간의 거리는 2km이며, 최대 접속 가능한 node 수는 500개이다. 이 FDDI-1은 그림11과 같이 하나의 token으로 다수의 frame을 전송할 수 있다.

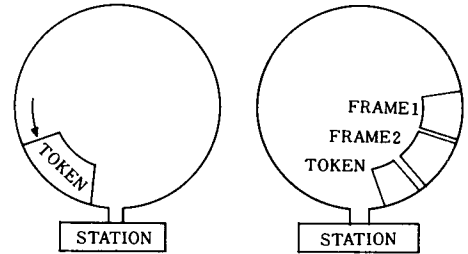


그림11. FDDI-1의 multiple frame 동작구조

한편 slotted ring 방식은 다수의 일정한 길이의 data frame을 ring에 회전시키는 방식이다. 이러한 전송방식의 표준안으로는 ANSI X3T9.5에서 제안한 FDDI-1에 circuit switching 기능을 첨가한 FDDI-2²³⁾와 IEEE802.6 committee에서 제안한 MAN 표준안²⁴⁾이 있다. FDDI-2는 voice, video 신호등 real time용 신호를 처리하기 위하여 FDDI-1에 circuit-switching 방식을 첨가한 것으로 normal mode에서는 token ring 방식으로 운영되며 hybrid mode에서는 packet data와 isochronous data의 처리가 동시에 가능한 방식으로써 125 μ s의 길이를 가지는 다수의 frame이 ring을 회

전하며 각 frame들은 cycle번호가 ring상에 있는 cycle master에 의해 할당된다. 각 frame은 96개의 cycle group으로 다시 나뉘어지며 각 cycle group은 30개의 slot으로 나뉘어진다. 이 각 slot에 packet data와 isochronous data가 할당된다. 상세한 구조는 그림12에 도시되어 있다.

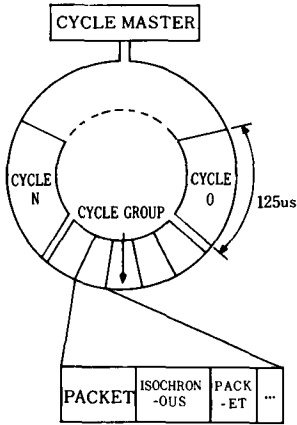


그림12. FDDI-2의 hybrid mode 일때의 cycle 구조

IEEE 802.6의 MAN 규정은 43Mbps/s의 전송속도를 가지고 50km내의 전송선로를 갖는 고속의 backbone ring과 11.18Mbps의 전송속도를 가지고 2 km내의 전송선로를 갖는 저속의 local ring을 bridge로 상호연결한 bridged slotted ring 구조를 표준화 하고 있다. 125μs의 정수배 길이를 갖는 다수의 frame이 ring 상에서 회전하고 있으며 각각의 frame은 여러 slot으로 나뉘어 real time용 data는 isochronous slot에, slot 할당 요구등 control에 필요한 정보의 전송 및 non-real time용으로 전송가능한 data들은 non-isochronous slot에 할당되어 구동된다. Isochronous slot은 8bit로 구성된 하나의 channel에 할당되며 이 channel은 64kbps의 전송속도가 보장되는 circuit switching 기능을 수행한다. 상세한 구조는 그림13에 도시되어 있다. 이러한 isochronous slot의 할당요청은 non-isochronous slot을 이용하여 monitor에 channel을 요청함으로써 수행된다. 한 node는 token ring과 같이 다수의 slot으로 구성된 frame들을 유지, 관리하는 monitor 기능을 수행하며, 현재의 monitor에 이상이 발생한 경우에는 다른 node가 monitor 기능을 수행한다. 특히 backbone ring에는 ring상의 node에 이상이 발생한 경우 다른 node들이 ring에서 분리되어 독

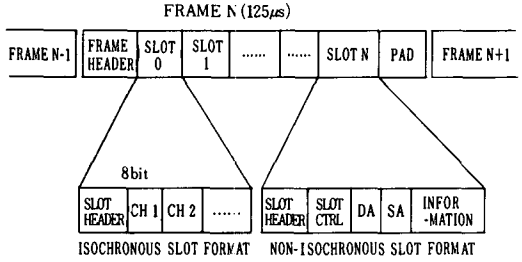


그림13. IEEE802.6의 frame 구조

자적인 ring을 재구성하는 loop back 기능이 구비되어 전 network의 고장을 방지한다. FDDI와 IEEE 802.6을 비교해보면 IEEE802.6은 slotted ring 전용인데 비해 FDDI는 token ring과 slotted ring의 혼용 방식이며, slotted ring으로 운용되는 FDDI-2의 경우 IEEE802.6과는 cycle과 frame, cycle group과 slot, cycle group에서 나뉜 subsection과 channel등 기능상으로 유사하다고 볼 수 있다.

