

홈 네트워킹 국내외 발전 동향

홈 오토메이션 구현을 위한 기반기술인 홈 네트워킹의 국내외 기술발전 및 시장 동향에 대하여 개괄적으로 소개하고자 한다.

정병철

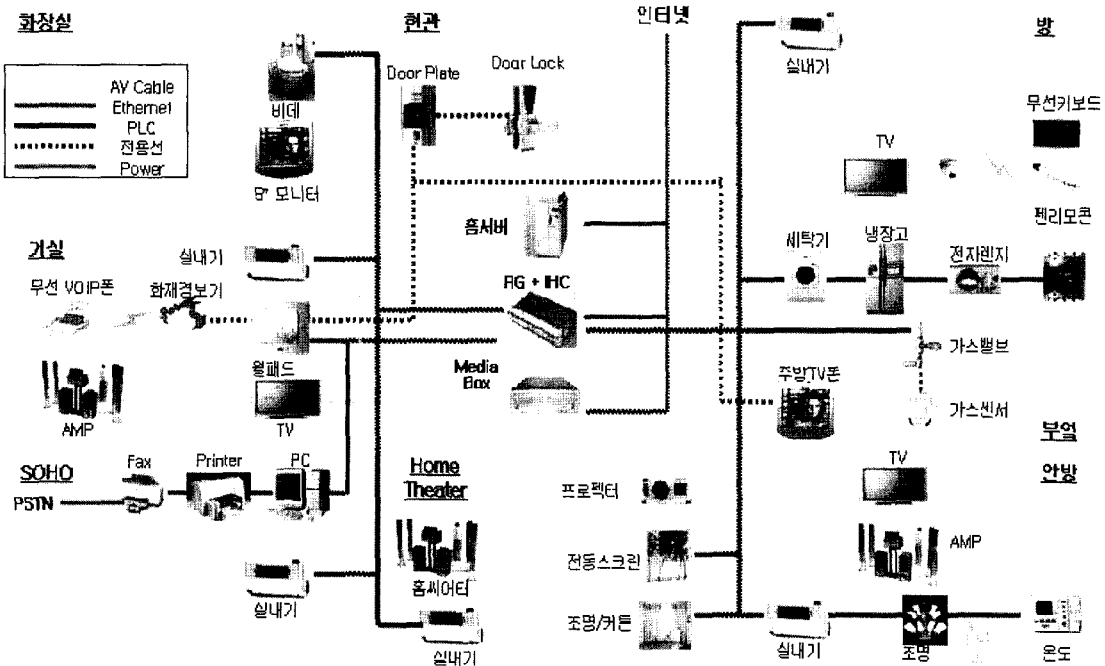
삼성 SDS 주식회사(byungchul.jung@samsung.com)

홈 네트워킹의 개요

홈 네트워킹(home networking)이란 가정내의 모든 디지털 제품 통신망을 유·무선으로 연결하여 정보공유 및 외부 인터넷과의 접속을 통하여 각 기기들을 제어 할 수 있는 시스템을 말한다(그림 1). 쉽게 말하자면, 가정에서 사용하는 컴퓨터, 디지털 카

메라, 디지털 캠코더, 디지털 TV, DVD, 오디오, 조명 기기, 홈 오토메이션을 위한 제어나 보안기기, 게임기 등의 모든 기기들을 통합 접속하여 가정내의 네트워크를 만드는 것을 말한다.

가정 내의 모든 기기들이 네트워크화 되면 일상의 모습들이 판이하게 달라지게 된다. 예를 들면, 하루의 일과를 마치고 집으로 돌아왔을 때, 승용차가 주



[그림 1] 홈 네트워킹 구성도

차장 입구를 통과하여 주차하면 나의 귀가를 집안에 있는 디지털 TV를 통하여 가족에게 알려주며, 현관 문에 도착하면 열쇠 대신 얼굴인식 시스템을 이용하여 현관문을 열어준다. 거실에 들어서면 조명은 자동으로 켜지면서 내가 좋아하는 음악이 조용히 거실에 흐른다. 아이들이 축구 경기를 마치고 '귀가중'이라는 메시지가 핸드폰을 통하여 나에게 알려주며, 아내는 친구들과의 모임이 있어 '외출중'이라는 메모가 홈패드에서 알려 온다. 이러한 홈 네트워크 환경은 전화선, 전력선, LAN 또는 무선을 통해 구현될 수 있으며, 유선과 무선 분야에서 사실상 표준 장악을 위한 관련기업들 간의 치열한 경쟁이 벌어지고 있다.

