

## FDDI, FDDI-II 및 MAN의 표준화 동향

李南熙, 洪承鎬, 金明燮, 金鎮哲  
韓國電子通信研究所 컴퓨터通信研究室

### I. 서 언

통신망은 반도체, 전송 기술, 교환 기술, 프로토콜 기술, 소프트웨어 기술등의 급속한 발전에 힘입어 인간의 통신에 대한 욕구를 상당히 만족시키는 데까지 접근해 가고 있다. 음성, 데이터, 화상, 그래픽등 원천에 가까운 정보를 대량으로 신속하게 전달해 줄 수 있도록 통신망은 고속화, 광대역화 되어가고 있으며, 또한 하나의 망을 통하여 이들을 통합하여 전달하는 방법이 모색되고 있다.

광대역 ISDN, FDDI, LAN, MAN 등은 이런데 목표를 둔 통신망으로써 낮은 속도(수 Kbit/s)의 정보로부터 아주 높은 속도(수백 Mbit/s)의 정보에까지 그리고 현재 가장 보편화된 음성전화로부터 CATV 동화상 및 슈퍼컴퓨터에서 출력되는 3차원 그래픽 정보에 이르기까지, 정보의 속도와 종류에 관계없이 하나의 망을 통하여 전달해 줄 수 있도록 고속도로를 제공해 준다.

특히 이와 같은 고속 종합 서비스망에서의 광섬유의 사용은 지름 62.5 $\mu$ m정도의 한 심을 통하여 수백 Mbit/s의 데이터를 전송 가능하게 할 뿐만 아니라, 동시에 전송 오류율도  $10^{-14}$ 에 이르게 하여(동축 케이블은  $10^{-6}$ 정도)기본적으로 통신 프로토콜 및 교환 장치의 설계에 있어서 획기적인 변화를 요구하게 하고 있다.

본 논문은 이러한 특성의 광섬유를 전송매체로 이용하여, 고속의 종합 서비스의 제공을 가능하게 하는 통신망으로써, 현재 미국의 IEEE와 ANSI를 중심으로 표준화 되고 있는 LAN과 MAN에 대하여 표준화 동향을 살펴보고, 그들의 특성을 상호 비교한다.

다음의 그림1은 이 논문에서 기술하는 프로토콜의

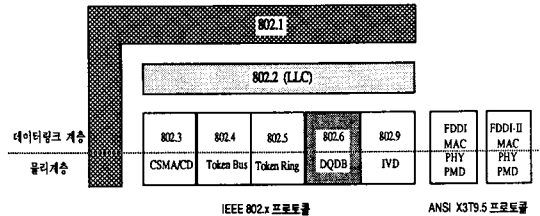


그림 1. IEEE 802 프로토콜과 ANSI X3T9.5 프로토콜과의 관계

위치를 전체적으로 나타내고 있다.

2장에서는 ANSI에서 규정하고 있는 FDDI 및 FDDI-II (ANSI X3T9.5)에 대하여 소개하고 3장에서는 IEEE에서 제시하는 DQDB-MAN (IEEE 802.6)에 대하여 소개한다. 또한 4장에서는 이들간의 차이점을 표준화 배경, 제공 가능한 서비스, 프로토콜 측면에서 비교 설명하고, 5장에서는 규격의 전반적인 표준화 정도와 장차 해결해야 할 주요 쟁점들을 알아 보고 또한 현재 세계각국에서 개발되고 있는 이들에 대한 제품들 및 상황에 대하여 살펴본다.

### II. FDDI와 FDDI-II

#### 1. 개요

FDDI는 데이터 전송속도가 100Mbps인 근거리통신망(LAN)이다. 미디어는 광섬유를 사용하고 있으며, 프로토콜은 토큰 링 접근방식을 기본으로 하고 있다. FDDI 프로토콜은 ASC(Accredited Standards Committee) X3T9에서 개발중이다. 1970년대말 ASC X3T9에서는 FIPS(federal information processing

standards)60-63에 대한 대안 프로토콜로서 새로운 I/O 채널 프로토콜이 필요함을 인식하였고, 1982년 도달 ASC X3T9.5 기술위원회에서 FDDI 프로토콜에 대한 개발에 착수하였다. 1983년도 중반에 물리 계층과 MAC 계층에 대한 제안이 제출되었다. 또한 거의 같은 시기에 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) P802 표준안은 데이터 전송속도가 20Mbps까지 전송할 수 있는 근거리통신망프로토콜을 개발하고 있었다. FDDI 프로토콜은 IEEE P802의 패킷 데이터를 처리하는 구조적 개념을 따랐고 프로토콜의 시작점으로 IEEE P802.5의 4Mbps 토큰 링을 선택하였다. 이와 같은 개념을 선택함으로써 FDDI는 backbone 망과 IEEE 802 LAN에 따르는 LAN망으로서 이상적인 위치를 확보하게 되었다. 또한 FDDI 프로토콜이 주로 데이터 전송을 위한 반면 이러한 기능뿐만 아니라 동시성 서비스를 제공하는 FDDI-II 프로토콜에 대한 개발도 진행되고 있다. FDDI-II 스테이션은 동시성 트래픽의 유무에 따라 혼합모드(hybrid mode)와 기본모드(basic mode)로 동작한다. 기본 모드는 FDDI 토큰 링 MAC에 의한 동작과 동일하며, 혼합모드는 동기성 I-MAC과 I-MUX를 가진 HRC(hybrid ring control)에 의해 동작한다.

2. FDDI-MAC 층

FDDI 토큰 링은 하나의 전송 매체에 여러 스테이션들을 일렬로 연결하여 폐루프를 구성하도록 한다. 정보는 스테이션에서 다음 스테이션으로 심볼열 상태로 전달된다. 각 스테이션은 일반적으로 링위의 다른 스테이션들과 통신하기 위하여 심볼을 발생하고 중계하며 링에 하나 혹은 그 이상의 스테이션들이 부착될 수 있도록 서비스한다. 매체에 접근하는 스테이션은 링에 정보를 전송하고, 링에서는 정보가 하나의 스테이션에서 다음 스테이션으로 전달된다. 주소가 지정된 스테이션은 정보를 복사하고 그 정보를 다음 스테이션으로 전달한다. 마지막으로 정보를 전송한 스테이션은 돌아온 정보를 제거한다. 스테이션은 매체를 통하여 전달되는 토큰을 잡을 때 자신의 정보를 전송할 권한을 갖게 된다. 토큰은 매체를 순회하는 유일한 심볼 나열로 구성된 제어신호이다. 토큰을 잡지한 어떤 스테이션이든지 토큰을 링에서 제거함으로써 토큰을 소유하게 된다. 각 스테이션은 정보로서 하나 혹은 그 이상의 프레임 전송할 수 있다. 정보를 완전히 전송한 후 다른 스테이션들

이 링에 접근할 수 있도록 새로운 토큰을 발생한다. 토큰 유지 타이머는 토큰을 전달하기 전에 매체를 사용할 수 있는 시간을 제한한다. FDDI 프로토콜은 여러 priority를 갖고 있다. Priority 레벨들은 요구되는 서비스 부류(class)에 관계되지만 독립적이고 동적으로 대역폭을 할당함으로써 사용 할 수 있다. 서비스의 부류는 음성과 같은 동기 서비스, 인터랙티브 데이터를 위한 비동기 서비스, 링 복구를 위한 중간 정도의 긴급성을 요구하는 서비스 등이 있다. 대역폭은 링을 사용하는 여러 사용자간에 합의하여 정할 수 있다. FDDI 토큰 링의 구성은 그림2와 같다.

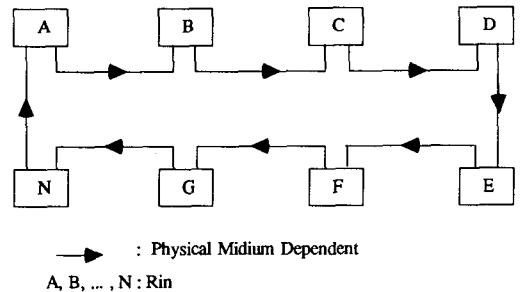


그림 2. FDDI 토큰 링 구성

FDDI 프로토콜은 컴퓨터와의 접속을 위해 OSI기준에 준하도록 개발되었으며 그림3에 계층구조를 나타내었다. FDDI 프로토콜은 매체 특성을 규정하는 PMD(physical medium dependent), 데이터 코딩 및 디코딩 그리고 클럭에 관련하여 기능을 수행하는 PHY(physical layer protocol), 매체접근방식 및 프레임 형식에 대하여 규정하는 MAC(media access control), 링을 감시하고 관리하며 스테이션간의 연

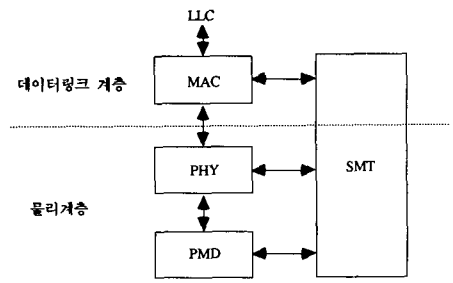


그림 3. FDDI 프로토콜 계층구조

결을 위해 동작하는 SMT(station management)등 크게 4개의 엔티티들로 나눌 수 있다.

