

BcN 표준 모델 - 유선 가입자망

고려대학교 엄두섭

차례

I. 서론

II. 요구사항

III. 구조 및 구성요소

IV. 유선 가입자망 기능

V. 결론

I. 서론

가입자망은 홈·단말에서 나오는 트래픽을 전달망으로 전해주는 역할을 하며 크게 유선 가입자망, 무선 가입자망, 방송 가입자망으로 구분할 수 있다. BcN에서는 어떠한 형태의 가입자망도 연동 가능해야 하며, 서비스가 요구하는 단대단(end-to-end) 품질보장을 위하여 가입자망에서도 각자 고유한 품질보장 메커니즘을 제공하여야 한다. 또한, 서비스 품질 제어/서비스 사용 인증 기능 등을 제공하는 서비스 제어 계층 및 전달망의 자원 제어 기능과 가입자 접속 제어 기능 등을 수행하는 네트워크 제어 계층과 연동되어 상기 기능들을 지원할 수 있어야 한다. 이 경우 클라이언트-서버 모델을 따르며, 가입자 계층은 클라이언트로 동작한다.

유선 가입자망의 경우 BcN 도입 초기 단계에서는 기존에 널리 사용되고 있는 xDSL, FTTx,

HFC(Hybrid Fiber Coaxial), Ethernet 등이 혼재된 상태로 존재하나, 점차 상대적으로 저속인 가입자망들은 사라질 것으로 예상되며, 궁극적으로 가능한 한 대내 가까이까지 광선로를 전개하는 광가입자망 형태로 진화할 것으로 예상된다. 서비스 측면에서는 통·방 융합서비스 및 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 증가할 것으로 예상되며, 이는 보다 높은 수준의 단대단 품질보장에 대한 요구 및 광 가입자망의 확산을 촉진할 것이다. 본 고에서는 먼저 BcN 유선 가입자망에 대한 요구사항 및 대표적인 BcN 유선 가입자망의 구조 및 구성 요소를 살펴본 후에, BcN 유선 가입자망이 가져야 할 기능 및 망 정합을 정의한다.

II. 요구사항

BcN은 다양한 가입자망에 접속된 이용자별, 서비

스별 요구에 따라 단대단 서비스 품질을 차별화하여 보장하는 것을 주된 목적으로 하며, 또한 이종의 무선 가입자망 및 유선 가입자망을 넘나들며 단절 없는 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 다음은 BcN 유선 가입자망에 대한 요구사항이다.

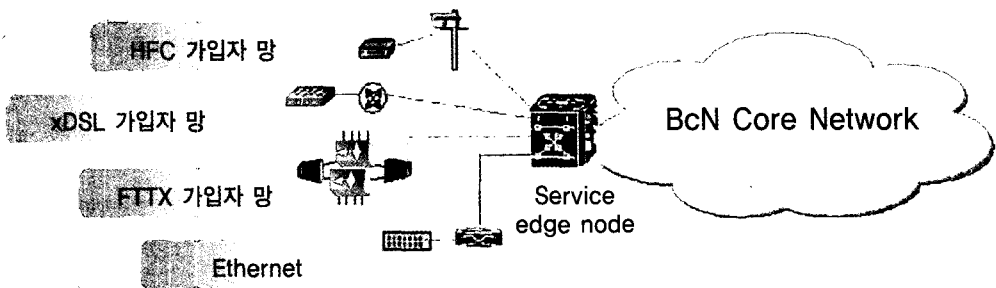
- 다양한 종류의 유선 가입자망 지원 : BcN에서는 기본적으로 다양한 기술 및 능력을 갖는 유선 가입자망들을 모두 지원할 수 있어야 한다. 이를 위하여 BcN 유선 가입자망은 IP 연결성을 제공하여야 한다.
- 사용자가 요구하는 단대단 서비스 품질 보장 : 사용자의 단대단 서비스 품질 보장 요구를 만족시키기 위한 QoS 제공 메커니즘은 유선 가입자망의 종류에 따라 다르지만, 망정합을 위하여 각 유선 가입자망에서는 품질 보장을 위한 실시간 트래픽 측정/감시 및 협약 품질 (SLA: Service Level Agreement) 기능을 지원할 수 있어야 한다.
- 보안/과금 : 가입자 인증을 통한 서비스 구분 및 과금을 위하여 서비스 제어 계층 및 네트워크 제