홈 네트워크의 궁극적 목적은 가정내의 네트워크화를 통하여 정보교환과 개별 제품들의 효율 극대화 추구이며, 홈 네트워크가 발전하게 되는 가장 중요한 근간으로는 인터넷의 급격한 발전, 디지털 기술의 발달, 사용자의 서비스 요구 변화와 다양한 정보 단말기를 통한 매체들의 효율적인 통합요구 등을 들 수 있다.

홈 네트워크 기술 동향

최근 정보통신부 화두는 표준화와 이를 위한 기술 개발로 집약되고 있다. 현재 표준화가 가장 치열하게 전개되고 있는 분야로는 홈 네트워크 분야를 꼽을 수 있다. 특히 가정내의 모든 가전기기 및 컴퓨터 관련 제품들을 하나의 네트워크로 연결하고 모든 기기들을 인터넷 접속을 통해 제어하며 인터넷 서비스의 공유는 물론 데이터 전송을 가능케 하는 홈 네트워크 분야는 그 무한한 시장 잠재력으로 인해 세계 각국의 표준화가 치열하게 전개되고 있다. 그러나 각 나라의 주거, 지역, 통신환경이 서로 달라 전 세계적으로 통일될 수 있는 상황은 아니라는게 관련 업계 전문가의 시각이다. 국내 홈 네트워크에 있어서도 유선과 무선 어느 한쪽이 더 우수하다고 단정지어 말할 수 없는 형편이다.

홈 네트워크 기술은 유선과 무선으로 나눌 수 있으며, 구성요소는 내부와 외부 네트워크를 연결하는 홈 게이트웨이, 외부인터넷과 접속을 위한 가입자망, 전화선·전력선·무선 등 가정 내 통신망, 정보

기기를 제어하며 상호 연동시키는 미들웨어, 홈 네트워크 기능이 추가된 정보기기 등이 있다. 홈 네트워크에서 사용되는 여러 기술 중에서 대표적인 몇 가지를 소개하고자 한다.

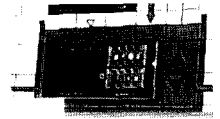
무선 홈 네트워크 기술

홈 네트워크 무선방식으로는 홈RF(radio frequency), 무선랜, 블루투스가 대표적이며 상품화가 이루어지고 있다. 홈RF는 동작영역이 블루투스 방식보다 넓고, 속도도 빠르다. 컴퓨터, 주변기기, 통신, 소프트웨어, 반도체 산업 등을 주도하고 있는 기업들에 의해 표준화가 진행되고 있다. 또한 데이터와 음성을 동시에 보낼 수 있다는 것이 장점이나 많은 휴대기기에 적용될 것으로 보이는 블루투스와는 간섭현상이 생길 수 있어 미국 FCC 승인이 보류 중이다. 그러나 그동안 입증된 홈RF의 장점은 여러 기기들에 빠르게 적용될 전망이다.

또한 무선랜기술은 배선이 필요 없고, 빠른 전송속도와 가격하락, 광대역을 통한 음성전송, 이동시에도 기반 LAN에 접속 가능한 통신 형태로서 LAN 구성이 신속하고 망구조 변경이 용이하다는 점에서 홈 네트워크 기술로 부상하고 있다. 그러나 가격이 하락하고 있음에도 불구하고 각 가전기기에 무선랜 모듈을 심기에는 아직 가격이 비싸고, 우선시 전송속도가 떨어질 수 있어, 공중 무선랜, 서비스용 무선랜 장비를 아파트에 도입하기보다 한 가정에 하나의 액세스 포인트를 설치하는 구성을 선호한다.

