

ATM 가입자 망 기술

崔 文 基, 崔 竣 均

韓國電子通信研究所 廣帶域通信研究部

본 고에서는 광대역 통신망에서 가입자를 광대역 기간통신망에 접속시키기 위해 새로운 구축 개념을 가지고 대두되고 있는 가입자 액세스망(broadband local access network)에 대하여 소개한다. 이를 위해 먼저 광대역통신망에서의 가입자 전송 기술, 망 구축 기술 및 서비스 구조 개념에 대하여 간략히 살펴보고, 여기에서 광대역 가입자 액세스망의 역할을 분석한다. 다음으로 CCITT에서 92년도 White 권고안으로 제정될 관련 권고안을 정리한다. 이를 토대로 가입자 액세스망의 기능적 요구사항과 설계시 고려되어야 할 사항을 살펴보고 국내에서 개발될 광대역 가입자 액세스망의 일반적인 설계 목표와 요구사항 등을 살펴본다.

I. 서 론

광대역 종합정보 통신망은 보통 3 단계의 계층적인 구축 개념을 가지고 있는데 먼저 최하위 계층으로 전달망 계층(transport network layer)이 있다. 이는 광전송 시스템을 사용하여 각 망 장치(network elements)들 간에 전송 경로를 제공한다. 다음으로 망 및 신호 계층(network and signalling layer)으로 단국교환기, 사설 교환기, 망 집중화기 등이 이를 구성하며 이는 단말 서비스 간에 통신 선로를 제공한다. 마지막으로 최상위 계층으로 서비스 계층(service layer)이 있는데 이는 단말간의 서비스 특성에 따라 지능망 서비스 및 부가 서비스 기능을 제공하며 정보 공급자 및 수혜자 간에 요구되는 통신서비스를 제공한다.

광대역 가입자 액세스망은 가입자 태내장치에서 단국교환기까지 연결하기 위한 망을 말하며 이러한 가입자 액세스망 개념은 2-3여년 전부터 새롭게 대두된 후

가입자 선로를 연결하는데 가장 효과적인 방법으로 인식되고 있다. 광대역 가입자 액세스망 개념을 위의 3 단계의 계층적 구축 개념에서 살펴보자. 먼저 전달망 계층 개념에서 보면 지금까지 전화교환망에서 가입자를 수용하기 위해 단국 교환기(central office)에서부터 가입자까지에 이르는 feeder 선로, sub-feeder 선로 및 subscriber 루프 선로를 사용하였는 데 수 Gbps 급 이상의 광 선로 기술과 WDM(wavelength division multiplexing) 및 광 증폭기, 광 교환소자 등과 같은 광 소자 기술이 진전함에 따라 보다 효율적으로 구성할 수 있게 되었다. 더불어 PON(passive optical network), PPL(passive photonic loop) 및 Active Star 등과 같은 광선로 분배 기술들이 진전됨에 따라 지리적으로 널리 분포된 가입자들을 저렴한 가격에 보다 효율적으로 수용할 수 있게 되었다^{[1]-[5]}. 또한 광 선로에 virtual path 개념을 도입하여 전송 대역을 보다 효율적으로 사용할 수 있게 되었다^{[6]-[8]}. 다음으로 망 및 신호 계층 개념에서 보면 고속 LAN 및 MAN에서 사용되는 FDDI-II, DQDB, ATMR 및 orwell ring 등과 같은 고속의 분산형 프로토콜이 제안되어 분산된 가입자를 보다 효과적으로 수용할 수 있게 되었다^{[10]-[14]}. 마지막으로 최상의 서비스 계층 개념에서 보면 가입자 망에 있어서는 아직 특기할 만한 구조가 제시되고 있지는 않지만 가입자 액세스망에 intelligent network(IN) 서비스 개념이 사용되면 단말 가입자의 지능형 서비스를 지원할 수 있을 것이다.

광대역 종합정보 통신망이 진행됨에 따라 지금까지의 일대일 연결형태 뿐만 아니라 다자간 및 일대다 다중연결(multi-party/multi-point multiple connection), 분산 연결 및 멀티미디어 연결 등과 같은 복잡한 형태의 연결경로에 대한 요구가 급증할 것으로 예상하고 있다.

그러나 이러한 다중 및 분산 연결을 요구하는 서비스들의 전송량과 대역폭에 대한 수요가 아직 불확실하며 다만 그들의 사용 대역폭에 대한 변동이 매우 심할 것으로 예상하고 있다.

광대역 가입자 액세스망의 구축 개념은 그림1과 같이 공중 통신망, 사설망, 서비스 및 망 개념의 4가지 측면에서 살펴볼 수 있는데 먼저 공중 통신망의 측면에서 살펴보자. 광대역 종합정보 통신망의 전개를 위해서 두 가지 주요한 목표를 갖게되는데 통신선로의 "고속화(high-speed)"와 통신서비스의 "지능화(service intelligence)"이다. 현재의 기술 경제적인 면에서 볼 때 B-ISDN의 한 구성요소에서 고속화와 지능화 기능을 동시에 부여한 시스템을 개발하는 것은 매우 비효율적인 것으로 인식하고 있으며 고속화를 목표로 하는 망 구성요소와 지능화를 목표로하는 망 구성요소는 분리하여 구현되어야 할 것으로 인식하고 있다. 이러한 구성 개념 아래 광대역 종합정보 통신망은 광대역 기간 통신망과 광대역 가입자 액세스망으로 구축하며 여기서 광대역 기간 통신망은 통신선로를 고속화하는 것을 주요 목표로 하며, 광대역 가입자 액세스망은 지리적으로 분산된 가입자를 수용함과 동시에 서비스 지능화를 목표로 한다. 이러한 전략은 향후 B-ISDN이 통신망 시장에 가장 큰 경쟁을 가질 것으로 예상된다. 이러한 망 구축 개념은 S. Walter의 "Super-duper"와 "Down and Dirty" 이론에 따른 것이다 [15].