어 계층과의 연동이 필요하며, 과금을 위한 트래픽 측정 기능을 제공할 수 있어야 한다. 또한, 가입자 인증/정보(user profile)를 활용한 유해 트래픽 원천 차단형 보안 기능을 제공할 수 있어야 한다.

- 이종 유무선 가입자망간의 멀티미디어 컨퍼런스 콜 지원 : 사용자가 속해 있는 유선 가입자망의 종류에 무관하게 다자간 동시 멀티미디어 통신이 가능해야 한다.
- 일반화된 이동성 지원 : 동종의 무선 가입자망에서의 이동성 지원을 넘어서, 이종 무선 가입자망간의 Vertical Handoff는 물론 유무선 가입자망간의 로밍을 지원할 수 있는 보다 일반화된 이동성 지원을 할 수 있어야 한다.

III. 구조 및 구성요소

가입자망 계층은 유선망, 무선망, 케이블망과 이들과의 전달망 접속을 위한 서비스 액세스 노드로 구성되는 액세스 네트워크 형태로 구성될 것으로 예상된다



(그림 1) BcN 유선 가입자망의 종류

다. (그림 1)에 주요한 유선 가입자망들이 서비스 에지 노드를 통하여 BcN 전달망에 접속되는 모습을 도시하였다. 유선 가입자망에는 다양한 전송 매체와 기술들이 사용되어지고 있으며, 본 절에서는 BcN의 대표적인 유선 가입자망이라 할 수 있는 xDSL 가입자망, FTTx 가입자망, HFC 가입자망 및 Ethernet 가입자망의 구조 및 구성요소에 대하여 기술한다.

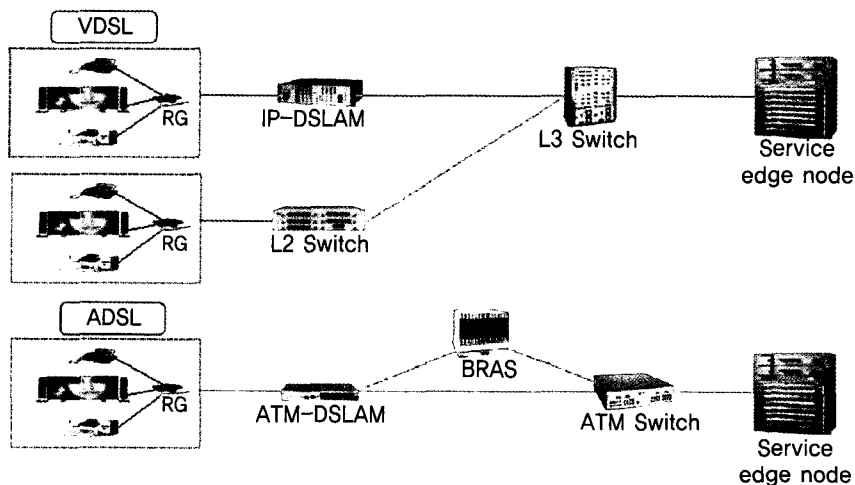
1. xDSL 가입자망

xDSL 가입자망은 크게 ATM을 기반으로 하는 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)과 IP를 기반으로 하는 VDSL(Very high data rate DSL)로 나누어 볼 수 있다. ADSL 가입자망은 DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer), BRAS(Broadband Remote Access Server) 및 ATM 네트워크(ATM 스위치)로 구성된다. DSLAM은 각 가입자의 xDSL 신호를 VC 또는 VP 단위로 집선화하여 ATM 네트워크로 전달해주는 역할을 수행한다. 이렇게 전달되어진 가입자 트