블루투스 역시 홈 네트워크의 무선기술로 주목받고 있다. 블루투스는 각기 다른 통신방식과 서비스를 연결하려 할 때 생기는 복잡함과 불편함을 없애기 위해 동일한 통신 모듈을 탑재하여 다 기종간의 기기들의 접속을 수월하게 하기 위한 목적으로 개발되었다. 전파의 전송거리가 짧다는 점이 최대 난제이지만, 향후 전송속도와 거리를 개선하고 칩 및 모듈의 가격인하, 기기간 주파수 간섭문제가 해결된다면 블루투스는 대내 홈 네트워크의 주력방식으로 급부상할 가능성도 매우 높다.

UWB(ultra wide band) 기술은 무선 반송파를 사용하지 않고 기저대역에서 수 GHz 이상의 매우 넓은 주파수 대역을 사용하며, 주로 통신이나 군용 레이다, 원격 탐지 등 특수 목적으로 사용되었으나



2002년 미국 FCC에서 상용 기술로 허용되었다. 통신 분야의 응용으로 Xtreme Spectrum 사에서 VTR 및 DVD 플레이어 등의 무선 동화상 전송을 위한 UWB 칩세트(trinity)의 평가 샘플을 발표하였으며, 올해부터는 가정에서의 동화상 전송용 칩을 개발하여 시험중이다.

유선 홈 네트워킹 기술

PLC(power line communication)은 전력 공급용으로 설치된 전력선을 이용하여 통신신호를 고주파 신호로 바꾸어 전송하고, 수신시에는 고주파 필터를 이용하여 수신하는 방식으로서 데이터 전송에 활용된 것은 1980년 이후이다. 삼성, LG 등이 백색가전의 인터페이스로 PLC를 선정, 연구중이며, 건설업계에서도 저속 PLC에 대해서는 어느 정도 안정성을 검증하고 현장에 적용하고 있다. 최근에는 HomePlug 1.0이 2001년 말에 선보인 이래 올해 열린 CES (international consumer electronics)에서 버전 2가 재설계 되어 출시되었으며, 차세대 스펙인 HomePlug AV를 개발중이다. 이 표준은 HDTV 및 SDTV 포함에서 데이터와 멀티스트림 엔터테인먼트에 초점이 맞추어지고 있으며, 제품군은 2004년 말이나 2005년 초에 시장에 선보일 전망이다.

Ethernet은 IEEE 802.3 표준에 따른 네트워킹 기술로서 데이터 통신에서 가장 오래전에 검증을 받은 LAN 기술이다. 속도가 빠르고 안전성과 높은 신뢰성 그리고 무엇보다 타 경쟁기술보다 저렴하다는 점에서 주목받고 있다. 최근 신형 컴퓨터들이 Ethernet 카드나 마더보드위에 Ethernet LAN을 장착하고 있는 가운데, 소비가전 벤더들도 Ethernet을 임베디드시킨 셋톱박스, PVR(personal video recorder), DVD 플레이어, 비디오 게임 콘솔, 디지털 오디오 수신기 등을 시장에 내놓고 있다.

Ethernet 방식은 사이버 아파트 등을 중심으로 계속 확산될 전망이며, 당분간 Ethernet이 홈 네트워킹 전송기술의 기본을 이룰 것으로 관련 전문가들은 전망하고 있다.

IEEE 1394는 일명 FireWire라고도 하며 애플(Apple)사가 개발한 새로운 직렬버스 인터페이스 규격으로 고속 시리얼 전송이 가능하여 AV 디지털 기기를 수용하는 방향으로 개발 되어져 왔다. 1995년