MAC에서 SDU(service data unit)를 전송할 때, 프레임의 INFO필드에 SDU를 위치시킴으로써 프레임을 구성한다. 프레임 형식은 MAC이나 LLC에서 목적지 스테이션에게 메시지를 전송하기 위하여 사용한다. 이러한 프레임은 정보를 가지지 않을 수 있다. MAC은 최대 프레임을 넘지 않도록 제어하는 기능을 한다. 물리계층에서는 4심볼의 프리앰블(preamble)을 포함하여 최대 9000심볼로 길이를 제한하고 있다. 프레임은 토큰을 잡으면 전송될 수 있도록 큐에서 대기하고 있다가 적당한 토큰을 잡으면 토큰 유지규칙에 의하여 프레임이 전송된다. 전송하는 동안 각 프레임에 FCS가 발생되고 그 PDU 끝에 붙여진다.

PA	SD	FC	DA	SA	INFO	FCS	ED	FS
----	----	----	----	----	------	-----	----	----

- SFS : Start of Frame Sequence
- PA : Preamble Delimiter (16 or more symbols)
- SD : Starting Delimiter (2 symbols)
- FC : Frame Control (2 symbols)
- DA : Destination Address (4 or 12 symbols)
- SA : Source Address (4 or 12 symbols)
- INFO : Information (0 or more symbols)
- FCS : Frame Check Sequence (8 symbols)
- EFS : End of Frame Sequence
- ED : Ending Delimiter (1 symbol)
- FS : Frame Status (3 or more symbols)

그림 4. 프레임의 형식

프레임을 모두 전송하면 스테이션은 새로운 토큰을 전송한다. 이와 같이 프레임을 전송하기 위한 권한을 제어하기 위해 토큰을 사용하게 된다. 토큰을 발생하는 곳에서는 최소 16개 idle 심볼을 갖는 프리앰블을 송신한다. 그 다음 중계하는 스테이션들은 물리계층 요구사항에 맞추어 idle 길이가 달라질 수 있다. 만일 토큰이 수신되었지만 링의 타이밍이나 latency 문제로 중계할 수 없는 경우, 새로운 토큰을 발생하여야 한다.

정상적으로 토큰을 전송할 때는 타임드 토큰 프로토콜에 의해 제어된다. 이러한 프로토콜은 대역폭과 응답시간을 보장하는 동기 서비스와 동적으로 대역폭을 공유하게 되는 비동기 서비스가 있다. 동기 서비스는 대역폭과 응답시간이 미리 예상되는 응용에

PA	SD	FC	ED
----	----	----	----

- PA : Preamble Delimiter (16 or more symbols)
- SD : Starting Delimiter (2 symbols)
- FC : Frame Control (2 symbols)
- ED : Ending Delimiter (1 symbol)

그림 5. 토큰의 형식

적용할 수 있으며, 이때 대역폭은 SMT에 의해 미리 할당된다. 비동기 서비스 부류는 대역폭 요구가 덜한 경우와 응답시간도 덜 요구되는 경우에 적용하게 되는데, 비동기 대역폭은 동기 대역폭으로 할당하지 않은 대역폭과 사용되지 않은 동기 대역폭을 순시적으로 할당받아 사용할 수 있다. 각 스테이션에서는 링을 스케줄링하기 위하여 TRT(token rotation timer)를 유지한다. TTRT(target token rotation time)는 링을 초기화 하는 동안 협정된다. MAC은 가장 최근에 받은 TTRT 입찰값(T\_bid\_Rc)을 저장하고 협정된 TTRT(T\_Neg)값을 MAC 송신기에 전달하며 거기서 그 값은 초기화가 성공적으로 될 때 링 운용 TTRT(T-Opr)가 된다. TRT는 일찍 스테이션에 도착할 때마다 리셋된다. TRT가 TTRT에 이르기 전에 도착하면 동기 및 비동기 데이터를 전송하는데 사용할 수 있다. TRT가 TTRT에 이른 다음에 도착하면 단지 동기 데이터를 전송하는데 사용한다. 이러한 프로토콜은 TTRT보다 크지 않은 TRT시간과 최대 2배의 TTRT보다 크지 않은 TRT를 보장한다. 링에 어떤 문제가 발생하여 초기화할 필요를 감지하면 어떤 스테이션도 클레임 토큰 프로세스를 시작할 수 있다. 이러한 과정에서 여러 스테이션들이 계속하여 클레임 프레임을 송신함으로써 링을 초기화할 권한을 놓고 입찰하게 된다. 각 스테이션은 수신되는 클레임 프레임을 조사하여 자신의 입찰값과 비교하게 된다. 낮은 입찰값을 수신한 스테이션은 입찰과정에 들어가게 되고 높은 입찰값을 수신한 스테이션은 입찰과정에 들어가는 것을 포기하게 된다. 충돌하는 입찰은 낮은 TTRT, 긴 주소, 높은 값을 갖는 주소 등으로 스테이션을 가리게 된다. 이와 같이 하여 자신이 보낸 클레임 프레임이 링을 회전한 후 자신에게 돌아오면 클레임 토큰 프로세스는 끝난다. TRT는 클레임 토큰 프로세스로 들어갈 때 TTRT의 최대값으로 리셋되고 링이 정상상태에 들어가기 전까지는 클레임 토큰 프로세스에 들어간 이상 리셋되지 않는다

다. 만일 TRT가 클레임 프로세스에 있는 동안 만료 되면 클레임 토큰 프로세스는 실패한다. 어떤 스테이션이 클레임 토큰 프로세스가 실패했음을 감지한 스테이션이나 SMT에 의해 비콘 (beacon) 프로세스를 시작한다. 이 경우에 링이 물리적으로 단절되어 있을 수 있으며, 전체적으로 재구성할 필요가 있다. 비콘 프로세스의 목적은 모든 나머지 스테이션들에게 링에 논리적으로 중대한 단절이 있음을 알리고, 진단 혹은 회복과정을 돕도록 한다. 비콘 프로세스에 들어갈 때, 각 스테이션들은 계속하여 비콘 프레임 전송한다. Upstream으로부터 비콘 프레임을 받은 스테이션은 비콘 프레임 보내기를 포기한다. 결과적으로 논리적 단절이 지속된다면 단절이 있는 스테이션으로부터 발생된 비콘 프레임은 downstream으로 전파된다. 만일 비콘 프로세스중에 자신의 비콘 프레임을 받으면 링이 회복된 것으로 간주하며 클레임 프로세스를 시작한다.

3. FDDI-II MAC 계층

FDDI-II는 고속의 멀티미디어 LAN을 지향할 목적으로 FDDI를 “upwardly compatible”하게 확장하고 있는 ANSI 표준안이다. FDDI가 100Mbps의 대역폭으로 data 전송 서비스를 제공하는데 비하여 FDDI-II는 100Mbps의 대역폭을 다이나믹하게 분할하여 data, voice, video 서비스를 수용하도록 하는 메카니즘을 정의하며, 이러한 메카니즘을 정의하고 있는 표준안이 HRC (hybrid ring control) draft이다. FDDI-II에서는 FDDI의 PMD와 MAC은 그대로 사용되고 FDDI PHY는 다소 복잡해진 smoothing 및 repeat filter가 사용되며, 대부분의 FDDI 확장 사항은 HRC에 정의되고 있다.

HRC에서는 “hybrid mode” 동작을 정의하고 있으며, 이 모드는 FDDI에서 사용하는 packet 전송뿐만 아니라 public switched network에서 제공하는 서비스와 유사한 “isochronous” 전송도 통합하여 제공한다. FDDI-II station은 isochronous 트래픽의 유무에 따라 hybrid mode와 basic mode중의 하나로 동작할 수 있으며, basic mode 동작은 FDDI 토큰 링 동작과 동일하다. HRC의 내용은 H-MUX와 I-MAC으로 구성되며, H-MUX는 basic 및 hybrid mode 사이의 천이와 hybrid mode 사이클 동기를 관리하고 두 모드에서 P-MAC, I-MAC과 PHY 사이의 데이터 흐름을 제어한다. I-MAC은 패킷 데이터에 대한 P-MAC의 동작과 유사한 기능을 isochronous 데이터에 대해 수행

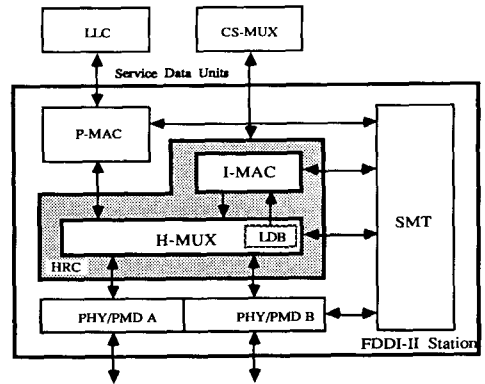


그림 6. FDDI-II 스테이션의 구조

한다.

1) FDDI-II station 구조

FDDI-II station은 FDDI 및 HRC entity들로 구성되며, 그림6과 같은 구조를 가진다. FDDI-II station은 cycle master 역할을 할 자격이 있는 monitor station과 그렇지 않은 non-monitor station으로 구별되며, non-monitor station은 latency adjustment buffer (LAB)와 cycle 개시능력이 없다.

