

BcN 유선가입자망 발전방안

특집
04

목 차

1. 서 론
2. BcN 유선가입자망 기술
3. 유선가입자망 발전방안
4. 결 론

최 경
(강원대학교)

정부는 Dynamic u-Korea 건설을 위한 광대역 통합망(BcN) 구축계획II 를 2006년 2월 확정, 발표하였다. BcN은 주지하듯이 통신·방송·인터넷이 융합된 품질보장형 광대역 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나(ubiquitous) 끊임없이(seamless) 안전하게 광대역으로 이용할 수 있는 차세대 통합네트워크로 정의하고 있으며, 정보의 종류로는 음성·데이터·영상의 통합서비스와 수단으로서는 유·무선의 통합서비스를 목표로 하고 있다. 이의 궁극적인 실현을 위해서는 기본 인프라의 확보, VoIP, IPTV, 통방융합서비스, Killer Application의 개발, IPv6 등 구현해야 할 과제가 매우 많다. 우선 본 고에서는 BcN의 기본 인프라로서 초고속화 및 광대역화의 최종 단을 형성하는 유선 가입자망의 기술발전 동향 및 개발전략을 살펴보고, 향후 진화방향을 가늠해 보고자 한다.

1. 서 론

가입자망은 국사(CO)에서 가정의 세대단자합까지의 구간을 연결하는 통신매체로 정의되며 구간 중 구내망을 포함한다. BcN 유선 가입자망은 50~100Mbps급 광대역서비스(무선의 경우는 1Mbps)를 2010년까지 1,000만 가입자에게 공급하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 우리나라 유선 가입자망의 종류로는 xDSL(Digital Subscriber Line), HFC(Hybrid Fiber Coaxial cable), LAN(Local Area Network), FTTH(Fiber to the Home)가 있다.

현재 점유율 면에서는 DSL이 50%, HFC 계열이 33%, 아파트 LAN 이 16%를 점유하고 있으며, DSL이 줄어든 반면, 아파트 LAN의 증가는 연 40%에 육박하고 있다. FTTH는 시범사업 단계를 거쳐 본 인증이 2006년 6월 본격적으로 시작된다.

향후에는 음성·데이터, 통신·방송 융합서비스 등 미래의 다양한 융합형 멀티미디어서비스

〈표 4〉 초고속 인터넷 가입자수(출처: 정보통신부)

시기	구분	xDSL	Cable Modem	아파트 LAN	위성	총계
2004년 6월	가입자수	6,666,190	3,989,706	957,843	4,086	11,617,825
	점유율(%)	57.4	34.3	8.2	0.04	
2005년 6월	가입자수	6,678,107	4,283,836	1,296,469	2,503	12,260,915
	점유율(%)	54.5	34.9	10.6	0.02	
	전년대비 증가율	0.18	7.4	35.4	-38.7	
2006년 5월	가입자수	6,397,015	4,211,258	2,056,702	2,124	12,667,099
	점유율	50.5	33.2	16.2	0.02	
	전년대비 증가율	-4.4	-1.7	40.0	-17.8	

의 수용을 위한 가입자망의 광대역화 필요한데, HD급 방송콘텐츠, P2P, 영상회의, 게임 등의 각종 통신·방송서비스 및 다양한 융합서비스의 제공을 위해 약 50~100Mbps의 통신대역폭이 필요할 것으로 전망되고 있다.

〈표 5〉 2010년 서비스 소요 대역폭 전망(최대)

구분	서비스	유선가입자 요구
통신	웹서비스	5Mbps
	온라인게임/음악	2Mbps
	P2P	5Mbps
	영상전화	4Mbps (VGA급 영상 2채널)
방송	방송서비스	60Mbps (HD급 방송 3채널)
통방융합	VoD/EoD	20Mbps (HD급 1채널)
기타	디지털 홈, URC 등	2Mbps
합계		98Mbps

(출처: BcN 구축 계획 II)

현재 BcN에 해당하는 대역폭이 제공되는 가입자수는 VDSL2가 약 255만 가구를 달성하고 있는 것으로 보고되어 있으며, 아파트 LAN이 100Mbps를 공유하므로 BcN급 가입자망 수는 현재 약 460만 정도라 할 수 있다. 100Mbps 이상을 공급할 수 있는 FTTH에 해당하는 초고속정보통신건물인증 특등급의 예비인증은 2005년 9월에 44,740 가구가 넘어섰다.

유선가입자망은 BcN 서비스의 품질에 매우 중요한 종단 인프라로서 사업자별 가입자망의

고도화가 요구되는 데, 미래의 다양한 융합서비스를 받기 위해서는 이들 망을 모두 BcN급으로 향상시키는 것이 필요하다. 즉, 통신사업자는 통신·방송 융합서비스 수용을 위한 유선가입자망의 광대역화 및 품질보장을 추구하여야 하며, 케이블사업자는 기존 HFC망의 고도화를 통한 광대역 통신서비스 제공 및 품질보장을 제공할 수 있어야 한다. 또한, 건물의 50%이상을 점유하고 있는 기존 공동주택에 대한 구내통신망의 고도화 전략도 매우 필요한 시점이다.