IEEE에서 IEEE1394-1995로 비준되었고 2000년에는 IEEE Std.1394a-2000이 협약되기도 하였다. IEEE1394a는 이전의 IEEE1394-1995보다 개량된 Traffic control와 효율적인 Power 관리 기능으로 전송속도는 100Mbps, 200Mbps, 300Mbps, 400Mbps 이고 노드간 최대거리는 4.5m, 최대노드는 63개 최대 hop수는 16이다. 어드레스를 자동할당하는 기능이 있어 동작 중에도 기기의 탈착이 가능한 Plug and Play와 Hot Plugging 기능이 있으며, 구성이 용이하여 차세대 멀티미디어용 인터페이스의 가장 유력한 후보로 인식되고 있다. 또한, IEEE1394b는 긴 전송거리 고속의 데이터 전송속도에 관한 규격으로 100~800m 케이블과 최대 800Mbps~3.2Gbps를 지원한다. IEEE1394.1은 현재 표준화가 진행 중인 기술로 기존의 TCP/IP가 지원하는 대부분의 기능을 IEEE1394 표준으로 모두 구현하자는 것이 IEEE1394.1 추구하는 방향이다. 현재 IEEE1394 인터페이스는 미국 Quantum, Adaptec 등의 칩 세트 개발업체, 삼성전자, Sony 등의 가전업체와 컴퓨터 업체들이 칩 세트 및 응용제품으로 개발하고 있다.

홈PNA(phoneline networking alliance)는 가정에 설치된 전화선을 이용하여 적은 추가 비용으로 정보 통신 기기들을 하나의 네트워크에 연결하는 기술이다. 하나의 전화선으로 인터넷을 사용하면서 전화 및 팩스를 사용하더라도 음성이나 데이터에 영향을 주지 않는 국제표준 기술로, 최대 데이터 전송속도는 10Mbps이고 전송거리는 150~400m이다. 이더넷과 호환가능하며 허브없이 25노드까지 네트워크 구축이 가능하며 홈PNA2.0 표준 장비가 출시돼 아파트를 중심으로 설치되고 있다. 유선 기반의 홈 네트워킹 솔루션으로서 기술적으로 무난하고 쉽게 접근할 수 있는 기술이다.

미들웨어 동향

홈 네트워크의 미들웨어는 홈서버(home gateway, residential gateway)에 탑재되어 모든 홈 네트워크를 묶는 소프트웨어로 홈 네트워크에 연결된 모든 기기들의 데이터 및 각종 멀티미디어 정보를 교환할 수 있도록 중간 매개체 역할을 해준다. 미들웨어의 기능은 addressing, discovery, event, control device, resource management, 및 security가 있다

<표 1> 미들웨어 기능 설명

Addressing	홈 네트워크에 연결된 각종 기기에 고유한 번호를 부여하여 식별
Discovery	홈 네트워크에 새로운 기기가 연결/제거 되면 자동으로 인식
Event	기기의 상태나 정보가 변경되면 변화를 자동으로 인식
Control Device	해당 기기를 제어하고 관련 UI 제공
Resource Management	홈 네트워크에 연결된 기기의 부하 조절 및 자원 관리
Security	가정 내의 네트워크가 외부의 공격에 대해 안전하도록 관리

<표 2> 홈 네트워크 미들웨어 기술 구분

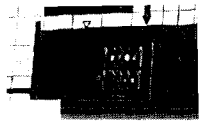
HAVi	<ul style="list-style-type: none"> ■ AV Entertainment 기기 정보 교환 및 상호 연동 ■ IEEE1394와 상위 계층에서 동작하는 API ■ 어플리케이션과 서비스에만 중점적으로 되어있다 ■ Plug and Play
Jini	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sun Microsystems 제안 ■ Java 기반 분산 서비스 제공 ■ PC, 프린터 등 정보기기를 위한 홈오피스 서비스 접속 규격 ■ Plug and Play, Automation Configuration
UPnP	<ul style="list-style-type: none"> ■ HAVi 와 Jini에 대응되는 기술로 MS 주도 개방형 인터넷 구조 ■ Peer-to-peer, Distributed 네트워크 ■ 고유한 individual IP를 소유 ■ Plug and Play, Automation Configuration
LonWorks	<ul style="list-style-type: none"> ■ Peer-to-peer 디바이스 네트워크 ■ LonTalk Protocol and Software API ■ Neuron chip으로 솔루션 제공 ■ 비용이 다소 비싸고 전문적인 설치 필요
HomeAPI	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가정내 가전기기를 컨트롤할 수 있는 소프트웨어 어플리케이션 ■ HomeAPI는 소프트웨어 기반 ■ 홈 네트워킹 비용을 줄일 수 있으며, 단순화 가능 ■ MS, Intel, Philips, 마쯔시다등의 업체 참여
OSGi	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1999년 비영리 민간단체로 설립 ■ 홈 게이트웨이 서비스를 정의하는 산업표준화 참여 ■ 통신업체, 가전업체, 컴퓨터 관련 업체 등 다수 회원사 보유 ■ Java기반

