

《特別寄稿》

B-ISDN과 IEEE 802.6 MAN의 연동기능

- Interworking Functions of B-ISDN and IEEE 802.6 MAN -

김 화 중 · 이 병 기
(강원대학교 전자공학과, 서울대학교 전자공학과)

■ 차 례 ■

① 서 론	3.1 서비스 연동
② B-ISDN과 MAN의 진화	3.2 프로토콜 정합
2.1 B-ISDN 프로토콜	3.3 연결제어
2.2 DQDB MAN 프로토콜	3.4 트래픽제어
2.3 연동의 진화단계	3.5 기타 고려사항
③ 연동기능	④ 결 론

《요 약》

ATM 방식에 근거한 B-ISDN은 교환, 다중화, 전송, 접속에서의 효율성과 유연성으로 인하여 차세대 공용통신망의 근간을 이룰 것으로 예상되고 있다. 그러나 이러한 B-ISDN이 실용화되기 위하여는 표준 프로토콜의 재정, 고속의 전송장비, 교환장치의 개발과 더불어 광대역 서비스의 확산 방안 그리고 전화망, 공용데이터통신망, N-ISDN, MAN 등과의 연동방안이 마련되어야 할 것이다.

본 고에서는 B-ISDN이 IEEE 802.6 MAN과 연동되기 위하여 필요한 연동기능을 검토하였다. 이를 위하여 두 통신망의 연동을 2단계로 정의하였다. B-ISDN이 보급되기전의 단계 1에서는 MAN이 초기의 광대역 서비스를 제공하고 소규모 LAN들을 연결하는 근간망으로서의 역할이 중요할 것이며 이를 위하여 MAN내에는 브리지 혹은 루터가 구현되어야 한다. 그리고 B-ISDN은 MAN들을 연결하는 기능을 제공한다. 단계 2는 B-ISDN의 표준안, 구현기술 등이 성숙되어 보급되는 단계로 MAN은 B-ISDN의 접속망 혹은 집중기의 성격을 갖게 되며 B-ISDN은 쉘 릴레이의 기능을 제공하게 된다.

본 고에서는 각 단계에서의 연동방안을 서비스 연동, 프로토콜 정합, 연결제어 그리고 트래픽제어 등의 관점에서 검토하였다.

① 서 론

ATM(Asynchronous Transfer Mode)를 전송 및 교환의 기본방식으로 채택한 B-ISDN(Broadband-ISDN)은 사용자-망 접면(UNI: User Network Interface) 프로토콜의 단순화와 다양한 트래픽 특성의 데이터를 단일 프로토콜로 처리할 수 있다는 장점으로 2000년대의 공용통신망의 근간을 이룰 것으로 기대되고 있다¹⁾. 또한

B-ISDN은 물리계층에서 SDH(Synchronous Digital Hierarchy) 표준을 수용함으로써 155.52 Mbps나 622.08 Mbps의 고속의 광전송이 가능하며 이미 이러한 속도에 부응하는 ATM 교환소자가 VLSI 혹은 광교환장치로 구현되는 단계에 있다²⁾.

이와같이 B-ISDN은 교환, 다중화, 전송, 접면(interface)에서 효율성과 유연성을 제공하며, 다중매체(multimedia) 통신 서비스 제공에 적합할

것으로 예상되고 있으나 이러한 B-ISDN이 실용화되기 위하여는 B-ISDN에 관한 구체적인 표준 프로토콜의 재정이나 고속의 전송장비, 교환장치의 개발과 더불어 다음과 같은 사항들이 선결되어야 할 것이다. 첫째로 B-ISDN을 통하여 제공될 광대역 서비스가 일반 가입자(거주지 가입자)들로부터 널리 요구되는 시점의 예측이다³⁾. 이는 광대역 서비스를 창출, 유도하려는 서비스 제공자, B-ISDN을 저렴하게 구현하려는 통신망 제공자, 그리고 다중매체 장비 제공자들의 노력과 관련이 있겠다. 둘째로 B-ISDN과 기존의 전화망, 공용데이터통신망, 그리고 N-ISDN(Narrowband ISDN)과의 연동문제에 대한 대책의 마련이다. 이는 64 kbps B 채널을 기본으로하는 N-ISDN의 전개과정에서 나타났던 연동문제들보다 더 복잡한 형태가 될 것이며 특히 B-ISDN이 충분히 보급되기까지는 많은 비용과 장기간 투자에 예상되므로 B-ISDN 전개의 과도기와 완성기의 연동방안이 각각 구체적으로 검토되어야 할 것이다.

한편 최근의 B-ISDN에 대한 연구와 더불어 MAN(Metropolitan Area Network)에 관한 연구도 활발히 진행되었으며 DQDB(Distributed Queue Dual Bus)⁴⁾, Orwell⁵⁾, ATM⁶⁾ 등의 프로토콜이 많은 관심을 끌고 있다. 이중에 DQDB 프로토콜은 IEEE 802.6 표준안으로 채택되었을 뿐아니라 SMDS(Switched Multimegabit Data Service)^{7, 8)}와 B-ISDN의 표준에도 많은 영향을 주고 있다. MAN은 첫째로, LAN보다 넓은 지역(50Km)과 100 Mbps 정도의 고속의 전송속도에서도 잘 동작하며, 둘째로 IEEE 802.2 LLC를 지원함으로써 IEEE LAN들과의 상호연결이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 MAN의 가장 중요한 특징은 적은 초기투자로서 광대역 서비스를 일반 사용자들이 이용하는 계기를 제공하며 궁극적으로는 B-ISDN과의 연동(interworking)을 통하여 소규모 가입자에게 광역에 걸쳐서 광대역 서비스를 이용할 수 있도록 한다는 것이다^{9, 10)}. 즉 MAN은 B-ISDN이 보급되기 이전에 혹은 보급되는 과정에 고속

LAN으로서, LAN들을 연결하는 근간망으로서, 다중매체 통신이 가능한 공용망으로서 활용되다가 B-ISDN의 전개와 함께 B-ISDN과의 연동장치(IWU : Interworking Unit)를 통하여 이러한 서비스들의 이용범위를 확대시킬 것으로 예상되고 있다.

본 고에서는 MAN 가입자들이 B-ISDN을 접속(access)할 수 있도록 하기 위하여 필요한 연동기능에 대하여 검토하고자 한다. 서론에 이어 2절에서는 B-ISDN과 DQDB MAN의 프로토콜의 특징을 살펴보고 이들 통신망의 연동의 전화 단계를 정의하겠으며 3절에서는 연동기능을 서비스연동, 프로토콜 정합, 연결제어, 트래픽제어의 관점에서 살펴보겠다. 끝으로 4절에서 결론을 맺는다.

[2] B-ISDN과 MAN의 진화

연동기능에 대하여 기술하기에 앞서 본 절에서는 IEEE DQDB MAN과 B-ISDN의 프로토콜 중 연동과 관련된 부분을 검토하겠다. 각각의 프로토콜에 관한 자세한 기술은 다른 참고문헌들의 참조를 바란다^{4, 5)}.

2.1 B-ISDN 프로토콜⁵⁾

B-ISDN 프로토콜의 기준 모형은 사용자 평면, 제어 평면 그리고 관리 평면으로 구성되어 있으며 각각의 평면은 물리 계층, ATM 계층, ATM 적응 계층(AAL)을 하부에 가지고 있다. 물리 계층에서는 53 옥텟 크기의 셀을 물리매체를 통하여 전송하는 방법을 기술하고 있다. 전송속도는 Tb 기준점에서 155.52 Mbps, 622.080 Mbps를 가지며 전송매체는 동축 케이블, 광섬유 등을 사용할 수 있도록 정의하고 있다.