래픽은 BRAS에서 VP(Virtual Path) 또는 VC(Virtual Circuit) 단위로 ATM 연결을 중단하여 백본망과 연동을 하며, 각 가입자에 대한 인증, IP 할당 등의 역할을 한다. 본래 DSLAM은 국사에 설치되는 것이 기본 개념이나 BcN과 같이 고품질/고속을 요구하는 서비스에서는 광장비를 통해 가입자 인근 지역에 설치되어야 한다. 가입자 인근지역 망구성 형태는 반송과장비(FLC) 장비를 이용한 overlay 구조를 취하거나 직접 ATM 네트워크로 접속되는 형태로 구분될 수 있다.

IP 방식의 VDSL 가입자망은 IP-DSLAM과 L2/L3 스위치 장비로 구성된다. 원격에 설치된 IP-DSLAM에서는 각 가입자의 xDSL 신호를 집선화하여 L2 또는 L3 스위칭을 처리하여 상위 L3 스위치 장비로 넘겨주는 역할을 한다. 이렇게 처리된 가입자 인근지역의 가입자 트래픽은 국사에 있는 L3 스위치에서 집선되어 백본과 연동된다.

(그림 2)에 ADSL과 VDSL 가입자망의 일반적인 구조를 도시하였다. 이들 가입자망을 구성하는 주요한 구성 요소인 DSALM, IP-DSLAM 및 BRAS의



(그림 2) xDSL 가입자망의 구조

기능은 다음과 같이 요약할 수 있다.

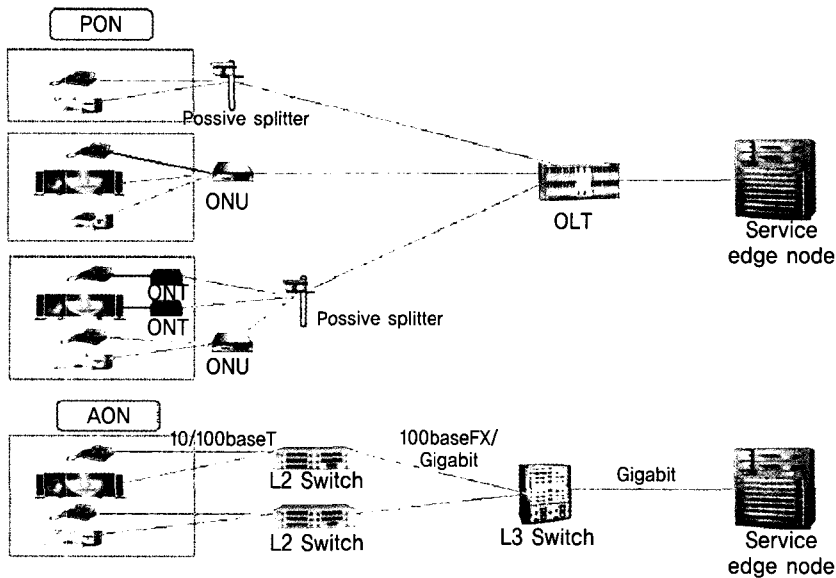
- DSALM : DSLAM의 가입자 단말은 접속을 위한 PPP, PPPoE, Bridged 방식의 프로토콜 제공이 가능하여야 하며, 일반 데이터 서비스를 위한 AAL5, 멀티미디어 서비스를 위한 AAL2 제공이 가능하여야 한다. 또한 가입자 단말은 복수의 PVC 처리가 가능하여야 한다. xDSL 인터페이스는 ITU의 규정에 따르며, 상위 망장비와의 인터페이스는 ATM 규격을 따른다. DSLAM에서는 각 xDSL의 Line Rate 조절을 통해 가입자당 전송속도 제어가 가능하여야 하며, 각 가입자당 복수의 PVC 제공이 가능하여야 한다. 각 PVC는 DSLAM 내에서 cross connect되어 처리되며, PVC별로 VBR, UBR 트래픽 제어가 가능하여야 한다.
- IP-DSLAM : IP-DSLAM의 가입자 단말은 DSLAM과 Bridge 형태로 연결되어 있다. xDSL 인터페이스는 ITU 규정에 따르고, 상위 망장비와의 인터페이스는 IEEE 802 규격을 따른다. DSLAM에서는 xDSL의 Line Rate 조절을 통해 가입자당 전송속도를 제어하며, 가입자 트래픽에 대해 L2 스위칭 처리가 가능하여야 한다. 가입자에 대한 보안을 확보를 위해 VLAN(Virtual Local Area Network), 패킷 필터링 기능을 제공하여야 한다. 또한 QoS를 위해 802.1p 기능을 제공하여야 하며, 멀티캐스팅 트래픽 처리를 위한 IGMP(Internet Group Management Protocol) snooping 기능을 제공하여야 한다. 장비의 용량에 따라 상향 장비와는 802.3u (fast ethernet) 또는 802.3z/802.3ab (gigabit ethernet) 인터페이스를 가지며, 대역확장을 위한 802.3ad (link aggregation) 기능을 제공하여야 한다.
- BRAS : BRAS는 ATM 및 Ethernet 인터페이