광대역 가입자 액세스망은 광대역 기간통신망 위에 다양한 서비스를 통합 수용하며, 다중 및 분산 연결과 같은 여러가지 연결 형태를 지원하며, 가입자 단말 장치의 지적인 텔리서비스를 제공한다. 이러한 가입자 액세스망은 분산형 망 구축 개념 위에 탄생되었으며, 지능망 서비스 개념과 더불어 신규서비스에 보다 탄력적인 대응을 할 수 있도록 하는 서비스 구조를 갖게 될 것이다. 또한 각 단말 장치에 망이 제공할 수 있는 지능형 서비스 기능을 용이하게 수용할 수 있게 될 것이다. 서비스 측면에서 볼때 전화/음성, 오디오, 비디오 및 멀티미디어 서비스와 방송 및 분배 서비스 등에 있어 다중 연결 기능과 다자간 연결 기능 및 분산 제어 기능을 제공할 수 있을 것이다.

광대역 가입자 액세스망은 현재 매우 활발히 연구되고 있는 고속 LAN/MAN 및 integrated service-private automatic branch exchange(IS-PABX)이 갖는 한계를 극복하고 대역 할당, 선로연결 및 운영관리 기능 등에 있어 공중성을 제공하며, 고속의 통신서비스와 지능망 서비스를 제공하게 될 것이다. 또한 가입자 선

로 기술의 진전과 더불어 선로의 운영관리 및 self-healing 방식을 수용하고, 광선로 분배 기술의 발전을 용이하게 수용할 수 있는 구조를 갖게될 것이다.

광대역 가입자 액세스망과 관련된 국제 표준 권고안은 93년 3월에 CCITT 전체 회의에서 white 권고안이 제정될 예정이며 B-ISDN과 관련된 권고안은 I.150, I.211, I.311, I.327, I.361, I.362, I.363, I.364, I.371, I.413, I.432, I.580 및 I.610의 13 개이다. 이들 권고안에 대한 중요한 내용은 다음 장에서 다룬다. 권고안은 주로 UNI(user network interface) 지점에 대하여 제정되었는데 이외에 광대역 가입자 액세스망이 분산형 구성을 가질 경우에 필요한 비표준 프로토콜 기준모델로 W 및 SS_B를 규정하고 있으며 여기에 접속되는 시스템으로 광대역 매체 정합장치(B-MA : broadband medium adaptor)와 광대역 매체 정합중단 장치(B-MAT : broadband medium adaptor termination)가 있다.

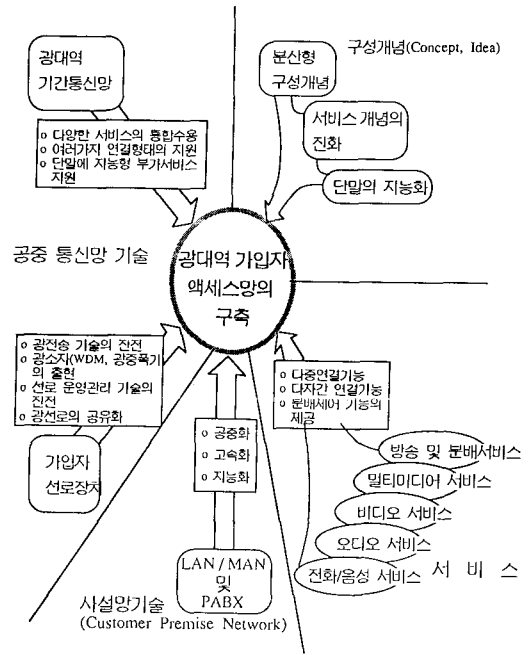


그림 1. 광대역 가입자 액세스망의 구축 개념

광대역 가입자 액세스망을 위한 통신 프로토콜은 아직 구체적으로 연구된 결과가 많지 않으나 관련된 연구로는 고속 LAN 및 MAN을 위한 프로토콜로 DQDB (distributed queue dual bus), FDDI-II (fiber distributed data interface-II), ATMR(ATM ring), orwell

ring, DQDR(distributed queue dual ring) 및 H-bus 등이 연구되어 왔으나 이들은 private 영역의 MAN이나 CPN(customer premise network)에 적합한 것으로 고려되고 있으며 이들을 광대역 가입자 액세스망으로 사용할 경우에 발생하는 문제점으로는 publicity, network OAM 및 interface 문제를 들 수 있다. 먼저 광대역 가입자 액세스망의 publicity 문제는 bandwidth와 connectivity에서 주요한 문제점으로 나타난다. 먼저 bandwidth 문제에 있어 상기한 DQDB나 ATMR 프로토콜들은 가입된 사용자가 기본적으로 분산형 프로토콜의 대역 사용 원칙을 준수하는 것을 기본으로 가정하고 간단한 방법으로 광선로의 대역을 공유하고 있으며 fairness가 유지되지 않을 경우 이를 적극적으로 대응할 수 있는 방법이 없다. 반면 공중 가입자 액세스망의 경우에 사용자 대역의 할당을 위해서는 사용자와 망간에 계약에 의하여 대역을 할당받게 되며 사용 대역을 위반할 경우에는 초과된 셀을 버리고 사용자에게 경고를 주는 것과 같은 적극적인 대응을 한다. 이러한 사실망 영역의 DQDB나 ATMR은 대역할당 및 사용에 있어 courtesy를 기본으로하고 있으며, 공중망 영역의 가입자 액세스망은 contract를 기본으로 운영하고 있다. Network OAM 및 interface 문제에 있어서도 사실망 영역에서는 망 자체 만을 위해 규정된 운영관리와 접속 기준만을 갖게되는데 반하여 공중망 영역에서는 가입자 액세스망 자체의 운영관리 기능이 있기는 하지만 공중망의 bearer 및 teleservice에 대응하는 운영관리 및 접속 기준을 수용할 수 있도록 되어야 한다.