ATM 계층의 주요 기능은 5옥텟의 셀 헤더의 내용을 만들고 분석하는 일이다. 즉 두 종단 사용자(end user)들 간에 셀들의 순서를 유지하며 전송할 수 있는 가상채널연결(VCC : Virtual Channel Connection)을 만들어 주고 이들을 가상채

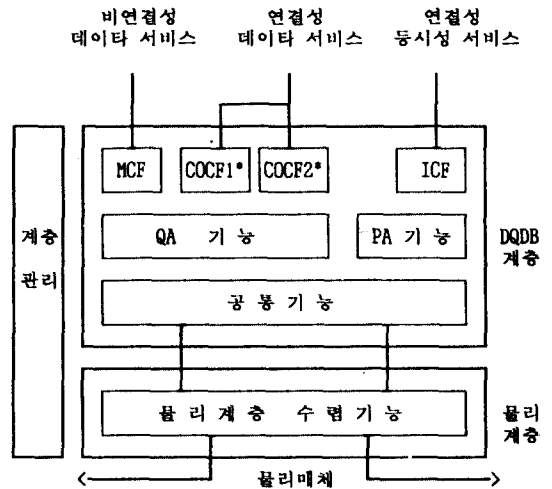
널식별번호(VCI : Virtual Channel Identifier)로 구분하여야 한다. 가상경로(VP : Virtual Path)는 쉘이 노드에서 노드로 전송될 때 실제로 사용되는 경로를 구분하기 위하여 사용되며 하나의 가상 경로는 다수의 가상채널(VC)들을 포함하게 된다. 즉 VP는 트래픽 흐름제어의 단위이며 VC는 연결의 단위가 된다. 이외에도 ATM 계층에서는 쉘 손실시에 적용되는 우선순위 처리, 사용자-망 접면에서의 흐름제어 기능, 48옥텟 정보에 대한 유료부하(payload) 형태 구분 등의 기능을 수행하여야 한다.

ATM적용 계층은 ATM 계층에서 제공되는 기능들을 이용하여 다양한 서비스를 사용자에게 제공한다. AAL은 쉘들의 분할과 조립의 기능을 수행하는 SAR(Segmentation and Reassembly) 부계층과 여러 서비스 종류 특유의 처리를 위해서 각각 사용되는 CS(Convergence Sublayer) 부계층으로 나누어진다.

2.2 DQDB MAN 프로토콜⁴⁾

DQDB는 서로 다른 방향으로 전송되는 두개의 단방향 버스를 이용하는 고속의 MAC(Medium Access Control) 프로토콜로서 세가지 서비스를 지원한다. 첫째로 음성이나 화상과 같은 등시성(isochronous) 데이터를 위한 등시성 서비스, 둘째로 신호정보나 군집성(burst) 데이터 전송을 위한 연결성 데이터 서비스, 그리고 IEEE 802.2 LLC 등을 위한 비연결성 데이터 서비스가 있다. DQDB 프로토콜은 물리 계층과 DQDB 계층을 가지고 있다. 물리계층은 53 옥텟의 슬롯을 DS3(44.736 Mbps), SDH등의 물리매체 표준을 이용하여 전송할 수 있도록 물리수렴 계층을 가지고 있으며, DQDB 계층은 공통기능, 접속제어기능, 수렴기능으로 구분된다. 매체접속(medium access) 방법에는 QA(Queued-Arbitrated) 접속과 PA(Pre-Arbitrated) 접속의 두가지 방법이 있으며 이들이 각각 지원하는 서비스들이 그림 1에 나타나 있다.

QA 접속에서는 48 옥텟의 유료부하가 하나의 사용자(DQDB 노드)에게 할당되지만 PA 접속



MCF : MAC Convergence Function
 ICF : Isochronous Convergence Function
 COCF1,2 : Connection-Oriented Convergence Function 1,2
 QA : Queued-Arbitrated PA : Pre-Arbitrated
 * : 표준화되지 않았음

그림 1. IEEE 802.6 MAN 프로토콜 구조

의 유료부하는 옥텟단위로 이루어진 48개의 부채널들로 구성되며 이들은 각각의 사용자에게 할당될 수 있다. 그러므로 등시성 데이터를 전송하기 위해서 각 노드는 PA 슬롯내의 부채널을 사용하기 위한 어긋남위치(offset)를 미리 할당 받아야 한다.

DQDB의 QA 접속 프로토콜은 통신망의 크기(거리, 노드수)의 증가가 성능에 크게 영향을 주지 않는다는 특성과 채널대역의 이용도가 거의 1에 가깝다는 장점을 가지고 있다. 그러나 노드의 DQDB 버스 헤드에 대한 상대적인 위치가 대역 이용에 불평등성을 주는 것을 방지하기 위하여 BBM(Bandwidth Balancing Mechanism) 방식을 채택하였고 이로 인하여 전체 대역이용도가 저하하게 되었다. 이러한 현상은 우선순위가 적용되는 경우에도 나타나고 있으며 이의 개선을 위한 연구가 진행되고 있다^{16)~18)}. 그러나 이러한 대역사용의 불평등성은 군집성 데이터가 연속으로 발생하여 부하가 매우 클 때(예, 0.9 이상)에 문제가 되는 것으로는 군집성 데이터를 일정

시간 이상 QA 접속을 통하여 전송하여야하는 노드는 DQDB보다 상위계층에서의 트래픽제어가 필요하다.

DQDB 계층관리에는 버스의 헤드를 유지시켜주는 기능, 노드 또는 링크에 결함이 생겼을 경우 이중버스 구조를 유지시켜주는 기능, 각 노드에 MID(Message Identifier) 값을 할당하는 기능 등을 수행한다. 버스의 헤드를 유지시키는 기능은 각 버스의 헤드에 있는 노드에서만 수행되며 여기에서는 슬롯의 생성과 전송기능을 수행한다.

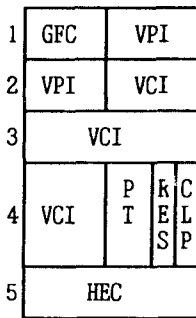
그림 2는 DQDB 슬롯 헤더의 구조를 B-ISDN UNI, ATMR, Orwell 프로토콜과 비교하여 나타낸 것이다. DQDB 슬롯 헤더는 다중접속(multiple access) 프로토콜을 수행하기 위하여 1 옥텟의 ACF(Access Control Field)를 사용하며, B-ISDN UNI에서 흐름제어를 위하여 정의된 GFC(Generic Flow Control)와 같은 기능을 가지고 있지 않다. 이에 비하여 ATMR의 슬롯 헤더는 B-ISDN UNI 쉘 헤더와 거의 같은 구간을

정의하고 있다 (각 구간의 기능이 서로 일치하는 것은 아니다). Orwell 슬롯의 헤더는 B-ISDN UNI 쉘을 완전히 포함(encapsulation)할 수 있도록 정의 되었으며 Orwell 통신망 내에서의 다중 접속기능을 위하여 헤더를 3 옥텟 더 크게 정의하였다.

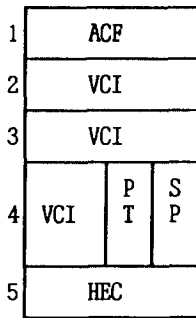
2.3 연동의 진화단계

연동(interworking)은 망간접속(internetworking)과 다른 의미로 사용되고 있으며 망간접속은 보다 일반적으로 릴레이(relay)라고 부를수 있다. 연동이 이루어지기 위하여는 망간접속이 선행되어야 한다. OSI 계층 1에서의 릴레이를 리피터(repeater), 계층 2에서의 릴레이를 브리지(bridge), 계층 3의 경우를 루터(router)라고 부른다면 망간접속을 통하여 사용자가 연계되는 것은 서로 다른 프로토콜로 구현된 두개의 통신망을 경유하여 종단 사용자간에 같은 형태의 프로토콜 데이터 단위(PDU : Protocol Data Unit)

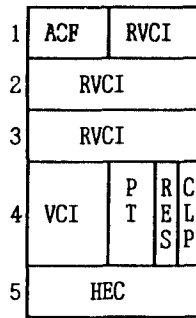
[옥텟]



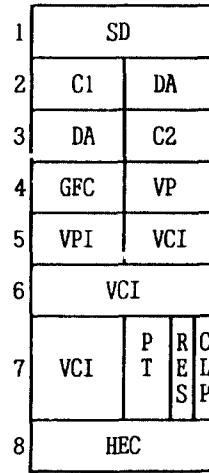
B-ISDN UNI



DQDB



ATMR



Orwell

ACF : Access Control Field
 GFC : Generic Flow Control(4 비트)
 CLP : Cell Loss Priority(1 비트)
 VCI : Virtual Channel Identifier
 PT : Payload Type (2)
 VPI : Virtual Path Identifier

UNI : User Network Interface
 RVCI : Ring VCI HEC : Header Error Check
 SD : Start Delimiter DA : Destination Address
 SP : Segment Priority (2)
 RES : Reserved (1) C1, C2 : Control 1,2 (4)

그림 2. ATM UNI, DQDB, ATMR, Orwell 쉘(슬롯)의 헤더 구조

가 전달 될 수 있다는 것이다. 연동은 망간접속이 이루어진 상태에서 종단사용자들에게 상호동작능력(interoperability)을 제공하는 것이라고 정의할 수 있다. 상호동작능력에도 각각 원하는 서비스 수준 있게 된다. 즉 단순히 PCU의 전달만이 목적이었다면 이때의 연동기능은 망간접속의 기능과 같게 되는 것이고 연동을 통하여 어떠한 수준의 서비스가 제공되기를 원한다면 연동장치에서는 이에 필요한 기능이 구현되어야 한다.

