

主題

# 유비쿼터스 네트워킹을 위한 액세스네트워크 기술현황 및 발전방향

KT 기술연구소 차영철, 진근하, 이재진

차례

- I. 서론
- II. 초고속 인터넷 사업자의 유비쿼터스 네트워킹 전략
- III. 액세스 네트워크 기술현황 및 발전방향
- IV. 결론

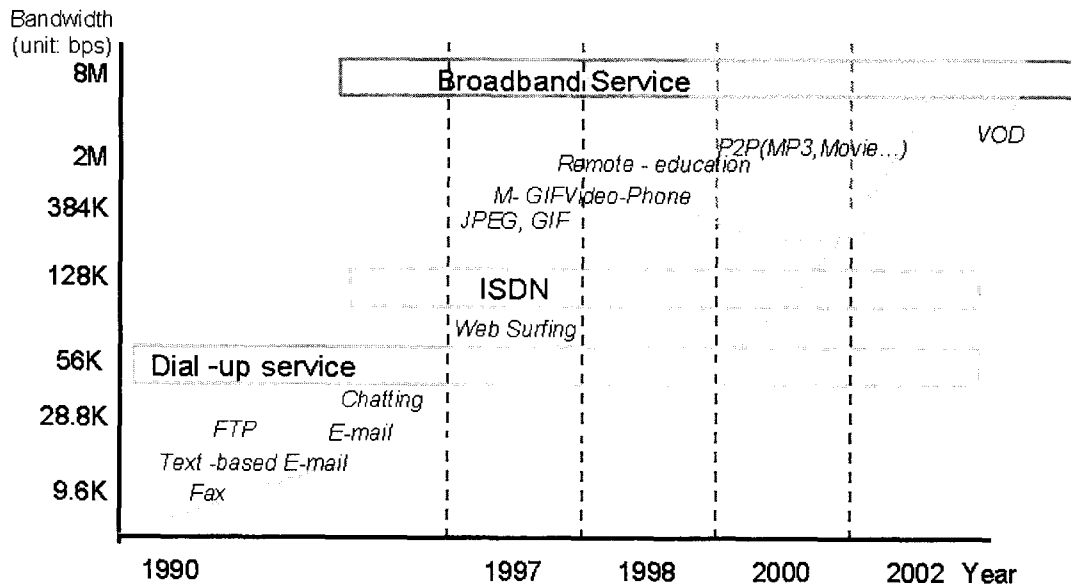
## I. 서론

지금까지 초고속 액세스망은 일반 대중에게 네트워크 연결성을 제공하는 중요한 역할을 담당해 왔으며 현재도 네트워크 접근을 제공하는 가장 보편적인 수단이다. 하지만 네트워크가 점차적으로 생활의 일부로서 자리잡아감에 따라 일반 유저에게 직접 네트워크 접근을 허용하는 매체가 초고속 액세스망에서 홈 네트워크 중심으로 옮겨갈 것이며 초고속 액세스망은 가정이나 건물까지의 트렁크를 제공하는 간접적인 네트워크 액세스 수단이 될 것으로 예상된다. 그리고 미래의 유비쿼터스 환경이 좀더 자유롭고 다양화되기 위해서 액세스망의 고속화 및 무선화(이동성 제공)는 여전히 필수적인 발전 요소이다.

인터넷액세스 네트워크의 초기 단계에서는 기술발전이 주로 고속화에 집중되었다. 90년대 초반 2400bps수준이던 것이 90년대 말에 이른바 초고속 인터넷이라 일컬어지는 ADSL, 케이블모

뎀 등이 급속히 보급되어 지금은 50Mbps급의 VDSL, 100Mbps급의 고속 이더넷이 가정까지 보급되기에 이르렀다. 이와 더불어 전달 매체 또한 구리선 위주에서 광케이블이나 UTP (Unshielded Twisted Pair) 등으로 급속히 변화하고 있다.