본 서론에 이어 다음 장에서는 광대역 가입자 액세스망과 관련되어 93년 3월에 제정될 white 권고안에 대한 주요 내용을 살펴보고, 제 3 장에서는 광대역 가입자 액세스망에서 요구되는 서비스 및 기능적 요구사항을 살펴본다. 제 4 장에서는 광대역 가입자 액세스망의 설계를 위해서 고려되는 주요한 설계 이슈를 논의한다.

II. ATM 가입자 망 프로토콜 규격

B-ISDN과 관련하여 CCITT에서 93년 3월에 제정될 권고안은 연구 그룹 XVIII에서 주로 이루어졌는데 관련된 권고안을 보면 표 1과 같다.

먼저 I.150 B-ISDN asynchronous transfer mode functional characteristics에서는 ATM 계층의 기능에 대하여 규정하고 있으며, ATM 계층은 signalling과 OAM을 포함한 모든 서비스에 공통적으로 적용된다.

표 1. B-ISDN 관련 White Book 권고안 제목

권고번호	제 목
1.150	B-ISDN Asynchronous Transfer Mode Functional Characteristics
1.211	B-ISDN Service Aspects
1.311	B-ISDN General Network Aspects
1.327	B-ISDN Functional Architecture
1.361	B-ISDN ATM Layer Specification
1.362	B-ISDN ATM Adaptation (AAL) Functional Description
1.363	B-ISDN AAL Specifications
1.364	Support of Broadband Connectionless Data Service on B-ISDN
1.371	Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN
1.413	B-ISDN User Network Interface
1.432	B-ISDN UNI-Physical Layer Specification
1.580	Interworking B-ISDN and 64 kbits/s based ISDN
1.610	B-ISDN Operations and Maintenance Principles and Functions

여기서는 ATM의 기본 원칙을 정하고 있는 데 ATM을 B-ISDN의 전송 모드로 규정하며 이는 광대역 신호와 관련된 디지털 계위, 다중화 구조, 스위칭 및 접속 구조와 관련된 표준화에 직접적으로 영향을 미친다. ATM 계층의 주요 특징은 전송 대역폭이 단말 소스의 요구사항과 망의 이용가능한 용량간에 계약에 의해 할당되며, 이렇게 하여 할당된 virtual channel connection은 일대일 연결이든 일대다 연결이든 관계없이 셀의 전송 순서가 보장된다. ATM 계층에서는 ATM 연결, 서비스 특징, 관리평면과의 관계, 계층기능에 대하여 언급하고 있다. ATM 연결이란 망 액세스점에서 end-to-end 전송 능력을 제공하기 위해 ATM layer 링크가 연속된 것으로 정의하고 있다. 또한 VPI와 VCI와의 관계를 정의하고 있으며 UNI와 NNI에서의 active 연결의 수를 규정하고 있다. 그밖에 주요 내용으로는 가상 연결경로의 일반 특성, UNI 및 NNI에서의 VCC(virtual channel connection) 및 VPC(virtual path connection)의 개설 및 취소, 사전에 할당된 VCI 및 VPI 번호, 신호 및 OAM VC 등이 있다. ATM 계층의 서비스 특징은 물리계층으로부터 기대되는 서비스와 상위 계층에게 제공해야 할 서비스로 구별되는 데 이들에 대하여는 현 권고안에서는 언급되지 않고 있으며 다음 회기 년도의 주요 연구 이슈이다. ATM 계층 관리 기능은 ATM 계층에만 관계하는 관리 평면의 일부만으로

메타신호, ATM 계층 OAM 및 ATM 리소스 관리 등과 같은 관리기능을 담당한다. 이러한 ATM 계층관리 정보는 사용자 정보와 동일한 방법으로 셀 페이로드를 사용하여 전송되거나 헤더 내에 계층관리 정보임을 지칭하는 페이로드 타입 필드를 사용하여 전송될 수 있다. ATM 계층의 주요 기능으로는 셀의 다중화 및 교환, VCC 및 VPC와 관련된 quality-of-service(QoS)의 제공, 페이로드 타입 기능 및 generic flow control 기능 등이 있다. 이중 GFC 기능은 두 가지 절차를 갖는데 uncontrolled transmission 절차와 controlled transmission 절차이다. 현재 공중망에서는 uncontrolled transmission 절차만 규정되어 있으며, controlled transmission 절차는 다음회기에서 연구될 예정이다.

I.211 B-ISDN service aspects에서는 광대역 서비스의 일반 망 측면에 대한 가이드 라인을 규정하고 있으며 이는 타이밍 관계, 비트 전송 속도 및 연결 모드에 의해 구별된다. 멀티미디어 서비스 개발을 위해 사용자의 flexibility, 망 운영의 simplicity, interworking 상태의 제어, 터미널과 망 구성요소 간의 commonality 등과 같은 조직적인 접근방식이 요구된다. 그 밖에 QoS와 network performance(NP)간에 인지하고 협의하는 방식에 대한 사항이 규정될 것이며, 다음회기 년도에 제한된 수의 QoS 등급만이 표준화 될 것이다. 또한 constant bit rate 및 variable bit rate 서비스, 서비스 타이밍 및 동기 방식, 비연결형 서비스 방식, 연동방식, 신호 방식 및 비디오 서비스 코딩 방식에 대한 표준이 제정될 것이다.