연동은 통신망이 각기 다양한 프로토콜로써 구현되기 때문에 필요하게 되고 특히 ISDN의 원만한 확산을 위하여 반드시 필요하게 된다. N-ISDN에서는 가입자 장치와의 접속을 위하여 UNI에서 S나 T기준점을 정의하며 기존의 전화망, 패킷데이터통신망, 타 N-ISDN 등과의 연동을 위하여 K, L, M, N 등의 기준점을 정의하고 있다. 물론 N-ISDN 이외의 통신망들간에도 접속을 위하여는 연동기능이 필요하다¹⁹⁾.

B-ISDN의 확산을 위해서도 B-ISDN과 기타 통신망들과의 연동방안이 정의되어야 한다. 특히 B-ISDN의 확장은 ATM 교환기의 초기설치 비

용, 광섬유의 가입자선로 설치비용 등의 면에서 N-ISDN의 경우보다 어려운 문제점을 가지고 있기 때문에 B-ISDN의 효율성을 높이기 위하여는 효율적인 연동방안이 마련되어야 할 것이다. 그림 3에 B-ISDN과 관련된 연동형태를 나타내었다^{20)~21)}. 전화망, 패킷데이터통신망은 초기에는 N-ISDN과 연동되며 점차 B-ISDN과의 연동으로 확산될 것이다. B-ISDN은 초기에는 SMDS, MAN 그리고 N-ISDN과의 연동이 필요하며 점차 고속 LAN, 프레임 릴레이 등과의 연동이 필요할 것으로 예상되고 있다.

B-ISDN의 T_B 기준점이 155.52 Mbps의 전송속도를 처리하는 경우 N-ISDN의 기본접속과는 약 1000배의 속도차가 있다. 이는 광대역 채널의 제공이라는 면에서는 유리하지만, 저속의 가입자(예를 들면 거주지 가입자 중 음성신호 혹은 저속의 비음성 데이터 서비스 요구자)에게는 접속장치의 가격이나 채널사용비 면에서 부담스럽게 된다. 이러한 저속의 가입자에게 저렴한 가격으로 광대역 공용 통신망(B-ISDN) 서비스를 제공하기 위하여 그리고 사업자 가입자의 경우는 자

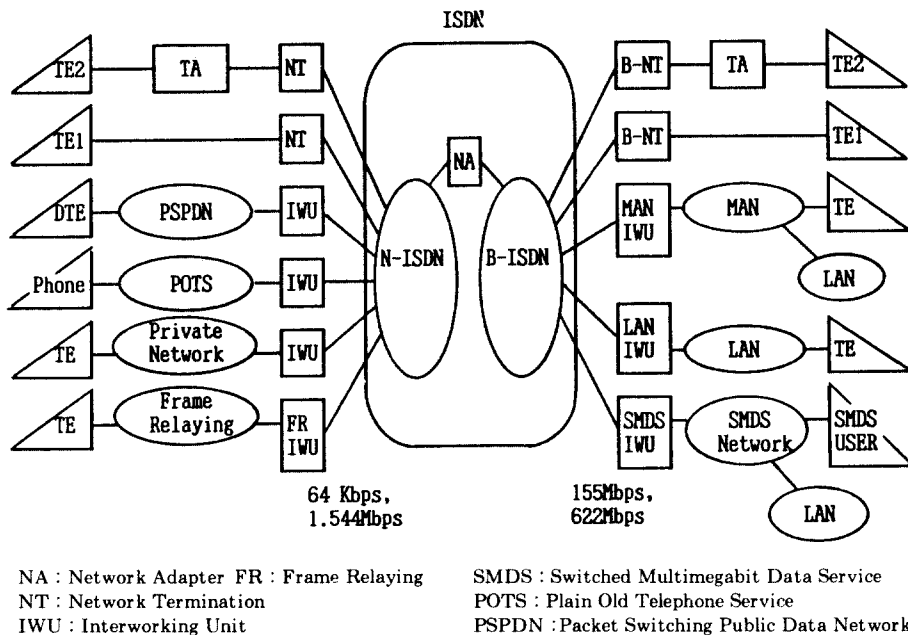
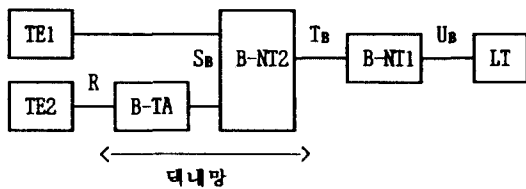


그림 3. B-ISDN과 관련된 연동형태

원의 관리와 운영의 편리성을 제공하기 위하여 접속망(access network)이 필요하게 된다. 버스 형태의 접속망의 한 형태로서 DQDB MAN을 다중접속 프로토콜을 제공하는 데내망(premises network)으로 보면 MAN은 T_B 기준점으로 B-ISDN에 접속되며 B-NT2와 B-TA의 기능을 갖는다(그림 4참조). B-ISDN의 접속망은 버스 형외에도 성형, 환형, 무선형 등의 접속 구조를 가질 수 있다. B-ISDN의 접속망으로 사용될 수 있는 구조와 이들의 특성을 살펴보면 표 1과 같다.^{[21][22]}



LT : Line Termination TA : Terminal Adapter
NT : Network Termination TE : Terminal Equipment

그림 4. B-ISDN 기능 참조모델

B-ISDN과 MAN의 연동에 관하여 최근 많은 연구가 진행되고 있으며 이들의 전개형태에 대하여도 여러가지 시나리오가 예상되고 있다. 표준화에서도 ATM 셀과 DQDB 슬롯의 크기를 53 옥텟으로 같게 하고 헤더의 크기도 5 옥텟으로 같게 하는 등 B-ISDN과 MAN의 원활한 연동이 고려되고 있다. 이들 연동을 그림 5와 같이 2단계로 정의 하고 각 단계에서의 연동의 필요성, 연동방안, 관련기술 및 서비스 등을 비교하면 표 2와 같이 나타난다.