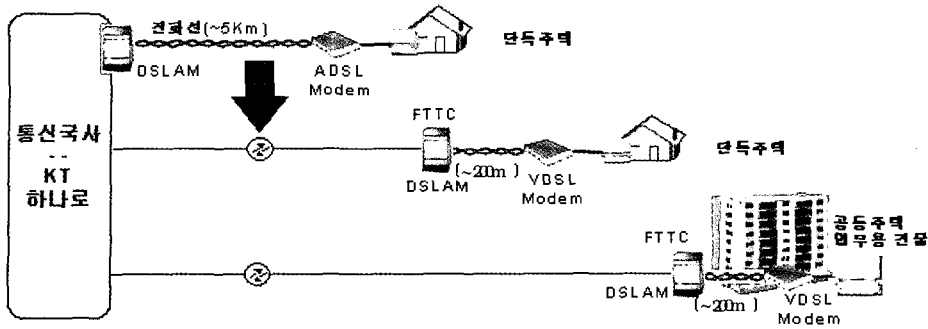
〈표 6〉 소요 대역폭 기준에 따른 BcN 유선가입자망 제공 기술

구분	대역폭(bps)	구축 방안
VDSL	50~100M	- 50Mbps급 이상 VDSL 적용 (광케이블 구간 확대)
LAN	100M	- 광케이블 구간(FTTC) 확대, Gigabit Ethernet 기술 확장
HFC	50~100M (주1)	- 디지털 케이블망 구축, 셀분할 등으로 가입자당 대역폭 보장 (DOCSIS 3.0 이상 기술 적용)
FTTH	100M 이상	- 100Mbps급 이상 AON/ TDM-PON/ WDM-PON 등 적용

(주1) HFC Cell당 200가입자 이하(30% 통신서비스 이용), 최번시 5% 사용 기준, 방송 고려
HFC는 방송서비스 및 통방 융합서비스는 별도 대역을 사용하여 제공
(출처: BcN 구축 계획 II)

2. BcN 유선가입자망 기술

유선통신 선로로는 전화선, UTP, 동축케이블, 광케이블을 들 수 있는데, 모든 가입자망은 종류



(그림 1) xDSL의 BcN 발전 단계

에 관계없이 이미 광선로의 전진배치가 이루어지고 있다. 그러므로 대부분의 유선 가입자망은 국사에서 가정 인근까지 광케이블을 구축하는 FTTC(Fiber to the Curb)로 이미 구축되어 있다고 할 수 있다. 즉, 가입자 인근 수 Km 구간의 차이에 따라 DSL, HFC, LAN 방식으로 구분된다. FTTH는 국사에서 가정의 세대단자함까지 직접 광케이블로 연결되는데, FTTH는 사용하는 방식에 따라 AON(Active Optical Network)과 PON(Passive Optical Network) 기술로 나뉘며, PON은 전송방식에 따라 TDM-PON과 WDM-PON으로 구분되며 TDM-PON은 E-PON(GE-PON) 및 G-PON(A-PON/B-PON) 규격이 있다.

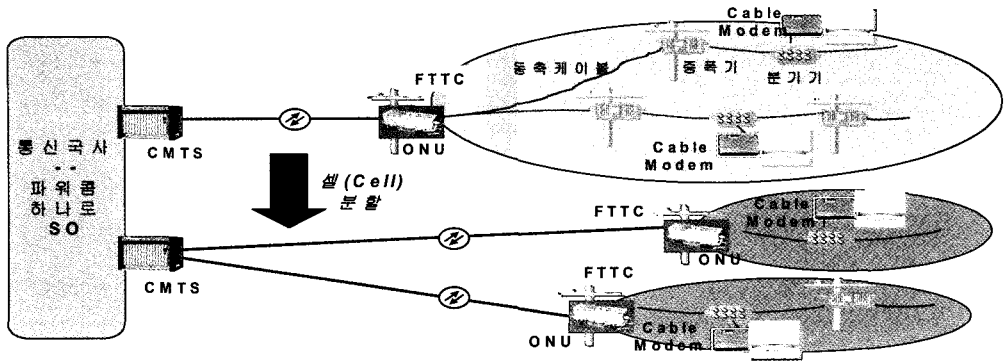
2.1 xDSL

xDSL 가입자망 기술은 전화선과 xDSL 모뎀을 이용하여 전화국의 DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)에 접속된다. xDSL 기술은 가정까지 구축되어 있는 전화선을 이용한다는 점에서 매우 경제적인 방안이 될 수 있다. 국내에서는 1998년 ADSL(Asymmetric DSL) 시범 서비스를 시작으로 2002년 VDSL(Very-high-speed DSL) 기술로 대체되었고, 2004년 VDSL2 모뎀이 보급되어 50~100 Mbps 급 서비스가 가능하게 되었다. 단, VDSL은 전화선을 통해 짧은 거리에서 고속의 데이터 통신을 가능하

게 하는데, 전송 속도가 전송 거리에 따라 다르게 결정된다. 즉, ADSL 수준에서는 최대 4km 구간에서 2~3 Mbps 급 서비스가 가능하였는데 VDSL은 300m 전송 거리 이내에서 통신속도가 비대칭인 경우에 하향 최대 52Mbps, 상향 6.4Mbps의 속도를 얻을 수 있다. 상하향 대칭 구조인 경우에는 32Mb/s로 제한된다.(ITU-T G.993.1) 또한, 하향 전송 속도가 26Mbps인 경우에는 전송 거리가 1km로 늘어나고, 13Mbps로 낮추면 전송 거리는 1.5km로 늘어나게 된다. VDSL2는 200m에서 양방향으로 안정적으로 100Mb/s의 전송 속도를 제공하며, 1.2~1.5km에서는 30Mb/s의 전송 속도를 제공한다(ITU-T G.993.2). 그러므로 BcN급 서비스 속도를 얻기 위해서는 가입자의 수백 m 이내에 광으로 연결되는 DSLAM이 있어야 한다.

