

## 홈 네트워킹 기술 및 표준화 동향

전 호 인\*, 신 용 섭\*\*

\*경원대학교 전기정보전자공학부 교수, \*\*정보통신부 전파연구소장

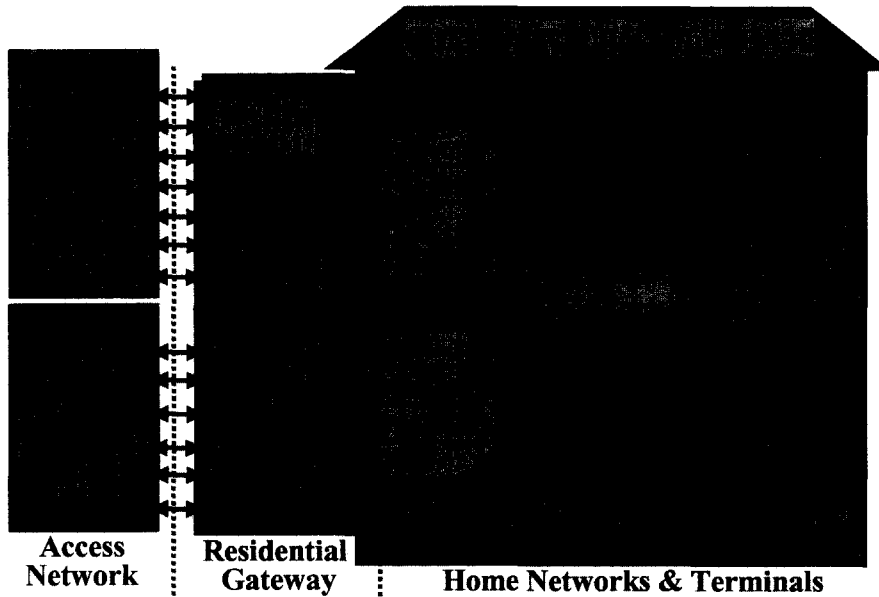
### I. 개 요

홈 네트워킹 기술은 맥내의 PC와 프린터 등과 같은 PC 관련 기기는 물론 냉장고, 세탁기, TV, STB(Set Top Box) 등 가정 내의 모든 가전 기기들을 하나의 네트워크로 연결하여, 서로의 정보를 공유하고 내부에서 이들 모두를 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 각각의 기기가 인터넷에 동시에 접속할 수 있으며, 인터넷을 통하여 외부에서도 내부 기기의 제어를 가능하게 해 주는 차세대 핵심 기술이다. 이와 같은 기능을 수행하려면, 가정 내에는 각 기기들 간에 네트워킹이 형성되어 상호 기기간의 통신은 물론 이를 통한 정보의 공유 및 오디오/비디오/제어 신호의 실시간 전송을 통한 엔터테인먼트 향유, 그리고 에너지 절약 기능과 홈 오토메이션 기능 등을 제공할 수 있는 시스템과 소프트웨어가 지원되어야 한다. 2000년부터 불어 닦친 가전 시장과 IT 산업의 침체를 일으켜 세울 가장 유력한 기술이 홈 네트워킹 기술이라는 사실에 많은 공감대를 형성하고 있는 이유가 바로 여기에 있다.

홈 네트워킹 기술의 중요한 응용 분야를 살펴보면 광대역 인터넷 서비스의 공유, 다중 전화 서비스, 멀티미디어 신호의 전송, 원격 접속, 다수가 참여할 수 있는 네트워크 게임, 컴퓨터 주변 기기는 물론, 데이터와 파일의 공유, 홈 오토메이션 등 매우 다양하다. 이와 같이 많은 응용 분야가 있음에도 불구하고 홈 네트워킹 시장이 아직 시장을 점유하지 못하고 있는 이유는 설치하기가 복잡할 뿐만 아니라 유지 보수도 어렵고 가격이

여전히 비싸며, 아직 시중에 많이 알려져 있지 않기 때문이다. 또 다른 문제는 홈 네트워킹 시장을 주도할 진정한 킬러 애플리케이션을 찾기가 그리 쉽지 않다는 것이다. 단순히 주변 기기나 데이터의 공유, 그리고 인터넷 공유를 위한 응용 정도로 홈 네트워킹 기술을 설치하도록 유도하기란 쉬운 일이 아니다. 이미 검증된 비즈니스 모델을 모두 건어내고 새로운 홈 네트워킹 기술을 적용하기에는 너무나 많은 비용이 소요되기 때문에 사용자가 쉽게 새로운 비용에 대한 부담을 담당할 가능성이 그리 크지 않은 것이다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 기기들 사이의 통일된 미들웨어의 부재로 인하여 상호 운용성이 보장되지 않기 때문이다. 이미 나름대로 홈 네트워킹의 기능을 수행하고 있는 기술들이 존재하고 있으며, 이 기술들은 각각의 다른 장점과 단점들을 가지고 최선의 방안을 찾아 진화하고 있기 때문에 하나의 홈 네트워킹 기술이 맥내에 설치되면 상호 운용성의 문제로 인하여 다른 홈 네트워킹 기술을 적용한 기기를 이 집안에 설치하려면 Router (Bridge and Router의 신생어)를 따로 구입해야 하므로 어려움이 따른다.

이러한 핵심적인 문제를 해결하고 홈 네트워킹 기술이 시장의 우위를 차지하기 위해서는 맥내 장치간 고속의 데이터를 전송할 능력이 있어야 하며, 맥내 통신 및 가전 기기의 공통된 접속 규격이 뒤따라야 한다. 그리고 맥내의 임의의 원하는 장소에서 이용 가능하여야 하며 기존 설비를 적극 활용하고, 가능한 한 신규 배선 설치를 억제해야 하며 신규 주택 건축 시 표준화된 공법을 이용하여 홈 네트워킹 기술을 시공할 필요가 있



〈그림 1〉 홈 네트워킹 기술을 채택한 주택의 구조

다. 무엇보다 중요한 것은 Plug and Play형의 간편한 설치가 이루어져서 상호 운용성이 보장되어야 하며 저 가격으로 구현하고 Human Interface를 쉽게 구현하여야 한다. 그리고 보안 및 사생활이 보장되도록 안전 장치를 제공하여야 한다. 또한 맥내에서 이종 망 토폴로지를 지원할 수 있도록 홈 네트워킹을 구성하여야 하며 멀티미디어 신호를 수용할 수 있는 차세대 맥내 통신망으로의 전환이 용이하여야 한다.

전 세계적으로 기술 개발이 활발히 이루어지고 있는 홈 네트워크 기술을 고려하여, 가정 내의 여러 기기들을 연결하며, 외부에서 인터넷을 통하여 제어도 하고 인터넷에도 동시에 다중으로 접속이 가능한 새로운 개념의 미래 주택의 구조는 〈그림 1〉과 같은 구조가 될 것으로 예측된다. 홈 네트워킹 기능을 갖춘 주택은 〈그림 1〉에 보인 바와 같이 가입자망(Access Network)과 홈 네트워킹으로 연결된 가정용 기기들, 그리고 이들을 연결시켜주는 게이트웨이(Residential Gateway)로 구성되며 홈 네트워킹 기술의 표준화 동향을 파악하려면 유선 홈 네트워킹 기술에 속하는 (1) HomePNA(Home Phone-line Net-

working Alliance) 기술, (2) PLC(Power Line Communications) 기술, (3) IEEE1394 기술에 대해 소개해야 하고, 무선 홈 네트워킹 기술로는 (4) Bluetooth (5) WLAN(IEEE802.11), (6) WPAN(IEEE802.15), (7) Wireless 1394 기술 등에 대해 소개해야 한다. 그리고 각각의 가전 기기가 홈 네트워킹 기술을 통하여 외부의 인터넷과의 연결을 가능하게 하기 위해 Residential Gateway에 대한 소개가 필요하다. 세계적으로 Residential Gateway에 대한 표준은 (8) ISO/IEC JTC1 SC25 WG1에서 정의하는 N734 표준과 (9) OSGi(Open Services Gateway initiative)에서 정의하는 Service Gateway 표준이 있다. 그리고 각각의 기기의 OS위에 기기간 제어를 위해 탑재되는 Middleware로는 (10) UPnP, (11) HAVi, (12) Jini, (13) VHN이 있고 최근에 한국의 1394 Forum에서 정의한 (14) IPHN이 있다. Microsoft의 UPnP 내에도 (15) IGD(Internet Gateway Device)에 대한 표준은 물론 (16) 홈 네트워킹을 위한 Security 기술이 정의되고 있어서 이 16개의 표준 모두에 대해 그 현황을 정리하려면

구체적인 기술적인 내용의 소개없이 그냥 일반적인 현황만 소개하려 해도 많은 지면을 필요로 하게 된다. 따라서 본 고에서는 홈 네트워킹 기술을 이루는 핵심 기술에 대해 각각의 기술별 특성과 내용을 간단히 파악하고 이 분야에 있어서의 세계적인 표준화 현황과 미래의 방향에 대해 논하였다. 또한 한국의 기업이나 연구소에서 수행중인 홈 네트워킹 관련 표준화 활동을 소개함으로써 앞으로의 개발 과제에 대한 추세를 파악할 수 있게 하였다.

## II. 가입자망

홈 네트워킹 기술을 소개하는 데에 가입자망을 언급하는 것은 본 고가 지향하는 방향과는 일치하지 않을 수도 있다. 그러나 PLC 기술이나 WLAN 기술 등과 같은 홈 네트워킹 기술을 가입자망 기술에 적용하는 예가 종종 발생하여 홈 네트워킹 기술의 응용의 한 예를 소개하기 위해 본 장에서는 가입자망 기술에 대해 간단하게 언급하겠다.