스를 제공하며, QoS 제공을 위한 자원예약, 과금을 위한 트래픽 측정 기능을 제공한다. 또한, IP 집선화, PPP 집선화 및 종단, VLAN 브릿징, 라우팅, IGMP, IP 멀티캐스트 기능 등을 지원한다. BRAS는 독자적인 형태 혹은 DSLAM 이나 서비스 에지 노드의 일부분으로 존재할 수 있다.

2. FTTx 가입자망

PON(Passive Optical Network)은 광분배 네트워크 중간에 수동형 장비(Splitter, AWG)에 의해 가입자에게 광신호가 분기되어 제공되는 방식으로 TDM(Time Division Multiplexing) 방식의 PON과 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 방식의 PON으로 구분된다. TDM-PON에서 하향 신호(OLT 부터의 신호)는 1xn 광 분배기를 통해 ONU로 방송되며, 상향 신호(ONU로부터의 신호)는 시분할 방식으로 매체접근제어를 하여 전달된다. 이러한 TDM-PON은 프로토콜에 종속적이며 A-PON(ATM 방식), E-PON(Ethernet 방식), G-PON(Gigabit-Ethernet PON)으로 분류된다. 일반적인 PON의 계층적 구조는 ONU(Optical Network Unit), ONT(Optical Network Terminal), OLT(Optical Line Terminal)로 구분된다. ONU 및 ONT는 광 네트워크의 가입자측 종단 장치로서, ONT는 하나의 단말만 수용이 가능하지만 ONU는 복수의 단말 수용이 가능하다. OLT는 PON 신호를 집선화 하여 상위 장비와 연동시켜주는 장비이다. 전송속도 역시 약간씩 차이를 보이는데 ATM-PON은 상/하향 155M/622M, E-PON은 상/하향 1.2G, G-PON의 경우 상/하향 1.2G 또는 2.4G의 전송 속도를 제공하여야 한다.

WDM 방식의 WDM-PON에서는 OLT가 ONU 별로 트래픽을 파장으로 분리하여 송수신하는 형태



(그림 3) FTTx 가입자망의 구조

로 망구성이 되기 때문에, 프로토콜에 투명하게 트래픽을 전달할 수 있다. WDM-PON망은 TDM-PON과 비슷한 계층구조를 가지는데 ONU와 OLT간 전송은 특별한 프로토콜이 존재하는 것이 아니라, 프로토콜에 투명하다는 점이 다르다. 따라서 망 확장성, 보안 문제에 있어서 TDM-PON보다 성능이 뛰어나다고 할 수 있다.