2) FDDI-II operation

FDDI-II station의 동작은 basic mode와 hybrid mode중의 하나로 동작하며, hybrid mode동작은 cycle master station에 의해 제어된다. Cycle master는 125 microsecond마다 packet 및 isochronous 데이터를 전송하는 cycle을 생성하여 링으로 보내고, 링 사이즈가 이러한 cycle의 정수배가 되도록 조정하기 위한 LAB를 삽입하는 역할을 한다. Cycle master의 지정은 hybrid mode의 초기화때 지정되거나 cycle 동기를 잃어버린 후 복구 절차때 monitor contention 절차를 통해 ranked monitor station중에서 선택된다. Hybrid ring은 MAC claim절차를 통해 basic mode로 초기화된다. 초기화 후 FDDI-II는 사용자 애플리케이션이 isochronous데이터를 전송하도록 요구할 때까지 basic mode 동작 상태에 있게 된다.

Isochronous 데이터 전송은 사용자 애플리케이션이 station management (SMT)에게 적절한 신호로 요구하게 되며, SMT는 링을 hybrid mode로 천이하기 위한 제어를 수행한다. 이 절차는 보통 isochronous 트래픽에 대한 synchronous 대역폭의 할당, monitor rank의 지정, 그리고 링상의 모든 station이 FDDI-II 호 완성을 가지고 있는 지를 확인하는 기능을 포함한다.

Hybrid mode 로의 천이는 링위에 cycle을 전송하는 monitor에 의해 시작된다. 최초의 cycle이 회전하고 나면 링은 hybrid mode로 들어가게 되며, 이 모드가 일단 성립되면 보통 계속 이 상태에 머무르나 MAC claim이나 beacon 절차 사용에 의해 요구되면 basic mode로 돌아갈 수 있다.

Hybrid mode 링 동작 동안에는 cycle master가, cycle header, dedicated packet group(DPG), cyclic date group(CG)으로 구성되는 cycle을 125μsec마다 전송한다. Cycle의 타이밍은 cycle master의 로칼 타이밍이나 ISDN과 같은 외부 소스로부터 추출한다. DPG 및 CG내에서 정상적인 FDDI 토큰링 동작은 packet date channel에 할당된 대역폭에서 수행되고, circuit 스위칭 연결은 isochronous 트래픽에 할당된 대역폭에서 형성된다. 이 회선 스위칭 연결을 위한 signalling은 보통 packet 채널을 통해 전송된다.

(1) Cycle structure

HRC 프로토콜이 기초로 삼고 있는 특유의 HRC frame 즉 cycle은 그림7과 같이 preamble, cycle header, DPG, CG의 4부분으로 구분된다. Preamble 은 cycle clocking 알고리즘에 의해 만들어지며, cycle header는 125μsec 경계를 설정하고 cycle 제어정보와 programming template를 전송한다. Cycle의 나머지 대역폭은 DPG와 각각 6.144 Mbps (96bytes)에 해당하는 16개의 wideband channel(WBC)로 이루어지며, 각 WBC는 cycle master가 programming template를 통하여 패킷 데이터 혹은 isochronous 데이터용으로 할당한다. DPG는 최소한의 패킷 채널 대역폭인 768Kbps (12byte)를 보장하며, 패킷 트래픽에 할당된 WBC와 연결되어 packet date channel을 형성한다. 이 packet date channel은 가상의 FDDI 링을 제공하며 이를 통하여 P-MAC이 정상적인 FDDI timed token 프로토

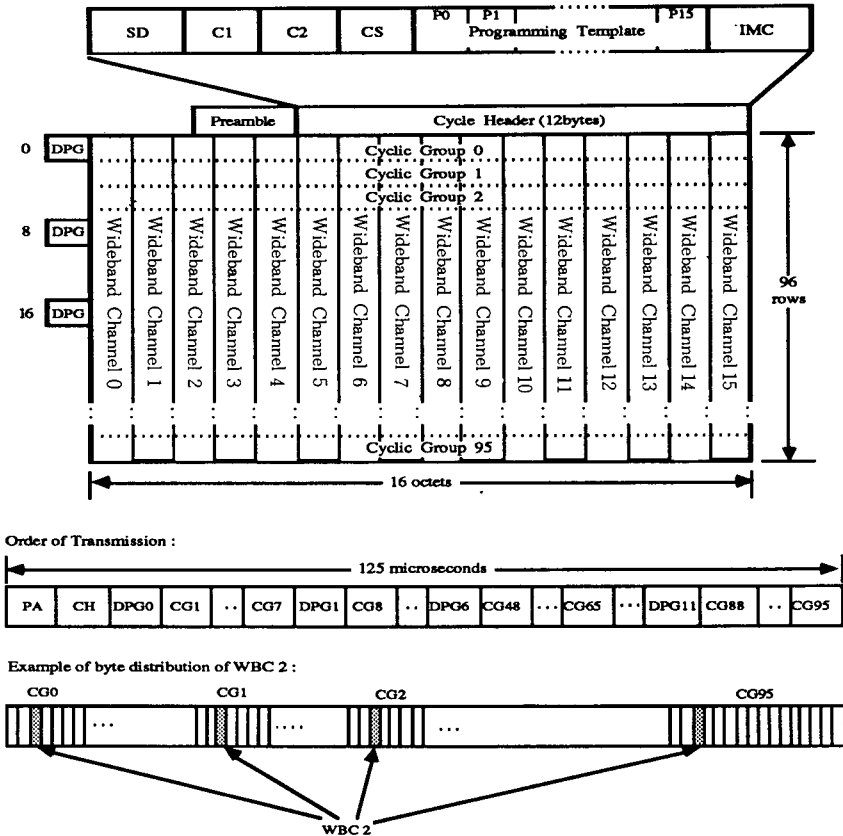


그림 7. HRC 사이클 구조

콜을 수행할 수 있다. 이 경우의 데이터 속도는 여기에 할당된 WBC의 수량에 따라 정해진다. Isochronous 채널용으로 할당된 WBC는 HRC의 I-MAC에 의하여 다시 저속의 transmission channel로 세분된다. 이 transmission channel은 서로 다른 데이터 속도를 가질 수 있으며, 동일한 WBC내의 I-MAC SPA 사이에서 서로 독립적이고 동시에 일어나는 isochronous 다이알로그를 수용할 수 있다. 따라서 64Kbps의 ISDN B 채널을 접속할 수 있으며, T1 채널도 접속 가능하다. Cycle group(CG)은 각각 32 symbol로서 96개가 있으며, WBC가 byte-interleave되어 형성된다. C1은 동기 제어 심볼로서 동기의 성립 여부를 표시하며, C2는 사이클 절차의 성립 여부를 제어하는 심볼이다. 16개의 programming template(P0-P15)는 대응되는 16개의 WBC 각각에 있는 데이터의 타입을 나타낸다. 이것은 cycle master의 SMT에 의해 유지된다.

## (2) H-MUX

H-MUX는 basic 및 hybrid mode 사이의 천이를 관리하며, hybrid mode의 사이클 동기를 제어 및 유지한다. H-MUX는 또한 각각의 모드에서 P-MAC, I-MAC과 PHY 사이의 데이터 흐름을 제어한다. Basic mode에서는 데이터가 P-MAC과 PHY 사이를 직접 통과하며, hybrid mode에서는 I-MAC의 등시성 데이터와 P-MAC의 패킷 데이터를 PHY와의 사이에서 mux/demux하는 기능을 한다.

H-MUX에는 cycle acquisition(CACQ), cycle exchange(CXC), 그리고 monitor station에만 있는 cycle generation(CGEN), LAB의 기능 블록이 있다. CACQ 프로세스에서는 수신 제어 및 사이클 제어 프로세스가 사이클의 시작, 에러, 헤더와 데이터 필드의 분류 등을 수행하고, 또한 헤더의 각 필드를 체크하고 필요한 처리와 동작을 한다. CXC 프로세스는 사이클 데이터로부터 자신에게 오픈된 WBC를 P-MAC이나 I-MAC으로 route하는 기능을 가지며, 또한 P-MAC, I-MAC으로부터 오는 데이터를 이러한 WBC로 삽입하여 새로운 사이클 데이터를 생성한다. CGEN과 LAB는 monitor station에만 필요하며, LAB는 cycle master가 링이 사이클의 정수배가 되도록 하기 위해 필요하다. 수신된 데이터는 CACQ 프로세스에 의해 LAB로 쓰여지고 CXC 프로세스에 의해 읽어진다.

## (3) I-MAC

I-MAC은 P-MAC이 패킷 데이터에 대한 기능과 비슷한 역할을 isochronous 데이터에 대해 수행한다. 이것은 주로 오픈된 WBC내의 채널에 대한 접속을

제어하는 기능을 포함하며, 이러한 기능은 I-MAC 내의 steering map을 갱신함으로써 isochronous 채널을 열고 닫는 SMT의 제어에 의해 수행된다. Steering map은 열린 isochronous WBC내에서 현재 열려 있는 채널을 식별하며, I-MAC은 열려 있는 isochronous WBC내의 데이터를 H-MUX로부터 수신하여 이 steering map에 의거하여 채널을 분리한다. 이 스테이션에서 사용중인 채널은 I-MAC에 의해 CS-MUX로 보내져 적절한 애플리케이션으로 route되며, 이 스테이션에 열려 있지 않은 채널은 I-MAC에서 H-MUX로 되돌려져 중계되도록 한다. 이러한 경우와 반대 방향으로서는 I-MAC이 CS-MUX로부터 데이터를 수신하여 isochronous 채널로 전송한다.