I.311 B-ISDN general network aspects에서는 B-ISDN의 일반적인 망 기술과 신호 원리에 대하여 규정한다. 먼저 ATM 전송망의 계층화 원리로 물리 계층으로 regeneration section 레벨, digital section 레벨 및 transmission path 레벨의 3개 레벨로 구분하며, ATM 계층으로 VP 레벨과 VC 레벨의 2 레벨로 구별한다. 그리고 VPC 및 VCC의 연결 형태와 가능한 통신 시나리오를 규정하며, B-ISDN 제어 및 관리 전송망의 구조와 기능을 정의한다. 또한 여러가지 형태의 서비스 가입과 더불어 multi-party 및 다중 연결을 지원하는 signalling 능력과 신호 선로를 개설하기 위한 요구사항을 규정한다.

I.327 B-ISDN functional architecture는 이미 1991년에 관련 권고안이 제정되었는데 93년 White 권고안에서는 여기에 비연결형 서비스의 직접 제공방식과 간접 제공방식에 대한 규정이 삽입되었다. I.361 B-ISDN

ATM layer specification에서는 ATM 계층의 셀 구조, 셀 코딩 방식 및 프로토콜 처리 절차를 규정한다. 이중 GFC와 계층관리 절차에 관해서는 대부분 다음회기 년도에서 규정될 예정이다.

I.362 B-ISDN ATM adaptation(AAL) functional description에서는 서비스 등급 C와 signalling을 위해서 AAL 타입 3/4를 사용하는 것으로 규정되었으며, 서비스 등급 C를 위한 AAL 타입에 대한 연구가 이루어질 예정이다.

I.363 B-ISDN ATM adaptation layer(AAL) specification에서는 AAL과 상위계층간, ATM 계층과 AAL 계층간 및 peer-to-peer AAL 계층간의 관계를 기술한다. 이는 SAR(segmentation and reassembly) 서브 계층과 CS(convergence sublayer)로 구성되는데 AAL type에 대한 절차가 규정된다. 여기서 AAL type 1의 소스 클럭을 회복하는 방식으로 SRTS(synchronous residual time stamp) 기법을 사용하는 것이 특기할 만한 사항이다. 이밖에 가장 간단한 형태의 프로토콜로 AAL 5 프로토콜이 SEAL(simple efficient adaptation layer)라 하여 논의되고 있는 데 92년 10월의 전문가회의를 거쳐 내년에 권고안으로 제정될 예정이다.

I.364 support of broadband connectionless data service on B-ISDN은 비연결형 서비스를 지원하기 위한 권고안으로 이전에 I.cls 라고 잠정적으로 불리워졌었다. 여기서는 많이 비연결형 서비스를 지원하기 위한 framework과 사용할 프로토콜에 대하여 언급하고 있다. 비연결형 데이터 서비스는 ATM 교환 능력과 connectionless service function(CLSF)으로 구현되며 AAL Type 3/4 위에 CLNAP(connection less network access protocol)로 수행된다. 비연결형 데이터 서비스를 위한 요구사항 및 프로토콜 규정은 다음회기 년도의 주요 연구 항목이다.

I.371 traffic control and congestion control in B-ISDN에서는 B-ISDN에서 다양한 범위의 전송용량과 망 성능 목표를 만족시키기 위한 트래픽 제어와 폭주제어를 위한 목표와 방법을 기술한다. 트래픽 및 폭주 제어 절차의 주요 목표는 불확실한 트래픽 서비스 환경으로부터 망을 보호하는 것이다. 주요 기능으로는 network resource management(NRM), connection admission control(CAC), feedback control, usage/network parameter control(UPC/NPC) 및 priority control 등이다. 트래픽 특성을 표시하는 트래픽 파라미터에서 현재 가장 관심을 갖고 있는 부분은 cell delay

variation(CDV)이 상기한 각 기능에 미치는 영향이다. 또한 peak cell rate를 모니터링하는 알고리즘이 권고안의 annex에 예제로 첨부되었다.

I.432 B-ISDN user-network interface-physical layer specification은 B-ISDN의 UNI 규정 가운데 S_B 및 T_B 기준점에서 155.520Mbps와 622.080 Mbps의 속도를 제공한다. 이들 접속지점에서 물리적인 매체와 전송 시스템은 분리되어 규정되고 있으며 UNI와 관련된 F1, F2 및 F3의 OAM 기능이 구현된다. 또한 SDH-based 접속을 위한 물리계층의 접속 구조가 규정되어 있으며, 헤더 에러의 검증을 위한 HEC(header error control) 기능을 위한 절차가 있다. 이와 관련하여 다음회기 년도에는 기존의 동선을 사용한 low bit

rate S_B 및 T_B 접속점에 대한 규격이 제정될 것이며, 가입자 액세스 망과 관련하여는 새로운 V 접속 규정이 권고될 것이다.