2.2 HFC

동축케이블 망인 CATV(Cable Television) 네트워크는 처음에는 아날로그 TV 방송 신호만을 단방향으로 전송하였다가 FDM(Frequency Division Multiplex) 방식의 디지털 변복조를 사용하는 전송채널을 추가하여 Hybrid란 이름을 갖고 유선통신 범주에 들게 되었다. 현재는 통신국사에서 광단말(fiber node)까지 성형의 망구조를 갖는 광섬유로 연결하고 광단말에서 가입자까지 트리형의 망구조를 갖는 동축케이블로 구



(그림 2) HFC 광대역화 발전단계

성되는 HFC 망으로 구축되어 있는 데, 광 구간이 90%, 동축케이블 구간이 10% 선에 와 있어 FTTC 수준이라고 볼 수 있다. HFC는 텔레비전 공동시청안테나시설등의 설치 규정에 따라 가정에 보급되어 있는 동축케이블을 이용한다는 점에서 경제적인 방안이라 할 수 있다. 또한, 방송을 전제로 하고 있기 때문에 통방융합서비스에서는 나름대로의 이점을 가지고 있다고 할 수 있다.

통신규격은 케이블 사업자들이 설립한 비영리법인인 CableLabs에서 HFC 망을 통한 데이터 전송에 관한 규격인 DOCSIS(Data-Over-Cable Service Interface Specifications)를 개발하였다. DOCSIS 표준은 DOCSIS 1.0, DOCSIS 1.1, 그리고 DOCSIS 2.0으로 발전되었고, 2001년에 완성된 DOCSIS 2.0에서 데이터 신호를 위한 전송 속도는 하향으로 최대 40Mbps와 상향으로 최대 30Mbps로 증가되었다. 그렇지만 HFC 망에서 1개의 광단말이 구성하는 셀에는 약 400 가입자가 share 방식으로 대역을 나누어 가지므로 실제 가입자당 사용 가능한 대역폭은 매우 작아 현재로는 다양한 BcN 서비스를 제공받기가 어렵다.[3, pp111]

광대역화 대처방안으로 최근에는 DOCSIS 3.0 규격이 개발 중에 있으며, 현재의 864Mhz 급 전송 능력을 3GHz 급으로 확장하고 최대 하향 1Gb/s, 상향 100Mb/s의 전송 속도를 제공할 수 있는 Wideband CMTS(Cable Modem Termination System) 기술을 개발하고 있다. 새로 제안된 기술은 하나의 데이터 스트림에 대해 다중 채널 변조를 통해 전송 속도를 향상시켰다. CMTS의 광대역화 기술은 향후 2~3년 내에 HFC 망에 도입될 수 있을 것이다. 그리고 셀의 크기를 현재 400 가입자 규모에서 100 가입자로 축소하는 셀 분할을 통해 가입자에게 제공되는 대역폭을 향상시킬 수 있을 것으로 전망하고 있다. 그러나 셀 추가분할 및 광대역 증폭기, 케이블모뎀 교환에 따르는 설비 투자비용이 문제점으로 대두되어 있다.

2.3 FTTC-LAN

최근 초고속 인터넷 시장에서 급격하게 증가한 가입자망은 가정까지 UTP 케이블을 이용해 최대 100Mbps의 Fast Ethernet 서비스를 제공하는

<표 7> HFC 동축 cable 내 주파수 사용 현황

0 5.75	41.75 54MHz	500MHz	552MHz	750~864MHz	2-3GHz
통신 상향	아날로그방송	통신 하향	디지털방송 부가서비스	확정 예정 영역	

〈표 8〉 HFC 발전단계별 특성

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Cable Modem 표준	DOCSIS1.x, 2.0		DOCSIS3.0			
통신방식 주요특성	TDMA, S-CDMA 하향 64/256 QAM, 상향 QPSK/QQAM		Channel bonding			
셀 당 통신 전송속도	상향 31Mbps 하향 42Mbps		상향 100Mbps, 하향 200Mbps		아날로그방송 중단시 수백Mbps	
셀 당 가입자수	600	400	300	200	150	100

(출처 : HFC망 BcN 구축 연동계획 수립방안 연구, 2005.12, 한국전산원)

LAN이다. 1999년부터 신축된 건물은 UTP 케이블을 이미 설치하고 있으며 이더넷 스위치의 저가화로 2004년부터 KT, 하나로, 파워콤 등이 경쟁적으로 구축을 추진하여 연 성장률이 40%에 달하고 있다. 하지만, 100Mbps급 LAN 서비스를 받기 위해서는 UTP 구간이 100m 이내여야 하는 제약이 따른다. 현재 공동주택에서는 분배함에 Gigabit 급 집선스위치를 두고 동 단자함에 L2 스위치를 두어 단지 내 100Mbps를 공유하고 있으나 광대역화를 위해서는 동단자함까지 광케이블이 포설되고 Gigabit 스위치를 설치하여 기가비트 이더넷 LAN을 구축하도록 하여야 한다.