## 4. 물리계층

PHY는 물리계층 프로토콜을 제공하고 PMD는 FDDI 스테이션에서 다른 스테이션까지 링크를 유지하기 위한 광섬유 하드웨어 부품에 대해 규정하고 있다. PHY는 송신과 수신을 동시에 할 수 있다. MAC 으로부터 오는 심볼을 5비트의 코드 그룹으로 바꾼 후 코드된 데이터 스트림을 미디어에 송신한다. 수신기는 코드된 데이터 스트림을 받아 시작 식별자(start delimiter)를 근거로 하여 심볼의 경계를 구분하고 복호화된 심볼들을 MAC에게 전달한다. QUIET, IDLE, HALT 등의 부가 심볼들은 PHY에서 인식되며 SMT 기능을 보조하기 위해 사용한다.

PHY는 각 스테이션에 대해 비트 클럭을 공급한다. 전체 링은 하나의 프레임을 전송하는 동안 동일한 비트 길이를 유지하여야 한다. (즉, 어떤 비트도 생성되거나 소멸되어서는 안된다.) 그렇지 않으면 프레임이 링을 회전하는 동안 프레임내에 에러가 발생하게 된다. 지터(jitter), 전압, 온도, 부품의 경년변화 상태에서도 안정화가 실현되어야 한다. PHY는 송신기와 수신기 사이에 항상 완충 버퍼(elasticity buffer)를 삽입한다. 수신기는 수신되는 데이터로 앞 스테이션의 클럭을 복구하기 위하여 PLL(phase-locked loop)과 같은 기술을 이용한다. 송신기는 반대로 국부의 고정된 클럭을 사용한다. 각 스테이션에서 완충버퍼는 자신의 클럭과 upstream 스테이션의 클럭간의 주파수 차이를 비트 지연을 조정함으로써 보상한다. 송신기의 클럭은 0.005%의 안정성을 갖도록 선택된다. 최소 10비트의 완충버퍼를 가지면 4500 옥텟 길이를 갖는 프레임을 전송할 수 있다. 프리앰블의 길이가

표 1. 심볼 코드표

Decimal	Code Group	Symbol	Assignment	
Line State Symbols				
00	00000	Q	QUIET	
31	11111	I	IDLE	
04	00100	H	HALT	
Starting Delimiter				
24	11000	J	1st. of Sequential SD Pair	
17	10001	K	2nd. of Sequential SD Pair	
Data Symbols				
			HEX	Binary
30	11110	0	0	0000
09	01001	1	1	0001
20	10100	2	2	0010
21	10101	3	3	0011
10	01010	4	4	0100
11	01011	5	5	0101
14	01110	6	6	0110
15	01111	7	7	0111
18	10010	8	8	1000
19	10011	9	9	1001
22	10110	A	A	1010
23	10111	B	B	1011
26	11010	C	C	1100
27	11011	D	D	1101
28	11100	E	E	1110
29	11101	F	F	1111
Ending Delimiter				
13	01101	T	데이터 스트림을 종료하는데 사용	
Control Indicator				
07	00111	R	논리적 0	
25	11001	S	논리적 1	
Invalid Code Assignment				
01	00001	V or H	이러한 코드 패턴은 연속적인 0인	
02	00010	V or H	코드 비트가 되거나 duty cycle 요구에	
03	00011	V	맞지 않으므로 송신되지 않는다.	
05	00101	V	그러나 01, 02, 08, 16은 수신할 때,	
06	00110	V	Halt 심볼로 해석될 수 있다.	
08	01000	V or H		
12	01100	V		
16	10000	V or H		

길면 프레임 전송에 아무런 문제가 발생하지 않는 반면, 만일 짧으면 프레임 중에 심볼을 잃게 되며 결국 프레임을 잃게 되는 경우가 된다. 이러한 문제는 평활버퍼(smoothing buffer)에 의하여 해결된다. 평활버퍼는 프레임 사이에 PA 길이를 조사하고 경우에 따라 프리엠블이 4~5 바이트를 초과하거나 감소하지 않도록 16심볼의 길이를 유지한다.

## 5. Station Management

FDDI의 station management(SMT)는 여러가지 FDDI layer상에서 진행되는 process들에 대한 관리를 station level에서 제어할 수 있는 서비스를 제공한다. 즉, SMT는 FDDI node가 ring상에서 올바른 동작을 하기 위해 필요한 제어를 포함하여 시스템 관리를 지원하기 위한 local function을 규정한다. SMT

가 제공하는 서비스로는 connection 관리, station의 삽입 및 제거, station의 초기화, configuration 관리, fault의 고립화 및 복구, 외부 authority에 대한 통신 프로토콜 제공, scheduling 정책, station의 통계 자료 수집 등이 있다.

FDDI 노드의 내부 구성은 구현에 따라 다양하나 하나의 노드에는 SMT entity가 하나만 존재한다. SMT내에는 station machine을 이용하여 스테이션의 여러 가지 내부 구성을 정의하고 있으며, SMT의 configuration 및 topology 프로토콜을 기술하기 위해 다음과 같이 5가지 노드 '타입'을 정의하고 있다.

- Single MAC dual attachment station (SM-DAS)
- Dual MAC dual attachment station (DM-DAS)
- Single attachment station (SAS)
- Dual attachment concentrator (DAC)
- Single attachment concentrator (SAC)

FDDI 노드는 station과 concentrator를 포함하며 두 class로 구분되는데, dual attachment와 single attachment로 정의된다. Single attachment 스테이션은 최소한 PMD, PHY, MAC을 하나씩 가지며, dual attachment 스테이션은 적어도 2 PMD, 2 PHY, 1 MAC을 필요로 한다. Dual attachment concentrator는 PMD를 하나만 가지고 있어서 FDDI 이중 링에 직접 접속되지 못하는 single attachment concentrator와 single attachment 스테이션을 slave로 연결 (spur connection)하기 위해 추가적인 PMD (M type) entity를 제공한다. Dual attachment 노드는 두개의 PMD를 가지므로 dual (counter-rotation) 링에 접속될 수 있으며, physical FDDI 링은 이러한 dual attachment 노드로 구성되고 logical 링은 연결되어 있는 모든 노드로 구성된다. FDDI 노드의 내부 구성은 이처럼 다양하나 FDDI 표준안에 대한 conformance를 위해서는 외부에 대한 동작이 SMT의 state machine에 허용된 configuration 중의 하나로 동작해야 한다.

FDDI SMT에 정의되어 있는 서비스를 보면 크게 세가지 종류로 구별된다. 즉, SMT 프레임을 이용한 서비스, CMT (connection management)에 의한 PHY의 삽입 및 제거, PHY와 MAC의 연결 서비스, 그리고 RMT (ring mangement)에 의한 MAC 상태의 보고와 에러 상태의 해소를 위한 서비스 등이 있다. FDDI SMT의 architectural model은 그림8과 같다.

CMT는 FDDI 망에 대한 매체 접속을 관리하는 ECM (entity coordination management), 관리하의 PHY와 이웃의 다른 PHY를 연결하기 위한 PCM (physical

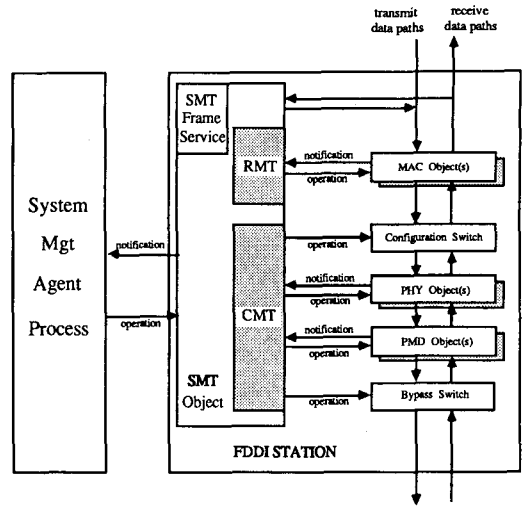


그림 8. SMT 구조 모델

connection management), 스테이션이나 concentrator 내에서 MAC과 PHY를 내부적으로 연결하기 위한 CFM (configuration management)의 세 분야로 구분된다. PCM에서 이웃 PHY끼리의 signalling을 위한 pseudo code는 표준화 과정에 있다. CFM은 앞서 언급한 5가지 노드 타입에 대한 각각의 내부 구성을 정의하고 있다.

RMT는 MAC과 CFM으로부터 상태 보고를 수신하고 이를 바탕으로 MAC의 상태를 보고한다. 이를 위한 서비스로는 duplicate address의 감지, trace기능의 개시, stuck beacon 상태의 식별, MAC 이용성의 통지등이 있다.

FDDI-II SMT는 FDDI 토큰 링 동작을 위해 정의된 SMT 서비스외에 hybrid mode 동작에 관련된 기능을 관리하기 위해 확장된 기능을 정의하고 있다. 이러한 확장 기능은 다음과 같은 세 종류의 SMT기능으로 분류된다.