I.610 B-ISDN operation and maintenance principles and functions에서는 B-ISDN UNI 지점에서 VPC와 VCC를 위한 물리 계층 및 ATM 계층의 운영 및 유지보수를 위해 필요한 최소한의 기능을 정의한다. 이러한 OAM의 원리는 성능 모니터링, 오류 감지, 시스템 보호, 오류 및 성능 정보 입수, 오류 격리 상태로 구분된다. 또한 Q-접속점을 통한 TMN (telecommunication management network)과의 접속관계가 정의되어 있다. OAM 레벨로는 F1부터 F5까지 있는데 위에서부터 virtual channel 레벨, virtual path 레벨, transmission

표 2. CCITT 연구그룹 XVIII의 다음회기 new question 항목

Question 번 호	제 목
A/XVIII	Network Capabilities to Support Future Applications in 64k-ISDNs
B/XVIII	Network Capability Description for Support of B-ISDN Services
C/XVIII	Network Capabilities for the Support of Multimedia Services in 64k-ISDN and B-ISDN
D/XVIII	Network Requirements for B-ISDN Signalling
E/XVII	ATM Layer
F/XVIII	ATM Adaptation Layer
G/XVIII	Requirements for OAM and Network Management in B-ISDN
H/XVIII	B-ISDN Resource Management
I/XVIII	Interworking of B-ISDNs with other Networks
J/XVIII	Interworking of 64k-ISDNs with other Networks
K/XVIII	ISDN Frame Mode Bearer Service(FMBS) : Interworking and Network-to-Network Interface Aspects
L/XVIII	Refinements and Enhancements to Layer 1 64 Kbit/s Based-ISDN Recommendations
M/XVIII	Refinements and Enhancements to B-ISDN Customer Access Recommendations
N/XVIII	Functional Characteristics of Interfaces in Access Networks
O/XVIII	ISDN Architecture and Reference Models
P/XVIII	General Performance Issues
Q/XVIII	Availability Performance
R/XVIII	Security Performance
S/XVIII	Error Performance
T/XVIII	Performance for ISDN Connection Processing
U/XVIII	Network Synchronization and Timing Performance
V/XVIII	Universal Personal Telecommunications (UPT) Performance
W/XVIII	Transport Network Architecture
X/XVIII	Network Applications of SDH
Y/XVIII	NNI and Transport Network Interworking Principles
Z/XVIII	Vocabulary for General Network Aspects
AA/XVIII	Connectionless Protocol Specifications
BB/XVIII	Integrated Video Service(IVS) Principles for B-ISDN
V/XV	Hierarchical Bit Rates, Interfaces and Multiplexing Structure

path 레벨, digital section 레벨 및 regenerator section 레벨이 있다. 여기에서 특기할 만한 사항은 ATM 계층에서 OAM loopback 기능이 최근에 추가되었다.

마지막으로 CCITT 연구그룹 XVIII에서 다음회기 년도부터 시작될 연구내용에 대한 new question 사항들을 보면 표 2와 같다. 여기서 특기할 사항은 다음회기 년도부터는 4년 주기의 권고안을 만들지 않고, 관련된 권고안이 임의의 년도에 각 question 항목의 목표에 따라 CCITT Resolution No.2의 절차에 따라 제정되게 된다. 또한 새로운 question 항목이 필요할 경우는 필요시 만들 수 있는 것으로 규정하고 있다.

가입자 액세스망과 관련된 new question 분야는 question B/XVIII에서 다중연결 능력에 대한 사항, VCC 및 VPC의 서비스를 지원하는 방식, 단말 장치의 선택 및 인지 방법, CPE 형태에 따른 효과, 번호 계획에 대한 요구사항, 상위 번호 계획의 매핑 및 지원 등의 항목으로 언급되고 있다. 이는 1993과 1995년에 B-ISDN release 2 및 2에 따른 baseline document를 근거로 1994년과 1996년에 권고안이 제정될 예정이다. 또한 question D/XVIII에서 멀티미디어와 다중연결, 다자간 연결, 다양한 QOS, 단말간 대역할당 절차 등과 관련된 신호 프로토콜 요구사항에 대하여 연구될 예정이다. Question M/XVIII에서는 B-ISDN 가입자 액세스망과 관련된 B-ISDN UNI 권고안인 I.413 및 I.432를 개선하고, 가입자 액세스망의 디지털 액세스 섹션의 특성에 관하여 권고안이 필요할 것으로 고려하고 있으며, 155 Mbps 이하의 S_B 및 T_B 접속에 대한 권고안이 필요할 것으로 규정하고 있다. 이는 1993-1994년에 권고안이 제정될 것이다.

III. ATM 가입자 망 서비스 및 기능 요구사항

본장에서는 광대역 종합정보 통신망의 전개에 있어 광대역 가입자 액세스망에서 여러가지 연결형태의 제공을 위해 예측되는 서비스 특성과 망의 기능적 요구사항을 기술한다.

먼저 향후에 나타날 광대역 서비스는 단순한 일대일 연결 서비스 외에 정보 공급자가 제공하는 정보 검색 및 분배 서비스가 크게 늘어날 것으로 예측된다. 이러한 경우 다중 연결 서비스와 다자간 통화 서비스가 크게 증가할 것이며, 방송 분배 서비스 또한 급격히 증가할 것으로 예측한다. 이와 같이 다중 연결 형태의 서비스가 이루어 질 때 실제로 요구되는 정보량과 전송 대역

폭은 소스의 정보량 및 대역폭의 수배 - 수 십배가 요구된다. 또한 분배 서비스의 경우는 요구하는 가입자 수 만큼의 전송 대역이 요구되기 때문에 실제 소스 정보량보다 매우 많은 전송 대역을 필요로 하게 된다. 이러한 경우 분배 서비스를 위한 액세스망 구성 및 서비스 요구사항은 일대일 서비스의 경우와 다르게 된다. 다중 및 분배 서비스를 위한 전송 선로상의 손실 및 지연 특성의 경우 가장 중요한 변수인 cell delay variance (CDV)가 더욱 크게 될 것이다. 또한 다중 및 다자간 연결로 인한 소스 트래픽의 burstiness가 연결 경로 수 만큼 증가하게 되어 가입자 액세스망의 설계시 일반적인 일대일 연결 서비스보다 엄격한 지연 및 손실 요구사항을 갖게 될 것이다.