(표 1 참조). 이러한 미들웨어의 기술로는 다음과 같은 것이 있으며(표 2 참조), 다음 절에서 몇 가지 대표적인 미들웨어에 대해서 간단히 소개한다.

UPnP(universal plug and play)는 마이크로소프트사가 제안한 미들웨어 솔루션이며, 정보가전이나, 무선기기, PC 등 모든 종류의 기기들을 연결하는 네트워크 구조이다. 기존의 IP 네트워크와 HTTP 프로토콜을 사용하여 홈 네트워크 기기간의 제어와 상호운영을 목표로 하고 있으며, PC에서 디바이스를 제어하던 Plug and Play 개념을 확장하여 사용자에게 어떤 작업도 요구하지 않고 기기를 네트워크에

접속시킨다. 따라서, 기기는 언제든지 네트워크에 접속시킬 수 있고 IP 주소나 기능 등을 네트워크에 연결된 다른 기기들에게 알려줄 수 있다. 또한 네트워크를 빠져나올 때도 다른 기기에 영향을 주지 않고 연결을 해지할 수 있다. 웹 기술에 의한 기기간 제어모델을 용이하게 구현함으로써 H/W나 S/W 및 OS와 무관하게 동작이 가능하고, HTML을 이용하므로 손쉬운 사용자 인터페이스를 제공하는 장점을 갖고 있다.

Jini는 선 마이크로시스템사에서 개발한 미들웨어로서 Java를 기반으로 다양한 통신방식으로 접속된 가



정내 디지털 기술이며 JVM(java virtual machine) 위에서 동작하기 때문에 운영체제나 기타 하드웨어 플랫폼에 무관하게 동작되며 Plug and Play를 지원한다. 우선 Jini의 기능에 대해서 살펴보자. 기기가 네트워크에 연결되면 discovery 기능을 사용하여 기기가 연결되었음을 확인하고 Lookup 서버가 기기의 기능이나 특징을 가져오는 join이 일어난다. 그리고 사용자가 특정 서비스를 사용하고 싶을 때는 Lookup 서버에게 서비스를 요청하게 되고 Lookup 서버는 해당 서비스를 지원하는 기기를 사용자에게 알려준다. 이때부터 사용자는 서비스를 지원하는 기기를 사용하면 된다. 단순성과 고신뢰성의 확보, 효율적인 제어 구조를 지향한 확장성 부여 등을 특징으로 하며, Plug and Play 기능에 의한 간단한 시스템 구성, 그리고 기존 IP를 기반으로 하는 네트워크 확장성, Java 연관 제품과 시스템과 호환성 등이 장점이다.

HAVi(home audio video interoperability)는 디지털 가전기기간의 제어접속을 위한 표준으로 홈 네트워크 사용자의 접속 및 응용 프로그램 구현을 제공한다. UPnP나 Jini와는 달리 HAVi는 가전회사인 Sony가 제안한 홈 네트워킹 미들웨어 솔루션으로, IEEE1394 기술을 채택하여 실시간 A/V 정보 전송과 상호 호환성을 목표로 하고 있다. 따라서, 많은 가전 회사들이 이것을 지원하는 제품들을 이미 시장에 내놓고 있다. HAVi는 이러한 A/V 기기들을 하나로 묶는 홈 네트워크 기능을 제안하고 있다. IP 기반이 아닌 것도 HAVi의 특징이다. HAVi는 디바이스들을 IEEE1394에서 제공하는 노드 ID를 사용하여 관리하기 때문에 IP를 지원하지 않는다. 따라서 인터넷과 연동을 위해서는 다른 방법을 사용해야 한다. HAVi에서는 IEEE1394에서 지원하는 버스 리셋과 노드 어드레싱을 사용하여 Hop Plugging과 Plug and Play를 지원하고 있다.