2.4 FTTH(Fiber to the Home)

FTTH 가입자망은 광섬유를 각 가정까지 직접 연결하는 것으로, BcN의 융합 서비스가 다양화, 고도화되면서 증가되는 개인별 사용 대역폭을 쉽게 수용할 수 있는 방안이다. 현재 가입자당 100Mbps 이상의 서비스를 구현 할 수 있다. 또한, QoS를 보장하기 위한 최소 대역 보장도 다른 가입자망 기술에 비해 효과적으로 제공할 수 있어, FTTH 가입자망은 BcN 유선 가입자망의 궁극적 목표라고 할 수 있다.

FTTH 가입자의 구현방법에는 국사에서 가정까지 직접 광케이블을 포설하는 P2P 방식으로부터 광스위치를 이용하는 능동형 광가입자망(AON: Active Optical Network) 방식과, 수동형

광가입자망(PON: Passive Optical Network) 방식이 있다. PON은 다시 TDMA-PON(Time Division Multiple Access PON)과 WDM-PON(Wavelength Division Multiplexed PON)으로 구분될 수 있다. TDMA-PON은 하향 신호가 광파워 분배기(optical power splitter)를 이용해 모든 가입자에게 전송되어 각각의 가입자에게 해당되는 신호만 구별해서 수신되도록 하며, 상향 신호는 시간에 따라 다중화되어 전송되는 구조를 갖는 데, 전송규격에 따라 ATM-PON과 B-PON(Broadband PON)에서 속도를 향상한 G-PON(Gigabit PON) (ITU-T 표준) 계열과 E-PON(Ethernet PON), GE-PON(Gigabit Ethernet PON) (IEEE 표준) 계열이 있다. G-PON은 유럽과 미국 등에서 주로 채택하고 있으며, 국내에서는 E-PON은 20개 이상의 망장비 개발업체가 장비를 개발하고 사업자 BMT를 완료하였으며, ETRI를 통해 OLT 및 ONT용 칩셋을 개발하고 국내 업체에 기술이전을 추진 중이며, WDM-PON은 KT 및 ETRI 가 100Mbps급 시스템을 개발하여 LG전자 등 수 개 회사가 상용화에 성공하였으며 국제 표준화를 추진 중이다. 또한, FTTH용 광케이블은 SMF, MMF, 리본형, 공압포설형 케이블 등 다양한 가입자망용 광섬유가 개발·상용화되어 있으며, 광포설 자재 면에서도 대부분 국산화가 진행되고 있다.

<표 9> FTTH 구축방식

구 분		구 성 도
AON : 능동형연결 (Active Optical Network)		<p>MC : Media Converter OES : Optical Ethernet Switch</p>
PON : 수동형연결 (Passive Optical Network)	TDM-PON	
	WDM-PON	

2.4.1 AON

가입자 인근에 광 이더넷 스위치 등의 능동형 장비를 구축한 후 여기에서부터 가정의 광/전 변환기(MC 혹은 광이더넷 스위치)까지 직접 광케이블로 연결하는 방식으로 현재 특등급 아파트 건설사가 주도적으로 구축하고 있다.

대부분의 망장비 개발업체가 Layer 2 switch를 포함한 AON 개발기술을 보유 중이며, 다양한 장비가 상용화된 상태로 콤팩트 동경전력 등 일본 전력회사로 26만 포트(2005년 5월 기준)를 수출하여 일본 FTTH시장을 10%를 점유하고 있으며 콤팩트, 디오넷, 팍스콤, 다산네트웍 등 다수 업체가 하나로 텔레콤의 BMT를 통과하고 상용 제품을 납품 중이며, 특등급 아파트 건설사로 납품하여 FTTH망을 구축하고 있다.

2.4.2 TDMA-PON (Time-Division Multiplex PON: 시간분할다중방식 수동형 광가입자망)

전력이 필요 없는 광분배기(Splitter)를 통해 광신호를 분기하여 접속하는 점대다점(PTMP)로써 광선로의 공유를 공유하며 하향 신호는 가입자에게 전달되는 모든 신호가 항상 가입자에게 전송되고 각각의 가입자에 해당하는 신호만 ONT에서 구별되어 수신되며, 상향 신호는 각 가입자가 TDMA 방식을 사용해서 자신에게 할당된 시간(timeslot) 안에서만 데이터를 전송할 수 있고, 전송하지 않는 경우에는 광출력 파워를 off시키는 버스트모드(burst mode)로 동작한다.

TDMA-PON 방식 중에서 EPON은 LAN 장비 업체가 주도하는 IEEE 802에서 표준 규격으로 작성되어 Ethernet 프레임을 효과적으로 전달할 수 있도록 최적화하여 저가적으로 구현할 수 있다는 장점을 갖고 있으며 속도를 향상한 GE-PON 규격으로 진화되었다. ATM-PON과 B-PON에서 속도를 향상한 GPON 계열은 통신

<표 10> E-PON과 G-PON 기술비교

구분	E-PON	G-PON	비고
프레임 방식	Ethernet	ATM and GEM	
관련표준	IEEE 802.3ah(2004.6)	G 984.1 ~ 4 (2003.2~2004.6)	표준화정
관련표준	하향	1.25 Gbps	1.25Gbps 2.5 Gbps
	상향	1.25 Gbps	155Mbps 622Mbps 1.25Gbps 2.5Gbps
파장	1,480~1,500nm(하향), 1,260~1,360nm(상향) 1,550~1,560nm(CATV overlay)		
CDN에서의 감쇄범위	A: 5~20dB, 10km B: 10~25dB, 20km	A: 5~20dB, 10km B: 10~25dB, 20km C: 15~30dB, 20km	
분기율	16, 32	32, 64	
전송거리	10km, 20km		
데이터 코딩방식	8B, 10B	Scramble NFZ	

(출처 : BcN 유선가입자망 기술동향, 2005.9 주간기술동향, 정보통신연구원)

사업자의 주도로 ITU-T에서 표준화가 진행되었고, Ethernet 뿐만 아니라 ATM 과 TDM 서비스도 수용 가능하도록 설계되었다. 이러한 이유로 EPON은 Ethernet 기반의 초고속 인터넷이 확산되어 있는 한국, 일본, 중국 등의 아시아 시장에서 본격적으로 적용되고 있으며, GPON은 ATM 및 TDM 장비가 주로 분포되어 있는 북미 지역에서 선호되고 있다.