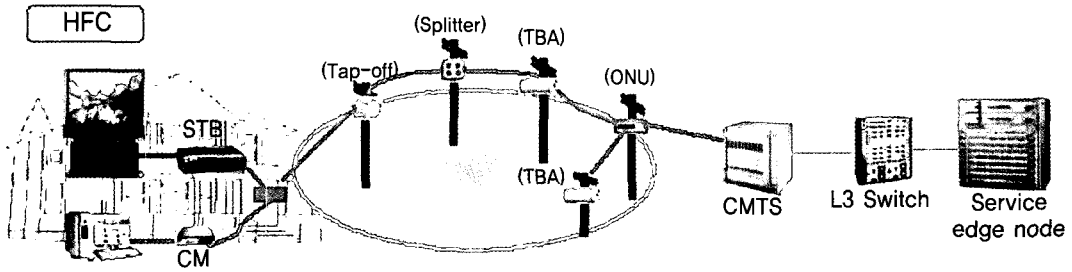
한편 AON(Active Optical Network)은 Active Star라고도 하며, 광 분배 네트워크 중간에 능동형 장비가 설치되며, 그 장비로부터 각 가입자(또는 노드)까지 star형태로 구성된다. Ethernet 방식과 망구성이 동일하며 맥내(또는 노드)까지 광으로 연결된다는 점만 다르다.

3. HFC 가입자망

HFC 가입자망의 중요한 구성요소에는 CMTS(Cable Modem Termination System)와

CM(Cable Modem)가 있으며, CMTS는 집선 기능의 역할을 하고 CM은 단말의 역할을 한다. HFC 가입자망은 다양한 양방향 디지털 방송 서비스를 제공하기 위해서 세분화된 Cell 분할을 할 필요가 있다.

CMTS 인터페이스는 ITU 규정에 따르고, 상위 망장비와의 인터페이스는 IEEE 802 규격을 따른다. CMTS에서는 가입자당 전송속도 제어가 가능하며, 가입자에 대한 보안을 확보를 위해 DOCSIS에서 규정한 BPI (Baseline Privacy Interface) 기능을 제공하여야 한다. 또한 QoS는 DOCSIS에 명시된 CIR (Committed Information Rate), UGS (Unsolicited Grant Service), UGS/AD (Unsolicited Grant Service with Activity Detection) 등의 기능을 제공하여야 하며, 멀티캐스팅 트래픽 처리를 위한 PIM, IGMPv2 기능을 제공하여야 한다. 장비의 용량에 따라 상향 장비와는 IEEE 802.3u (fast ethernet) 또는 IEEE 802.3z/802.3ab (gigabit ethernet) 인터페이스를 제공하여야 한다.



(그림 4) HFC 가입자망의 구조

4. Ethernet 가입자망

IP 기반의 xDSL 가입자망과 동일하게 Ethernet 기반의 가입자망에서 가입자 트래픽은 일차적으로 L2 스위치에서 집선화 되어 원격지에 설치된 L3 스위치로 전달된다. L3 스위치는 가입자 트래픽의 집선화와 보안 및 품질 기능을 효과적으로 수행하기 위해 기본적으로 라우팅 및 VLAN, proxy ARP, 패킷 필터링, IEEE 802.1p, DiffServ 기능을 제공하여야 한다. 또한 멀티캐스팅 트래픽 처리를 위해 PIM-SM 기능을 제공하여야 한다. 장비의 상/하향 인터페이스는 하향은 IEEE 802.3u 또는 IEEE 802.3z/802.3ab 인터페이스를 가지며, 상향은 IEEE 802.3z/802.3ab 인터페이스를 가진다.