〈그림 1〉에 보인 바와 같이 가입자망은 맥내에서 외부 인터넷으로 접속을 가능하게 해 주는 부분으로 기술의 개념과 서비스의 형태에 따라 크게 유선과 무선망으로 분류될 수 있다. 유선을 이용한 가입자망은 주로 전화선을 이용한 PSTN, xDSL, 그리고 ISDN 등과 같은 기술이 활용될 수 있으며, 케이블 TV 망을 이용한 케이블 모뎀 서비스, 그리고 전화국 혹은 주거 단지와 가정 내까지 광 케이블이 매설되어 초고속 인터넷 접속이 가능한 가입자망도 서비스 중에 있다. 또한 전력선을 이용한 가입자망 기술도 개발되어 유럽의 PLC Forum에서는 전력선을 이용한 홈 네트워킹 기술보다는 가입자망에 관련된 기술 개발에 보다 많은 비중을 두고 있다. 한국에서도 전기연구원, LG 전자, 그리고 Xeline사 등에서는 산업자원부의 지원 아래 전력선을 이용한 고속의 가입자망 솔루션을 개발하였다고 발표한 바 있다.

한편 무선 기술에 의한 가입자망은 위성을 이용한 방식과 B-WLL(Broadband Wireless Local Loop) 방식이 있으며, FTTx(Fiber To The x)의 성능을 가지면서도 설치비가 약 10분의 1 정도만 소요되는 무선 레이저 통신(Wireless Laser Communication)을 이용한 가입자망 서비스도 이미 상용화되어 있다. 그러나 이와 같은 무선 가입자망은 모두 단말기가 고정된 위치에 존재할 수 밖에 없는 단점이 있는 반면, 이동통신망을 이용한 가입자망 구성은 언제 어디서든 인터넷에 접속이 가능한 매우 효율적인 망이다. 특히 IMT-2000 서비스가 시작되는 시점에는 2Mbps를 지원하는 무선 인터넷 서비스가 가능하므로 비싼 서비스 요금 문제만 해결된다면 가장 큰 시장을 확보할 것으로 보인다. 여기에 IEEE802.11 WLAN 기술을 이용한 가입자망 기술도 선을 보이고 있으며 한국 통신과 데이콤, 그리고 하나로 통신과 SK Telecom 등에서 이 기술을 이용하여 Hot Spot을 중심으로 인터넷 서비스를 제공하고 있으나, LAN 기술을 가입자망 기술로 도입함으로써 인하여 발생할 문제에 대해서는 아직 논란의 여지가 많이 남아 있다. 끝으로, 2001년 12월 5일 확정된 IEEE802.16<sup>[1]</sup> 표준은 고정형 무선 광대역 가입자망 시스템을 위한 표준 에어 인터페이스를 제공하는 기술로 10-66GHz를 사용하는 P802.16과 2-11GHz를 사용하는 P802.16a, 그리고 5-6GHz를 사용하는 P802.16b 표준이 커다란 관심을 받고 있는 무선 가입자망 기술이다.

## III. 유선 홈 네트워킹 기술

### 1. HomePNA 기술

HomePNA(Home Phone-line Networking Alliance)는 기존의 맥내에 이미 가설되어 있는 전화망을 이용함으로써 가장 저렴한 가격으로 홈 네트워킹을 구현할 수 있는 기술을 표준화하기 위해 1998년 7월 11개의 통신 관련 업체들(3Com,

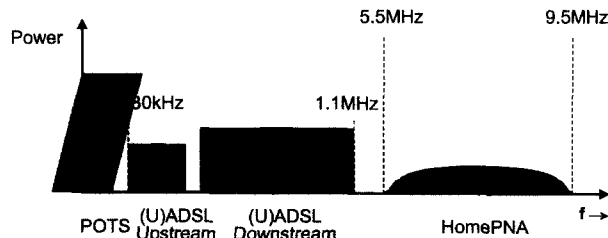
AMD, AT&T, Wireless, Compaq, Conexant, Epigram, Hewlett-Packard Co., IBM, Intel, Lucent Technologies, Tut Systems)이 참여하여 결성된 세계적인 Home Networking 표준화 기구로서 2001년 현재 정보통신 하드웨어, 소프트웨어, 가전 등 100여 개의 업체가 회원으로 참여하고 있다. HomePNA에서는 구내의 전화선로를 이용하여 정보통신 기기들을 하나의 망에 연결하여 허브, 라우터 등의 별도의 장비가 없어도 구내에 LAN을 설치하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 표준화된 규격은 1999년 6월에 확정되어 발표된 1Mbps급의 HomePNA 1.0<sup>[2,3]</sup>과 1999년 12월에 발표된 최대 32Mbps급의 HomePNA 2.0이 있다.

HomePNA의 가장 큰 장점은 기존의 맥내에 포설된 전화 선로를 그대로 사용하기 때문에 홈네트워킹 기기의 연결을 위한 새로운 선로설치의 추가 부담이 없다는 것이다. 이러한 장점의 이유는 HomePNA 기술이 <그림 2>와 같이 기존의 음성 통신을 위해 POTS(Plain Ordinary Telephone System)가 요구하는 대역은 물론 ADSL이 필요로 하는 대역과 함께 사용할 수 있는 주파수 대역을 이용하였기 때문이다. 그러나 HomePNA의 경우 다수의 Bridged Tap이 존재하기 때문에 선로에 전송되는 신호에 감쇄와 잡음을 유발하게 된다. 이에 대한 주요 요인으로서 HAM 등 Radio Frequency에 의한 간섭 문제, 전등의 밝기를 제어하는 Dimmer나 ADSL 등으로부터 발생하는 임펄스 잡음, Bridged Tap에 의한 전송 특성 열화, 인접 선로로부터의 누화(Crosstalk) 문제, HomePNA가 가지는

Self-NEXT(Near End Cross-Talk), 비차폐 선로의 전력 제한 규정, 선로전압제한(FCC Part 68), 그리고 방출 전계 제한(FCC Part 15) 등이 있다. 특히 맥내의 전화기를 사용하지 않는 경우(On Hook)는 통상 200~500pF의 임피던스로 종단된 Bridged Tap으로 모델링하지만 전화기를 사용하는 경우(Off Hook)에는 작은 임피던스로 종단된 Bridged Tap으로서 작용하여 전송손실 특성에 상당한 영향을 미친다.

HomePNA 규격은 이와 같은 맥내의 전화 배선 시스템이 가지고 있는 Bus Topology와 신호 감쇄 및 잡음 문제를 해결하기 위해 여러 가지 통신 이론을 사용하였으며, 1Mbps를 지원하는 1M8 PHY V1.1의 물리계층 장치의 규격은 물리매체 접속(Physical Medium Interface), Ethernet MAC 제어기 유닛과의 접속, 관리 접속(Management Interface)의 세 부분으로 구성되어 있다. HomePNA 1.1의 물리계층 규격은 Tut 시스템의 기술을 적용한 제1세대의 규격으로서, <그림 2>에 보인 바와 같이 5.5~9.5 MHz의 주파수 대역을 사용하여 500ft 이내의 거리에서 1Mbps의 전송속도를 제공하도록 규정하고 있으며, MAC 프로토콜로서는 IEEE802.3 CSMA/CD를 사용한다. 산업체가 이미 사용하고 있는 기술을 표준으로 정하였으므로 사실상 표준(De Facto Standard)의 대표적인 성공 사례라고 할 수 있다.

HomePNA V1.1 규격의 물리층의 프레임은 1M8 PHY Header 부분과 Ethernet 패킷 부분으로 구성되어 있으며 전송 Symbol 파형은



<그림 2> HomePNA와 POTS, 그리고 ADSL의 사용 스펙트럼

휴지구간과 중심주파수 7MHz인 구형과 pulse의 4주기 구간으로 구성되어 있다. Data Symbol은 Pulse Position Modulation(PPM) 방식을 사용하며, 입력 bit의 형태에 따라 송신 Pulse 위치가 25개 중 한 곳으로 정해지고(RTL: Run-Length Limited Code), 데이터 율에 따라서 Pulse의 시작 위치도 달라진다. 중심 주파수는 7.5MHz이고, 5.5MHz~9.5MHz 사이의 4Mhz를 점유하고 있고 RJ11 MDI Connector를 사용하여 모든 단말기들을 접속한다. 최대 25개의 노드를 지원하며, 500ft(150m)까지의 노드들을 접속할 수 있다. HomePNA 규격의 MAC은 IEEE802.3에서 정의된 CSMA/CD를 사용하므로 Collision의 발생 가능성을 배제할 수 없으며 하나의 노드가 오랫동안 회선을 사용하고 있으면 다른 노드는 회선을 사용할 수 있는 권한을 가질 수 없으므로 QoS(Quality of Service)가 보장되지 않는다는 단점이 있다.

한편 HomePNA 2.0은 Epigram사가 제안한 기술을 사실상 표준으로 채택하여 1999년 12월에 발표 하였으며, 대내의 선로를 이용하여 4~32Mbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있도록 규정한 표준이다. 4~10MHz 사이의 6MHz의 대역폭을 사용하였으며 4Mbps~32Mbps 사이의 Rate Negotiation과 Frequency Diverse QAM의 변조방식을 사용하여 선로의 각종 잡음에 대해 보완하였고 LARQ impulse noise control을 이용함으로써 PER를 줄일 수 있었다. 또한 Binary Exponential Back-off 대신 Distributed Fair Priority Queuing Back-off를 채용하고 Priority Queuing을 이용한 Bounded Latency를 적용함으로써 IEEE802.3 MAC에 Multimedia(Voice, Audio, Video) 전송 기능을 강화한 것이 HomePNA 2.0의 특징이다. 즉, QoS를 8등급으로 구분하고 최대지연을 엄격히 제한하여 IEEE802.3의 MAC을 보강함으로써 Link Layer가 Stream Mode의 Audio, Video에 적합하도록 하였다. 그리고 HomePNA 1.1과의 하방 호환성(Backward Compatibility)을 보장하여 주었으며 <그림 2>에 보인 바와 같

이 POTS, V.90, ISDN, G.lite 등과 양립할 수 있는 대역을 사용하였고 아마추어 무선 서비스와 양립하도록 해당 대역을 Notching한다.