IV. Wide Area Network(WAN)

1950년 후반부터 기존의 analog 전화망을 이용한 data의 전송시도가 시작된 후 한 국가내나 국가간의 data 교환을 목적으로 구성한 network을 WAN이라 한다. WAN은 data의 전송방식에 따라 전용회선을 사용하는 digital leased circuit 방식, 여기에 switching 기능이 부가된 digital circuit switching 방식, 한 message를 여러개의 packet 단위로 분리하여 network path를 공유함으로써 선로이용율은 증가시킬 수 있는 packet switching 방식등으로 구분할 수 있다.^[14]

1. Digital Leased Circuit WAN

1973년에 처음 service가 개시되었는데 예를 들면 Dataroute, Infodat 등을 들 수 있는데, full duplex 및 한 선로상에 다수의 가입자가 접속된 multidrop 형식으로 전송매체를 전부 digital화 한 network이다. 이 방식은 전송선로가 가입자에게 항상 연결되어 있는 방식이므로 선로이용율이 아주 낮은 단점이 있다. 이러한 방식의 응용에는 은행의 on-line망이 있다.

2. Digital Circuit Switching WAN

Multidrop 방식이 아닌 point-to-point 방식의 full duplex 회로를 전화망을 이용하여 가입자가 필요시에만 연결하여 사용하는 dial-up 방식으로 별도의 전용선이 불필요하므로 선로사용료가 저렴하다. 예로는

Data Dial(USA), UUCPnet가 있다.

3. Packet Switching WAN

다수의 가입자가 한 network path를 공유할 수 있도록 전송할려는 message를 다수의 packet으로 분리전송함으로써 data의 교환을 가능하게 하는 방식으로 선로이용율을 향상시킬 수 있다. 전송선로를 공유함으로써 발생하는 전송선로의 일시적인 사용불능은 전송대기중인 packet의 buffering으로 해결하고 이후 전송선로가 사용가능할 때 전송을 재개하는 store-and-forward 방식을 사용한다. Network상에서 이러한 packet의 수신, 분배, 송신을 error 없이 전송 가능하게 하는 장비로는 network node processor (NNP) (또는 interface message processor (IMP))가 있으며 이들의 상호접속을 통하여 WAN이 구성된다. Physical한 전송선로상에 다수의 logical한 전송선로를 구성할 수 있으며 이러한 logical한 전송선로를 virtual circuit (VC)라고 하며, 일시적인 가입자의 상호연결시 사용되는 VC를 temporary VC라 하고 영구적으로 접속되어 있는 VC를 permanent VC (PVC)라 한다. 이러한 VC는 각각 digital circuit switching의 전송선로와 digital leased circuit의 전송선로와 유사하다. 이러한 packet의 상호교환을 위한 표준안으로 CCITT에서는 VC간의 data 전송을 규정한 X.25, start-stop character mode 단말기의 network 접속을 규정한 X.3, X.28, X.29 및 physical한 접속규정으로 X.21을 규정하고 있다. Packet switching WAN의 예로는 Transpac(불란서), DDX(일본), Arpanet, Telenet, Tymnet(미국), Data-pac(캐나다)등 다수의 WAN이 상용화 되어 있으며, 국내에서는 데이터통신(주)이 서울, 부산, 대구, 광주, 대전에 NNP를 설치하여 56Kbps의 trunk로 상호접속하여 구성된 Dacomnet이 있다. 또한 교육연구목적으로 구성된 network으로는 Uninet, CSnet(미국)등이 있으며, 국내의 교육연구망으로는 SDN이 구성되어 있다.^[10]

4. 앞으로의 WAN의 동향

다수의 MAN, LAN이 gateway를 통하여 WAN에 접속됨으로써 요구되는 많은 양의 정보를 고속으로 전송할 수 있는 새로운 packet switching 기술, 즉 burst switching, fast packet switching, cut-through switching 등의 개발이 진행될 것으로 예상된다.

V. 결 론

지금까지 LAN, MAN, WAN에 관한 기술과 국제적

발전동향에 관하여 고찰하였다. 정보사회가 다가옴에 따라 종래의 정보통신 서비스는 다양화, 대중화가 되고 있다. 또한 앞으로의 전기통신은 정보의 전달 뿐만 아니라, 축적, 가공, 처리등과 같은 부가가치 서비스를 제공하여 국가 및 국제사회 발전에 공헌할 것이다. 이를 위하여 LAN, MAN, WAN의 각 분야에서 연구노력은 새로운 서비스 제공을 위한 음성, 데이터, 화상등이 종합화된 시스템의 실현을 위하여 집중되고 있으며, 이러한 다양한 통신망들 상호간의 연동을 위한 연구 또한 계속되고 있다.