IV. 유선 가입자망 기능

BcN 유선 가입자망의 기능은 데이터 전달을 위한 액세스 전달 기능, 네트워크의 제어 및 관리를 액세스 제어 기능 및 BcN의 중요한 특징 중의 하나인 일반화된 이동성 지원 기능으로 크게 나누어 볼 수 있다. 액세스 전달 기능은 가입자망을 통한 정보전달을 담당하는 기능으로 SLA를 통하여 협약된 사용자의 단대

단 서비스 품질 보장을 위하여 일반적으로 버퍼관리, 큐잉 및 스케줄링, 패킷 필터링, 트래픽 분류, 트래픽 마킹, 트래픽 폴리싱(polishing) 및 트래픽 셰이핑(shaping) 등의 기능이 제공할 수 있어야 한다. 구체적인 QoS 제어 메커니즘은 가입자망의 종류에 따라 달라진다. 액세스 제어 기능은 서비스 제어 계층 및 네트워크 제어 계층과 연동하여 가입자 인증/과금, 세션 기반의 실시간성 멀티미디어 서비스에 대한 호/세션 제어, 네트워크 접속 제어, 가입자망 자원 제어 및 OA&M 기능을 수행할 수 있어야 한다. 그림 5는 유선 가입자망이 갖는 액세스 제어 기능과 서비스 제어 계층 및 네트워크 제어 계층과의 상호 연동 관계를 나타낸 그림이다.

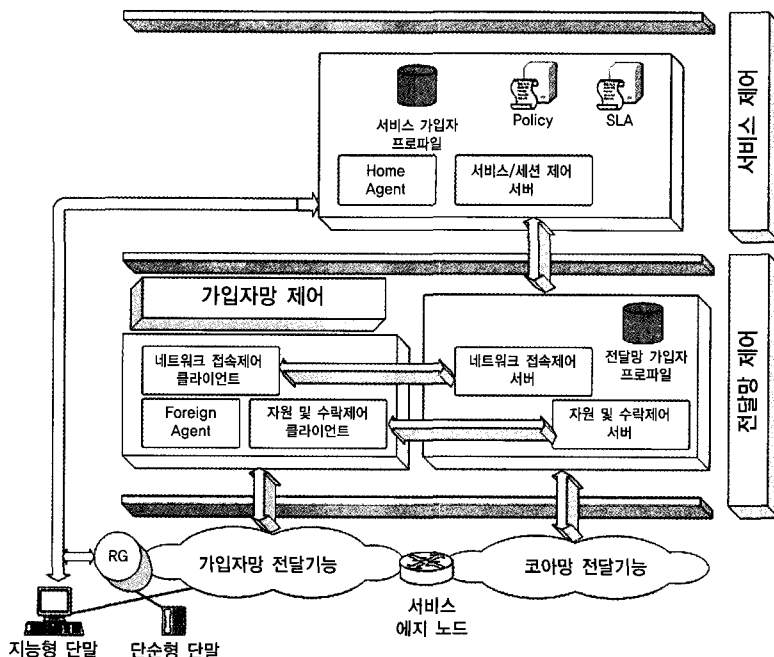
실시간성 멀티미디어 서비스에 대한 호/세션 제어의 경우, PSTN(Public Switched Telephone Network) 단말기 및 기타 단순 단말기에 대해서는 MG(Media Gateway, 예: RG)가 Proxy 기능을 수행하여 상기 기능을 위한 시그널링 프로토콜을 지원하지만, 자체 처리 능력을 갖고 있는 지능형 단말기들은 MG를 거치지 않고서도 자체적으로 시그널링 프로토콜을 사용하여 세션 서비스를 받을 수 있다. 서비스 에지 노드가 제공하는 네트워크 접속 제어 기능에는, BcN 서비스를 사용하기 위한 액세스 차원에서의 서비스 등록 및 사용자 관련 기능의 초기화, 망 차원

의 인증, 가입자망의 주소 공간 관리 및 이용 가능한 BcN 서비스 및 응용들에 접속 지점(contact point)을 사용자들에 알리는 기능 등이 있다. 가입자망의 네트워크 접속 제어 클라이언트는 BcN 전달망의 네트워크 접속 제어 서버의 통제를 받는다. 서비스 에지 노드가 제공하는 자원 및 수락 제어 기능에는, 가입자의 단대단 서비스 품질을 보장하기 위한 자원 예약/해제 및 호 수락 제어가 있다. 가입자망의 자원 및 수락 제어 클라이언트는 BcN 전달망의 네트워크 자원 및 수락 제어 서버의 통제를 받는다.