HomePNA의 앞으로의 과제 중의 하나는 120KHz~30MHz의 대역을 사용하는 VDSL과의 주파수 공유 문제이다. 즉 VDSL이 사용하는 주파수 대역은 HomePNA 규격이 사용하는 대역을 모두 포함하므로 VDSL 단말기가 전 세계적으로 확산될 경우 두 표준 간에는 전화선 네트워크에서 사용할 주파수 영역에 대한 조율이 반드시 필요한 실정이다.

세계적으로 HomePNA Chip과 이를 이용한 NIC를 개발하여 판매하고 있는 회사 중 AMD는 HomePNA 1.0 chip을 개발하여 가장 많은 매출을 올린 회사이며 Broadcom과 Lucent 그리고 Conexant 등은 HomePNA 2.0 chip을 개발하여 판매하고 있다. 한편 Linksys와 Intel, 그리고 3Com과 D-Link System 등은 HomePNA 1.0과 2.0을 동시에 지원하는 PCI card와 USB, 그리고 Ethernet Adapters 등을 판매하고 있으며 2Wire, AT&T, Ericsson, 그리고 ShareGate 등은 HomePNA 1.0/2.0을 지원하는 Home Gateway를 개발, 판매중이다. 또한 HP는 HomePNA 1.0을 사용하여 Home Printer Server를 개발하여 판매하고 있다. 한편 한국에서는 삼성전자가 HomePNA 1.0을 지원하는 PCI card와 Home Gateway를 개발하여 판매하고 있으며 ETRI와 Samsung은 공동으로 HomePNA 2.0 Chip을 국책과제로 개발하고 있고 한국 통신과 ETRI 또한 HomePNA 2.0을 지원하는 Home Gateway를 국책 과제로 개발 중에 있다.

HomePNA 표준을 이용하여 홈 네트워킹을 구현할 경우 IEEE802.3에서 권고하는 CSMA/CD를 사용하고 있으므로 HomePNA 2.0이 트래픽의 우선권을 이용하여 QoS 기능을 보강하였지만 오디오와 비디오 신호의 전송에 대한 완벽한 지원은 불가능하므로 홈 네트워킹의 백본으로 사용하기에는 여전히 어려움이 있다. 또한 10Mbps의 전송 속도로는 4~8Mbps를 요구하

는 MPEG2-TS 데이터를 두 개 이상 전송할 수 없는 기술이므로 보다 높은 전송률을 위해 현재 HomePNA 3.0 표준이 준비 중에 있으며 이 표준은 2002년 후반기에 완성될 예정이다. HomePNA 표준이 한국의 홈 네트워킹 시스템에 적용되기 위한 또 다른 걸림돌의 하나는 한국의 대부분의 아파트가 전화선을 연결할 수 있는 잭이 모든 방에 제공되어 있지 않다는 것이다. 신축 아파트의 경우 이 문제를 법적인 규격으로 해결할 수 있지만 시장의 크기로 보아 기존 아파트가 훨씬 큰 시장을 제공하는 한국의 상황을 고려할 때 전화선을 이용하는 HomePNA 기술을 이용하여 홈 네트워킹을 구축하는 데에는 한계가 있는 셈이다.

## 2. PLC(Power Line Communication)<sup>[4]</sup>

전력선 통신(Power Line Communication: PLC)이란 가정이나 사무실에 이미 포설되어 있는 전력선을 통하여 전송하고자 하는 데이터를 100KHz~30MHz의 고주파 신호로 바꾸어 실어보내고 이를 고주파 필터를 이용, 따로 분리해 신호를 수신하는 방식을 말한다. 국내에서 사용되는 전력은 60Hz의 교류신호로서 가전 제품은 이를 전력변환기(트랜스포머)를 통해 직류로 바꿔 사용하며, 전력선 통신에서의 고주파 신호는 저 출력의 신호이므로 일반 가전기기 작동에는 어떠한 영향을 미치지 않는다.

그러나 전력선통신은 앞에서 언급한 것과 같은 강점에도 불구하고 전력 운반을 목적으로 하는 전력선을 매체로 통신하기 때문에 기존의 통신용으로 제작된 동축선이나 광섬유 등을 이용한 통신과 달리 제한된 전송전력, 높은 부하 간섭과 잡음, 시간에 따라 변하는 감쇄 특성 및 임피던스 특성 등 통신을 위해 고려해야 하는 기술적, 환경적 요소가 매우 많아 개발이 어려운 분야이다. 따라서 전력선통신은 안정적인 통신 환경의 제공을 위해서 전력선이 통신 채널로서의 특성이 어떠한지를 파악하여 이에 대응하는 기술을 접목하는 것이 필수적인 기술적 요구 사항이다.

전력선의 채널 특성을 살펴보면 고주파대역의

잡음 레벨은 저주파 대역보다 줄어들지만 감쇄가 크며, 이러한 감쇄나 임피던스 및 잡음은 시간에 따라 변하고 주파수 선택적인 특성을 보이는 Fading Channel에 속한다. 이는 전력선의 채널 특성이 연결된 기기들에 의해 영향을 받기 때문이며, 이에 따라 전송 Carrier 주파수의 선택을 어렵게 한다. 따라서, 전력선 통신 모델을 개발함에 있어 이러한 전력선의 특성을 고려하여 이를 극복할 수 있는 전송방식을 선택하여야 한다. 이와 관련된 전력선 통신 기술에는 Bandpass Filtering과 Impedance Matching의 기술을 다루는 Front End Skill이 있으며, 시간에 따라 변하는 채널의 특성을 보완해 주기 위한 Channel Coding, 그리고 신호의 반복조 방식을 선택하여 열악한 전력선 채널 특성을 극복하고, 전송 속도를 향상하기 위한 MODEM 기술, 끝으로 여러 개의 기기가 하나의 전력선 버스를 이용하여 각각의 신호를 원하는 단말기에 안정적으로 보내기 위한 MAC 기술 등이 있다. 대부분의 전력선 통신 시스템은 Ethernet에서 사용하는 IEEE802.3인 CSMA/CD방식을 이용하며 일부에서 Token Passing 방식을 이용하고 있다. 고속 전력선 통신의 경우 저속 전력선 통신보다 잡음에 보다 민감하기 때문에 각별한 노력이 요구되는 Channel Coding 기술의 경우 Reed Solomon Code (iAd)를 가장 많이 사용하며, Carrier Chirp, CRC(Intellon, Echelon), Optimized FEC (ITRAN), Zero Cross Clocked Carrier(X10, ZCCC), Carrier Chirp, Convolutional Code, Viterbi(Planet) Code 등도 많이 사용되는 Channel Coding 기술이다.

전력선 통신 시스템이 많이 이용하는 데이터 반복조 방식으로는 FSK, Chirped-SS, DS-SS, DS-CDMA, OFDM 등을 주로 이용하고 있다. FSK 방식의 경우 채널특성이 전송에 충분할 만큼 평탄하지가 못하며, 따라서 전송속도가 증가할수록 FSK 방식을 사용하기가 힘들어지는 단점이 있다. DSSS 방식의 경우 신호 지연이 커서 전력선 통신에 적합한 DS 방식을 선택하는 것이 중요하며, 주로 2Mbps 이하의 용도에 적합한 방

〈표 1〉 전력선 통신 방식의 특징 비교

구분	X-10	CEBus	LonWorks	Z256/IZ256/MZ256
통신속도	60bps	1Mbps	2Kbps~1.25Mbps	360bps/9.6Kbps/ 100k~1Mbps
제어기기수	256	64 Nodes	32258(128×254)	65536
통신방법	단방향	양방향	양방향	양방향
소비전류	30mA 이하	300mA 이상	300mA 이상	300mA 이하
가격	저가	고가	고가	저가
MAC	없음	CSMA/CDCR	LonTalk (CSMA/CA)	CDMA/CDCR

식이다. Narrow-Band OFDM의 경우 FSK와는 달리 채널왜곡에 강하므로 성능은 SNR에 따라 달라진다. 사용대역에서 감쇄량 변동 등의 특성이 있으므로 FH와 결합한 OFDM이 적합하다. 즉 전력선 환경에 강한 몇 개의 주파수를 Adaptive하게 사용하는 방식을 사용하는 것이 하나의 방법이다. Wideband OFDM의 경우는 Adaptive bit loading 적용 시 매우 효율적이며 Multi-path에 강하다. 따라서 시간에 따라 변화하는 채널특성을 파악하는 수단이 있을 때 매우 효과적인 방식이다. 그러나 Adaptive bit loading, 동기검출 및 Viterbi 복호기에서의 최적 복호 등을 위해서는 수시로 채널특성을 파악할 필요가 있으며 송수신기 구조가 복잡한 단점이 있다.

전력선 통신은 데이터 전송속도에 따라 저속, 중속, 고속으로 구분되며, 각각 사용 주파수 대역과 응용분야가 다르다. 사용 주파수 대역을 보면 저속, 중속은 10KHz~450KHz, 고속은 0.5MHz~30MHz 대역을 사용한다. 저속 전력선 통신 기술은 주로 제어용으로 이용되고 있으며 수십 bps-10Kbps의 속도를 가진다. 주로 조명 제어(Dimming), 방범 및 방재, 홈 오토메이션, 수유가 전력제어 등에 적용되고 있다. 주요업체로서 국외에는 X10, ITRAN, Echelon 등이 있고, 국내에는 젤라인, PLCOM, PLANET 등에서 PLC용 칩을 개발하였으며, Control Device 사는 전력선 통신용 모듈 및 시스템을 개발하여 판매 중에 있다. 중속 전력선 통신 기술은 데이터

통신용으로 이용되고 있으며, 10Kbps~1Mbps의 속도를 가지고 무인자동검침, 정보가전, 인터넷 통신 등이 그 응용분야로 활용되고 있다. 주요업체로는 국외에 Adaptive Network, Data-Linc Group, Echelon, Intellon, ITRAN, Alcatel 등이 있으며, 국내에는 (주)PLANET이 있다. 최근 들어 세인들의 많은 관심을 끌고있는 고속 전력선 통신 기술은 데이터 통신용으로 이용되며 1Mbps~10Mbps의 빠른 속도를 실현하므로 홈 네트워킹은 물론 가입자 액세스 망(초고속 인터넷통신) 등으로의 적용을 목표로 개발하고 있다. 주요업체로서 국외에 Adaptive Network, Data-Linc Group, Echelon, Intellon, ITRAN, Alcatel, 그리고 국내에는 젤라인이 있다. 전력선 통신 방식으로 많이 이용되고 있는 X10, EIA(Electronics Industries Association)에서 권고하는 CEBus, 그리고 LONWORKS와 Z256, IZ256, MZ256의 특징을 〈표 1〉에 비교하여 보여 주었다.