HomeAPI(home application programming interface working group)는 가정내 가전기기를 통제할 수 있는 소프트웨어 어플리케이션의 개발을 위해 1998년 설립되었다. 마이크로 소프트웨어사, 인텔, 필립스 마쯔시다 등의 업체가 참여하고 있다. HomeAPI는 소프트웨어 기반이기 때문에 홈 네트워크 비용을 줄일 수 있으며, 단순화할 수 있다.

OSGI(open service gateway initiative)는 홈 네트

워크에서의 홈 게이트웨이 관한 표준화 단체들 중에서 가장 많이 이야기되고 있는 내용이다. 정보가전용 표준 프로토콜로 1999년 설립된 비영리 민간단체이며, 이 단체의 역할은 미들웨어보다는 미들웨어와 응용 프로그램간의 API를 정의하는데 그 목적이 있다. 현재 미들웨어에 대해서는 Jini나, UPnP, 혹은 HAVi 등 많이 이야기하고 있지만, 각각의 목표와 내용이 다르기 때문에 응용 프로그램을 구현하는 입장에서 어떤 특정한 미들웨어를 선택할 수도 없는 입장이다. OSGi는 이러한 여러 가지 미들웨어와 응용프로그램을 분리할 수 있는 역할을 담당하고자 만들어진 단체이다.

홈 네트워킹 시장 동향

홈 네트워킹 시장은 초고속 인터넷, AV가전 및 PC가 중심을 이룰 것으로 생각되며, 초고속 인터넷 인프라 환경에서 앞서가고 있는 북미와 서유럽을 중심으로 성장이 예상되고 있다. 또한, AV가전기기에 소프트웨어가 칩화되어 탑재됨으로써 상호 통신이 가능하게 된 홈 네트워킹 시장은 주로 이들 홈 네트워크 관련 기술이 채택된 기기시장 중심으로 될 전망이다. 시장조사 기관인 Yankee 그룹과 Parks Associates에 따르면 2003년까지 1,000만 미국 가정에서 홈 네트워킹을 구성할 것이며, 2010년까지 이 1,000만 미국 가정에서 홈 네트워킹을 적용할 것으로 예상된다.

또한 IDC(international data corporation)에 따르면 전세계 홈 네트워킹 시장규모는 오는 2005년 약 3,500억 달러에 달할 것으로 전망되며 미국시장의 경우 2003년 약 20억 달러 규모의 시장형성이 예측되고 있다.

유선 네트워킹의 실질적인 표준으로 자리잡아가고 있는 IEEE1394의 경우 이를 채택한 PC와 주변기기의 수가 2000년 2,543만대에서 연평균 44.9% 증가하여 2004년에 1억1,198만대에 이를 전망이다. 또한 AV기기도 2000년 1,429만대에서 평균 66.5% 성장하여 2004년에는 1억1천만대로 총 디지털 AV기기의 약 52%에 달할 전망이다.

무선 네트워킹 부문의 성장도 급격하게 일어날 전망이다. 블루투스 장착 기기의 경우만 보아도 2000



년 2백만대에서 2005년 1,375만대로 연평균 270%의 급격한 성장이 예상된다. 2000년 1억 2,500만 달러를 기록한 것으로 추정되는 블루투스 반도체 시장 또한 연평균 135% 성장하여 2005년에는 49억 6천만 달러의 시장형성이 가능할 전망이다.

2002년부터 부분적인 홈 네트워킹 시장 형성이 이루어졌듯이 각 전망기관의 유·무선 네트워킹 시장에 대한 전망은 무척 낙관적인 편이지만, 일반 소비자들의 홈 네트워킹에 대한 인지도 및 니즈는 아직까지 저조한 편이다. 실제로 Dataquest에 따르면 2001년까지는 일반소비자의 10~20%만이 홈 네트워킹에 관심을 보이고 있는 것으로 조사되기도 했다. 그러나, 2004년을 고비로 부분적으로나마 홈 네트워킹 시장이 형성될 것으로 보인다. 가정 내의 모든 기기들이 네트워킹화 되는 완벽한 의미의 네트워킹이 이루어지기까지는 상당한 시간이 더 소요될 전망이다. 하지만, 부분적인 네트워킹은 빠르게 진전되고 있기 때문이다.