단계 1은 B-ISDN이 보급되기 전의 초기단계로서 MAN은 LAN의 연결 등 MAN 고유의 서비스를 사용자에게 제공하며 B-ISDN은 MAN들을 연결하는 기능을 제공한다. 한편 MAN은 공중망이지만 논리적 사설망(VPN : Virtual Private Network)을 제공할 수 있다. MAN은 자체적으로 다양한 광대역 서비스를 제공하고 소규모 LAN들을 연결하는 근간망으로서의 역할이

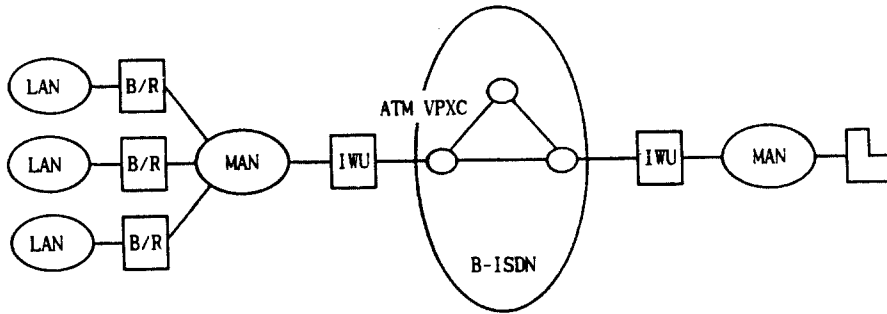
표 1. B-ISDN 접속망 구성형태와 기술

망구성	특 징	응용(서비스)	기술 (프로토콜)
성 형	· 전화망에서 확 장된 형태 · 중앙집중식관리 용이	· 전화, 분배성 비디오 · 화상전화, 화 상회의	PON, BPON, APON, 광대역 PBX, WDM
버 스 형	· 능동/수동 단말 접속가능 · 단말화장이 용 이 · 이중버스구조 선호	· LAN, MAN 서비스 수용 · 음성, 화상, 데이터	DQDB, Ethernet SMDS
환 형	· 능동 단말 접속 · 대역(슬롯) 재 사용 활용	· LAN, MAN 서비스 수용 · 음성, 화상, 데이터	ATMR, Orwell, FDDI
무 선 형	· 이동통신 가능 · 개인통신망의 필수 요소	· 무선전화, 무 선단말기 · 개인통신망 서비스	DECT, 무선 PBX 무선 LAN, PCN

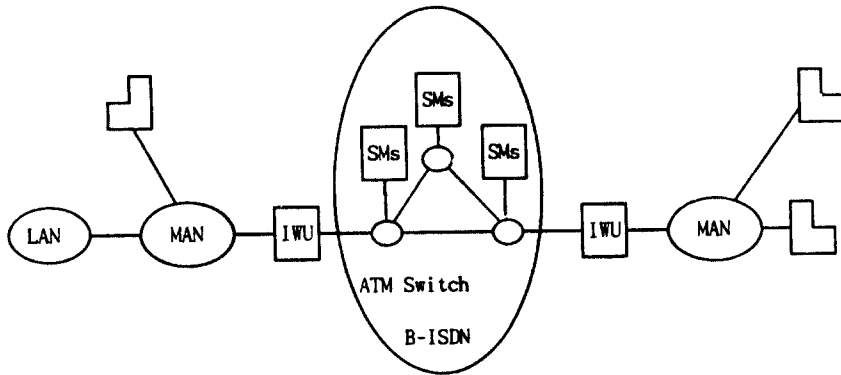
PON : Passive Optical Network
BPON : Broadband PON
FTTH : Fiber to the Home APON : ATM on PON
PBX : Private Branch Exchange
WDM : Wavelength Division Multiplexing
FDDI : Fiber Distributed Data Interface
PCN : Personal Communication Network
DECT : Digital European Cordless Telecommunications

중요할 것이며 이를 위하여 MAN 내에는 브리지 혹은 루터가 구현되어야 한다^[23]. 단계 1에서 B-ISDN의 가장 중요한 특징은 ATM 가상경로 교환연결(VPXC : Virtual Path Crossconnect)의 도입이다. 각 연동장치들은 VPXC로 상호 연결될 것이다. 즉 단계 1은 VPXC가 활용되어 MAN의 연결을 제공하고, SMDS 등이 구현되는 단계이다.

단계 2는 B-ISDN의 표준안, 구현기술 등이 성숙되어 보급되는 단계로 MAN은 B-ISDN의 접속망 혹은 집중기의 성격을 갖게 된다. MAN의 가입자들에게는 MAN이 B-ISDN을 통하여 연동되고 있다는 사실이 감추어지게 되므로 단계 1에서와 마찬가지로 확장된 MAN 서비스를 계속 받게 될 것이다. 한편 MAN은 다중접속 프로토콜을 제공함으로써 소규모의 가입자들이 저렴하



(a) 단계 1



(b) 단계 2

VPXC : Virtual Path Crossconnect
 IWU : Interworking Unit
 SMs : Service Modules B/R : Bridge or Router

그림 5. B-ISDN과 MAN의 연동 단계

게 B-ISDN을 이용할 수 있게 한다. B-ISDN의 교환노드내에는 서비스 모듈(SM : Service Module)이 구현되어 사용자가 요구하는 다양한 특성의 서비스를 제공할 수 있게 된다. 단계 2에서는 MAN과 B-ISDN 사이에 완전한 연동이 이루어져서 MAN에 접속된 단말기와 B-ISDN에 접속된 TE1 간의 통신이 이루어지게 되고 다중매체 서비스가 제공된다.

3 연동기능

본 절에서는 B-ISDN과 MAN의 연동기능을

다음의 관점에서 고찰하겠다. 먼저 연동을 통하여 수용할 수 있는 서비스의 정의, 연동이 이루어지는 접속계층에서의 프로토콜 정합, 호 및 연결 제어, 트래픽제어 그리고 기타사항에 대하여 검토하겠다.

3.1 서비스 연동

연동장치의 가장 중요한 기능은 서비스 연동의 제공이다. 본 연동장치에서는 MAN에서 발생한 데이터를 효율적으로 B-ISDN을 통하여 전달시키는 것이 주된 기능이 될 것이므로 MAN에서 지원하는 세가지 형태의 서비스를 중심으로 연동

표 2. B-ISDN과 MAN의 연동 단계

	단계1 (B-ISDN 전개 초기)	단계2 (B-ISDN 전개 후기)
연동의 필요	· MAN들의 상호연결 · 주로 비연결성 서비스 · 주로 사업자 가입자 대상 · 가상 전용선 서비스 요구	· B-ISDN 접속망으로서의 MAN · 거주지 가입자 수용 · 망집중기로서의 MAN
연동방안	· 가상경로교차연결 (VPXC) · 멀티포트 브리지 기능 · 연동장치간의 제어기능	· 셀 릴레이 · 서비스 모듈의 구현 · 서비스 모듈간의 제어
기술	· SMDS, MSS, VPXC · Q.931의 확장	· FTTH, PCN 부분적 구현 · 새로운 신호방식
서비스	· 가상 사설망(VPN) 제 · 고품질 이미지 서비스 · 화상회의, 화상전화 · LAN 혹은 MAN들의 연결	· VPN범위의 확장 · 고품질 TV · 다중매체 통신 서비스 · 분배성 비디오

VPXC : Virtual Path Crossconnect
MSS : MAN Switching System
VPN : Virtual Private Network

기능을 검토하겠다. B-ISDN의 AAL에서 정의하는 서비스 종류와 MAN에서 제공하는 서비스 특성을 비교하면 표 3에 수록한 것과 같다.

(1)연결성 등시성 서비스

첫째로 연결성이면서 등시성 트래픽을 요구하는 서비스가 있다. 항등비트율(CBR : Continuous Bit Rate)의 비디오나 음성신호의 전달 혹은 64 kbps나 DSI(1.544 Mbps) 회선대역(emulation) 등에 사용된다. 이는 B-ISDN의 서비스 A종에 해당하며 MAN에서는 PA 접속과 ICF (Isochronous Convergence Function) 수렴기능으로 제공된다. 이 서비스를 위해서는 연동장치에서 PDU의 변환외에도 정확한 클럭의 복구를 위한 방안이 필요하다. 예를들면 SAR PDU의 SN(Sequence Number)의 부호방법을 이용하거나 시간 스탬프를 사용하는 방법 등이 고려되고 있다.

표 3. B-ISDN과 MAN이 제공하는 서비스 관계

B I S D N	서비스	A 종	B 종	C 종	D 종
	실시간성	연 관		무 관	
비트율	항 등		가 변		
연결성	연결성			비연결성	
M A N	수렴기능	ICF	COCF1*	COCF2*	MCF
	접속방법	PA 접속	QA 접속		
	연결성	연결성			비연결성
서비스 예	CBR 음성, 비디오	VBR 음성, 비디오	연결성 데이터		비연결성 데이터

ICF : Isochronous Convergence Function
COCF : Connection-Oriented Convergence Function
MCF : MAC Convergence Function
*표준화되지 않았음

단계 1에서는 등시성 서비스연동의 요구는 많지 않을 것이다. 등시성 서비스를 위하여는 B-ISDN이 VPXC를 이용한 가상 전용선 형태가 주로 사용될 것이며 이 경우 ATM 전송에 의한 통계적 다중화의 효율성은 나타나지 않는다. 단계 2에서는 전화, 이동통신, 비디오정보 검색 등의 서비스를 B-ISDN이 수용하여야 하므로 연결성 등시성 서비스의 요구가 많을 것이다. 이때에는 통계적 다중화의 효율을 높이기 위하여 가능한 가변속도 트래픽의 서비스로 전환되어야 할 것이다.