### 3. IEEE1394 기술

IEEE1394 기술은 오디오 비디오 기기의 디지털화가 이루어지고 멀티미디어 환경이 부상함에 따라 이들간의 공통된 새로운 인터페이스 방식의 필요에 의해 발생한 직렬 버스 방식을 이용한 디지털 인터페이스 기술로, 고속의 실시간 데이터 전송을 가능하게 해 주는 차세대 핵심 기술이다. 현재의 USB(Universal Serial Bus) V1.0 기술은 12Mbps 밖에 지원하지 못하며, 480Mbps

를 지원하는 USB Version 2.0과 함께 반드시 Host Controller가 네트워크 내에 있어야 통신이 가능하므로 분산 컴퓨팅 환경인 홈 네트워킹의 솔루션으로는 대상 기술이 아니다. 반면, IEEE1394 기술은 현존하는 직렬 디지털 인터페이스 기술 중 가장 높은 대역폭을 제공해 주며 Host Controller가 필요없는 Peer-to-Peer 동작 모드를 지원해주므로 오디오/비디오 신호를 실시간으로 분산환경에서 전송하는 홈 네트워킹에는 최적의 솔루션인 셈이다.

IEEE1394 기술은 IEEE1212 표준이 권고하는 CSR(Control Status Register) 구조를 가지고 있으며, 6bit를 사용하여 하나의 버스에 연결되어 있는 노드를 구분하므로, 버스 당 63개까지의 노드 연결이 가능하다. 또한 SCSI Interface와는 달리 터미네이터가 필요하지 않으므로 구성이 용이하고, 연결 즉시 자동으로 어드레스를 할당하는 Bus Reset 기능과 Self-ID 및 Node-ID 기능을 가지고 있어서 Plug-and-Play 및 Hot Plug 기능을 제공해 준다. Video, SCSI, Floppy, MODEM, Serial Communication Port, Sound Card, Scanner, Camcorder, Printer 등 수 많은 PC Peripheral들이 모두 다른 구조의 다른 규격으로 하나의 PC에서 지원하여야 하므로 케이블과 소프트웨어, 커넥터 등이 많이 필요한 단점이 있으나, IEEE1394는 Daisy Chain 구조 및 Tree 구조를 이용함으로써 이러한 복잡한 커넥터 연결 부분을 해소해 줄 수 있다. 또한 연결 기기 간의 실시간 전송이 안 되거나 성능의 차등화 부여 기능이 없어서 시스템 구조를 변화시키기 어려운 응용 분야의 단점을 해소할 수 있다. 여기에 Isochronous 전송 방식의 채택으로 멀티미디어 데이터와 같은 실시간 전송을 필요로 하는 응용 분야에 대역과 전송을 보장해 줄 뿐만 아니라 Asynchronous 전송 방법도 보유하여, 데이터의 성격에 맞게 전송 모드를 선택할 수 있다. Asynchronous 전송은 데이터의 전송이 보장되는 것으로 주로 Command의 전송에 사용된다.

IEEE1394 기술에 관련된 자체 기술에는 IEEE

1394-1995<sup>[5]</sup>와 IEEE1394-2000, 그리고 P1394 b<sup>[6]</sup>와 P1394.1<sup>[7]</sup>, P1212r<sup>[8]</sup> 등 여러 가지가 있다. PC 관련 제품으로는 IEEE1394 인터페이스를 이용한 디지털 하드디스크 규격을 위한 SBP 2 표준과 IEEE1394 하드웨어 상에 IP 패킷을 전송하기 위한 표준인 IP over 1394 기술이 있고, 가전 제품을 위한 규격으로는 IEC61883과 VHN(Versatile Home Network), 그리고 HAVi(Home Audio Video Interoperability)가 있다.

IEEE1394-2000은 IEEE1394-1995 규격이 가지고 있는 몇 가지 단점들을 보완하여 기존의 IEEE1394 규격을 모두 지원하면서 성능을 향상시킨 것이 특징이다. IEEE1394-2000은 노드간의 전송거리가 4.5m로 제한되어 있으며, 16개 이상의 홉을 가질 수 없을 뿐만 아니라 400 Mbps의 데이터 전송 속도 이상은 지원하지 않으므로 화상회의를 위한 목적으로는 사용에 한계가 있다. 따라서 기가비트급의 전송이 가능한 광케이블과 커넥터를 사용하여 최대 3.2 Gbps의 전송률을 지원하면서 100m 이상의 hop간 거리를 가능하게 하고 IEEE1394-1995와 1394-2000을 완벽히 지원하도록 제정된 표준이 P1394b이다. P1394b가 1394-2000과 다른 점은 네트워크의 토폴로지가 루프의 형태를 가질 수도 있다는 것이다. 이것은 P1394b의 초기화 시간 동안에 루프들을 자동적으로 인식하여 이를 없애는 알고리즘이 포함되어 있기 때문이다. 또한 UTP Cat5 (Unshielded Twisted Pair, Category 5) 선의 1, 2번과 7, 8번 선을 이용하여 100 Mbps의 1394 데이터를 100m 거리 만큼 전송할 수 있게 하였다.

P1394.1 표준은 2001년 1월 Hawaii에서 열린 1394TA 표준화회의에서 최종적으로 확정된 기술로, 각각의 버스가 63개 이상의 Node를 연결할 필요가 있을 때 1394 Cluster들이 다른 Cluster들과 통신을 할 수 있도록 Bus Bridge를 제공해 주는 사양이다. 또한 하나의 버스에서 발생하는 Bus Reset은 전체 시스템의 성능을 열화시키는 문제가 있으므로 각각의 버스에서 나



타나는 Bus Reset을 자체의 Cluster에 국한시키고 싶을 때에도 중요한 역할을 하는 표준이다. P1394.1 기술을 이용하면 IEEE1394-2000 표준이 가지고 있는 거리 제한의 문제도 해소할 수 있으므로 홈 네트워크 백본으로 사용될 Wireless 1394 기술을 구현하는 데에도 반드시 적용되어야 할 기술 표준이다. Wireless 1394 기술 표준에 대해서는 다음의 무선 홈 네트워킹 기술에서 설명하겠다.

#### IV. 무선 홈 네트워킹 기술

가정의 가전 기기들을 무선으로 연결할 수 있는 무선 홈 네트워킹 기술의 가장 큰 강점은 기존의 벽내에 새로운 선을 설치할 필요가 없으므로 벽에 구멍을 뚫어야 할 공정이 생략되어 설치비가 줄어들고 각각의 정보가전 기기가 이동성을 보장 받는다는 것이다. 그러나 무선을 이용하므로 여러 가지 제약 조건이 따르게 된다. 즉 통신 채널의 특성이 시간에 따라 변하는 Fading Channel이므로 Error Correcting Code를 이용해야 하며 따라서 사용할 수 있는 대역폭이 Code Rate 만큼 줄어 든다는 것이다. 이것은 곧 보내고자 하는 데이터의 전송 속도에 영향을 주는 중요한 요인이 된다. 또한 공중에 전파가 방사되므로 Privacy에 대한 대책을 수립해야 하며 따라서 어떤 Security 정책을 사용하느냐에 따라 무선 네트워크의 성능이 판단된다고 해도 과언이 아니다. 거기다가 Data Security를 위한 알고리즘이 구현되면 홈 네트워킹을 위한 Plug-and-Play 기능이 지원되기가 어렵기 때문에 그 유용성에도 불구하고 사용하기가 쉽지 않은 부분이 있다. 또한 아직 Physical Layer를 지원하는 칩의 가격이 매우 높으며, 이들 칩 간의 상호 운용성을 위한 표준 규격이 지원되어야 한다는 것이 무엇보다 중요하다.

본 장에서는 이와 같은 무선 홈 네트워킹을 구현할 수 있는 기술 중에서 무선 랜으로 가장 커

다란 시장을 먼저 확보하고 있는 IEEE802.11 표준과 현재 진행중인 Task Group의 활동 내용에 대해 설명하였다. IEEE802.11 기술은 유럽의 HiperLAN 기술과 매우 유사하게 개발되고 있으므로 유럽의 HiperLAN 기술에 대해 함께 언급하였다. 그리고 케이블을 대체하기 위해 개발된 Bluetooth 표준과 이의 칩셋 동향에 대해 알아보고 앞으로의 과제에 대해 설명하였다. 끝으로 IEEE802.11 기술을 이용하여 IEEE1394 기기들을 연결하는 Wireless 1394 기술의 현황과 발전 방향에 대해 설명하였다.

##### 1. IEEE802.11 무선 랜 및 HiperLAN

1999년에 확정된 무선LAN 표준<sup>1)</sup>은 케이블 배선이 필요 없고, 이동하면서 기반 LAN에 접속하는 통신 형태로, 신속하게 LAN을 구성할 수 있으며, 망 구조 변경이 용이하다는 장점으로 재해 현장, 전시회, 원서접수 현장, 유통 창고 등에서 활발하게 이용되고 있다. 무선 LAN시스템은 액세스 포인트(AP: Access Point)와 단말의 PCMCIA카드형의 RF NIC카드로 구성된다. 액세스 포인트는 유선과 무선의 브리지 역할을 하는 기능으로 최근에는 라우터, 이동관리 및 망 관리 기능 등이 내장되어 있다. 단말의 PCMCIA카드형의 RF NIC카드는 노트북 등 휴대용 컴퓨터에 있는 PCMCIA 슬롯에 넣어 사용된다. 핵심 기술은 단말 칩 셋 개발 기술과 고성능 프로세서 하드웨어 설계 기술, 실시간 OS 및 고속의 드라이버 처리 기술 등으로 구성된다.