- Hybrid mode의 초기화 및 복구절차
- HRC objects 즉, H-MUX, I-MAC 등의 관리
- Resource 할당 즉, 대역폭의 관리

FDDI-II SMT가 제공하는 hybrid mode 동작 관련 서비스는 8KHz 타이밍의 제공, H-MUX의 감시, H-MUX의 복구 개시, hybrid mode에서의 토큰 복구를 위한 purge 프레임의 사용 감시 등이 있다. 또한 관리 애플리케이션에게 FDDI-II object를 관리하기 위한 서비스를 제공하는데 이는 HRC 파라미터의 세트,



option policy의 선택, HRC 변수의 상태보고, HRC 동작의 개시, HRC 사건의 보고, H-MUX에서의 WBC 채널의 개폐, I-MAC에서의 isochronous 채널의 개폐, HRC 통계 자료의 수집 등의 기능을 가진다. FDDI-II 스테이션의 관리 모델은 그림 9와 같다.

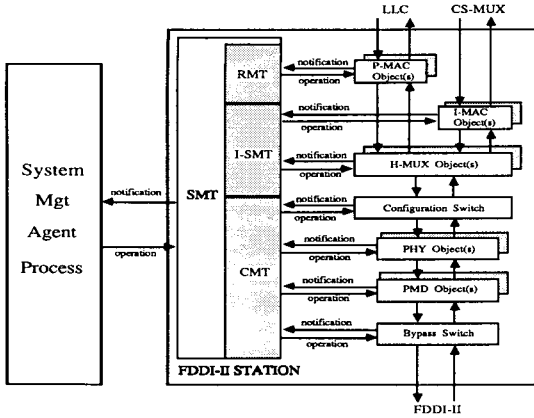


그림 9. FDDI-II 관리 모델

FDDI-II SMT에 추가된 가장 큰 기능은 자원 할당과 관련된 것으로 대역폭 관리이다. 대역폭 관리를 위한 절차는 그림10과 같다. 이 절차는 크게 두 계층으로 나뉘는데, 하나는 WBC 관리로서 대역폭을 패킷과 isochronous 트래픽 사이에 배분 할당하는 것이고 두번째는 채널 관리로서 isochronous WBC 내에서 다시 채널별로 isochronous 대역을 할당하는 것이다.

WBC 관리는 시스템 관리 절차와 cycle master 절차로 이루어지며, 시스템 관리 절차는 WBC policy setting과 관련되고 cycle master 절차는 현재 규정된 policy에 따라 isochronous WBC를 channel allocator로 지정된 스테이션에게 할당한다. WBC가 일단 isochronous 트래픽에 할당되면 이 WBC내의 개별적인 채널은 이 WBC에 대한 channel allocator로 지정된 스테이션에 의해 관리된다.

### III. DQDB-MAN

#### 1. 개요

이 절차에서는 최근에 와서 각광을 받고 있는 DQDB (distributed queue dual bus) MAN(metropolitan area network)에 대하여 서술한다. MAN의 목적은 대도

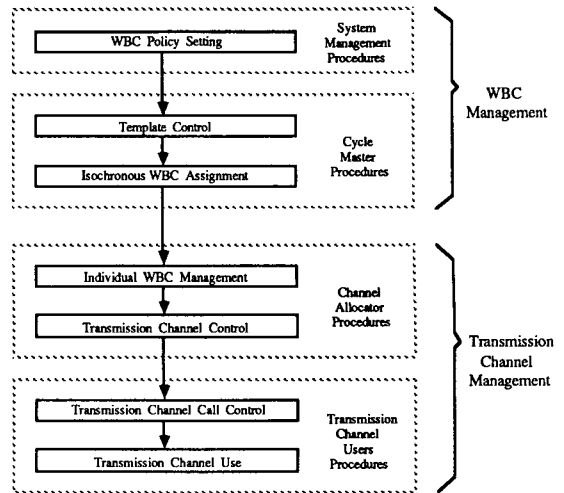


그림 10. 대역폭 관리 절차

시의 같은 넓은 지역에 데이터, 음성, 화상 등의 종합 서비스를 제공하기 위한 것이다. MAN의 구축을 위하여 IEEE 802.6 위원회에서는 DQDB 망을 채택하였으며 현재 표준화를 추진 중에 있다. DQDB 망은 호주의 Telecom Australia 사에서 QPSX(queued packet and synchronous exchange)라는 이름으로 제안되었고 미국의 AT & T 사에서 개발협정을 맺어 현재 DQDB라는 이름으로 제품을 개발중에 있다. DQDB 망의 특성은 두개의 버스구조를 갖는 고속의 데이터 경로를 통하여 비연결형 데이터, 연결형 데이터, 동시성 데이터 등의 다양한 데이터들을 수용하며 LAN을 비롯하여 B-ISDN 등과 같은 WAN과의 접속이 용이하다는 것이다. DQDB 망에서의 이중 버스의 구조와 버스 접속 방식 및 각 계층에서의 기능에 대한 설명이 다음에 나타나 있다.

DQDB에서의 이중 버스의 구조는 그림11에 나타난 것과 같이 두개의 단방향 버스에 여러개의 노드들이 접속된 형태로 구성된다. 버스 A와 버스 B로 표시된 두개의 버스는 서로 반대 방향으로 데이터를 전송하며 각각의 노드는 두 버스 중의 하나를 이용하여 원하는 곳에 데이터를 전송할 수 있다.

DQDB 망에서는 서로 독립적인 두개의 버스가 동시에 작동함으로써 단일 버스에 비하여 망의 용량을 두배로 증가시킬 수 있다. 각 버스의 첫단에 위치한 노드는 헤드라고 불리우며 각 버스의 헤드에서는 망의 작동을 유지시키기 위한 DQDB 계층 관리 정보 옥

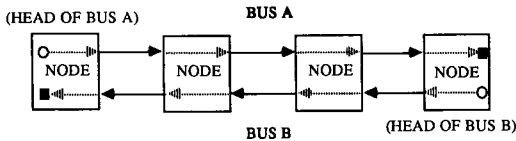


그림 11. 이중 버스 구조

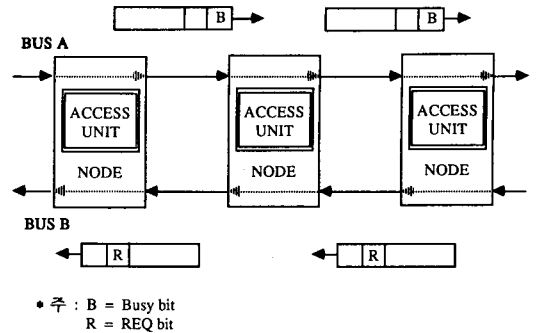


그림 12. 버스 A에 대한 분산 큐 동작

넷과 노드 간에 데이터를 운반하기 위한 정해진 길이의 슬롯을 생성한다. 생성된 슬롯은 버스를 따라 각 노드로 전달되며 각 노드는 접속방식에 따라 슬롯에 정보를 기록하여 전송한다. 모든 데이터의 흐름은 각 버스의 끝단에서 정지된다. 망의 정상적인 작동을 위하여서는 망 내에 슬롯 타이밍을 관리하는 하나의 노드가 필요하며 분산된 큐들로 구성된 모든 노드들은 이 슬롯 타이밍을 기준으로 하여 데이터를 전송함으로써 모든 노드들이 같은 비율로 데이터들을 주고 받게된다.

2. DQDB 계층

DQDB 망의 DQDB 계층은 이중 버스에 두가지 접속 방식을 제공한다. 하나는 데이터 등과 같은 비동시성 서비스를 위한 QA (queued arbitrated) 접속이고 다른 하나는 음성 및 화상 등과 같은 동시성 서비스를 위한 PA (pre-arbitrated) 접속이며 이들은 각각 QA 및 PA 슬롯을 사용하여 필요한 정보를 전달한다. 망에의 접속을 위하여 QA 방식은 분산 큐 접속 프로토콜을 사용하고 PA 방식은 PA 접속 프로토콜을 사용하며 이들의 설명이 다음에 나타나 있다.

1) 분산 큐 프로토콜

버스 A에 대한 분산 큐 접속 방식의 기본 동작이 그림 12에 나타나 있다. 버스 B는 버스 A에서와 같은 동작을 역방향에서 독립적으로 수행한다. 분산 큐 프로토콜은 DQDB 버스 상의 QA 슬롯을 통한 정보 전달을 제어하며 슬롯 내의 두개의 제어 필드를 기본으로 하여 동작된다.