현재 국내에 인터넷이 보급된 가정이 1000만을 돌파하였으며 이는 가구 수 대비 침투율이 약 70%에 이르는 수준으로서 가정에서의 초고속 인터넷은 더 이상 새로운 것이 아닐 정도가 되었다. 이것은 다른 한편으로는 국내 초고속 인터넷 접속 시장이 포화시점에 다가오고 있다는 것을 의미한다. 이러한 상황에서 유선 기반의 초고속 인터넷 서비스 제공업체는 새로운 돌파구로서 두 가지 방향을 모색하고 있는데 네트워크 영역의 확장과 네트워크 부가가치 상승이 그것이다. 네트워크 영역의 확장은 가정 내 (Indoor) 네트워크의 확장과 가정 밖 (Outdoor)으로의 확장이 있다. 가정 내 네트워크, 즉 홈 네트워크와 연계한



[그림 1] 국내 인터넷 접속서비스 발전 현황

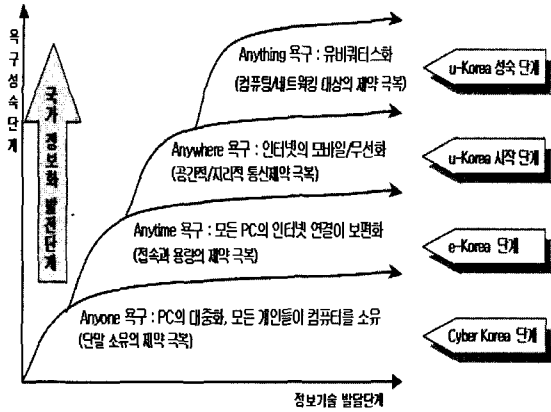
초고속 인터넷 서비스는 'ADSL 홈넷 서비스' 등의 이름으로 과거부터 있어 왔으며 데스크탑 PC의 네트워크 공유나 연결이 주목적이었으며 대부분 유선기반이었다. 지금은 무선기반의 네트워크를 활용하여 좀더 다양하고 개인화된 단말에 까지 서비스를 제공하고 있다. 또한 2.4GHz나 2.3GHz대역을 활용하여 유선네트워크와 무선네트워크 기술이 융합된 핫스팟(Hot Spot)지역이 지속적으로 확장되고 있어 점차 집 밖에서도 초고속인터넷이 가능해 지고 있다.

본 고에서는 유비쿼터스 네트워킹을 위한 액세스 네트워크의 발전방향에 대해 다루고자 한다. 이를 위해 먼저 초고속 인터넷 사업자의 유비쿼터스 네트워킹 전략을 간략하게 살펴본 후, 여러 가지 유무선 액세스 네트워크 기술의 현황 및 향후 발전 방향에 대해 살펴보도록 하겠다.

## II. 초고속인터넷사업자의 유비쿼터스 네트워킹 전략

### 1. u-Korea 프로젝트

통신 사업자의 사업전략은 정부의 정책과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 초고속 인터넷 사업자의 유비쿼터스 네트워킹 전략을 살펴보기에 앞서 한국전자통신연구원 (ETRI)에서 주관하고 정보통신부에서 후원하는 "u-Korea" 프로젝트에 대해서 알아보도록 하겠다. u-Korea 프로젝트는 우리나라 전체를 유비쿼터스 체제로 탈바꿈시켜 세계를 경영할 국가 역량 확보를 목적으로 하는데 이의 실현을 위해 지난 4월 15일 u-Korea 포럼이 발족된 바 있다. 이에 따르면 국내 정보통신의 발전단계를 Cyber Korea, e-Korea, u-Korea의 세 단계로 분류하고 있다. u-Korea는 다시 정비 단계와 성숙 단계로 나누어지는데 이



[그림 2] 국가정보화 발전단계

를 인간육구와 기술발전의 축상에 그려보면 [그림 2]와 같이 나타낼 수 있으며 u-Korea 프로젝트 추진에 의해 물리공간과 전자공간의 교류는 더욱 가속화되어 중국에는 하나로 융합될 것이다.[1]

## 2. 초고속 인터넷 사업자의 유비쿼터스 네트워킹 전략

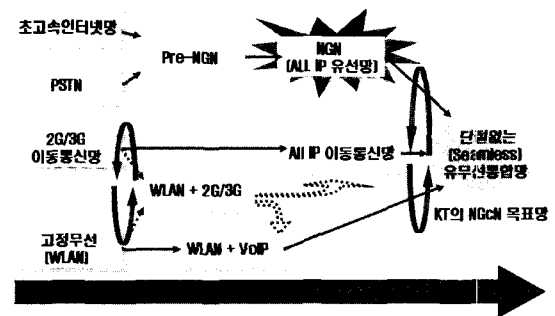
앞 절에서 우리는 우리나라 정부의 유비쿼터스 네트워킹을 간략하게 살펴보았다. 본 절에서는 국내 초고속 인터넷 사업자의 유비쿼터스 네트워킹 전략을 KT의 전략을 위주로 살펴보겠다.