이러한 다중 및 다자간 연결 및 분배 서비스를 위한 가입자 액세스망의 기능적 요구사항을 보면 이는 망 운영자 요구사항과 신호 및 운영 요구사항 그리고 프로토콜 요구사항으로 구분할 수 있다. 광대역 가입자 액세스망의 전체적인 기능적 요구사항을 분석하기 위해 가입자 액세스망의 일반적인 설계 요구사항을 보면 다음과 같다.

- Multi-party/multi-point 다중 연결과 멀티미디어 서비스를 포함하는 다양한 연결 형태의 수용
- 광 전송 및 분배 시스템을 포함하는 망 구성요소의 가격 최적화
- 망 구성형태에 독립적인 다중 액세스 프로토콜의 수용
- 다양한 형태의 가입자 대내장치에 대한 portability 제공
- 빠른 응답 시간 및 고속 처리 능력을 갖는 시스템 성능
- 리소스의 공유
- 효과적인 대역 관리 및 트래픽 제어
- 사용자에게 의한 망 제어 및 관리 능력 제공
- 신뢰도 및 가용도

망 운영자의 입장에서 광대역 가입자 액세스망은 효율적으로 운영관리를 할 수 있도록 설계되어야 한다. 이를 위해 먼저 망 운영자의 입장에서 가입자 대내 장치의 특성은 단말 서비스 기능, 통신 프로토콜, 신호 및 OAM 기능에 의하여 분류될 수 있다. 또한 가입자 서비스 요구사항은 대역폭, QOS 등급, 손실, 지연 및 지연변수, 우선 등급 및 연결 모드 등에 의해 표현될 수 있다. 이러한 망 운영자의 서비스 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

- Multi-party/multi-point 다중 연결과 멀티미디어

서비스의 제공

- 우선 등급 및 QOS 레벨 제공
- 연결형 및 비연결형 모드 지원
- 일대다 및 분산 서비스의 지원
- SDH에 근거한 고속 디지털 통신 선로의 제공
- 광 전송 선로의 공유
- 지리적으로 분산된 가입자를 위한 지역적인 영역의 수용
- 가입자 액세스의 공평성 유지
- 신뢰도 및 오류 상태의 격리
- 확장성 및 호환성
- OAM의 편리성
- 저렴한 설치 및 유지 비용

이러한 망 운영 요구사항을 수용하기 위한 가입자 액세스망의 관리 기능은 다음 4 가지 기능으로 정리되는데 가상 연결로 개설을 위한 VPI/VCI 관리 기능, 다중 및 다자간 연결을 포함한 end-to-end 연결 경로 제어 기능, signalling과 CAC(connection admission control)을 포함한 대역 관리 기능 및 UPC/NPC 및 CC(congestion control)를 포함하는 트래픽 관리 기능이다.

가입자 액세스망의 분산형 구성을 위한 프로토콜로 medium access control(MAC) 프로토콜이 필요하다. MAC 프로토콜의 일반적인 요구사항을 보면 다음과 같다.

- 다자간 및 다중 연결 기능
- Multicast 및 분배 연결 기능
- 고속 광 선로의 대역 공유
- On demand의 효율적인 대역할당
- UNI ATM 프로토콜 계층의 일대일 대응

또한 MAC 프로토콜의 기능적 요구사항을 보면 다음과 같다.

- Semi-permanent VPI를 사용한 내부 루팅 기능
- 광 전송 선로의 다중 및 재 사용
- Upstream과 downstream 트래픽 제어 방식의 분리
- Outgoing 트래픽에 대한 back-pressure 흐름제어 및 우선 서비스 기능
- Pre-assigned VPI 값을 갖는 선로에 대한 internal back-pressure 기능
- Downstream 트래픽에 대한 방송 분배 기능
- 셀 복제 기능

그밖에 W와 SS_B의 분산형 접속을 위한 가입자 액세스망의 프로토콜 구조를 보면 먼저 현재의 AAL 기능에 대응되는 분산 액세스를 위한 상위 계층 접속 프로토콜이 있다. 또한 메타 신호 프로토콜과 Q.93B, ISCP(ISDN signalling control protocol)에 일대일 대응되는

신호 프로토콜이 있으며, 하위의 물리계층의 접속에서 UNI의 F1, F2, F3 OAM 흐름에 대응되는 OAM 기능이 있어야 한다.

현재 CCITT에서는 이러한 MAC 프로토콜은 가입자 액세스 구조와 서비스 목표에 따라 달라 질수 있기 때문에 현재 국제 표준화 작업은 고려되지 않고 있는 데 실제 광대역 종합정보통신망을 구축하기 위해서는 매체 액세스 프로토콜 기술은 매우 중요하다. 다만 현재의 고속 LAN 및 MAN 프로토콜로 고려되고 있는 DQDB, ATMR, orwell ring 및 H⁺bus 프로토콜들을 분산형 가입자 액세스망 프로토콜로 적용해 보려는 연구가 활발히 진행되고 있다.

IV. 국내 ATM 가입자 망 설계시 고려사항

광대역 가입자 망 설계를 위한 고려사항은 보는 관점에 따라 여러가지 사항이 있을 수 있으나 사용자, 망 공급자와 시스템 설계자의 입장을 고려할 때 다음과 같은 설계 이슈가 있다.