(2)연결성 데이터 서비스

둘째로 균집성 데이터, 가변비트율(VBR : Variable Bit Rate) 데이터를 전달하기 위한 연결성 데이터 서비스가 있다. 이는 B-ISDN의 서비스 B종 혹은 C종에 해당하고 MAN에서는 각각 QA 접속과 COCF1 혹은 COCF2의 수렴기능에 의하여 제공된다. 이는 고속의 그래픽 데이터, LAPD 프레임, 신호정보의 전송 등에 이용된다. 화상회의 등 다중매체 서비스를 제공하기 위하여는 연동장치에서 다중 호와 다중 연결의 개설및 관리기능이 필수적이며 종점 사용자간의 동기유지 방법이 마련되어야 한다.

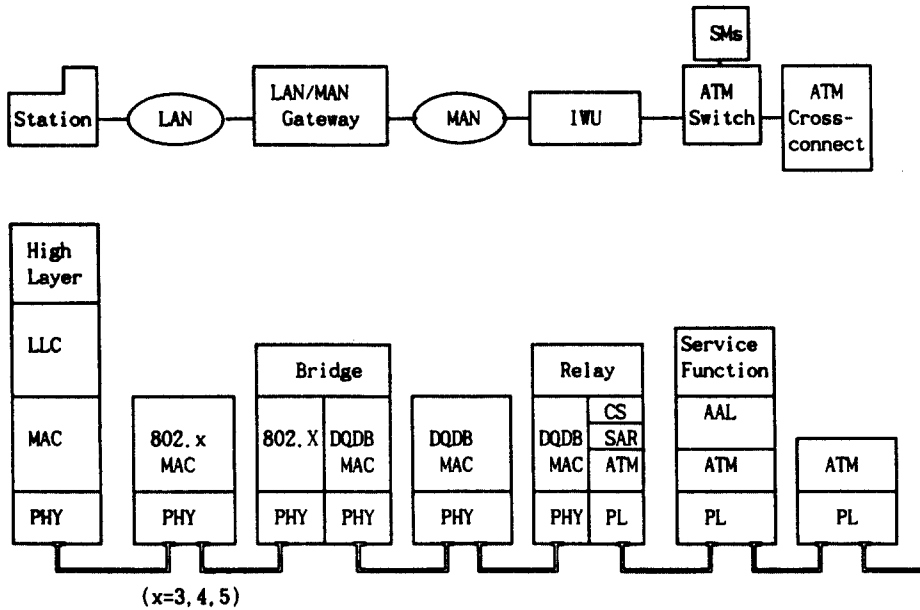
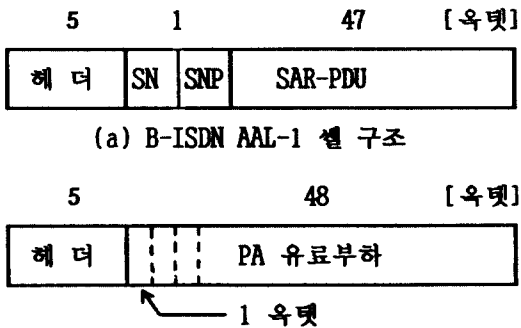


그림 6. B-ISDN과 MAN과의 연동을 위한 프로토콜 스택 구조



SN : Sequence Number
 SNP : Sequence Number Protection
 그림 7. 등시성 서비스를 위한 PDU 구조

(3)비연결성 데이터 서비스

셋째로 IEEE LLC PDU의 전송 등을 위한 비연결성 데이터 서비스가 있으며 B-ISDN에서는 D종에 해당하고 MAN에서는 QA 접속과 MCF로 제공된다. MAN에서 발생하는 트래픽 중에 음성데이터의 전송외에, LAN에서 발생하는 데

이타 등을 포함한 대부분의 트래픽이 이 비연결성 데이터 서비스일 것이다^[24].

현재 CCITT에서는 B-ISDN의 비연결성 데이터 서비스를 위해 다음의 두가지 경우를 제안하고 있다. 즉, B-ISDN이 투명한 연결만을 제공하는 방법(경우 A)과 CLSF(Connectionless Service Function)가 B-ISDN 내에 있어 비연결성 데이터 단위로 루팅을 해주는 방법(경우 B)이다. A의 경우 교환가상채널을 데이터그램이 도착할 때마다 매번 개설하면 호개설 오버헤드가 크고, 영구가상채널을 사용하면 대역의 낭비가 생길수 있으므로 B의 경우가 실용적일 것으로 고려되고 있다. B의 경우를 위해서는 AAL-4상위에 번지 부여와 경로배정 기능이 필요하다^[25].

3.2 프로토콜 정합

그림 6에 LAN에 접속된 사용자가 MAN을 통하여 B-ISDN을 이용하는 경우의 연동장치에서 관련된 프로토콜 계층을 나타냈다. 프로토콜 정합에서는 각 통신망의 PDU(ATM 셀과 DQDB 슬롯) 헤더의 해석, 변환 혹은 재구성이 필요하

며 여기에는 VCI, VPI, PT, CLP, MID, GFC, HEC 등의 변환이 필요하다. 연결관리, 트래픽 제어에 관하여는 3.3, 3.4 절에서 설명하겠다.

B-ISDN과 MAN의 접속이 ATM 계층에서 이루어지려면 각각의 상위계층인, DQDB 계층의 수렴기능과 B-ISDN의 AAL이 일치해야 하나 현재의 표준화 내용으로 이는 불가능하므로, 부득이 접속은 AAL 계층 이상에서 가능하다.

(1)연결성 등시성 서비스

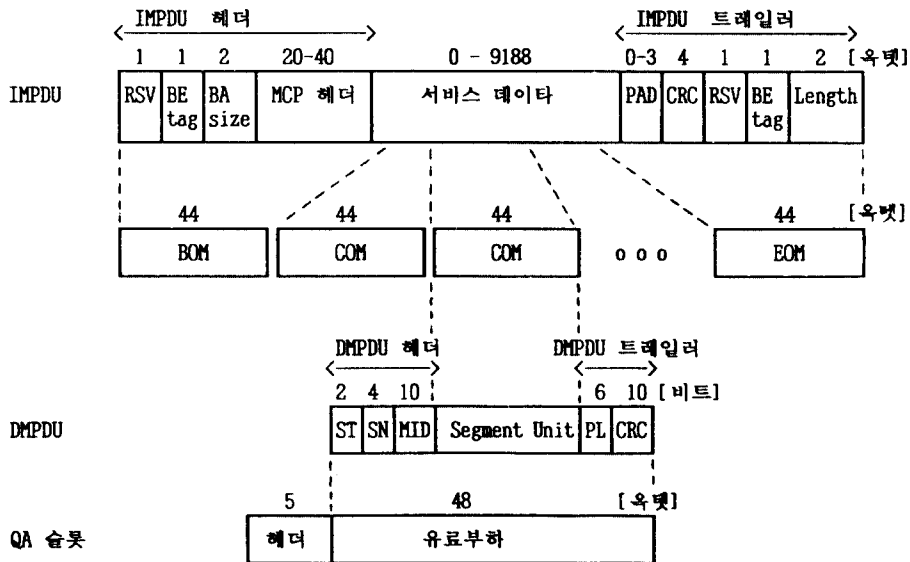
DQDB의 PA 접속 기능에서 등시성 트래픽을 전달하기 위해 사용하는 VCI는 Q.931과 같은 호 연결 프로토콜에 의해서 정해지고 헤드에 의하여 PA 슬롯에 쓰여진다. 이 VCI 값과 PA 유료부하내의 어긋남위치에 의하여 상위계층의 사용자가 구분된다. 이때에 어긋남위치는 옥텟단위로 구분되고 유료부하의 길이는 48 옥텟이다. 그러나 B-ISDN AAL-1에서는 47 옥텟의 SAR-PDU를 하나의 서비스단위로 처리하므로 이들 두 프로토

콜 데이터 단위는 형태상 유사할 뿐 AAL 계층에서 접속을 이루기란 어렵다(그림 7참조). 즉, 하나의 PA 슬롯을 한 사용자가 모두 사용하거나 PA 슬롯의 옥텟단위 부계층을 ATM 셀의 47 옥텟의 유료부하로 변환하기 위한 완충기능과 동기 신호의 복구기능이 필요하다.