언제, 어디서나, 어떤 기기라도 높은 품질의 다양한 네트워킹 서비스를 제공하기 위해 유비쿼터스 네트워킹은 IPv6, broadband, always-on, mobile, barrier-free interface의 5가지 핵심기술을 필수적으로 구현해야 한다. [표 1]은 이 5가지 핵심기술에 대한 KT의 추진 현황을 나타낸 것이다[2].

[표 1] 유비쿼터스 네트워킹을 위한 KT의 핵심 기술 추진 현황

IPv6	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv6 기반 차세대 네트워크 구축 추진중</li> </ul>
Broadband	<ul style="list-style-type: none"> <li>500만 이상의 A/VDSL 가입자</li> <li>브로드밴드 콘텐츠 자회사(KTH)보유</li> </ul>
Always-on	<ul style="list-style-type: none"> <li>낮은 가격에 브로드밴드 상시접속 서비스 제공</li> </ul>
Mobile	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동통신 자회사(KTF)를 통한 모바일 서비스</li> <li>무선 LAN(Nespot) 서비스제공</li> </ul>
Barrier-free Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>높은 수준의 유무선 통합서비스 환경</li> <li>단말기 및 운영체제 우량 기업과의 제휴(삼성전자, MS)</li> </ul>

KT는 현재 분리되어 있는 전화망과 초고속 인터넷망, 무선 인터넷망, 이동통신망을 중장기적으로 통합한 단절없는 유·무선 통합망의 구축을 꾸준히 추진해오고 있는데 최근 도입되고 있는 액세스 게이트웨이나 Nespot 스위칭서비스가 이러한 유무선 통합의 좋은 예가 될 것이다. [그림 3]은 이를 위한 KT의 중장기 네트워크 진화방향을 나타낸 것이다[2].



[그림 3] 유비쿼터스 네트워킹을 위한 KT의 네트워크 진화 전략

### Ⅲ. 액세스네트워크 기술현황 및 발전방향

서론에서 언급한 바와 같이 유선기반의 초고속 액세스 네트워크는 직접적인 유비쿼터스 네트워크라기보다는 이를 위한 전달망의 역할을 하고 있다. 유비쿼터스 네트워킹은 곧 네트워크에 연결되는 기기가 기하급수적으로 늘어남을 의미하기 때문에 유비쿼터스 네트워킹이 가속화될수록 네트워크를 통해 지나가는 데이터 역시 급격히 늘어나게 될 것이다. 이러한 데이터들 중에는 파일전송과 같이 지연에 민감하지 않은 데이터도 있겠지만 음성과 같이 지연에 매우 민감한 데이터도 있을 것이고, 대용량의 일정대역폭을 확보해야 하는 영상 데이터도 있을 것이다. 또한 크기는 작더라도 지연되거나 손실되어서는 안되는 제어데이터도 있을 것이다. 따라서 이러한 여러 종류의 데이터를 데이터가 요구하는 QoS에 맞추어 전달할 수 있는 능력 역시 전달망에 요구될 것이다. 아울러 언제 어디서나 어떤 기기를 이용해서 어떤 콘텐츠에든 접근하기 위해서는 유·무선 통합 뿐 아니라 방송과 통신 서비스의 융합 역시 고려되어야 할 것이다. 방송은 최고의 콘텐츠이기 때문이다. 보안 역시 빼놓을 수 없는 요소이다. 집 밖에서도 집안의 불을 켜고 가스밸브를 잠그고 가전기기를 제어하는 일 등은 악의를 가진 사용자에게 악용될 경우 매우 위험할 수 있기 때문이다.