핵심 칩 셋은 2.4GHz 또는 5.7GHz대의 RF Front End MMIC칩, MODEM칩, MAC Processor칩 등이며, 이를 고속으로 운영하기 위한 Firmware와 소프트웨어 등이 필요하다. IEEE 802.11의 MAC 계층 프로토콜은 Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)를 근간으로 동작하며 주어진 형태의 QoS를 지원하기 위해 Point Coordination Function을 중심으로 하는 Polling 방식도 함께 사용하고 있다. Access Point(AP)를 이용하여 데이터를 전송하는 Infrastructure 구조와

단말들 간에 직접 데이터를 전송하는 Ad-Hoc 구조를 모두 지원하도록 표준이 정의되어 있다. 또한, Automatic Repeat Request(ARQ), Power Saving Mode 등이 고려되어 정의되어 있고, Wired Equivalent Privacy(WEP)를 지원하는 보안 기능도 포함되어 있다.

무선 LAN에서 사용중인 변복조 방식으로는, 2.4GHz 주파수대역에서 2Mbps급으로 운용하는 통상 IEEE802.11규격이라 불리는 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 방식과 FH-SS(Frequency Hopping Spread Spectrum) 방식, 그리고 적외선 통신에 대한 방식이 있으나 기본적인 개념을 정의하는 부분이고, 같은 주파수대에서 11Mbps급으로 운용하는 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 방식을 이용한 IEEE802.11b 규격이 현재는 가장 폭넓게 사용되는 방식이다. IEEE802.11b는 Bluetooth와 마찬가지로 2.4GHz대를 사용하므로 Bluetooth 시장이 커지게 되면 신호의 간섭이 커져서 오동작을 일으킬 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 보다 깨끗한 주파수 환경을 위해 5GHz 주파수대역에서 최대 54Mbps급으로 동작하는 IEEE802.11a규격이 곧 다가올 무선 랜 시장을 주도할 것으로 보인다. IEEE802.11a 표준은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 이용한다.

IEEE802.11d 표준은 채널화 과정, 호핑 패턴, 현재의 MIB 속성에 대한 새로운 값의 정의, 그리고 무선 랜을 다른 지역 혹은 다른 나라에 까지 확장하여 동작시키는 데에 필요한 요구 사항 등 물리 계층에서의 요구사항 등을 정의하고 있다.

향후 무선 LAN의 발전 방향은 마이크로파 대역에서 광대역의 주파수 여유를 갖고 있는 5GHz 대역에서 6~54Mbps급의 고속 통신 기능을 50\$ 이하로 제공하면서, 고속 데이터 통신은 물론이고 무선 VoIP와 같은 음성 기능을 동시에 처리하는 멀티미디어 기능과 무선 채널의 취약성을 보완한 Security 및 통신의 QoS(Quality of Service) 보장 여부 등을 제공하는 표준을 필요

로 하고 있다. 이와 같은 멀지 않은 미래의 소요 기술을 위해 IEEE 표준위원회는 IEEE802.11 산하에 몇 가지 Task Group(TG)을 더 구성하여 현재 표준화활동을 진행중이며 그 중에서 가장 적극적인 활동을 하고 있는 TG는 IEEE 802.11e이다.

IEEE802.11e가 처음 구성될 때에는 무선 랜을 위한 QoS 뿐만 아니라 Privacy를 위한 Security 문제를 함께 지원하는 것이 그 목적이었다. 그러나 이 위원회가 출범한 이후 두 가지 모드를 하나의 Task Group에서 수행하기에는 너무나 많은 문제를 해결해야 하므로 2001년 5월에 Security와 인증 관련 문제는 IEEE802.11i에서 수행하기로 하고 IEEE802.11e에서는 IEEE 802.11 MAC(Media Access Control)을 향상시켜 QoS와 CoS(Class of Service)를 제공하는 것으로 활동의 방향을 축소시켰다. 현재 IEEE 802.11에서 정의된 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function)의 기능을 보강한 EDCF(Enhanced DCF) 및 EPCF(Enhanced PCF) 등에 관한 기능들이 추가 및 개선되고 있으며, HCF Polling에 의한 Channel Access Rule 기능과 Burst Ack 기능, FEC(Forward Error Correction) 정책, 그리고 두 개 이상의 무선 단말기들이 AP를 거치지 않고 직접 통신할 수 있는 방안 등이 구체적으로 논의되고 있다. IEEE802.11e 표준이 보여 주는 가장 큰 변화는 Frame Format에 QoS Control 필드가 포함되었다는 것이다. 또한 프레임 제어 필드에 FEC(Forward Error Correction) 필드를 추가하였다. TG에서 새롭게 정의한 Frame Format을 <그림 3>에 나타내었다. <그림 3>에 보이듯이 QoS를 제공하기 위해서는 전송하는 제어 필드에 원하는 형태의 QoS 제어값을 코딩하여 전송해야 한다. 구체적인 내용은 참고 자료<sup>[10]</sup>를 참고하기 바란다. 가장 최근 버전은 Draft 3.0이다.

한편 IEEE802.11f에서는 IEEE802.11 무선 랜을 지원하는 Distribution System을 지나 다른 제조업체가 생산한 AP 사이의 상호 운용성을

갖게 해 주는 IAPP(Inter-Access Point Protocol)을 지원해주는 방안에 대한 표준안을 정의하고 있다.

IEEE802.11g는 2.4 GHz를 사용하는 기존의 IEEE802.11과 IEEE802.11b 네트워크를 5GHz를 사용하는 IEEE802.11a 표준과 합쳐서 OFDM(Orthogonal Frequency Division Modulation) 기술을 채택함으로써 54Mbps에 달하는 고속의 전송 속도를 제공하는 기술의 표준화가 그 목적이다. 이와 같은 일을 위하여 IEEE802.11g의 무선 부분은 IEEE802.11b 표준이 지원하는 모든 동작 모드를 지원해야 한다. 또한 모든 IEEE802.11g와 호환되는 장비는 IEEE802.11b 표준에 정의되어 있는 Short Preamble 옵션을 사용할 수 있어야 하고 IEEE 802.11b에 정의된 같은 주파수 채널화 과정을 사용하여 IEEE802.11a에 정의되어 있는 모든 모드를 구현하여야 한다. 이와 같은 Mandatory Mode 외에도 CCK-OFDM과 PBCC-22 및 PBCC-33이 2.4GHz 밴드에서 옵션으로 동작해야 한다.

IEEE802.11h에서는 802.11 MAC과 5GHz에서 동작하는 IEEE802.11a 고속 물리층을 항상시켜 가정 내 혹은 외부에서도 간섭없이 사용할 수 있는 방안에 대해 표준화를 진행하고 있다. 그 방법으로 현재 진행중인 기술은 DFS(Dynamic Frequency Selection) 기술과 TPC(Transmission Power Control) 기술을 채택하는 것이다. 이 두 개의 기술은 모두 MAC 계층에서 구현되므로 Software적인 방법으로 구현하는 방안이 발표되고 있다.

1999년에 표준화된 IEEE 802.11a가 정의하는 OFDM칩은 ETRI를 포함하여 Wi-LAN, Philips, NTT, Lucent, Atheros, Intersil, Telecis 등에서 개발 중에 있으며 2002년 중반에는 상용 칩이 등장할 것으로 전망된다. Cisco, Nortel, 삼성전기 등의 네트워크 장비 회사는 유무선 통합 구조의 LAN 시스템을 개발하여 판매하고 있다.

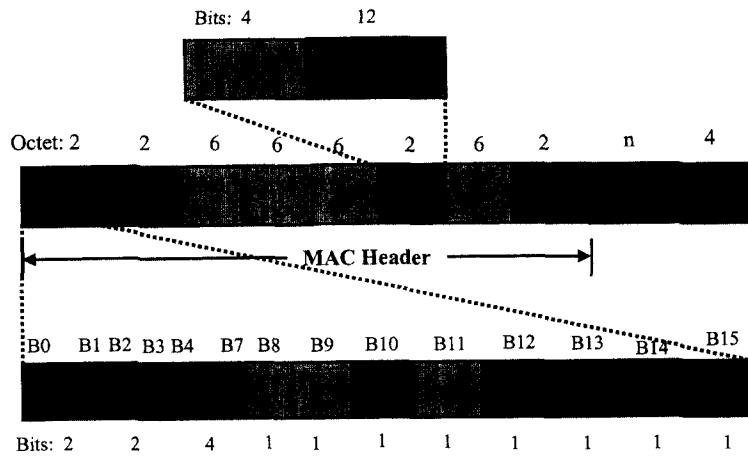
한편 유럽은 ETSI BRAN에서 5GHz와 17

GHz 주파수 대역을 사용하는 HiperLAN 규격을 개발하였으며, 이 중에 HiperLAN2는 5.7 GHz의 중심 주파수를 사용하여 200m 내의 범위에서 IMT2000, ATM/IP망과 연동이 가능한 무선 LAN 시스템에 대한 표준을 완성하였다. 무선 전송 방식은 OFDM 방식을 채택하여 IEEE802.11a가 채택한 방식과 같으며, MAC 방식은 중앙 집중방식의 동적 예약을 하는 TDMA/TDD를 사용함으로써 전체 대역을 관장하기 때문에 ATM 및 IP 네트워크에서 요구하는 QoS를 보장하는 방식이다. 이러한 관점에서 보면 HiperLAN 2 방식은 IEEE802.11 방식에 비해 여러 가지 면에서 우수한 면을 보유하고 있는 것이 사실이지만 IEEE802.11 기술은 HiperLAN 2 기술이 가지고 있는 우수성을 받아들이면서 보다 나은 표준을 준비하고 있는 상황이어서 그 결과의 귀추가 주목되는 상황이다.