(2)비연결성 데이터 서비스

MAN에서는 비연결성 데이터 서비스를 위하여 세가지의 PDU를 처리한다. 첫째 상위계층으로부터 수신한 서비스 데이터 단위에 헤더와 트레일러를 붙여서 IMPDU(Initial MAC PDU)를 만들고 이를 일정한 크기(44 옥텟)로 나누어 DMPDU(Derived MAC PDU)를 만든다. 하나의 DMPDU는 하나의 DQDB 슬롯에 실려 전송된다. 그림 8은 이들의 관계를 나타낸 것이다.

최근 B-ISDN의 AAL-3과 AAL-4의 공통부(commom part)의 PDU가 DQDB의 DMPDU와 거의 같은 구조를 갖도록 논의되고 있으며 그



BE : Begin End tag BA : Buffer Allocation size MCP : MAC Convergence Protocol
 BOM : Beginning of Message RSV : Reserved PL : Payload length
 COM : Continuation of Message DMPDU : Derived MAC PDU
 EOM : End of Message IMPDU : Initial MAC PDU

그림 8. MAN의 DQDB 계층 PDU와 QA 슬롯

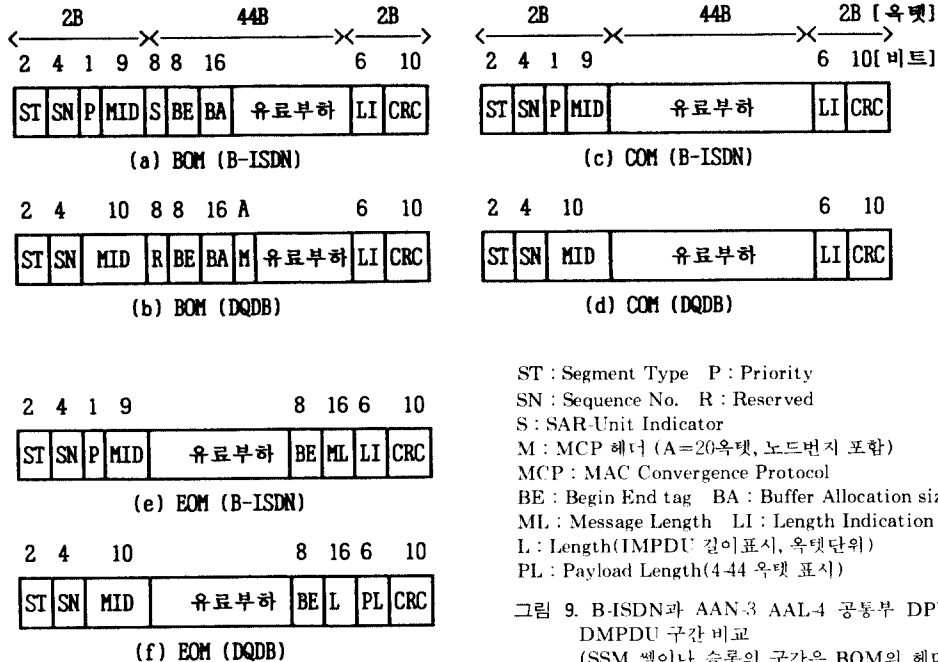


그림 9. B-ISDN과 AAN-3 AAL-4 공통부 DPU와 DQDB DMPDU 구간 비교 (SSM 셀이나 슬롯의 구간은 BOM의 헤더와 EOM의 트레일러를 갖는다)

림 9에 B-ISDN 공통부의 PDU와 DQDB의 DMPDU를 비교하여 나타내었다. 두 통신망에서 같은 용도로 사용되는 것들은 ST, SN, BE, BA, LI(PL), ML(L) 이다. B-ISDN의 MID (Multiplexing Identifier)와 DQDB의 MID (Message Identifier)는 각각 상위 계층의 PDU를 재구성하기 위하여 사용되는데 두 통신망에서 서로 호환적으로 사용하는 것은 아직 정의되지 않고 있다.

3.3연결제어

연결제어의 주된기능은 두 통신망에서 각각 정의된 VCI/VPI 그리고 MID의 할당 혹은 변환 기능이 될 것이다. 연동장치는 MAN의 한 스테이션이면서 동시에 B-ISDN에 UNI로 접속된 하나의 가입자로서 동작하면서 두 통신망에서의 VCI의 관리방법을 수용해야 한다. 본절에서는 각 통신망에서의 VCI와 MID 사용법을 검토하고 연동의 각 단계에서의 연결제어 방안을 검토하겠다.

MAN에서 VCI는 등시성 서비스와 연결성 데이터 서비스의 연결들을 구분하기 위하여 사용된다. 비연결성 데이터 서비스의 경우는 모든 VCI 값을 1로 한다. 이때에 IMPDU를 구분하기 위하여 MID가 사용된다. 각 노드는 해당 노드에서 사용할 수 있도록 할당된 MID 페이지 값들 중에 하나를 사용하게 되는데 MID의 할당은 하나의 MAN내에서 유일한 값을 갖도록 관리된다. 각 노드는 LLC 서비스를 위하여 적어도 하나 이상의 MID 페이지값을 가지고 있어야 한다. SSM(Single Segment Message) 형태 DMPDU의 경우는 MID 값을 모두 0으로 하도록 정의되었다.

DQDB에서는 모든 슬롯이 같은 경로를 지나는 버스 형태의 프로토콜이므로 VPI를 정의하지 않고 20 비트의 VCI만 사용한다. 연동장치는 DQDB의 VCI(20 비트)와 B-ISDN의 "VPI+VCI"(24 비트)를 변환해주어야 한다.

B-ISDN에서는 모든 연결을 VCI/VPI로 구분하며 MID 값은 각 VCI내에서 CS-PDU를 확

인하기 위해서 사용되므로, 전체망을 통하여 MID를 관리할 필요가 없다. B-ISDN에서 VCI를 단방향으로 지정하는 방법과 양방향으로 지정하는 방법에 대한 논의가 진행중이다. 분배형 서비스는 단방향으로 할당하는 방법이 유리하지만 DQDB MAN과의 연동을 위하여는 양방향 방법이 선호된다.

(1)단계 1의 연결제어

단계 1에서 B-ISDN은 단순히 수송(transport)망으로 동작하며 가상경로교차연결(VPXC) 혹은 가상채널교차연결(VCXC)이 주로 사용될 것으로 간주된다. 이 단계의 주된 그리고 중요한 서비스는 비연결성 데이터 서비스이며 미국에서는 Bell 계열회사들의 주도로 SMDS가 도입되는 것이 대표적인 예가 될 것이다.

1)연결성 서비스 : 단계 1에서 연결성 서비스를 위한 연결제어를 하기 위하여는 다음과 같은 기능들이 필요하다. MAN에서의 호설립의 신청은 OSI계층 3의 신호 프로토콜을 필요로하며 DQDB 관리 프로토콜이 관여하여 하나의 VCI(DQDB)를 할당 받는다. B-ISDN의 가상채널연결(VCC)은 MAN에서의 연결 신청이 있을 때마다 개설될 것이며 이러한 신청은 연동장치에서 처리하여야 한다. 연동장치는 VCC와 VPC의 설정과 해제 기능이 있어야 하며 동시에 DQDB MAN의 한 노드로도 동작하여야 한다. DQDB MAN의 PA접속을 이용하는 경우의 연결성 서비스는 MID를 사용하지 않으나 QA 접속을 이용하는 경우는 MID 값의 처리가 필요하다. 어느 경우에도 B-ISDN에서는 MID를 사용하지 않는다.