이 외에도 여러 가지를 생각할 수 있겠지만 본 고에서는 전송속도와 방송서비스 제공 가능성을 위주로 여러 액세스 네트워크 기술의 현황 및 발전방향을 살펴보고 하겠다. QoS 및 보안도 중요한 요소이지만 이는 물리 계층보다는 상위 네트워크 계층에서 해결되고 있기 때문이다.

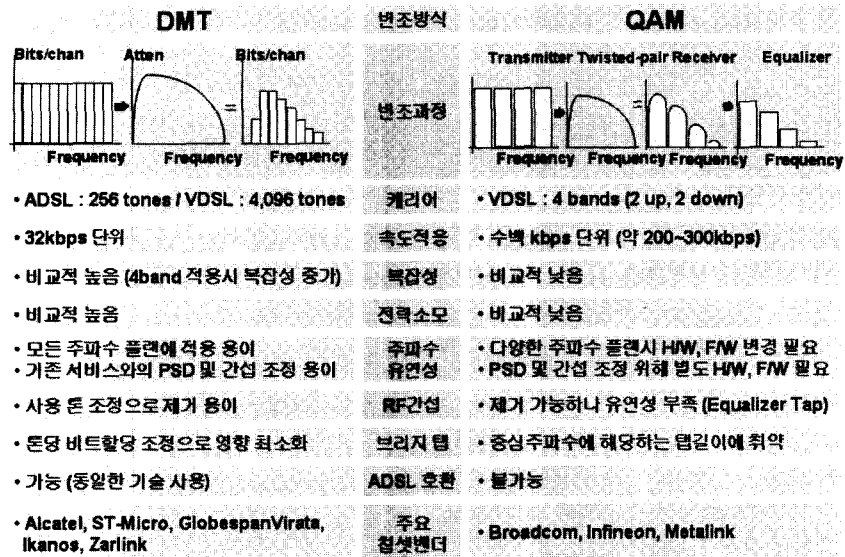
#### 1. xDSL 기술

xDSL 서비스는 국내에서 가장 많은 가입자를 확보하고 있는 초고속인터넷 서비스로 현재 그 중심축이 ADSL에서 VDSL로 넘어가고 있다. ADSL의 경우 표준이 결정된 이후 서비스가 이루어졌기 때문에 하나의 기술로만 서비스가 된 반면, VDSL은 치열한 시장경쟁으로 인한 조기 도입으로 많은 종류의 비표준 VDSL 기술이 존재한다.

현재 가장 많이 보급되어 있는 VDSL은 양방향 대칭으로 13Mbps의 속도를 제공하지만 올해 초부터 하향 25Mbps를 제공하는 비대칭 VDSL이 공급되기 시작하였으며 7월경에는 하향 50Mbps를 제공하는 비대칭 VDSL이 시범사업을 마치고 본격적으로 공급될 예정이다.

VDSL의 변조 방식에는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 방식과 DMT (Discrete Multi-tone) 방식이 있는데, QAM이 쉬운 변조방식과 저렴한 가격, 빠른 상용제품 개발을 무기로 초기 VDSL 시장을 선점한 반면, DMT는 기술적으로 우수하고 노이즈에 강하지만 상용제품의 출시가 늦어져 올해부터 본격적으로 공급이 가능하게 되었다. 향후 50Mbps급 VDSL 시장에서는 QAM과 DMT의 일대 접전이 예상되며 ITU (International Telecommunication Union)에서는 올해 안으로 단일 변조 방식을 채택할 예정으로 있다[3]. [그림 4]는 QAM과 DMT를 비교하고 있다.

MPEG2급 영상이 필요로 하는 대역폭이 4 Mbps 정도이기 때문에 ADSL에서 여러 채널의 방송서비스를 제공하는 데에는 다소 무리가 있었지만 VDSL은 최대 50Mbps의 전송속도를 제공하기 때문에 방송 서비스를 무리 없이 제공할 수 있으며 현재 FSAN (Full Service Access Network)을 중심으로 방송을 비롯한 영상서비스의 제공이 폭넓게 연구되고 있다. 그렇지만 통신사업자가 방송서비스를 제공하기 위해서는 방송과



[그림 4] VDSL 변조방식 비교

관련된 법의 개정이 필요한 실정이다.[4]

## 2. HFC (Hybrid Fiber and Coaxial) 기술

HFC 기술은 xDSL과 함께 초고속인터넷액세스서비스의 양대 축을 이루는 기술로서 두루넷, 하나로, 지역 유선방송 사업자들을 중심으로 사업이 전개되어 왔다.