하나는 슬롯이 노드에서 사용되는 가를 나타내는 BUSY 비트이고, 다른 하나는 보내야 할 데이터의 세그먼트(이하 QA 세그먼트)가 큐에 대기하고 있음을 역방향의 버스를 통하여 알려주는 REQ (request) 비트이다. 각 노드의 접속 장치(이하 AU)에 한 버스(버스 A 또는 버스 B)로 보내야 할 QA 세그먼트가 도착하면 다른 버스에서 역방향으로 흐르는 슬롯의 REQ 비트를 이용하여 버스 상의 앞쪽에 위치한 노드들에

QA 세그먼트가 큐에 대기하고 있음을 알린다. 각각의 노드의 AU에는 RQ (request) 계수기가 있어 역방향으로 REQ 비트가 통과할 때마다 계수기의 값을 증가시키고 정방향으로 빈 슬롯이 통과할 때마다 값을 감소시킴으로써 항상 버스 상의 아래 쪽에 위치한 노드에 대기하고 있는 QA 세그먼트들의 갯수를 유지한다. 전송할 QA 세그먼트가 도착한 AU는 REQ 비트를 통하여 전송을 요청함과 동시에 RQ 계수기의 값을 CD (countdown) 계수기에 이전한다. RQ 계수기의 값은 다시 0으로 전환되어 앞서 설명한 과정을 반복한다. CD 계수기의 값은 정방향으로 빈 슬롯이 통과될 때마다 감소되며 CD 계수기의 값을 0으로 하는 빈 슬롯을 이용하여 대기하고 있던 QA 세그먼트를 전송한다. 이 방식은 QA 세그먼트가 먼저 도착한 AU에 전송의 우선권을 주기 위한 것이지만 슬롯 전송시간 내에 도착한 QA 세그먼트들에 대해서는 슬롯을 생성하는 헤드에서 가까운 쪽의 노드에 대기하고 있는 QA 세그먼트가 전송의 우선권을 갖는다.

DQDB 망에서는 헤드에서 가까운 쪽의 노드가 때때로 빈 슬롯의 사용권을 헤드에서 먼 쪽의 노드에 넘겨줌으로써 분산된 큐들이 망의 용량을 효과적으로 공유하도록 하는 기능을 제공하고 있다. 이 기능은 BWB\_MOD (bandwidth balancing modulus) 라는 시스템 파라미터와 각 노드 내의 BWB 계수기으로써 작동된다. 각 노드에서는 QA 세그먼트가 전송될 때마다 BWB 계수기의 값을 하나씩 증가시킨다. BWB 계수기 값이 (BWB\_MOD-1)에 달하면 QA 세그먼트가 대기하고 있지 않은 상태에서는 RQ 계수기의 값을 하나 증가시키고 QA 세그먼트가 대기하고 있는 경우에는 CD 계수기를 하나 증가시킴으로써 빈 슬롯의 사용권을 다른 노드에게 넘겨준다. 이때 BWB 계

수기의 값은 다시 0으로 전환된다. 주어진 트래픽의 상태에 따라 BWB\_MOD의 값을 어떻게 설정하여야 할 것인가에 관한 문제는 DQDB 망을 효과적으로 운영하기 위해서 앞으로 연구되어야 할 중요한 문제 중의 하나이다.

분산 큐 프로토콜은 전송될 QA 세그먼트의 중요도에 따라 네 단계의 우선 순위 기능을 제공한다. 각 노드 내의 AU는 네개의 분리된 우선 순위 큐들을 가지고 있으며 각각의 QA 세그먼트들은 우선 순위에 따라 해당되는 큐에서 대기한다. 우선 순위 기능은 QA 슬롯 내의 네개의 우선순위 REQ 비트들에 의해서 작동되며 각 우선 순위 큐들은 슬롯이 도착하면 해당되는 우선 순위의 REQ 비트를 통하여 데이터 전송을 요청한다. 각각의 우선 순위 큐들은 독립된 RQ 및 CD 계수기들을 가지고 있으며 QA 세그먼트가 대기하고 있지 않을 경우에는 역방향에서 자기와 같거나 자기보다 높은 우선 순위의 REQ 비트가 통과할 때마다 RQ 계수기의 값을 증가시키고 정방향으로 빈 슬롯이 통과할 때마다 RQ 계수기의 값을 감소시킨다. 우선 순위 큐에 QA 세그먼트가 대기하고 있을 경우에는 RQ 계수기는 역방향에서 자기와 같은 우선 순위의 REQ 비트가 통과할 때마다 RQ 계수기의 값을 증가시킨다. 그러나 CD 계수기는 역방향에서 자기와 같거나 자기보다 높은 우선 순위의 REQ 비트가 통과할 때마다 그 값을 증가시키고 정방향에서 빈 슬롯이 통과할 때마다 그 값을 감소시키며 CD 계수기의 값을 0으로 하는 빈 슬롯을 이용하여 대기하고 있던 QA 세그먼트를 전송한다. DQDB 망에서의 우선 순위 기능은 높은 우선 순위의 데이터가 낮은 우선 순위 데이터에 영향을 받지않고 우선적으로 전송되도록 하고 있으나 주어진 트래픽 조건 하에서 요구되는 성능을 만족시키기 위한 우선 순위 부여 문제는 우선 순위 기능 자체에 대한 성능평가와 함께 앞으로 연구되어야 할 사항 중의 하나이다.

현재 IEEE P802.6 위원회에서 배포한 DQDB 제안서에는 각 노드에 하나의 BWB 계수기가 있어 이 계수기가 모든 우선 순위 큐들을 동시에 관리하고 있다. 즉, BWB 계수기의 값이 (BWB\_MOD-1)이 되면 모든 우선 순위 큐들의 RQ 또는 CD 계수기의 값들을 일괄적으로 하나씩 증가시킨다. 만일 BWB 계수기가 각 우선 순위 별로 있다면 그 우선 순위에 할당된 망의 용량을 같은 우선 순위를 갖는 큐들끼리 서로 공평하게 분배할 수 있어 망의 용량이 좀 더 효과적으로 사용될 수 있을 것이다. 여기서 제시한 방

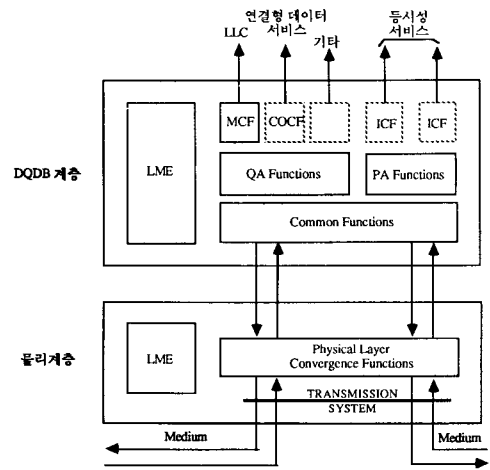
식과 DQDB 제안서에 주어진 방식의 장단점을 비교 분석함으로써 시스템의 성능을 증가시킬 수 있는 방식을 제시할 수도 있을 것이다.

2) PA 접속 제어

PA 슬롯은 일반적으로 등시성 서비스 옥텟을 전송하는데 사용되며 버스의 헤드에 위치한 노드에서 생성된다. 하나의 PA 슬롯은 48개의 옥텟을 제공하며 각각의 옥텟을 서로 다른 AU들이 사용함으로써 하나의 PA 슬롯 사용권을 여러 노드들이 공유한다. 버스의 헤드는 PA 슬롯을 생성할 때 가상 채널 확인 필드(이하 VCI)를 준다. 각각의 AU는 어떤 VCI 값을 갖는 PA 슬롯의 몇번째 옥텟부터 몇번째 옥텟까지를 사용할 수 있는가를 미리 알고 있어야 하며 이는 DQDB 계층 관리 기능을 통하여 주어진다. 버스의 헤드는 등시성 서비스의 사용자들에게 충분한 서비스를 제공할 수 있도록 하기 위해서 주기적으로 PA 슬롯을 제공하여야 한다.

3) DQDB 노드의 구조

DQDB노드는 크게 DQDB 계층과 물리 계층으로 나눌 수 있으며 이들의 구조가 그림 13에 나타나 있다. DQDB 계층의 서비스는 그림 13에 나타난 것과 같이 LLC(logical link control) 계층에 제공하는 MAC(media access control) 서비스와 등시성 서비스 및 연결형 데이터 서비스가 있다.



\* 주 : LLC=Logical Link Control  
COCF=Connection Orient Convergence Function  
ICF=Isochronous Convergence Function  
LME=Layer Management Entity

그림 13. 노드기능 구조

LLC에 제공하는 MAC 서비스는 송신 노드에서 MAC 서비스 데이터(이하 MSDU)를 QA 슬롯에 삽입할 수 있는 일정한 길이로 분리하여 수신노드로 전송하고 수신 노드에서는 이들을 재조립하는 것으로 이루어진다. MSDU를 분리하고 재조립하는 작업은 MAC 수렴 기능 블록(이하 MCF)에서 수행되며 MSDU를 분리하는 과정이 그림 14에 나타나 있다. MSDU에 데이터의 길이, 송신 주소, 수신 주소, 우선 순위 등급 등과 관련된 필요한 헤더와 트레일러를 첨부하여 초기 MAC 프로토콜 데이터(이하 IMPDU)를 만든다. 이 IMPDU는 여러개의 분리 데이터(이하 SU)로 나뉘어지고 이 SU에 SU의 형태, 메시지 확인 필드(이하 MID), CRC등의 필요한 헤더와 트레일러를 첨부하여 QA 슬롯에 삽입할 수 있는 파생 MAC 프로토콜 데이터(이하 DMPDU)를 만든다. 하나의 IMPDU에서 파생된 DMPDU들은 MID로 확인되며 이를 통하여 수신 노드에서 DMPDU가 IMPDU로 재조립된다. QA기능 블록은 48옥텟으로 구성된 비동기성 데이터의 세그먼트를 전송하는 기능을 수행한다.