1) Network dimensioning 및 시스템 규모

- 망 구성요소간의 기능적 계층
- 수용할 전체 가입자 액세스 채널 수
- 지리적인 수용 영역
- 구성요소간 최대 거리
- 시스템 규모의 scalability
- 시스템의 기능 상의 모듈화 및 확장성

2) 시스템 기능(system functionality)

- OAM, 트래픽 관리, 대역 관리 및 리소스 관리의 단순성
- 가입자 액세스 속도
- 물리적 신호 전송 속도
- 각 구성요소의 처리 능력
- 가입자 서비스와 대역 사용에 있어 공평성
- 물리선로 접속과 상위 계층 접속의 편리성
- 융통성있는 어드레싱 및 signalling 능력
- 구성요소의 portability
- 순서정렬, masking, grouping을 포함한 조합 능력

3) 서비스 능력

- Multi-pary/multi-point 다중 연결을 포함한 다양한 연결 형태
- 이미지 소스를 포함한 이질적인 트래픽의 통합 수용
- 가입자 제어기능을 갖는 비대칭형 분배 서비스
- 우선 순위를 갖는 scheduling

- 여러가지 QOS 등급의 지원
- 트래픽 통합을 통한 전송 대역상의 통계적 이득
- 우선등급, QOS 레벨, 서비스 타입, 연결 타입에 따른 채널 그룹

상기한 설계 이슈에 따라 지금까지 널리 연구된 DQDB, ATMR, DQDR, FDDI-II 및 H-bus 등과 같은 고속 MAN 프로토콜 들을 가입자 액세스망에 적용했을 경우의 장단점을 비교 분석하자. 먼저 망 구성요소의 기능적 계층 문제에 있어서 DQDB나 ATMR 등은 모든 망 노드가 동등한 기능적 계층을 가지며 분산 제어 방식으로 망을 운영한다. 이는 모든 노드가 망의 운영에 동등한 책임을 가지며 일부 노드가 오동작시 안정되게 운영할 수 있다. 반면 모든 노드가 망 운영 및 관리를 위한 기능을 가져야 하기 때문에 비교적 복잡하다. 반면 H-bus의 경우는 망 노드 간의 두 단계의 계층적 구조를 가지며 광대역 기간망에 접속된 부분에 master 노드가 위치하며 이를 중심으로 여러 slave 노드가 링 형태로 구성된다. 망의 운영은 집중 제어 방식으로 운영되며 master 노드가 망 운영에 책임을 갖는다. 따라서 slave 노드들은 망 운영관리의 burden이 비교적 작으며 fault에 대하여 간단한 방식으로 대응한다. 반면 master 노드는 fault tolerant 능력을 가져야 한다.

트래픽 서비스 특성에 있어서 DQDB나 ATMR 프로토콜은 기본적으로 망 노드간의 통신을 위해서 설계되었으며 공중망과 연결될 때는 접속점에 있는 노드는 과부하가 걸릴 가능성이 있다. 반면 H-bus의 경우는 기본적으로 광대역 기간 통신망으로 향하는 upstream 및 downstream 트래픽을 수용하기 위해서 설계되었으며 망 노드 간에 통신을 할 경우에는 일부의 선로 대역이 낭비 될 수도 있다. 다중 연결과 분산 연결의 경우 DQDB 프로토콜은 기본적으로 일대일 연결을 위해서 설계되었기 때문에 분산 및 다중 연결을 위해서는 부가적인 프로토콜 기능이 요구된다. 또한 이는 균일한 부하 상태의 통신에 적합하도록 설계 되었기 때문에 다중 및 분산 연결 형태를 수용하기 위해서는 대역 사용시 공평성을 유지하기 위해 적절한 절차가 필요하다. 반면 H-bus의 경우는 두 가지 프로토콜을 사용하는 데 upstream 방향으로는 DQDB와 유사한 분산 큐 프로토콜을 사용하며 downstream 방향으로는 broadcast 프로토콜을 사용한다. 이는 기본적으로 가입자 대내장치와 광대역 기간통신망을 연결시키기 위해 설계 되었으며, 특히 광대역 기간통신망으로부터의 분산 트래픽의 수용에 매우 효과적이다.

계층 1의 기능적 관점에서 상기한 제안된 프로토콜들

은 대부분 private 영역에서의 사용하는 것을 전제로하고 있으며 공중망 영역에서 사용하기에는 불충분하다. 이러한 문제점은 특히 bandwidth와 end-to-end connectivity에서 나타난다. 또한 UNI 접속점의 S_B 및 T_B 기준점과 새로운 V 기준점에 대응하는 접속 능력이 요구된다. 그밖에 상기한 프로토콜들의 경우 대부분 상위 계층의 접속 기능이 공중망으로서 접속할 수 있게 고려되지 않았으며 상위의 응용서비스를 위하여 적절한 signalling과 addressing 기능이 요구된다.