현재 국내 20개 이상의 망장비 개발업체가 E-PON장비를 개발 중이거나 또는 개발완료 상태이며, 특히 2개 업체(코어세스, 텔리언)는 2005년 5월 실시된 KT BMT를 통과하여 기능 및 성능이 검증되어 있다. PON 장비용 칩셋은 해외업체로는 Passave와 Teknovus가 칩셋을 개발하여 시스템업체에 공급중이며, 국내에서는 ETRI가 2005년 4월 EPON OLT 및 ONT용 칩셋을 개발하여 국내 장비업체에게 기술이전 및 지원을 수행 중이다. Freescale, Broadlight 등은 기존의 BPON 칩셋을 상용화하여 미국시장으로 안정적으로 공급하고 있으며, 차세대 GPON 칩셋 개발을 수행 중이다. 광모듈은 네옵텍, 빛과전자 등 국내 다수의 광모듈 개발 회사가 EPON용 광모

듈 개발을 완료하였고, 일부 회사는 일본 시장으로 수출을 진행 중이나 대만, 중국을 중심으로 저가의 EPON용 광모듈이 현재 세계 시장을 대부분 장악함에 따라 국내 업체들의 차별화를 위한 노력이 진행 중이다.

G-PON 기존 B-PON의 대역폭 한계(622 Mbps)를 2.5Gbps으로 향상시키기 위한 G-PON (Gigabit PON) 기술은 ITU-T SG15에서 2004년 표준화를 완료한 상태이며, 국내에서는 아직 G-PON 장비를 개발한 업체가 없으나 미국의 FlexLight 및 Optical solutions 등이 상향 2.5G, 하향 1.25Gbps를 지원하는 시스템을 개발완료한 상태이다.

2.4.3 WDM-PON (Wavelength-Division Multiplex PON: 파장분할다중방식 수동형광가입자망)

WDM PON 방식은 전력이 필요 없는 도파로형 회절격자(AWG)를 통해 가입자마다 서로 다른 파장의 광신호로 접속하는 물리적으로 점대점(PTP) 구조로 접속 가입자 수에 따라 전송속도가 변하지 않는다. 상용화로 추진 중인 WDM-PON 시스템은 가입자당 100Mb/s의 전송 속도를 할당하고 있으며, 향후 1Gb/s의 전송 속도를

〈표 11〉 FTTH 방식별 기술 비교

구분	AON	TDM-PON	WDM-PON
가입자당 광대역폭	L2/L3 스위치에 의해 제한됨 (PTP 구조)	L2/L3 스위치 및 선로대역폭을 공유하는 가입자수에 의해 제한됨 (PTMP 구조)	L2/L3 스위치에 의해 제한됨 (PTP 구조)
광 인터페이스	많음 저가 광송수신기 사용 가능	적음 버스트 모드 광송수신기 사용	적음 중저가 광송수신기 사용 광증폭기 또는 BLS필요
타사 장비간 호환성	국제표준 기반 호환	현재 호환 불가	표준 없음
외부 환경 관리/ 전력 공급 지역	MDF 또는 동단자함 (전원 공급 필요)	없음	없음
Security/Privacy	보장 쉬움	암호화 기술 필수	보장 쉬움
방송서비스 수용	방송 전송 모듈을 동단자함에 설치 별도의 광분배기 필요	방송 전송 모듈을 국사측에 설치	방송 전송 모듈을 국사측에 설치 별도의 광분배기 필요
기술 이슈	저가형 광 송수신 모듈 개발	버스트모드 광 송수신기 MAC 칩셋 개발	저가형 WDM 광원 및 Mux 개발
적용 가능 지역	별도 통신실이 포함된 집단 주거형 /사무형 건물의 가입자에 적합	중/장거리 단독/소규모 집단 주거형/사무형 건물의 가입자에 적합	단 / 중 / 장거리 대용량 서비스 요구 단독/소규모/대규모 건물 가입자에 적합

가입자에게 전송할 수 있는 시스템도 개발 중에 있고, 상용화 면에서도 한국이 주도적으로 진행 중이다. 외국에서는 NTT, Alcatel 등에서 실험실 수준의 연구를 진행하고 있으나, 국내에서는 KT가 100Mbps급 WDM-PON 시스템을 개발하고 업체에 기술이전을 실시하여 장비개발 완료된 상태이며, 또한 ETRI에서는 국내 독자 방식으로 PLC(Planar Lightwave Circuit - External Cavity Laser) 기반의 핵심기술을 확보하고, SCM/WDM 기술 및 광 CDMA 기술을 개발하고 있어 WDM-PON 기술은 선도기술로서 국제표준으로 발전될 수 있는 소지가 큰 분야이다. 현재 4개 업체가 KT로부터 기술이전을 받아 개발 완료된 상태이며, LG전자에서 개발한 WDM-PON 시스템의 경우, 광주 상무지구에서 진행한 FTTH 시험사업 및 KT BMT를 통해 기능 및 성능이 검증된 상태이다.