계층에서 수행되어야 할 사항이다. COCF 기능도 MCF 기능과 마찬가지로 데이터의 분리 및 재조립 과정을 거쳐서 QA 기능 블록을 통하여 데이터를 주고 받는다.

동시성 데이터의 전송을 위한 PA기능 블록은 실제로는 등시성으로 동작되지 않는 경우가 있다. 이것은 버스의 헤드에 위치한 노드가 경우에 따라 PA 슬롯을 등시성으로 생성하지 않기 때문이다. 따라서 등시성 옥텟에 충분한 서비스를 제공하기 위해서는 버퍼링 기능이 필요하며 이러한 기능이 등시성 수렴 기능(이하 ICF)블록에서 수행된다. 등시성 서비스의 제공을 위해서는 연결형 데이터 전의 경우와 마찬가지로 링크의 연결, 유지 및 단절에 관한 절차가 필요하나 이러한 기능은 DQDB 계층 보다 상위 계층에서 수행되어야 할 사항이다.

공통 블록은 PA 및 QA 기능 블록이 PA 및 QA 슬롯을 전송하는 기능과 함께 DQDB 계층 관리 정보 옥텟들을 제공하는 기능을 수행한다. DQDB 계층 관리에는 버스의 헤드를 유지시켜 주는 기능, 노드 또는 링크에 결함을 생겼을 경우 이중버스의 구조를 유지시켜 주는 기능, 각 노드에 MID 페이지를 할당하는 기능 등을 수행한다.

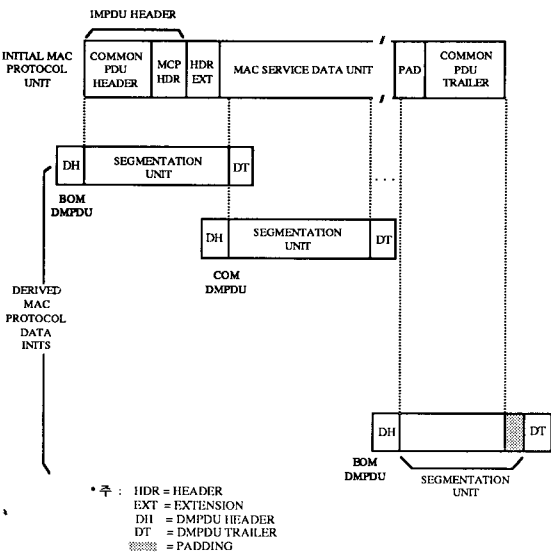


그림 14. IMPDU의 전달

연결형 수렴 기능 블록(이하 COCF)은 연결형 데이터의 전송 기능을 담당하며 데이터 링크의 연결, 유지 및 단절에 관한 절차는 DQDB 계층보다 상위

### 3. 물리계층

DQDB 망의 물리 계층은 전송 시스템, 물리 계층 수렴 기능(이하 PLCF)블록 및 물리 계층 관리 (이하 LME)블록으로 구성된다. DQDB 망은 특정한 전송시스템에 대한 제한을 두고 있지 않으며 현재 전송시스템으로 CCITT G. 703 (34.368 Mbps 및 139.264 Mbps로 작동), ANSI DS3 (44.736 Mbps로 작동), CCITT G. 707-9 (155.520 Mbps로 작동) 등이 고려중이다. PLCF 블록은 DQDB 계층이 특정한 전송시스템의 종류에 관계없이 독립적으로 기능을 수행하기 위하여 제공되며 DQDB 계층의 타이밍 정보, 슬롯 옥텟 및 관리정보 옥텟 등을 전송 시스템을 통하여 전달될 수 있도록 그 포맷을 변형시키는 기능을 수행한다. 따라서 각각의 전송시스템은 그에 맞는 PLCF 프로토콜을 필요로 한다.

물리계층의 LME 블록은 물리계층의 관리기능을 수행하며 노드 및 링크의 고장탐지, 고장난 노드의 고립화 등의 기능을 수행한다.

### 4. MAN의 적용 분야

MAN의 범위는 LAN(local area network)과 WAN

(wide area network)의 사이에 위치한다고 볼 수 있다. 따라서 MAN은 LAN과 LAN의 연결 및 LAN과 B-ISDN과 같은 미래의 고속 WAN사이의 연결기능을 제공할 수 있다. 기존의 LAN과 LAN의 연결은 주로 값비싼 사설 교환 장비를 사용하여 point-to-point 방식으로 이루어진다. 이러한 개념에 대응하여 미국의 Bellcore에서는 MAN의 개념을 이용하여 여러개의 서로 다른 종류의 LAN들의 연결을 지원하기 위한 SMDS (switched multimegabit data service)를 제안하였다. SMDS는 DQDB를 기본으로 하는 backbone 망으로 DQDB의 비연결형 데이터 서비스를 이용하여 서로 다른 LAN간의 데이터 전송을 가능케 한다. SMDS는 사설 기능을 유지하는 공중망으로 MAN의 고속 전송 매체를 여러개의 LAN들이 공유함으로써 기존의 방식보다 훨씬 많은 LAN들의 연결이 용이해진다.

MAN은 또한 LAN과 B-ISDN과 같은 WAN과의 연결 기능을 제공함으로써 데이터의 전송범위를 크게 증대시킬 수 있다. 기존의 ISDN에 광통신 기술을 이용함으로써 다양한 정보를 보다 먼 거리에 고속으로 전송할 수 있는 B-ISDN의 실현이 가능해졌다. B-ISDN은 종래의 패킷 또는 서킷 스위칭 방식과 다른 ATM (asynchronous transfer mode) 방식을 채택함으로써 고속의 스위칭 기능을 제공한다. AMT에서는 패킷화된 데이터가 셀 (cell) 단위로 전송된다. 현재 B-ISDN과 MAN의 표준화 작업은 서로 긴밀한 협조하에 이루어지고 있다. B-ISDN의 셀과 MAN의 옥텟은 서로 같이 53옥텟 (5 옥텟의 헤더와 48 옥텟의 정보)으로 구성되며 프로토콜 데이터의 단위의 주소 필드도 모두 64비트로 이루어져 이들간의 호환성이 용이해졌다. 그러나 연결형 서비스를 제공하는 B-ISDN이 MAN에 접속하려는 MAN의 연결형 서비스의 기능이 보장되어야 하는 등의 문제점이 있으며 현재 이러한 문제를 해결하기 위한 연구가 진행 중에 있다. Bellcore에서는 앞서 언급한 SMDS에 B-ISDN 접속 기능을 보장하기 위한 작업을 진행 중에 있다.

IV. 상호 비교

통신망 프로토콜 규격은 제공하고자 하는 서비스, 안전대책 및 관리, 다른 통신망과의 연동, 목표로 하는 적용 영역, 대상 전송 매체 등 여러가지 요인들에 의하여 요구사항이 달라짐으로써 다른 특징들을 갖는다. 이 장에서는 앞에서 설명한 FDDI, FDDI-II

및 DQDB-MAN 규격에 대하여 그들이 갖는 주요한 특징들을 상호 비교해 보기로 한다.

1. 표준화 배경 및 제공 서비스면에서의 비교

FDDI는 IEEE 802.5 위원회에서 규격화한 토큰링 프로토콜을 광섬유를 전송 매체로 이용하여 고속화하기 위해 미국의 국가 표준 기구인 ANRI (American National Standard Institute)에서 제정한 고속 광 LAN 프로토콜로서, 전송속도 100Mbit/s, 직경 10Km 정도의 지역망으로 사용하기에 적합하다. FDDI-II는 FDDI-I에 추가적으로 음성과 화상 서비스를 제공할 수 있도록 필요한 기능이 보완되고 있다. DQDB-MAN 프로토콜은 IEEE 802.6 위원회에서, 데이터, 음성, 화상 서비스를 지원할 수 있으며, 직경 50Km 정도의 대도시에서 CCITT 전송체계에 따라 수십~수백 Mbit/s 까지의 전송속도를 갖도록 광섬유를 이용하는 프로토콜로서 규격화해 가고 있으며, 특히 CCITT 광대역 ISDN과 정합이 용이하도록 고려되고 있다. DQDB-MAN 프로토콜은 당초 여러 제안이 있었으나 1986년에 Telecom Australia에서 제안한 QPSX (queued packet and synchronous exchange) 프로토콜을 1987년 DQDB로 개칭하여 IEEE에서 채택함으로써 표준화되기 시작하였으며, 현재는 미국의 AT & T network systems으로 채택되어 강력한 지원을 받고 있으며, 또한 7 BOC (Bell Operation Company)들 중 5 BOC에서 '91~'92년에 구매 목표로 이 규격에 기준하는 SMDS (switched multimegabit data service)를 Bellcore를 통하여 개발하고 있으며, Teleport Communications, Metropolitan Fiber Systems (MFS)사등 여러 통신 회사들이 제품 개발에 열을 올리고 있다.

표 2는 위의 세 프로토콜에 대하여 주요한 사항들을 상호 비교한 것이다.

2. 프로토콜면에서의 비교

다음의 표 3과 표 4는 이 세 프로토콜들에 대하여 상호 비교할 수 있는 특성들을 물리 계층과 매체 액세스 계층으로 나누어 도표화한 것이다 (참고문헌 7 참조).