이러한 설계 상의 고려해야 할 점을 종합적으로 고려해 볼 때 광대역 가입자 액세스망의 일반적인 설계 목표와 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

- 액세스망 구조 : 두개의 기능적 계층을 갖는 looped bus 구조
- 최대 수용 가능한 액세스 선로 : 128 액세스 링크
- 지리적 수용 영역 : 직경 100 Km이내의 지역
- 물리적인 전송 속도 : upstream 155.52 Mbps, downstream 622.08 Mbps
- 노드당 수용 가능한 액세스 선로 : 최대 16 액세스 링크
- 망 O&M 방식 : 집중형 제어
- 트래픽 및 대역 제어 방식 : master 노드에 의한 집중형 제어
- Fault tolerance 능력 : master 노드의 이중화
- 통신 프로토콜 : upstream은 분산큐 프로토콜, downstream은 broadcast filtering 프로토콜
- 계층 1 규정 : UNI S_B 및 T_B 기준점과 새로운 V 기준점에 대응
- 상위 계층 접속 규격 : 비표준 AAL 규격에 대응
- 우선 및 QOS 등급 : 매체 액세스 프로토콜 규격에 명시
- 다중 및 분산 연결 기능 : 매체 액세스 프로토콜 규격에 명시
- Addressing 및 signalling : 내부 통신을 위한 부가적인 필드 사용

마지막으로 지금까지의 광대역 가입자 액세스망의 도입 및 전환 계획을 수립하기 위해 예상되는 문제점을 살펴보면 첫째로 현재까지 분산된 가입자 들을 수용하기 위한 광 선로 가격이 고가라는 사실과, 둘째로 아직까지 기술적으로 경제적으로 가입자 들에 대한 효과적인 광 분배 방식에 대한 기술이 안정화되지 않았으며, 셋째로 액세스 서비스 목표와 서비스 구조가 너무 다양하고 신규 서비스 형태가 지속적으로 변화할 것이라는 사실이다. 이러한 문제점들로 인해 광대역 종합정보통


신망과 더불어 광대역 가입자 액세스망의 도입 및 전환 계획을 수립하기 위해서는 아직 기술적 측면에서 미진한 것으로 보이며 각국의 경우 이를 위해 향후의 가입자 액세스 기술과 서비스를 확인하기 위해 테스트 베드를 일정한 지역에 운영 시험 중에 있다.

V. 결 론

본고에서는 2-3년 전부터 새로운 개념으로 대두된 광대역 가입자 액세스망 (broadband local access network)의 의미와 역할에 대하여 살펴 보았으며, 93년 3월에 제정될 CCITT의 white 권고안 중 B-ISDN과 관련된 권고안을 간략히 정리하였다. 또한 다음 회기 년도에 집중적으로 연구될 분야에 대하여 살펴보았다.

다음으로 광대역 가입자 액세스망의 구축을 위해서 필요한 서비스 측면의 특성과 액세스망의 기능적 요구사항을 살펴보았다. 이러한 요구사항을 위해서 광대역 가입자 액세스망 설계시 고려되는 문제점을 정리하였으며 지금까지 제안된 여러가지 고속 통신 프로토콜을 사용할 경우에 장단점을 비교하였다. 그 결과로 국내에서 연구개발될 광대역 가입자 액세스망의 일반적인 설계목표와 요구사항을 정리하였다.

參 考 文 獻

- [1] P.D. Lattner, R.L. Fike, and G.A. Nelson, "Business and residential services for evolving subscriber loop," *IEEE Communication Magazine*, pp. 100~114, Jan. 1988.
- [2] T. Miki and R. Komiya, "Japanese subscriber loop network and fiber optic loop development," *IEEE Communication Magazine*, pp.60~67, March 1991.
- [3] R. Fox, "Broadband local network developments in the U.K.," *IEEE Communication Magazine*, vol. 26, no.1, pp.44~52, Jan. 1988.
- [4] J. Sosnosky and T. Wu, "SONET ring applications for survivable fiber loop networks," *Telecommunication Access Networks Technology and Service Trends*, 1991.
- [5] S. Rao, "Access architectures for broadband ATM networks in the business community," *Telecommunication Access Networks Technology and Service Trends*, 1991.
- [6] Y. Maeda, K. Kikuchi and N. Tokura, "ATM access network architecture," *IEEE ICC '91*.
- [7] K. Iguchi, H. Takeo, S. Amemiya, and K. Tezuka, "Subscriber Access Scheme for Broadband ISDN," *IEEE ISS '90*.
- [8] C.A. Johnston, M. Kramer, G. Shtirmer, and R.S. Wolff, "Functional reference and signalling protocol architecture for a broadband CPN," *Telecommunication Access Networks Technology and Service Trends*, 1991.
- [9] CCITT: Recommendation I.413, "B-ISDN User-Network Interface," Geneva, 1992.
- [10] IEEE: Proposed Standard P802.6, "Distributed Queue Dual Bus(DQDB): Subnetwork of Metropolitan Area Network," 1991.
- [11] American National Standards Institute ANSI X3.139-1987: "Fiber Distributed Data Interface-Token Ring Media Access Control(MAC)," 1987.
- [12] Specification of the Orwell Protocol, Issue C.1, British Telecom, May 1990.
- [13] A. Bondavalli and L. Strigini, "DSDR: a fair and efficient access protocol for ring-topology MANs," *IEEE Proc. Infocom '91*.
- [14] C.A. Johnston and G. Shtirmer, "Functional description of H-bus: a broadband customer premises network," *ICC '90*, pp. 188-194, 1990.
- [15] S. M. Walters, "A new direction for broadband ISDN," *IEEE Com. Mag.*, pp. 39-42, Sep. 1991. 

筆者紹介

崔 文 基

1951年 4月 7日生

1974年 2月 서울대학교 응용수학과(학사)

1978年 2月 한국과학기술원 산업공학과(석사)

1989年 1月 North Carolina State Univ.,
Operations Research (Ph.D)

1978年 3月 ~ 현재 한국전자통신연구소 책임연구원(광대역 통신연구부 부장)

**崔 竣 均**

1959年 10月 22日生

1982年 2月 서울대학교 전자공학과(학사)

1985年 8月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)

1988年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)

1990年 8月 ~ 1991年 8月 캐나다 토론토 대학 교환연구원

1986年 6月 ~ 현재 한국전자통신연구소 선임연구원(광대역 접속연구실 실장)