WDM-PON 보급에 걸림돌이 되고 있는 고가의 가입자당 단가를 낮추기 위해서는 WDM 광원, 파장 다중화기 및 역다중화기 같은 부품의 저가화가 필요하다. 특히, WDM-PON에서 요구

되는 광원은 시스템 구현에서 차지하는 비중이 상대적으로 높고, 가입자별로 다른 파장을 할당해야 하므로 파장 가변형 레이저의 저가화가 필수이다. 최근에 국내에서는 저가형 파장 가변 레이저를 위해 Injection Locking 방식을 이용하여 가입자당 100Mbps의 WDM-PON 시스템을 상용화하였고, Reflective SOA(Semiconductor Optical Amplifier)를 이용해서 가입자당 1Gb/s 전송 속도를 제공하는 WDM-PON 시스템을 개발하고 있다.

2.4.4 가입자망 기술 비교 및 광대역화 방안

〈표 9〉에 각 가입자망의 기술 특성을 비교하였다. BcN에서 추구하는 50~100Mbps급 광대역화 방안은 VDSL은 VDSL2로 DSLAM과 모뎀을 교체하고 동단자함까지 FTTC를 확대하여 가입자당 100Mb/s를 제공할 수 있도록 하고 있다. 그리고 HFC 망은 데이터통신을 위해 1Gb/s급의 고속 CMTS와 모뎀으로 기존의 장비를 대체하고, FTTC를 확대하면서 셀을 분할하는 방안을 추진 중이다. 또한 아파트 LAN은 기존의 패스트

〈표 12〉 가입자망 기술 비교

구분		DSL	HFC	LAN	AON	TDM-PON	WDM-PON
전송 속도 (하향/상향)	개체	가입자당, (Mbps)	Cell당, (Mbps)	Cell당, (Mbps)	가입자당	장비당	가입자당
	속도	ADSL: (8/1) VDSL: (52/6) (대칭 32/32) VDSL2: (100/50)	DOCSIS 1.x: (40/10) 2.0: (40/30) 3.0: (200/100)	Fast Ethernet (100/100Mbps) Gigabit Ethernet (1/1Gbps)	100/100 Mbps	1/1 Gbps (10/10)	100/100 Mbps
통신선로		전화선	동축케이블	UTP 케이블	광섬유		
최대전송거리		ADSL: 4 km VDSL: 1.5 km VDSL2: 350 m	동축케이블 구간 : 300m ~ 1Km	UTP 구간 : 100m	10, 20 km		
공유		가입자 전용	>100	수십 가입자 공유	가입자 전용		
구축비용	현재	Low	Low	Low	AON<E-PON<G-PON<WDM-PON		
	광대역화	DSLAM 및 모뎀교체 FTTC 확대	CMTS 및 모뎀 교체, 셀분할 FTTC 확대	Switch 및 Hub 교체 FTTC 확대	광케이블 및 장비 구축		
유지보수비용		Medium	Medium	Medium	Low		
서비스 특징		초고속인터넷 + 전화	초고속인터넷 + 케이블 TV	초고속인터넷	초고속 인터넷 + 실시간동영상		
기술개발수준		DSLAM, 모뎀: 국산 칩 : 외산	모뎀, 칩 : 국산 CMTS : 외산	중소형장비: 국산 대형장비: 외산	장비 : 국산 칩 : 일부 국산		

이더넷 스위치를 기가비트 이더넷 스위치로 교체하고 FTTC를 동단자함까지 확장하여 가입자당 전송 속도를 향상시킬 수 있다.

이러한 초고속 인터넷망의 광대역화는 기존에 설치된 통신매개체를 사용하므로 FTTH의 구축보다 초기 구축비용이 훨씬 적게 든다는 이점이 있다. 또한, FTTH 구축에 또 하나의 걸림돌로서 광전변환기를 가정내에 설치해야하는 번거로움 때문에 통신사업자는 아파트 LAN을 선호하고 있으며, SO 들은 기 설치된 CATV 망을 중심으로 차세대 HFC의 구축에 힘을 쏟고 있다.

반면에 FTTH는 가정까지 광섬유를 포설해야 하는 비용으로 초기에 구축비용이 높지만, 현재 상용화된 E-PON 시스템은 xDSL 장비와 경쟁할 수 있는 수준으로 하락하였다. 또한 구축비용 외에 유지보수비용이 가입자망을 운용하는 전체 비용을 결정하는데, xDSL, HFC, LAN 등의 가입자망에서는 전화국과 가입자 단말 사이에 분산되어 있는 DSLAM, HFC용 광단말, 증폭기, 이

더넷 스위치 등의 능동 소자를 유지 보수하는 비용과 장비 업그레이드를 위해 소요되는 비용이 크다. 그러나 PON 방식에서는 가입자망에 수동 소자만 분산되어 있어 특별한 유지 보수가 필요하지 않으므로 유지보수비용 측면에서는 PON 가입자망이 다른 가입자망보다 유리하다.

따라서 향후에는 PON 방식이 BcN에서 제공하는 다양한 융합 서비스를 수용하는 효과적인 방안이 될 수 있으며, 향후 100Mb/s 이상의 서비스를 필요로 하는 경우에도 가입자에게 QoS를 제공하기 위한 최소 전송 대역을 보장해 줄 수 있는 효과적인 가입자망 기술이 될 수 있다.