## 2. Bluetooth와 IEEE802.15(WPAN: Wireless Personal Area Network)

홈 네트워크를 구현하는 무선 통신 기술 중 가장 각광을 받고 있는 기술은 Ericsson과 Nokia 등 유럽의 대형 이동통신 회사들을 포함하여 전세계 1,790여 개의 회사들이 심혈을 기울여 표준을 주도하고 있는 Bluetooth이다. 한국에는 현재 삼성, LG 정밀, 그리고 SK Telecom 등 50여 개 업체가 이 그룹에 참여하고 있다.

Bluetooth는 10세기경 덴마크와 노르웨이를 통일한 덴마크 왕의 이름에서 유래한 것으로, 2.4GHz의 비인가 ISM(Unlicensed Industrial Science Medical) 주파수 대역을 사용해서, 10m 이내의 개인 거리 내에서 다양한 기기간에 통신을 할 수 있도록 하는 저전력(RF 전력: 1mW 100mW), 저가(\$5 정도 예정)의 무선 통신 시스템이다. 원래는 복잡한 유선 케이블을 무선으로 대체할 목적으로 시작되었지만, 늘어나는 개인 휴대용 디지털 기기들, 개인 이동 통신 기기들, 컴퓨터들, 가전 기기들 간의 멀티미디어 데이터 송수신을 무선으로 할 수 있도록 하는 기술로 진화하고 있다. 초기에는 Ericsson, Nokia,



〈그림 3〉 TGe에서 새롭게 정의한 Frame Format

IBM, Intel, Toshiba 등의 5개사가 Promoter 사로 주축이 되어 Bluetooth SIG(Special Interest Group)를 결성하였고, 이후, Microsoft, 3Com, Lucent Technologies, Motorola의 4개사가 Promoter사로 추가되었으며, Bluetooth 사양의 제정, 보완 및 상호 접속성 인증을 주도해 오고 있다. 1999년 6월에는 처음으로 Bluetooth Specification version 1.0이 나왔고, 1999년 12월에는 업그레이드된 Bluetooth Specification version 1.0B가 제정되었으며, 2000년 11월에는 기존의 사양 내용을 보다 명확히 한 Bluetooth Specification version 1.1이 나왔다. Bluetooth에 대한 관심의 증대로 현재는 전세계 2,000여 개의 통신, 반도체, 컴퓨터 등 관련 회사들이 Bluetooth SIG의 회원사로 참여하고 있다. Bluetooth를 이용하면 무선으로 개인 기기들간의 통신망을 구성할 수 있다는 개념에서 기존의 WAN이나 LAN에 대응하는 WPAN(Wireless Personal Area Network)의 표준화 제정 작업이 IEEE 802.15 Working Group에서 활발히 진행되고 있다 Bluetooth는 2.4GHz의 주파수 대역에서 1MHz 대역폭의 채널 79개를 1초에 1600번 빠르게 바꾸어가며 송수신하는 주파수 도약(Frequency Hopping) 방법을 사용한다. 디지털 데이터를 송신하기 위해서는 아날로그 신호로 변조해 주어야 하는데,

이를 위한 신호 변조 방법으로는 GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)를 사용하고, 슬롯화된 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 데이터를 송수신한다. 한 슬롯의 시간은 625 msec이다. Bluetooth의 최대 전송율은 약 1 Mbps이지만 최대 유효 데이터 전송율은 ACL(Asynchronous Connectionless) 모드일 경우 723.2 Kbps이다. Master기기와 Slave기기로 구성되는 작은 네트워크인 Piconet에서 하나의 Piconet은 1개의 Master와 7개까지의 활성(active) Slave를 지원할 수 있으며, 전력 절약 모드인 Park 모드를 이용하면 255개까지의 slave를 제어할 수 있다. 따라서, 두 기기간의 간단한 1:1 통신 및 여러 기기간의 1:N 통신을 지원할 수 있다. Bluetooth는 통상 휴대용 기기에 탑재될 예정이므로 배터리의 전력 소비를 최소화시키는 것이 중요한데, 이를 위해 Park, Sniff, Hold 등의 저전력 동작 모드를 정의하고 있다. 그리고, 여러 개의 Piconet이 있을 경우 Piconet간의 데이터 송수신을 위해서 Scatternet을 구성할 수 있으나 Version 1.1에서는 Scatternet 기능에 대해서는 지원하지 않고 있다.

Piconet에서 master와 slave간에 데이터 송수신을 위해 연결할 수 있는 커넥션(connection)의 종류에는 파일 전송 등 데이터 송수신을 위한 ACL(Asynchronous Connection-Less)

커넥션과 음성 전송 등을 위한 SCO(Synchronous Connection-Oriented) 커넥션이 있다. ACL 커넥션인 경우에 master는 짝수 슬롯에서 특정 Slave에 데이터를 전송하면서 Polling하고, Polling을 받은 Slave만이 다음 홀수 슬롯에서 Master로 데이터를 전송할 수 있다. 한 번에 보낼 수 있는 데이터 패킷은 보낼 데이터의 양에 따라 1, 3, 혹은 5슬롯을 점유할 수 있다. ACL 커넥션을 이용한 최대 유효 데이터 전송율은 한 방향이 723.2kbps, 다른 방향이 57.6kbps가 된다. 양방향 모두 같은 전송율일 경우 최대 유효 데이터 전송율은 433.9Kbps이다. SCO 커넥션인 경우에는 일정한 간격의 슬롯이 SCO 커넥션을 위해 할당되고, 그 슬롯들에서는 ACL 커넥션을 위한 패킷 전송이 금지된다. 즉, Master는 해당 Slave에 일정한 슬롯 간격 마다 짝수 슬롯에서 데이터를 보내고, 해당 Slave도 Master에 일정한 슬롯 간격 마다 홀수 슬롯에서 데이터를 보낸다. SCO 커넥션은 주로 음성 통신을 위해 사용되고 64Kbps의 고정된 전송율을 갖는다. 한 개의 Bluetooth기기는 최대 3개까지의 SCO 커넥션을 지원할 수 있다.

앞에서도 이미 설명하였듯이 1999년에 규격이 완료된 Bluetooth 기술이 아직 시장을 주도하지 못하고 있는 이유는 칩의 가격이 BiCMOS 기술을 채택하고 있어서 전력의 소모가 클 뿐만 아니라 아직 10달러 대를 상회하고 있기 때문이다. 이러한 Bluetooth 시장의 어려움은 현재 미국의 Silicon Valley에서 개발중인 CMOS 기술을 이용한 5달러 대의 칩이 개발되면 해소될 것으로 보인다. TI, Ericsson, Broadcom, eWave System, Silicon Wave 등과 같은 회사에서 칩이 생산되고 있으며 한국의 삼성전자와 GCT사 등에서도 개발한 바 있다. Bluetooth칩이 휴대폰에 장착되면 Headset Profile이 가장 큰 시장을 점유할 것으로 보이며 Dial-Up-Networking Profile이 대형 화면의 무선 인터넷 서비스를 가능하게 해 줄 전망이다. Bluetooth 시장의 중심에는 휴대폰이 있으므로 휴대폰에의 장착의 시기에 따라 Bluetooth의 시장이 열릴 시기가 결정

될 것으로 보인다.

IEEE802.15의 경우 IEEE802.15.1 Task Group은 기존의 Bluetooth 기술에 대한 성능 향상이 목적이다. 현재 10Mbps급의 데이터 전송을 위한 규격이 준비 중에 있다. IEEE802.15.2는 2.4Ghz대의 주파수를 사용하는 다른 무선 통신 기술과의 공존에 대한 표준을 준비중이며 IEEE802.3는 54Mbps급 이상의 고속 데이터 전송 방식을 준비중이 있다. 이 표준의 가장 큰 응용 분야는 Post PC의 한 종류인 Wearable Computer일 것이다. 끝으로 IEEE802.15.4는 가장 저렴한 가격으로 칩을 구현하여 Infrared를 사용하는 현재의 리모콘을 대체할 수 있는 방안에 대한 표준을 준비중에 있다.

### 3. Wireless 1394

Wireless 1394는 앞서서도 이미 언급하였듯이 IEEE1394 기술에 의해 연결되는 가전 기기들이 4.5m 이내의 기기간 접속으로 제한되어 있으므로 이 기기들이 연결되어있는 각각의 Cluster들을 4.5m 이상의 거리에 있는 다른 IEEE1394 기기의 Cluster들과 연결시켜주기 위해 IEEE802.11 무선 랜 기술을 중간의 Air Interface로 사용하여 맥내 전체에 산재해 있는 모든 기기들을 하나의 네트워크로 연결함으로써 제어 신호 뿐만 아니라 오디오 및 비디오 신호를 모든 방에 전송할 수 있게 해 주는 기술이다. 이와 같은 일을 위해서는 먼저 IEEE1394 신호를 IEEE802.11 신호로 바꾸어주고 무선으로 전송한 다음 다시 이를 IEEE1394 신호로 변환해주는 PAL(Protocol Adaptation Layer)이 먼저 개발되어야 한다. 그러나 PAL을 개발하려면 IEEE1394 기기가 신호를 전송할 때 지켜져야 할 Split Transaction Time-Out 문제와 Portal 사이의 Clock Synchronization 문제 등 많은 문제들이 해결되어야 한다. IEEE1394.1 표준은 이러한 문제들을 정의하여 IEEE1394 Cluster에 연결되어 있는 기기들이 기본적인 가정을 해치지 않는 범위에서 오디오 및 비디오 신호를 하나의 버스에서 다른 버스로 전송해 줄 수

있는 기술을 정의하는 표준이다.