지금까지는 xDSL 기술에 비해 홈 패스올, 전송속도, 시장 점유율 측면에서 열세에 있었으나 최근 정보통신부에서 NGcN (Next Generation Convergence Network) 구축 시 광케이블 기반의 xDSL망 위주로 구축한다는 종래의 방침을 수정하여 케이블TV망을 포함시키는 방안을 적극 검토하면서 xDSL 진영과의 대등한 경쟁기반을 마련하였다.

HFC 기술은 북미 케이블방송협회 기술표준(DOCSIS: Data Over Cable System Interface Specification)을 따르는데 현재 1.0에서 1.1로의 전환이 이루어져 본격적으로 적용되고 있으며

향후 2.0으로 업그레이드할 경우 상향속도 측면에서 획기적인 성능향상을 기대할 수 있게 되었다. [표 2]는 DOCSIS 1.0과 1.1, 2.0을 비교하고 있다.[5]

HFC망의 경우 케이블 방송 서비스를 기본으로 하기 때문에 방송 서비스 제공에서는 가장 유리한 측면이 있으나 기본적인 통신서비스인 음성 전화를 제공하기 위해서는 VoIP를 사용해야만 하는 제약이 있다.

## 3. FTTH (Fiber To The Home) 기술

궁극의 액세스네트워크 기술로서 일반 가입자에게까지 광을 공급하는 방법으로 아직까지 국내에서는 제공되지 않고 있으나 일본의 경우 이미 30만명 정도의 가입자를 확보하고 있다. 광통신에서 중요한 것은 전송속도보다도 어떻게 하면 경제적으로 일반 가정에게까지 광을 공급할 수 있는 가이다. 이를 위해 전화국과 가입자 사이에 수동소자 스플리터를 두어 point to multi-

[표 2] DOCSIS 1.0과 1.1, 2.0 비교표

	DOCSIS 1.0	DOCSIS 1.1	DOCSIS 2.0
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>Best Effort 서비스를 위해 제정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOCSIS 1.0과 호환</li> <li>VoIP 지원</li> <li>QoS 보장(SLA가능)</li> <li>DOCSIS 1.0에서 S/W 교체로 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOCSIS 1.0/1.1 과 호환</li> <li>상향 전송속도 증가</li> <li>Noise에 강한 구조 채용</li> <li>DOCSIS 1.1에서 H/W 칩셋 교체로 가능</li> </ul>
표준/인증	1997/1999년	1999/2001년	2001/2002년
상용화	기 운용중	본격적인 단계	적용시간 단계
전송속도	5M(상향)/30M(하향)	10M(상향)/30M(하향)	30M(상향)/30M(하향)
ITU Spec	ITU J.112	ITU J.112	ITU J.122(Rec)

[표 3] 여러 가지 PON 기술 비교

	ATM-PON	Ethernet-PON	WDM-PON
2계층	ATM	Ethernet	2계층과 독립적
전송형태	셀(53byte)	이더넷프레임(64~1514byte)	이더넷프레임 또는 셀
전송속도	622M	100M,1.2G,10G	과장속도에 의존
표준화	G.983.x(완료)	IEEE 802.3ah(진행중)	ITU-T(진행중)
상향전송	TDMA	TDMA, Other	WDMA
제공서비스	POTS, Data, 영상	Data, VoIP 등	APON/EPON 제공서비스

point 토폴로지를 가능하게 하는PON (Passive Optical Network)에 대한 연구가 이루어지고 있다. PON은 그 방식에 따라 ATM-PON, Ethernet-PON, WDM-PON으로 나누어지며 두 개 이상의 PON 기술을 혼합한 Hybrid PON, 가입자수와 전송거리 확대를 위해 광증폭기를 사용하는 Super PON도 있다. [표 3]는 PON 기술을 비교하고 있다.[6]

PON은 시범서비스가 완료된 상태로 현 단계에서는 FTTH 사업보다 FTTC 사업에의 적용을 검토하고 있다. PON의 경우에도 멀티캐스트가 가능하기 때문에 이더넷 액세스 기술과 마찬가지로

방송서비스 수용에는 무리가 없으나 범 개정이 필요하며 음성전화 수용을 위해서는 VoIP를 적용해야 한다.