(그림 5)와 같이 단말이 직접 혹은 RG를 통하여 호 연결 요청을 하면 이를 서비스/세션 제어 서버가 수신하여 SLA, 서비스 정책(policy), 가입자 프로파일을 참조하여 가입자가 원하는 서비스에 대한 호 수락 여부를 결정하고 이에 따른 인증 절차를 수행하게

된다. 이후 서비스/세션 제어 서버가 전달망의 두 서버와 통신하여 네트워크 접속 제어, 자원제어, 수락 제어 등을 하게 되며, 가입자망의 클라이언트들은 전달망 서버의 지시 하에 네트워크 접속제어 및 자원/수락 제어 기능을 수행하게 된다.

일반화된 이동성 지원 기능은 유무선 가입자망간의 로밍을 지원할 수 있어야 하며, 이를 위해서 홈 네트워크 및 방문 네트워크의 개념을 지원한다. 홈 네트워크는 사용자의 서비스 가입정보를 갖고 있는 코어(core) 네트워크를 의미하며, 방문 네트워크는 현재 사용자의 서비스를 위한 네트워크 연결을 지원하고 있는 네트워크를 의미한다. 방문 네트워크의 서비스 에지 노드는 이동한 사용자를 위하여 망접속 지점에 대한 정보를 제공할 수 있어야 한다. 일반화된 이동성 지원을 위하여 IMS(IP Multimedia Subsystem)가



(그림 5) 유선 가입자망 제어 개념도

사용된다.

한편 BcN에서는 다양한 유선 가입자망이 연동될 수 있어야 하기 때문에 이를 위한 정합 기능이 되어야 하며, 서비스 에지 노드가 다양한 유선 가입자망을 위한 정합 기능을 제공해야 한다. 또한 실시간성 멀티미디어 서비스에 대한 자체 호/세션 제어 기능을 갖고 있는 지능형 단말기를 제외한 PSTN 단말기 및 기타 단순 단말기에 대해서는 MG가 Proxy 역할을 수행하여 다양한 단말기들이 망에 연결될 수 있도록 해야 한다.



엄두섭

1983년 ~ 1987년 고려대학교 전자공학과 졸업
1987년 ~ 1989년 고려대학교 대학원 졸업 (공학 석사)

1997년 ~ 1999년 일본 국립 오사카대학교 졸업 (공학박사)

1989년~1999년 한국전자통신연구원 선임연구원

1999년 ~ 2000년 원광대학교 컴퓨터공학과 전임강사

2000년 ~ 현재 고려대학교 전기전자전파공학부 부교수

V. 결 론

본 고에서는 BcN 유선 가입자망의 요구사항을 정의하고 망의 구조 및 구성 요소를 살펴보았다. 또한 제어 측면을 중심으로 BcN 가입자망의 주요 기능들을 기술하였다. BcN 유선 가입자망은 도입 초기 단계에서는 기존의 xDSL, FTTx, HFC 및 Ethernet 기반의 다양한 가입자망을 수용하여 서비스를 제공할 것이나, 높은 수준의 서비스 품질과 대역폭을 요구하는 통·방 융합서비스 및 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 증대함에 따라 점차적으로 가능한 한 대내 가까이까지 광선로를 전개하는 광가입자망 형태로 진화할 것으로 예상된다. 따라서 BcN의 성공적인 도입을 위해서는 다양한 가입자망에 대한 망정합은 물론이고 서로 다른 QoS 제공 메커니즘을 갖고 있는 이종의 가입자망간의 단대단 품질보장을 위한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 한편, 또 다른 BcN의 중요한 특징이라 할 수 있는 일반화된 이동성 지원 역시, 이 중 무선 가입자망간의 Vertical Handoff는 물론 유무선 가입자망간의 로밍을 지원해야 하는 기술적인 어려움이 있기 때문에 BcN의 성공적인 도입의 중요한 열쇠가 될 것으로 사료된다.