무선 1394는 크게 일본과 유럽이 다르게 표준이 제안되어 있다. 일본은 MMAC(Multimedia Mobile Access Communication)을 지지하며 1999년 9월 14일 제안하여 1394.1을 사용하는 것으로 1999년 10월 8일 확정되었다. 한편 유럽은 BRAN(Broadband Radio Access Networks)을 제안하였으며 IEEE1394 외에 ATM과 IP 등을 지원하는 것을 기반으로 1999년 9월 1일 제안하여 1999년 10월 6일 확정되었다.

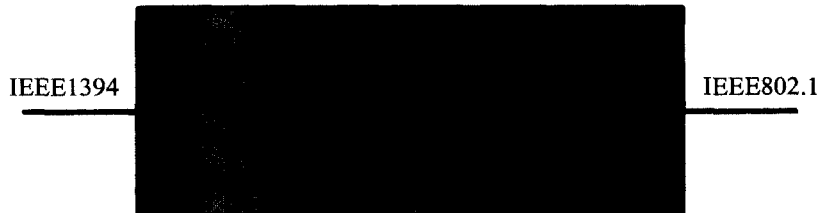
MMAC에서 사용하는 주파수는 5GHz와 60GHz 두 개이며 5GHz를 사용할 경우 데이터 전송률은 표준의 IEEE1394보다 낮은 30Mbps가 한계이지만 DV와 DTV에는 충분하다. OFDM 변조 기법을 사용하며 벽을 넘어서 데이터를 전송할 수 있고, 1394.1의 브리지 기능을 통해 클러스터링된다. 하나의 채널 당 20MHz 이하의 대역폭을 할당하며, 에러 정정 부호로는 RS(Reed Solomon) Code나 Turbo Code를 사용하는 것으로 예정되어 있다. 출력 전력은 200mW를 사용한다. 한편, 60GHz를 사용할 경우에는 100Mbps보다 높은 데이터 전송율을 지원하여 IEEE1394 표준을 따른다.

BRAN에서도 사용하는 주파수와 변조방식은 MMAC과 같으며 1394.1을 이용하여 브리지 기능을 통해 클러스터링된다. 다만 1단계에서는 Leaf Bridge를 사용하여 적어도 한 개의 포털이 Leaf Bus에 연결되며 2단계 브리지가 없을 때에는 BusID 할당이 자동으로 이루어지고 라우팅 테이블이 없이 단순하게 라우팅이 이루어진다. 2단계에서는 서브넷 브리지를 사용하며 최대

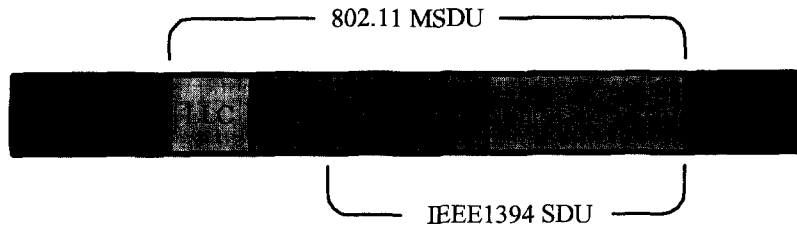
16개의 서브넷과 연결된다. SubnetID에 의해 라우팅 테이블이 결정되며 16개의 서브넷만을 지원한다.

미국의 Wireless 1394 기술은 유럽과 달리 54Mbps를 지원하는 IEEE802.11a 기술을 이용하여 버스 브릿지를 구현한 방안을 지난 2001년 1월에 열린 1394TA의 Hawaii 회의에서 결정하였다. 이에 따라 IEEE1394 노드들이 요구하는 Isochronous 전송을 지원하기 위해 IEEE 802.11e TG이 준비중인 QoS가 오디오 비디오 신호를 위한 QoS를 지원할 수 있는 방안을 연구하고 있다. 미국의 Wireless 1394 기술에 대한 PAL에 관한 일은 "Protocol Adaptation Layer (PAL) for IEEE1394 over IEEE802.11 Draft 1.x"<sup>[11]</sup>에 정의되고 있다. 이 표준안은 Project Leader인 미국의 Peter Johansson과 인텔의 Steve Bard가 Chair로 있는 1394TA의 WWG에서 Draft에 대한 대부분의 추진 과정과 물론 새로운 개념들이 발표되고 있다. Protocol Adaptation Layer(PAL) for IEEE1394 over IEEE 802.11 Draft 1.x는 IEEE1394.1 표준이 정의하는 브릿지 기능을 수용하는 방향으로 표준을 정하고 있으며 이 표준을 위한 내용은 결정되었다. 가장 대표적인 것이 IEEE1394 Subaction을 IEEE802.11을 통하여 전송할 때 어떤 방식을 사용하느냐 하는 것이었다. 이를 위해 먼저 제안된 것은 어떤 모델을 이용하여 1394 Packet을 전송하느냐 하는 것이었는데 그 중의 하나가 <그림 4>에 나타난 브릿지 모델이다.

<그림 4>을 중심으로 하여 IEEE802.11 상에서 IEEE1394 Packet을 Encapsulation하는



<그림 4> Wireless 1394의 PAL을 구현하기 위한 브릿지 모델



〈그림 5〉 IEEE1394 Subaction의 Encapsulated Subaction

최선의 방법이 무엇인지를 찾기 위해 Starw Poll이 행해졌는데 결론은 IEEE1394 Packet을 IEEE802.11의 Native MAC Primitives를 이용하여 브릿지를 구현하는 것이었다. 이 브릿지 모델을 근간으로 하여 Wireless 1394 Subaction은 송신 노드와 수신 노드 사이에 효율적인 다중화와 역 다중화를 가능하게 하는 방법으로 Encapsulation하는 것으로 결정되었다. 이 결정에 의한 IEEE1394 Subaction의 Encapsulated Subaction은 〈그림 5〉와 같다.

〈그림 5〉에 대한 자세한 설명은 참고자료<sup>[11]</sup>을 참고하기 바란다. 본 장에서 설명하는 이론은 아직 많은 시간을 두고 1394TA WWG에서 확정시켜 나가고 있는 상황이므로 개선의 여지가 많이 남아 있는 상황이다.

## V. Residential Gateways

Residential Gateway(RG)는 홈 네트워킹을 구현할 수 있는 요소 기술 중에서 가장 중요한 부분을 차지하고 있다고 할 수 있다. 그 이유는 HAN(Home Area Network)과 WAN(Wide Area Network)을 연결시켜 주어 가정 내의 모든 기기들이 외부의 ISP에 연결될 수 있는 통로 역할을 하기 때문이다. 따라서 Gateway는 기본적으로 Router 기능을 수행할 수 있어야 하며, 각각의 다른 홈 네트워크 기술 사이의 프로토콜 변환 기능을 수행할 수 있어야 한다. 무엇보다 중요한 것은 HAN과 WAN 사이의 Traffic을 분리함으로써 해커로부터의 침입을

막아야 함은 물론 가정 내의 비밀스러운 내용들이 외부에 노출되지 않도록 보안 기능이 제공되어야 한다. 또한 홈 서버와의 연동을 통하여 홈 오토메이션 기능을 제공할 수 있어야 함은 물론 에너지 관리 기능도 수행할 수 있어야 한다.

이러한 Gateway 기능을 수행하기 위해서는 저전력의 제품으로 24시간 내내 그 기능을 수행해야 하므로 불안정한 Windows 98과 같은 안정적이지 못한 OS를 사용하는 PC는 게이트웨이로서의 기능을 담당할 수 없다. 또한 PC는 200 Watt의 높은 전력을 소모하므로 게이트웨이가 수행해야 하는 많은 기능을 소프트웨어적으로 처리할 수 있는 강력한 CPU를 보유함에도 불구하고 PC가 게이트웨이의 기능을 수행할 것으로는 기대되지 않는다.

Residential Gateway에 대한 표준을 정의하고 있는 단체는 ISO/IEC 산하에 있는 JTC1의 SC25 WG1(Working Group 1)과 OSGi(Open Services Gateway initiative), 그리고 UPnP Forum이 있다. 본 절에서는 ISO IEC/JTC1 SC25 WG1에서 정의하고 있는 Residential Gateway 표준에 대해 설명하고 OSGi에서 정의하고 있는 Services Gateway의 개념 및 표준화 현황에 대해 소개하겠다.

### 5. ISO IEC/JTC1 SC25 WG1

ISO IEC/JTC1 SC25 WG1에서는 RG를 “가정의 기기들을 제어하고 데이터 네트워킹 시스템을 구현하는 요소”로 정의하고 있다. 즉 RG는 집안에 있는 기기와 외부에 있는 어떤 시스템, 혹은 ISP, 통신사업자, 그리고 사용자 사이의 통신을 가능하게 해 주는 기기”로 이해하고 있는

것이다. 따라서 RG는 ISP로 하여금 원격 의료 서비스나 가전 기기의 원격 제어, 기기 보호를 위한 유지 보수 기능, 원격 점검 및 안전 모니터링 등과 같은 원격 서비스를 제공할 수 있게 해야 한다. 또한 원격 에너지 관리 기능과 오락 서비스, 그리고 중요한 정보 등을 제공할 수 있어야 한다.

ISO IEC/JTC1 SC25 WG1에서 정의하는 RG 표준은 RG가 가져야 할 기능과 함께, RG와 WAN, 그리고 RG와 HAN 사이의 인터페이스만 정의할 뿐 내부에서 구현되는 방법에 대해서는 정의하지 않았으므로 "Black Box 접근법"이라 불리운다. 이 표준은 모든 RG가 따라야 할 호환성에 대한 내용과 RG가 가져야 할 필수적인 요구 사항들을 정의하고 있으며 안전에 관한 요구 사항과 데이터 정보의 보호 기능에 관한 요구 사항을 정의하고 있다. Annex(A)에서는 본 표준에서 정의하는 RG의 구조에 대해 설명하였으며 Annex(B)에서는 WAN에 연결되는 가전 기기와 RG의 안전 문제에 대한 정보를 제공하고 있고, Annex(C)에서는 전송되는 정보의 보호 요구 조건에 대해 논의하고 있다.