단계 1에서는 주로 하나의 호신청이 하나의 연결을 요구할 것이나 다중채널 통신서비스등을 위하여는 하나의 호가 다수의 연결을 요구하거나 서비스 품질이 다양한 연결을 요구할 수 있다. 또한 단계 1에서는 비교적 단순한 연결수락제어 방법을 사용할것이나 통신망의 크기가 점차 커지고 트래픽이 증가하게 됨에 따라 효율적인 대역할당 및 연결수락제어 방법이 사용될 것이다.

2)비연결성 서비스 : 단계 1에서는 비연결성 서비스가 주를 이룰 것이므로 이를 위한 연결제어 방안이 연동장치의 성능에 중요한 역할을 줄 것이다. 연동장치와 B-ISDN은 함께 MAN에게는 고속의 멀티포트 브리지로 동작하여야 한다 [26]

연동장치가 MAN으로부터 비연결성 메시지의 시작을 알리는 BOM DMPDU를 받으면 이 메시지가 전달될 곳을 연결하고 있는 VP에 속하는 하나의 VCI를 할당한다. VP내에 여분의 VC가 없으면 새로운 VC를 개설하여야 한다. 여기서 BOM DMPDU는 메시지의 목적지주소도 가지고 있다. 그리고 DQDB의 MID 값이 B-ISDN의 VCI 값으로 변환되며 이것은 변환표에 등록된다. 하나의 메시지의 전달이 완료되면 B-ISDN의 VCI 값은 재사용을 위하여 해제된다. 한편 원격지의 연동장치, 즉 B-ISDN으로부터 비연결성 메시지의 BOM 쉘을 받은 연동장치는 MAN에서 사용될 수 있는 MID 값들 중 하나를 할당해 주어야 한다. 이를 위하여 연동장치는 DQDB MAN용 MID 값을 다수 확보하고 있어야 한다. 이때에 ATM 쉘의 VCI/VPI 값은 모두 1로 변환시킨다.

(2)단계 2의 연결제어

1)연결성 서비스 : 단계 1에서와 거의 같은 변환 기능이 필요하다. 즉, 연동장치는 호제어기능을 가져야하고 연동장치와 서비스 모듈 사이에 신호채널이 필요하게 된다. 연결성 서비스의 요구시마다 B-ISDN내에 새로운 VC가 할당되어야 하며 통신망의 크기가 커질 수록 VCI 간의 상호 변환을 위하여 소요되는 시간을 줄이는 기술이 필요하게 될 것이다.

2)비연결성 데이터 서비스 : 단계 1에서와 유사한 프로토콜이 사용될 수 있으나, 단계 1에서는 연동장치가 원격지의 연동장치와 통신하여야 하는 반면 단계 2에서는 연동장치가 B-ISDN내의 인접한 서비스 모듈과 필요한 정보를 주고 받는다는 점이 단계 1과 다르다. 즉 연동장치와 서비스 모듈 그리고 서비스 모듈간에 신호전달용

VCC가 필요하다. 서비스 모듈에서 번지(E.164)가 분석되며 경로배정과 연결기능이 수행될 것이다.^[27].

3.4 트래픽 제어

트래픽 제어기능에 속하는 것은 대역할당제어^[28], 사용자변수제어, 우선순위제어, 흐름제어 등이 있다. B-ISDN이 다양한 트래픽의 데이터들을 효율적으로 동시에 통합처리할 수 있다는 장점을 갖기 위하여는 트래픽제어 기능의 역할이 중요하게 된다. 하나의 VP에는 여러 군집성 데이터들이 중첩되므로 트래픽특성이 매우 심하게 변동될것이다. 이를 최적으로 제어하기란 불가능하며 효율을 높이기 위하여 제어 알고리즘이 복잡해지면 그만큼 설계, 운용에 드는 비용이 증가하게 된다. 일반적으로 B-ISDN의 통신망에 의한 트래픽제어는 가상경로(VP) 단위로 이루어지나, 연동장치에서는 가상채널(VC)별로 수행되는 것이 필요할 것이다.

호수준의 트래픽제어를 위하여는 호설정시 트래픽명세(traffic descriptor)를 사용하며 연동장치는 트래픽명세의 내용을 토대로 유효대역을 계산하고 신청한 호에 대한 연결수락제어를 수행한다. 트래픽명세에는 요구되는 처리속도(최대치, 평균치), 지연, 지터, 셀분실 허용범위, 우선순위 등이 포함된다. 호수준, 군집수준 그리고 셀수준에서의 연동기능과 성능 평가기준을 비교하면 표 4에 보인 것과 같다.

GFC(Generic Flow Control)의 상세한 기능에 대하여는 아직 정의되지 않았으나, 주로 CBR 서비스를 보장하기 위하여, VBR서비스 그리고 군집성인 비연결성 데이터의 단기간의 과부하를 줄이는 등의 목적으로 사용될 것으로 연구되고 있다. 그러나 4비트의 GFC로, 적어도 둘 이상의 접속우선순위를 제공하고, 다수의 TE(Terminal Equipment)들과 다양한 CPN(Customer Premises Network)의 구조들에 대하여 위의 기능을 수행하기란 어려울 것이다. 이러한 목적을 위하여 GFC를 다중접속기능과 우선순위 제어를 갖도록 보완하여 CPN내에서 연장하여 사용하려

표 4. 연동장치의 트래픽제어 성능평가 기준

수준	연동기능	성능평가기준
호	· 서비스 협약 · 대역폭 관리 · 호 설립, 루팅 · 사용자 변수 제어	· 대역사용의 효율성, 공평성 · 호 불통 확률 · 연결지연
군집	· VCI, MID 관리	· 메시지 전달지연
셀	· 셀 루팅 · 셀 완충 기능 · CLP 처리	· 처리지연 · 매체접속 지연 · 셀분실, 포기 확률

는 연구가 진행되고 있다. 즉, 매체접속제어(MAC : Medium Access Control) 프로토콜을 수용함으로써 ATM 셀단위에서 다중접속을 제공하려는 것이다. 최근 버스형과 환형에서 동작하는 방안이 연구되고 있다.^[29].

MAN에서는 3종류의 우선 순위를 사용할 수 있으며 우선순위 할당방법은 신호정보, CBR 데이터, 지연에 민감한 데이터, 기타 등의 순위를 가질 것이다. MAN의 SP(Segment Priority) 2 비트는 MAN들이 멀티포트 브리지로 연결될 때, 사용하기 위하여 준비되었다. 하나의 DQDB MAN에서는 슬롯의 분실이 거의 없다고 볼 수 있고 DQDB MAC 프로토콜로 인하여 별도의 체중제어가 필요없지만 여러 DQDB MAN이 B-ISDN(멀티포트 브리지)으로 연결될 때에는 우선순위제어가 필요하게 된다. 즉 MAN의 SP는 B-ISDN에서 과밀제어로 사용되는 CLP(Cell Loss Priority)로 변환되어야 한다.

3.5 기타 고려사항

B-ISDN의 성공적인 전개를 위하여는 MAN과의 연동외에도 LAN, 고속 LAN, 전화망, N-ISDN, PSPDN 들과의 연동방안과 함께 SMDS, 프레임 릴레이와의 연동 방안도 마련되어야 할 것이다(그림 3참조)^{[30][31]}. DQDB, ATMR, Orwell 프로토콜을 B-ISDN과의 연동의 관점에서 비교하면 표 5에 수록한 것과 같게 된다.