#### 4. 무선랜(2.4Ghz) 기술

무선랜은 원래 회의실이나 전시장 등에서 자가망을 구축하기 위해 이용되던 기술이었으나 국내의 경우 초고속인터넷사업자가 역, 공항, 호텔, 번화가 등 공공장소에 핫스팟을 설치함으로써 그 사용범위가 크게 확대되었다. 또한 초고속 인터넷 사용자는 월 1만원 정도의 추가요금을 내면 집안에서도 자유롭게 무선인터넷 서비스를

[표 4] IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11a의 기술비교

	802.11b	802.11g		802.11a
변조방식	DSSS/CCK	OFDM	PBCC	OFDM
최대속도	11M	24M/54M(옵션)	22M	54M
주파수범위	83.5MHz (2.4-2.4835GHz)	83.5MHz (2.4-2.4835GHz)	83.5MHz (2.4-2.4835GHz)	83.5MHz (5.725-5.825GHz)
채널수	13(overlapped)	13(overlapped)	13(overlapped)	4
채널크기	22MHz	22MHz	22MHz	16.6MHz
실제속도	5-7M	10-11M	10-11M	31M
범위	11M@100m	12M@100m	11M@100m	9M@50m
법규개정	-	개정	개정	개정/주파수할당
상호운용성	Wi-Fi 인증	준비안됨	준비안됨	Wi-Fi 준비중

이용할 수 있다. 현재 제공되는 무선랜 서비스는 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11b에 기반하여 최대속도가 11Mbps 정도로 제한되지만 향후 802.11g나 802.11a가 도입될 경우 그 속도가 최대54Mbps까지 대폭 향상되게 된다. [표 4]는 세가지 기술 표준을 비교하고 있다.[7]

무선랜의 경우 대역폭이 높지 않아 일반 TV 화질의 방송서비스 제공에는 다소 무리가 있으며 음성전화서비스를 위해서는 VoIP를 적용해야 한다.

#### 5. 휴대인터넷(2.3Ghz) 기술

최근 '휴대인터넷'으로 관심을 모으고 있는 2.3GHz 대역은 원래는 고정 무선 가입자망(WLL)을 위해 할당된 대역이었다. 그러나 고정 무선 가입자망 사업 추진이 매우 지지부진해지면서 정보통신부는 이 주파수 대역에 대한 새로운 용도를 모색하게 되었고 결국 주파수를 회수하여 휴대 인터넷으로 용도를 변경하였다. 기존에 이 주파수 대역을 할당받았던 KT와 하나로통신을 중심으로 이 주파수 대역을 휴대 인터넷으로 활용하기 위한 노력이 진행되고 있으며 기존 셀룰러망을 이용한 무선인터넷보다 저렴한 가격과 향상된 속도, 어느 정도의 이동

성을 보장하면서 향후 무선 액세스 시장의 뜨거운 이슈로 부상하고 있다. 현재 이 대역에 대해서는 다른 주파수 대역에 비해 상대적으로 체계적인 표준화 작업이 이루어지지 않은 상태이기 때문에 ArrayComm의 i-Burst, Flarion의 flash-OFDM 등 시스템 업체의 기술이 다각적으로 검토되고 있다. [표 5]는 휴대인터넷과 EV-DO를 비교하고 있다.[8]

휴대인터넷 역시 무선 랜에서와 마찬가지로 전송속도의 제한으로 일반 TV화질의 방송서비스 제공에는 다소 무리가 있으며 음성전화서비스를 위해서는 VoIP를 적용해야 한다.

#### IV. 결 론

지금까지 우리는 유비쿼터스 네트워킹을 위한 액세스 네트워킹 발전방향이라는 주제로 u-Korea 프로젝트를 시작으로 초고속인터넷사업자의 유비쿼터스 네트워크 전략과 여러 가지 유무선 액세스네트워크 기술의 현황 및 발전방향에 대하여 살펴보았다.