이와 같은 급속한 발전의 시대에서 우리는 선진제국에 의한 정보의 완전예속 또는 기술예속을 막아야 하며 정보통신 서비스의 고도화를 위하여 기술자립을 위한 연구개발 체제를 구축해 나가야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] Stallings, Local Networks, Macmillan, 1984.
- [2] P. Zafiropulo, Tencon 87 Tutorial Course note, 1987.
- [3] Architectures of LAN, IEEE Commun. Magazine, Aug. 1984.
- [4] Special Issues on Local Area Networks, IEEE J. on Select Areas in Com., vol. 1, no. 5, 1983.
- [5] R.W. Klessing, "Overview of Metropolitan Area Networks", IEEE Commun. Magazine, vol. 24, no. 1, Jan. 1986.
- [6] D.T.W. Sze, "A Metropolitan Area Network", IEEE Jour. on Selected Areas in Com., vol. SAC-3, no. 6, nov. 1985.
- [7] T.N. Saaawi and M. Schwartz, "Distributed Switching for data transmission over two-way CATV", IEEE Jour. on Selected Areas in Com., vol. SAC-3, no. 2, March 1985.
- [8] I. Kong, "Cablenet : a local area network", in Proc. of the ICC '82, pp. 6C2.1-5, June 1982.
- [9] N.F. Maxemchuk, "Voice and Data on a CATV Network", IEEE Jour. on Selected Areas in Com., vol. SAC-3, no. 2, March 1985.
- [10] N.F. Maxemchuk, "A Variation on CSMA/CD that yeilds movable TDM slots in integrated voice/data local networks", Bell Syst. Tech. J. pp. 1527-1551, Sept. 1982.

- [11] N.F. Maxemchuk, "The Manhattan Street Network", in Proc. of 1985 Globcom, pp. 9.1.1-7, 1985.
- [12] F.E. Ross, "FDDI-a Tutorial", IEEE Commun. Magazine, vol. 24, no. 5, May 1986.
- [13] "Draft of proposed IEEE standard 802.6 Metropolitan Area Network Media Access Control", IEEE 802.6 document 802.6/85-D, rev D, Aug. 30, 1985.
- [14] J.R. Halsey, et al., "Public data network: their evolution, interfaces, and status", IBM Syst. J., vol. 18, no. 2, 1979.
- [15] L.H. Landweber, et al., "Reserach Computer Networks and Their Interconnection", IEEE Commun. Magazine, vol. 24, no. 6, June 1986.*

♣ 用語解説 ♣

Integrated Service Digital Network(ISDN)

단말까지의 디지털화, 음성, 데이터, 화상등의 각종 통신 정보를 디지털 신호로 일원적(一元的)으로 취급함으로써 다양한 서비스를 종합화하는 통신망을 말한다. 바꾸어 말하면 디지털 종합망(IDN)을 베이스로 종합 서비스망(ISN)을 구성하는 것이다.

Integrated Digital Network (IDN)

네트워크 전체의 클럭 주파수를 가지런히 하는 네트워크 동기, PCM 부호화에 적합한 전송, 교환 표준 인터페이스의 설정등에 따라 디지털 전송로상의 시분할 다중화된 통신정보를 시분할 디지털 교환기가 전송로와의 동기 동작으로 그대로 인입 교환을 함으로써 전송과 교환의 종합을 꾀한 통신망을 말한다. 디지털 종합에 따라 전송로와 교환기 사이에 배선량은 대폭 삭감되어 전화 서비스에서는 국간(局間)에 있어서의 CODEC의 생략으로 전송 단국장치의 경제화, 통화 품질의 향상이 기대된다.

Integrated Services Network (ISN)

전화 서비스, 데이터 통신 서비스, 화상 서비스등의 각종 통신 서비스를 단독 또는 여러가지로 임의로 조합하여 제공할 수 있게 한 통신 서비스망을 말한다.

종합 서비스망의 목적은 사용자 측에서는 각종 서비스를 개별 단말 또는 복합화된 1대의 단말에서 받을 수가 있어 편리성이 향상되고, 네트워크 측에서는 설비 공유이나 다원트래픽 처리등의 기능확충으로 통신망 운용상의 효율, 융통성을 향상시키는 것이다. 특히 수요가 적거나 불확정한 서비스에 유효하다고 한다. 종합 서비스망의 구성에는 각 서비스 망사이의 망간 접속에 따라 실현하는 방법과 각 서비스망 사이에서 가입자계 설비를 공유하는 방법이 있다.

Intelligent Terminal (智能端末)

회선에 따라 중앙의 컴퓨터와의 데이터 송수신 기능에 더하여 단말장치 자체로 편집, 연산 등의 데이터 처리기능을 구비한 단말장치를 말한다. 일반적으로 프로그램 제어로 동작하는 것이 있는데 프로그램의 변경으로 용이하게 기능을 변경, 확장할 수 있으며 중앙의 처리기능의 일부를 맡을 수가 있어 이용자의 여러 가지 업무에 용이하게 적용시킬 수 있다.