한편 이러한 고속통신망의 연동장치는 연동기

표 5. DQDB, ATMR, Orwell 프로토콜의 특성 비교

구분	DQDB	ATMR	Orwell
토폴로지	이중버스	이중링, 버스	Torus Ring
매체접속 프로토콜	QA/PA-접속 (REQ, Conuters)	슬롯 링 (Window, Reset)	슬롯 링 (Allocation, Reset)
PDU 크기	5+48 옥텟	5+48 옥텟	8+48 옥텟
우선순위	3 수준	다중 수준 (3)	4 수준
B-ISDN 과의 접속	AAL 이상에 서의 릴레이 필요	ATM 계층 이상의 릴레이 필요	슬롯이 ATM 셀을 캡슐화함
목적지에서 슬롯제거	연구중	사용중	사용중

능의 처리시간이 최소화되어야 한다. 즉 연동 프로토콜이 간단하여야 하며 VLSI화하기 쉬운 구조를 가져야 한다. 또한 연동장치로 인하여 서비스품질이 나빠지거나 제공되는 서비스에 제한을 주지 않도록 하여야 할 것이다.

이상의 연동기능 외에도 연동장치에서의 과금장식, 통신망 관리, 신호방식의 연동방안이 필요하다. 단계 1에서는 점대점 연결을 기본으로하는 Q.931과 같은 신호 프로토콜의 확장형을 사용하도록 예상되고 있지만 단계 2를 위한 신호방식은 아직 정립되지 않고 있다.

4] 결 론

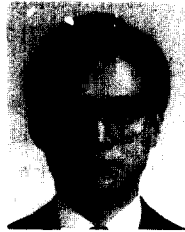
본 고에서는 B-ISDN과 MAN의 연동기능을 서비스연동, 프로토콜의 정합, 연결제어, 트래픽 제어의 관점에서 검토하였으며, 연구대상으로는 B-ISDN의 UNI와 IEEE 802.6 DQDB 프로토콜을 주로 고려하였고, ATMR, Orwell을 이용한 경우의 특징을 비교하였다. 지금까지 표준화 과정에서 MAN과 B-ISDN의 연동이 활발히 고려되어 프로토콜 데이터 단위에서 상당히 유사한 공통성을 갖게 되었다. 이로써 쉘 분할과 조립,

각 구간의 처리시간의 단축 등이 가능해졌으나 연동장치가 실용화되기 위하여는 더 구체적인 연동 방법이 필요하다. 첫째로 AAL 상위의 서비스 모듈의 기능 정의 그리고 서비스 모듈과 연동장치와의 신호방식의 정의이다. 특히 다중매체 서비스 제공시 여러 서비스등급의 가상채널연결의 관리, 종점 사용자간의 동기 제공, 가상회선 단위의 흐름제어 등에 대한 방법이 필요할 것이다. 둘째로 가까운 장래에 나타날 SMDS 사용자들이 연동장치를 통하여 B-ISDN을 이용하도록 하기 위한 방안이 필요할 것이며, 이외에도 N-ISDN에서 제공될 고속의 프레임 릴레이 서비스를 B-ISDN을 통하여 제공하기 위한 연동방안도 고려되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. M. Decina, "Open issues regarding the universal application of ATM for multiplexing and switching in the B-ISDN", Proceeding of ICC'91, pp.1258-1264, 1991.
2. C.A. Johnston and H.J.Chao, "The ATM layer chip : An ASIC for B-ISDN applications," IEEE Trans. on JSAC, pp.741-750, June 1991.
3. S.M. Walters, "A new direction for broadband ISDN," IEEE Communication Mag. pp.39-42, Sept. 1991.
4. Proposed Standard : DQDB Metropolitan Area Network, D15, Oct. 1990.
5. Specification of the Orwell Protocol, Issue C.1, British Telecom, May. 1990.
6. Specification of the Asynchronous Transfer Mode Ring(ATMR) Protocol, Ver. A1.1, Japanese National Body, July 1991.
7. Bellcore, "Generic System Requirements in support of SMDS," TA-TSY-000772. Issue 3, Oct. 1989.
8. Bellcore, "Preliminary Report on broadband ISDN transfer protocols," SR-NWT-001763, Dec. 1990.
9. W.R. Byrne et al., "Evolution of metropolitan area networks to broadband ISDN", Proceeding of ISS'90, 1990.
10. G.H. Clapp et al., "Metropolitan area network

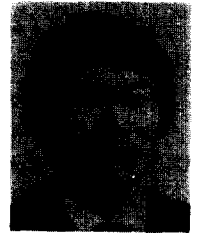
- architecture and services," Proceedings of ICC, 38.4, 1988.
11. G.Gasbarrone et al., "Metropolitan area network : A suitable step towards broadband-ISDN," Proceeding of ICC 90, pp.300-308, 1990.
 12. E.Goeldner and M.N. Huber, "Multiple access for B-ISDN," IEEE LTS Magazine, pp.37-43, Aug.1991.
 13. B.Materna et al., "Evolution from LAN and MAN access networks towards the integrated ATM network," Proceeding of Globecom'89, pp.1455-1461, 1989.
 14. 김화중, "지역망과 광대역 종합정보통신망의 접속요구 사항 분석," WCCW(Winter Computer Communication Workshop) '91, pp.146-153, 여수, Jan.1991.
 15. CCITT, Draft Recomendation I.121-I.610, Dec.1990.
 16. D.J. Jeong et al., "Fairness improvement in DQ protocol with multiple priority classes," Proceeding of ICC'91, PP.1340-1344, 1991.
 17. M.P. Spratt, "Bandwidth allocation in IEEE 802.6 using non unity ratio bandwidth balancing," Proceeding of ICC'91, pp.729-735, 1991.
 18. E.L. Hahne et al., "Improving the fairness of DQDB network," Proceeding of INFOCOM'90, pp.1751-184, 1990.
 19. CCITT. Draft Recomendation X.300, 1988.
 20. K. Iguchi et al., "Subscriber access scheme for broadband ISDN," Proc. ICC, pp.663-669, 1990.
 21. N. Tokura et al., "Subscriber access network architecture based on ATM techniques," Proceeding of Globecom, pp.1655-1659, 1989.
 22. 김화중, "B-ISDN의 역세스망 설계 기준," JCCI (Joint Conference on Communication and Information), pp.71-74, 속리산, Apr. 1991.
 23. D. Deloddere, "Alcatel MAN : High speed metropolitan area network," Electrical communication, pp. 241-249, Vol.64. No. 2/3, 1990.
 24. M. Walch et al., "Connecton management in a LAN to broadband ISDN Gateway : A simulation study," Proceeding of ICC'91, pp.1671-1675, 1991.
 25. S.I. Iisaku, M. Ishikura, "ATM network architecture for supporting the connectionless service", Proc. IEEE INFOCOM'90, 1990.
 26. V. Catania et al., "A routing strategy for MAN interconnection," Proceeding of INFOCOM'91, pp. 608-615, 1991.
 27. Hwa Jong Kim and Jong Won Lee, "Gateway of DQDB MAN and ATM-based network," Proceeding of the 4th JC-CNSS, pp.1-6, Sendai, Japan, July 1991.
 28. P. Crocetti et al., "Bandwidth advertising for MAN/ATM connectionless internetting," Proceeding of INFOCOM'91, pp.1145-1150, 1991.
 29. T. Okada et al., "Traffic control in asynchronour transfer mode," IEEE Communication Magazine pp.58-62, Sept. 1991.
 30. J. Lamont and M.H. Hui, "Some experience with LAN interconnection via frame relaying," IEEE Network Magazine pp.21-24, Sept. 1989.
 31. N. Lippis, "SMDS as a LAN interconnet? Best think twice," Data Communications, pp.35-36, Oct. 1990.



김 화 종

저자약력

- 1959년 4. 22. 생
- 1982. 2. : 서울대학교 공과대학 전자공학과(학사)
- 1984. 2. : 한국과학기술원 전기 및 전자과(석사)
- 1988. 8. : 한국과학기술원 전기 및 전자과(공학박사)
- 1988. 3.-현재 : 강원대학교 공과대학 전자공학과 조 교수



이 병 기

저자약력

- 1951. 5. 12. 생
- 1974 : 서울대학교 공과대학 전자공학과(학사)
- 1978 : 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1982 : University California Los Angeles(공학박사)
- 1974-1979 : 해군사관학교 전자공학과 교관
- 1982-1984 : 미국 Granger Associates 연구원
- 1984-1986 : 미국 AT&T Bell Laboratories 연구원
- 1986-현재 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 부교수