유비쿼터스 정보기술은 물리공간에 편재돼 있는 컴퓨팅과 네트워킹을 강조하며 물리공간 어느 곳에서라도 전자공간에 쉽게 접근할 수 있음을

[표 5] 휴대인터넷과 EV-DO 기술 비교 (시스템 대역폭 10MHz 가정)

	i-Burst	flash-OFDM	CDMA 1x EV-DO
다원접속 / 복신방식	TDMA / TDD	OFDM / FDD	CDMA / FDD
채널대역폭	625kHz	1.25MHz	1.25MHz
시스템구성	16 FA	3 sector, 3.5 FA	3 sector, 3.5 FA
변조방식	QPSK~24QAM	QPSK~16QAM	QPSK~16QAM
기지국 최대용량 (DL)	40Mbps	34.5Mbps	25.2Mbps
사용자당 최대전송속도 (DL)	1.06Mbps	3.29Mbps	2.4Mbps
단말기이동성	50~60km/h	100km/h 이상	100km/h 이상

의미하기 때문에 홈 네트워크나 무선 액세스 네트워크에서 그 진가를 발휘할 것이다. 따라서 무선 액세스 네트워크는 가입자와 직접 연결되기 보다는 홈 및 무선 네트워크의 전달망 역할을 주로 수행하게 될 것이며 이를 위해 더욱 더 빠른 전송속도, 트래픽의 특성에 따른 QoS 지원, 안전한 통신 등의 기능을 필요로 하게 될 것이다. 아울러 서비스 통합의 측면에서 음성전화 서비스의 수용과 방송 서비스의 통합 제공 등도 고려되어야 할 것이다.

현 단계에서 하나의 액세스 네트워크 기술이 다른 모든 액세스 네트워크 기술보다 우수하다고 말하는 데에는 무리가 있을 것이다. 여러 액세스 네트워크 기술은 각자의 장단점을 가지고 곧 열릴 거대한 유비쿼터스 네트워크 시장에서 주도권을 잡기 위해 치열하게 경쟁하고 있으며 이러한 다양성의 기반 위에서 진정한 유비쿼터스 네트워크가 꽃필 것이다.

### 참고문헌

- (1) 이성국, "유비쿼터스 IT 혁명과 대응전략", IT Forum Korea 2003, 2003. 4.
- (2) 정성환, "KT의 유비쿼터스 전략", u-Korea

Forum, 2003. 4.

- (3) 이재진, 강명진, "VDSL 송수신기 기술표준 (TTAE.IT-G.993.1)", TTA Journal 제 86호, 2003. 4.
- (4) 초성운, "통신, 방송 융합의 현황과 정책", KT 기술연구소 세미나, 2003. 4.
- (5) 강명진, "액세스망 기술현황 및 발전 방향", KT 기술연구소 통신망기술훈련센터, 2003. 4.
- (6) 박형진, "PON 기술 강좌", KT 기술연구소 통신망기술훈련센터, 2003. 3.
- (7) 김상경, "KT 무선 LAN Nspot 사업과 xDSL", 차세대 VDSL 기술 워크샵, 2003. 4.
- (8) 김정휘, "차세대 무선접속망 기술", KT 서비스개발연구소, 2002.11



### 차 영 철

1998년 연세대학교 컴퓨터과 학과 (학사)

2000년 연세대학교 컴퓨터과 학과 (석사)

2000년~현재 KT 기술연구소

관심분야 : xDSL, 액세스망 기술, QoS





진 근 하

1993년 서울대학교 기계공  
학과 (석사)

1993년 한국통신 선로기술  
연구소 입사

현재 KT 기술연구소 재직

관심분야 : 인터넷 액세스망



이 재 진

1985년 경북대학교 전자공학  
과 (학사)

1987년 경북대학교 전자공학  
과 (석사)

1997년 고려대학교 전자공학  
과 (박사)

1987년~1994년 한국통신 연구개발본부

1994년~1998년 한국통신 무선사업본부부장

1998년~현재 KT 기술연구소 액세스기술연구실  
장

관심분야 : xDSL, 광액세스망기술 등 가입자 전  
송기술 전반 및 통합 액세스 기술