특히 높은 성장성에 매력을 느낀 수많은 기업들이 홈 네트워킹 시장에 진입함에 따라, 관련 시스템 및 기기의 가격이 점차 인하되고 이러한 가격인하 추세는 향후 더욱 가속될 전망이다. 현재의 PC-to-PC 네트워킹에서 확대되어 디지털 AV 기기를 비롯한 다양한 디지털 정보가전들을 중심으로 하는 새로운 홈 네트워킹 부문으로의 발전이 예상된다. 홈 네트워킹 산업계는 홈 네트워킹 장비설치를 위해 필요한 비즈니스 모델과 기술개발을 위한 연구작업을 활발히 진행하고 있으며, 이러한 작업을 통해 엔터테인먼트, 홈 오토메이션/컨트롤 등과 같은 첨단 홈 네트워킹의 기반을 준비 중이다. 2003년부터 분양되는 사이버아파트를 중심으로 서서히 홈 네트워킹이 구현된 아파트들이 본격 선을 보일 예정이다. 이런 사이버아파트를 중심으로 기존 아파트, 다세대주택, 일반주택으로까지 번져나갈 홈 네트워킹은 무한한 잠재력과 시장성장성을 갖고 있다. 여러 관련 업체들이 자사의 이익보다 시장 전체의 성장을 위해 상호공조의 노력이 필요한 시점이다.

결론

지금까지 최근에 이슈가 되고 있는 홈 네트워킹에

대한 소개와 다양한 솔루션 및 시장의 동향을 간략하게 살펴보았다. 초고속 인터넷 확대와 개인 정보 단말의 활발한 보급 그리고 유·무선 네트워크 접속기술의 급속한 진전 등으로 홈 네트워킹 시장에 대한 전망과 기대감은 매우 높다고 할 수 있다. 기존의 가전제품 회사들은 가전제품의 디지털화를 서두르는 한편, 가정 내 모든 가전기기를 네트워킹화하기 위한 홈 네트워크 표준을 잡기 위해서 노력하고 있다.

현재로서는 유선 기반의 홈 네트워킹 기술들이 앞서가고 있으나, 지금의 가정내 배선체계로는 차세대 정보통신 서비스를 수용하기에는 많은 제한요소를 가지고 있다. 그러므로, 장기적으로는 무선 기반의 응용기술들이 점차 안정화되고 저가의 가격대를 형성하면서 시장을 주도해 나갈 것으로 예상하고 있다. 그리고, 홈 네트워킹 기술이 적용된 제품들의 신뢰성과 안전성이 우선시 되어야 하며, 사용자가 쉽게 설치하고 사용할 수 있는 형태로 개발해야 한다.

2002년을 기점으로 본격적인 홈 네트워킹 관련 기술과 제품이 상용화되어 출시되고 있다. 홈 네트워킹 시장이 성장해 나가는 데는 시간이 좀더 필요하고 가정 내의 기기들이 네트워킹화 되는 완벽한 의미의 홈 네트워킹이 이루어지기까지는 좀 더 많은 시간이 걸리겠지만, 소비자가 진정으로 원하는 것이 무엇인지 파악하고, 이에 대응되는 차세대 네트워크 제품을 개발해야 할 것이다.

참고문헌

1. 정보통신정책, 2001.8, "미국의 홈 네트워킹 시장구조 및 동향"
2. 문경덕, 2001.6, "홈 네트워킹 미들웨어"
3. 오승현 외, "IEEE1394 기술 및 표준화 동향"
4. 전호인, "IEEE1394 기반 기술개발 현황 및 전망"
5. HomeRF, <http://www.homerf.org>
6. HomePNA, <http://www.homepna.org>
7. IEEE1394, <http://www.ieee1394.org>
8. Bluetooth, <http://www.bluetooth.org>
9. IEEE802.11, <http://grouper.ieee.org> 