V. 결 어

고속 다중매체 지원 통신망의 개발은 세계적 추세이다. 즉 최근의 통신망 기술의 초점은 서비스 종류나 대역폭에 관계없이 여러가지 통신 서비스들을 하나의 망을 통하여 자유롭게 제공할 수 있도록 하자는 데 맞추어지고 있다. 본 원고는 현재 광섬유를 전

표 2. FDDI, FDDI-II, DQDB-MAN의 일반적 특성 비교

프로토콜	표준화 기구	표준화 년도	제공목표 서비스	주 용도	전 송 매 체	전송 속도	거리 (적경)	망 연동성	운 용
FDDI	ANSI-X3T9.5 (ISO-SC13)	1987-1990	Burst 데이터 (비연결)	컴퓨터, LAN간 기간망	광섬유	100 M bit/s	10Km	IEEE 802. x (x=3, 4.5)	사설망
FDDI-II	ANSI-X3T9.5 (ISO-SC13)	- 1991	데이터, 음성, 화상 (비동기, 동기, 등시성)	워크 스테이션, 슈퍼컴퓨터, LAN간 기간망	광섬유	100 M bit/s	10Km	IEEE 802. x (x=3, 4, 5)	사설망
DQDB-MAN	IEEE 802. 6	1990-1991	데이터, 음성, 화상 (비연결, 연결, 등시성)	워크 스테이션, 슈퍼컴퓨터, LAN간 기간망, CATV망, 위성지상망, PABX등	광섬유	수십-수백 Mbit/s (CCITT G. 703 (DS3, 4), ANSI DS3, CCITT G. 707-9 기타(추후 추가예정)	(50Km)	IEEE 802. x (x=3, 4, 5) B-ISDN	사설망, 공중망

표 3. FDDI, FDDI-II, DQDB-MAN의 물리계층의 중요 특성 비교 주요

프로토콜	Topology	클럭 동기	라인코드, 라인비트율	프레임 동기	비트 처리	파손 격리
FDDI	이중 링 (토큰패싱)	독립 동기	4B5B NRZI 125 Mbit/s	유일한 10-bit 구분자	8-bit 워드수준	자체 처방 링
FDDI-II	이중 링 (시분할 다중+토큰패싱)	독립 동기	4B5B NRZI 125 Mbit/s	유일한 10-bit 구분자	8-bit 워드수준	자체 처방 링
DQDB-MAN	물리적: 이중 링, 논리적: 이중버스	"	Scrambling 155 Mbit/s	비유일 48-bit 구분자	"	"

송매체로 사용하며 ANSI 및 IEEE를 중심으로 표준화 되고 있는 FDDI, FDDI-II, DQDB-MAN 프로토콜 들의 표준화 동향과 그들의 차이점을 정리하였다.

FDDI는 패킷 형태의 데이터를 고속으로 처리하기

위한 100Mbit/s의 LAN 프로토콜로서 물리계층, MAC 계층, SMT 모든 부분이 확정된 상태에 있으며, FDDI-II는 FDDI에서 제공하는 패킷 데이터 서비스에 추가적으로 음성과 비디오를 처리할 수 있도록 I-MAC

표 4. FDDI, FDDI-II, DQDB-MAN의 매체 액세스 계층의 주요 특성 비교

프로토콜	전송 시작	혼합 트래픽 지원	전송의 종료 기법	데이터 수신	전송 직접	데이터의 제거	복 구
FDDI	토큰 보존	2등급 우선순위 (8등급 2차 우선순위)	시간종료 기법	16, 48비트 주소 및 확인	32 비트 CRC 점검 코드	source station	분산형
DQDB	슬롯 요청 및 보존	2등급 우선순위 (4등급 2차 우선순위)	한 슬롯 후	16, 60 비트 주소 (CCITT E. 164 수용)	32 비트 CRC 점검 코드	없음, master station에서 중지	중앙형

과 H-MUX 기능을 추가한 100Mbit/s의 LAN 프로토콜로서, SMT 부분이 아직 미완성 단계에 있다. FDDI의 대표적인 제품으로서는 미국 AMD사에서 1987년에 발표한 FDDI 기본 모드 칩셋과 Fibronics, 일본 스미토모사의 시스템 제품 등을 들 수 있으며, 현재 상당한 수준의 상용화 단계에 있음이 보고되고 있다. 한편 DQDB-MAN 프로토콜은 FDDI 프로토콜이 관찰할 수 있는 직경 10Km 범위를 초월하는, 직경 50Km 정도의 대도시를 대상으로 데이터, 음성, 비디오 서비스를 제공할 수 있는, 최대속도가 제한되지 않은 다중매체 고속 통신망으로서, 지금까지 LAN을 주로 사설망으로 사용하던 관례에서 벗어나 공중망으로도 사용 가능하게 하고, 특히 CCITT에서 권고하고 있는 광대역 ISDN과 쉽게 연동할 수 있도록 고려되고 있음으로써, 장차 PSTN이나 ISDN의 시내망 설계에 막대한 영향을 미칠 것으로 예상하게 하고 있다. 그러나 DQDB-MAN은 아직 연결형 서비스나 동시성 서비스를 제공하기 위한 기능(COCF, ICF, PAF)과 DQDB층 관리 기능(DQDB-LME)이 미완성 단계에 있고, 특히 공중 통신망으로서 사용될 수 있도록 하기 위해 안전대책 기능, 과금 기능, 관리 기능에 많은 보완이 뒤따라야 할 것으로 생각되고 있다. 다만 미국의 AT & T, BOC들, 독일의 Siemens등 세계적인 통신 회사들이 경쟁적으로 개발에 참여하고 있는 추세로 보아 장래에 가까운 규격의 안정화는 물론 칩이나 시스템 제품들이 쏟아져 나올 것으로 예측되고 있다. 현재 이의 일부 기능을 이용한 Bellcore의 SMDS 서비스의 시작, AT & T의 지원을 받은 Telecom Australia의 시제품의 운용시험등 여러 시험운용들이 보고되고 있다.

당 연구실에서는 국가기간 5대 전산망 중의 하나

로 과기처에서 추진하고 있는 연구전산망 구축의 일환으로, '89년 하반기에 마무리한 4Mbit/s 대덕 지역 광통신망을 수백 Mbit/s(1차 목표는 CCITT G. 706~709 전송 규격에 해당하는 150Mbit/s임)의 다중 매체 광고속망으로 발전시키기 위한 연구를 계속 중에 있으며, 3차년의 연구기간이 끝나는 '92년 하반기에는 IEEE 802.6 DQDB-MAN 규격에 맞는 고속 망접속장치(H-NIU)의 개발을 완료하고 이 결과를 대덕 연구단지 망으로 구성하여 시범할 계획에 있다. 더불어 이 과제에서는 DQDB-MAN과 기존의 LAN들(IEEE 802.3 CSMA/CD, 802.5 token ring) 및 차차 공중 장거리 광대역망으로 나타날 B-ISDN과의 연동도 고려하고 있음을 밝힌다.

參 考 文 獻

- [1] American National Standard, "FDDI Token Ring Media Access Control (MAC)," ANSI X3.139-1987.
- [2] American National Standard, "FDDI Token Ring Physical Layer Protocol(PHY)," ANSI X3.148-1988.
- [3] Draft Proposed American National Standard, "FDDI Physical Layer Medium Dependent (PMD)," ASC X3T9.5, Rev.9, March 1989.
- [4] Draft Proposed American National Standard, "FDDI Token Ring Station Management(SMT)," ASC X3T9.5, Rev.5, May 1989.
- [5] Draft Proposed American National Standard, "FDDI Hybrid Ring Control(HRC)," ASC X3T9.5, Rev.1.C, August 1988.
- [6] Proposed IEEE Standard for Metropolitan Area Networks, "Distributed Queue Dual

Bus(DQDB) Metropolitan Area Network," IEEE P802.6/D10, October 30, 1989.

[7] Morten Skov, "Implementation of Physical and Media Access Protocols for High-Speed Networks," IEEE Communications Magazine, June 1989.

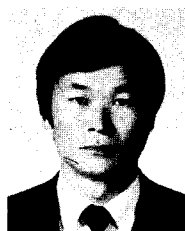
[8] Michael Teener, Rade Gvozdanovic, "FDDI-II Operation and Architecture," Proceedings of 14th Conference on Local Computer Networks, October 1989. (IEEE logo)

筆者紹介



李南熙  
1952年 7月 8日生  
1980年 한양대학교 전자공학과 졸업  
1982年 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1982年~현재 한국전자통신연구소 컴퓨터 통신 연구실장



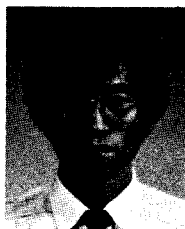
金明燮  
1959年 1月 5日生  
1986年 2月 한양대학교 전자공학과 졸업

1986年 1月~현재 한국전자통신연구소 연구원



洪承鎬  
1956年 5月 31日生  
1982年 연세대학교 기계공학과 졸업  
1985年 Texas Tech University 기계공학(석사)  
1989年 Pennsylvania State University 기계공학(박사)

1989年~현재 한국전자통신연구소 선임연구원



金鎭哲  
1960年 9月 2日生  
1984年 2月 서울대학교 제어계측공학과 졸업

1984年~1985年 금성사(주) 근무  
1985年 9月~현재 한국전자통신연구소 연구원