FTTH 방식간의 비교에서는 시범 BMT를 통해 WDM-PON 및 E-PON 시스템에 대해서 OSP, PON 계층, Ethernet(L2), IP(L3) 계층의 기능 및 성능을 검증하였고 시험 결과, WDM-PON 시스템은 QoS 기반의 서비스에 대해 적합한 성능을 보였으며, E-PON 시스템은 best effort 기반의 서비스에 대해 적합한 성능을 나타

내고 있다.

3. BcN 유선가입자망 발전 방안

유선가입자망의 종류 중 xDSL, HFC, 아파트 LAN 방식은 모두 FTTC의 전진배치가 필요한데, BcN 구축계획에서는 이를 FTTZ(Fiber to the Zone)이라는 새로운 용어로 정의하여 광케이블의 전진배치가 가정에서 200m 이내까지 연결되는 것으로 규정하였다. BcN 가입자망의 구축 단계를 3단계로 분할할 때, 2단계('06-'07)까지 FTTZ의 우선 구축을 목표로 하고 있으며, 궁극적으로는 구축된 가입자망을 점진적으로 고도화하여 VDSL 망과 LAN 망을 FTTH 형태로 진화시키는 것을 목표로 하고 있다. 사유로는 광케이블이 현존하는 유선통신 선로로서는 최고, 최후의 전송매체로서 (1)가입자까지 광케이블을 적용하는 FTTH 망은 최고의 통신대역폭 및 통달 거리를 제공하고, (2)우수한 보안성과 신뢰성을 바탕으로 운영·유지관리 비용을 절감시킬 수 있으며, (3)선로의 낙뢰, 전자파, 부식등 외부 noise 환경에 강하며, (4)가입자까지 연결시 최소의 접속점(0~2)으로 구축가능 하므로 유지보수점이 획기적으로 감소한다는 이점이 있기 때문이다. 또한, WDM-PON, E-PON 등 FTTH 기술의 중점 개발을 통해 IT 산업 활성화 기반 마련 및 국제 경쟁력 확보를 꾀할 수 있기 때문이다.

단계적 추진 전략으로서는 DSL, HFC, LAN 등 FTTC 방식의 유선가입자망은 광구간의 점진적 전진 배치를 통하여 FTTZ화 하는데, 이에 위에서 열거된 FTTH 기술이 적용될 것으로 보인다. 또한, 신규기술 적용을 지속적으로 추진하여 DSL은 공동주택을 중심으로 100M/50Mbps 급 VDSL2 서비스가 제공되도록 하고 LAN은 아파트단지에서 100Mbps를 공유하는 현재의 Fast Ethernet 기술을 1Gbps를 공유하는 Gigabit Ethernet으로 발전시키며 HFC 망은 Cell당 100 가입자까지 축소하여 광대역화를 추진하도록 할

것이며, 이를 각 방식에 시장적 경쟁성을 도입하여 자생적으로 추진되도록 할 방침이다. FTTH는 신규공동주택을 중심으로 AON 및 PON 방식을 보급하고 단독주택은 PON 방식을 단계적으로 적용하여 Gbps급 대역폭을 제공하도록 추진하는데, 신규 공동주택은 초고속정보통신건물 특등급 인증제도와 연계하여 구축을 촉진하고 이를 기존공동주택 및 업무용 건물, 단독주택으로 확대 구축하도록 한다. 또한 u-City 구축계획과 연계하여 지구별 초고속 통신 인프라를 조기에 구축할 수 있도록 유도할 것으로 보인다.

가입자망의 초고속화를 더디게 하는 요인으로서는 (1)Killer Application의 부재, (2)QoS 보장에 대한 불확실성 (3)수익모델의 부재 등을 들 수 있다. 주로 거론 되는 통방융합법의 개선미비도 (1)에 해당하는 사항으로 들 수 있는데, 현재 규정된 가입자당 대역폭이 방송 데이터 없이는 너무 풍요롭기 때문일 것이다. 가입자망의 QoS 보장의 경우도 BcN의 완전한 구축 이후에나 가능한 것으로 현재로서는 누구도 선뜻 (3)수익모델이 보이지 않는 상황에서 거대한 구축비용을 지출한 업무는 나지 않을 것으로 안다. 그러나, 수요가 있어 통신속도가 높아지는 것이 당연한 추이이나, 반대로 인프라가 수요를 창출하는 면도 있음을 간과해서는 안 된다. 한국이 세계 통신시장의 테스트베드가 되고 있다는 사실 하나 만으로도 세계 통신시장을 이끌어 가는 인프라를 조기에 구축하는 것은 현명한 투자라 생각된다. (1)Killer Application 측면에서는 현재까지 기간통신사를 중심으로 보급되는 콘텐츠만을 생각할 것이 아니라 국소적, 지역적 활성화에도 눈을 돌려볼 직하다. 물론 현재 진행중인 IPTV 서비스의 실현과 통방융합법 제정으로 수평적 통방융합서비스 보급을 위한 수평규제 논리의 도입, 상호 교차진입 허용 등은 꼭 풀어야 할 숙제임에는 틀림없다. 이는 BcN 계획에 '정부는 광대역 가입자망 구축의 목표와 비전을 제시하고 기술개

발 지원 및 법제도 개선 등을 통해 수요창출 여건조성에 노력' 하여야 한다고 명시되어 있는 바와 같이 정부의 몫이니 계속적인 노력을 촉구할 따름이다. 이외에도 다양한 서비스 창출, 구내망 고도화를 위해 건축법, 주택법, 의료법 등의 개선도 요구되는 바이다. 이외에 지역적 활성화를 위해서, e-Learning의 경우는 단지 내를 대상으로 하는 원어민 외국어 강의, u-Work을위한 재택근무용 HD 영상회의, 근거리 VR game 개발, Silver Town 내의 원격진료, 재난 대비를 위한 지역내 IDC 설립 등의 서비스도 한번 고려해 볼 적하다. (2)QoS의 경우에는 가입자망만의 QoS는 의미가 없다 하겠으나, multi-casting 을 고려할 때 앞으로는 가입자망간 혹은 가입자망 node 간의 통합제어도 필요할 것으로 사료된다. (3)수익 모델의 경우에는 빌게이츠가 예언한 것처럼 앞으로는 통신접속비용이 0원이 되는 시대가 올 수도 있을 정도로 통신비용의 하락은 이미 예견되고 있다. 이의 타개 방안은 다양한 콘텐츠 및 서비스의 개발로 극복할 수 밖에 없지 않을까 한다.

그 외 선결할 기술과제로는 FTTH에 의한 유무선 가입자망 통합 기술 및 이를 통합 관리할 수 있는 통합제어기술, 가입자에게 100Mbps 이상의 멀티미디어 서비스 품질을 보장할 수 있는 FTTH 분배망 기술 및 핵심 칩셋 기술, 가입 종단간 QoS를 제공하는 PON 기반의 유무선 가입자망 통합 링크기술, 유선가입자망의 광대역 무선링크기술, 유무선 및 통신방송 가입자를 제어 관리할 수 있는 통합제어 기술, FTTH 핵심칩 기술, 링크 resiliency 및 다단계 광링크 분기등의 고품질 광분배망 기술, 가입자 확장을 위한 고밀도 WDM 모듈 및 링크증폭기술, 저가형 WDM-PON 분배망기술, 가입자 대역확장을 위한 10Gbps 급 TDM-PON 기술, Tunable wavelength 기반의 WDM-PON 및 광 레이블을

이용한 WDM 광 스위치 기술 개발 등을 들고 있다. 또한, 현재 FTTH의 구축비용의 대부분을 차지하고 있는 광포설비용의 절감을 위하여 구축 공법의 발굴 및 보급, 기술단가 하락을 위한 인력 양성들도 선결할 과제이다.

5. 결론

유선가입자망은 BcN 구축의 최종단을 형성하는 중요한 기본 인프라로서 50~100Mbps급 광대역서비스를 가입자에게 공급하는 것을 목표로 하고 있다. 유선 가입자망의 종류로는 xDSL, HFC, LAN, FTTH가 있으며, BcN의 완전 구축까지 각 가입자망은 각기 광대역화를 자체 추진하고 각 분야의 활성화는 시장경제 논리에 의거한다. 광대역화를 위해서는 DSL, HFC, LAN은 광구간의 점진적 전진배치를 통해 FTTZ 형태의 망을 구성하여 DSL 은 VDSL2 서비스를, LAN 은 Gigabit LAN으로 확장하며 HFC는 DOCSIS 3.0의 표준안 제정과 Cell 분할을 통해 BcN에 연계한다. FTTH는 신규주택을 중심으로 점진적 보급을 추진하되, 궁극적으로는 DSL과 LAN 가입자망은 완전 FTTH로의 전환을 추구하도록 한다. BcN의 구축을 위해 정부는 광대역 가입자망 구축의 목표와 비전을 제시하고 기술개발 지원 및 법제도 개선 등을 통해 수요창출 여건조성에 노력하며 인프라 조성에 우선적으로 주력하고 민간은 Killer Application의 개발 및 보급을 통하여 수익성 창출을 기하도록 하여야 한다. 앞으로 FTTZ 구축에 FTTH 기술이 활용될 것이며, FTTH 기술에 의한 유무선 통합서비스 및 통방융합서비스도 기대할 수 있다. 또한, WDM-PON, E-PON 등 독자적 FTTH 기술의 중점 개발을 통해 IT 산업 활성화 기반 마련 및 국제 경쟁력 확보를 꾀하도록 하여야 한다.

참고문헌

- [1] 이동수 외 3인, BcN 가입자망 기술동향, 주간 기술동향, 정보통신연구진흥원, 2005년 9월
- [2] 한국전산원, FTTH 기반의 BcN 가입자망 구축방향 연구, 2005년 12월
- [3] 한국전산원, HFC망 BcN 구축 연동계획 수립 방안 연구, 2005년 12월
- [4] 한국전산원, FTTH 국내외 동향 및 관련산업 현황 조사, 2005년 10월
- [5] 전황수, 허필선, 국내외 통신사업자들의 BcN 서비스 추진 동향, ETRI, 2005년 12월
- [6] 박정우, 백용순, PON기반 가입자망을 위한 광소자의 표준화 현황 및 기술, ETRI, 2005년 12월
- [7] 정보통신부, 광대역통합망(BcN) 구축 기본계획 II, 2006년 2월

저자약력



칙 경

1981년 서울대학교 전기공학과(학사)
1983년 서울대학교 전기공학과(석사)
1988년 서울대학교 전기공학과(박사)
1987년-1988년 (주)봉오전자 기술이사
1989년-현재 강원대학교 전자공학과(현 전기전자공학부)
교수

이 메 일 : kyunchoi@kangwon.ac.kr