ISO IEC/JTC1 SC25 WG1이 정의하는 RG의 기능에 대한 요구 조건은 우선 WAN과 HAN 사이의 인터페이스인데 한 개 이상의 WAN과 한 개 이상의 HAN을 동시에 인터페이스해 줄 수 있어야 한다. 이 인터페이스는 ISO 7498-1984(Information processing systems-Open Systems Interconnection-Basic Reference Model)에 정의되어 있는 내용과 호환성이 있어야 한다. 또한 두 개 이상의 RG가 하나의 가정에 존재할 경우 이 두 개의 RG는 서로 상호 호환성을 유지하여야 한다.

이 표준에서 정의하는 RG는 외부의 기기가 내부의 기기에 인터페이스될 때 HAN 기기가 IP를 지원하면 IP 주소 할당, IP 주소의 물리계층 주소로의 변환, 그리고 라우터 기능 등을 수행해야 한다. 한편 HAN 기기가 IP 어드레스를 지원하지 않는 경우 이 RG는 HAN에 연결되어 있는 기기들의 로컬 어드레스를 파악하여 이를 유

지할 수 있도록 해야 하며 이 로컬 어드레스 사이의 변환 기능도 지원하여야 한다. 한편, 이 표준을 따르는 RG가 한 개 이상의 HAN에 연결되어 있거나 다른 HAN에 연결되어 있는 기기와 통신을 해야 할 경우 이들 사이의 로컬 어드레스를 파악해야 하고 이들 사이의 주소 변환 기능을 수행하여야 한다. 그리고 이 RG는 WAN과 HAN, 그리고 HAN과 HAN 사이에서 데이터를 전송할 때 대역폭, 전송 비트율, 데이터 포맷, 압축 기법, 주소 체계, 지연 시간, 그리고 비트 에러율 등과 같은 성능 평가 데이터도 전송할 수 있어야 한다.

이 표준은 홈 네트워킹에 필수적인 안전성의 요구조건에 대해서도 정의하고 있으며 그 근간은 ISO/IEC TR 14762인 Guidelines for Functional Safety and IEC 61508-Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems를 기반으로 하고 있다. 원격에서 가정 내부의 기기를 제어하는 것은 내부 네트워크상에서 기기를 제어하는 것보다 더 심각한 문제를 야기시킬 수 있으므로 이러한 위험 요소를 감소시킬 수 있는 방안이 필요하다. Home Network의 안전을 위해 RG가 가져야 할 첫 번째 기능은 외부로부터 들어오는 명령어를 그 종류에 따라 차단할 수 있어야 한다는 것이다. 그리고 이렇게 차단된 명령어는 왜 차단되었는지를 처음에 제어 명령을 내린 기기에 보고해 주어야 한다.

홈 네트워킹 상에서 송수신되는 데이터 정보의 보호 문제는 전자 금융 결제 등과 같은 상거래에서는 매우 중요한 역할을 차지한다. 이와 같은 경우 크게 두 가지로 정보 보호 방안이 필요한데 그 하나는 두 개의 기기가 서로 정보 보호 기능을 가지고 있을 경우 SSL/TLS나 IPSec과 같은 정보 보호 방법을 이용하여야 한다. 만약 두 개의 기기가 이와 같은 정보 보호 기능을 보유하고 있지 않은 경우 RG가 NAT(Network Address Translation) 기능을 사용하여 정보를 보호하여야 한다.

ISO IEC/JTC1 SC25 WG1이 정의하는 RG



의 표준은 N912였으나 지난 2001년 6월 London 회의에서 그 구성이 재정리되어 현재는 N973<sup>12)</sup>문서가 가장 최근 문서이다. 지난 런던 회의에 참석한 국가는 한국과 미국, 일본, 그리고 독일과 벨기에 등이었으며 현재 Convener는 미국에서 담당하고 있다.

## 2. OSGi

OSGi(Open Services Gateway initiative)가 추구하는 Residential Gateway에 대한 표준은 ISO/IEC JTC1 SC25 WG1이 추구하는 방향과 다소 차이가 있다. 후자가 HAN과 WAN은 물론 HAN과 HAN 사이의 인터페이스를 지원하기 위한 RG 자체의 기능에 대한 내용을 정의했다면 OSGi는 외부에 있는 ISP가 원격지에서 가정 내에 있는 사용자가 원하는 서비스를 이 RG를 통하여 제공할 수 있는 방안에 대해 정의하고 있다. 따라서 OSGi는 자신이 가지고 있는 서비스 API(Application Program Interface)가 RG를 통해 각 가정에 다운로드될 때 이 API가 실행되어 가정이 서비스를 제공받을 수 있는 RG의 Framework에 대한 정의가 중요한 표준이다.

1999년 3월에 설립된 OSGi는 설립 당시 15개의 회사가 참가하였으나 지금은 72개사로 늘어났으며 2000년 5월 OSGi R1.0을 발표하였다. OSGi는 WAN을 통하여 홈 네트워킹 기기에 다양한 서비스를 제공해 줄 수 있는 사양을 개발하는 일이 그 목적이다. 따라서 OSGi 사양은 서비스 제공자와 시스템 개발 업체, 그리고 소프트웨어와 기기 제조업체는 물론 장비 제조업체들에게 개방형의 공통성이 있는 게이트웨이의 구조를 제공함으로써 다양한 서비스를 협동적인 방향으로 개발하고 시장에 출시하여 빠른 시일에 사용자를 확보할 수 있는 강점이 있다.

OSGi 사양의 중심에는 많은 통신 수단을 근간으로 하여 서비스를 제공할 수 있는 플랫폼으로서의 서비스 게이트웨이가 있다. 서비스 게이트웨이는 음성과 데이터, 그리고 인터넷과 멀티미디어 통신을 통합 관리하여 가정과 사무실, 혹은

다른 곳으로 전송해주고 서비스해 주는 기능을 수행한다. 에너지 관리나 제어, 그리고 안전과 정보 보호 서비스, 원격 의료 서비스와 기기 제어 및 유지 보수는 물론 전자 상거래 등의 응용으로도 사용될 수 있다. 이와 같은 기능을 수행하는 서비스 게이트웨이로는 STB(Set Top Box), Cable Modem, 라우터, RG, 경보 시스템, 원격 에너지 검침 및 관리 시스템, 그리고 PC와 가전 제품 등이 이에 속한다.

OSGi의 장점으로는 사용하는 하드웨어 플랫폼과 OS에 독립적으로 동작하므로 특정한 시장에 맞추어 서비스 게이트웨이를 재가공할 수 있으며, 공통의 응용 API를 구현하므로 응용 분야에 독립적인 장점이 있다. 그리고 OSGi는 디지털 사인에서부터 객체 접근 제어 등 다양한 시스템 보호 기법을 사용하므로 외부의 해커로부터 안전을 보장받을 수 있으며 하나의 플랫폼에 여러 종류의 서비스 제공자가 서비스를 제공하므로 받을 수 있는 서비스가 다양하다는 특징이 있다. 또한 Bluetooth와 HAVi, 그리고 HomePNA, HomeRF, IEEE1394, LonWorks, USB, VESA, 무선 통신 시스템 등 여러 가지 홈 네트워킹 기술을 지원하며 UPnP와 Jini를 지원하므로 다양한 기기와의 접속 및 제어가 가능하다. 끝으로 OSGi는 다른 홈 네트워킹 및 WAN 표준과 공존할 수 있는 방안으로 진화하고 있으므로 다른 표준과의 융화가 쉬운 장점이 있다.

OSGi의 마켓으로는 Residential Gateway 시장이 가장 큰 것으로 판단되며 인터넷 공유와 같은 통신 서비스와 에너지 관리 서비스, 정보 보호 서비스, 원격 진료 서비스 등이 OSGi의 커다란 시장으로 판단된다.

세계적으로 OSGi 표준과 호환이 되는 서비스 게이트웨이를 개발한 업체는 Sun Microsystems와 Prosys, 그리고 Gatespace와 IBM 등이 이에 속한다. 한편 한국의 OSGi의 활동은 삼성 전자 소프트웨어센터가 오랫동안 참여하고 있으며 4D HomeNet도 자사의 게이트웨이가 OSGi 표준과 호환이 되도록 이 분야에서 표준화 활동을 수행하고 있다.

## VI. Home Networking Middlewares

홈 네트워킹 기술이 가져다 줄 많은 장점에도 불구하고 시장에 빨리 진입하지 못하고 있는 이유는 설치가 복잡하며, 유지·보수가 어렵고 홈 네트워킹의 장비가 아직 고가이며, 일반적인 사람들에게 잘 알려지지 않았다는 데에 있다. 즉, 각 가정의 사용자는 네트워킹의 기본적인 지식을 소유하고 있지 않은 것으로 가정해야 하므로 모든 홈 네트워킹 기기는 Plug-and-Play 기능을 제공해야 하며 각 가정의 보안 및 사생활에 대한 비밀이 보장되어야 하는 등 많은 요구 조건을 필요로 한다. 그러나 무엇보다 가장 큰 문제는 다양한 매질을 이용한 홈 네트워킹 장비와 기기가 개발되어 있어서 같은 매질을 이용한 홈 네트워킹 기기는 물론 다른 매질을 사용하는 기기와는 서로 통신이 불가능하다는 것이다. 즉 디지털 기기 간의 상호 운용성을 보장하는 것이 가장 큰 문제이며, 이 문제를 해소하기 위해서는 미들웨어 솔루션의 세계적인 통합화가 가장 큰 일이다.

하나의 가정 내에 여러 개의 기기가 존재하고, 각각의 기기가 같거나 다른 홈 네트워킹 미디어에 의해 연결되어 있을 때, 각각의 기기 간의 인터페이스 사이에 완충 역할을 해 줄 중간층이 없는 이들 기기 간의 제어나 데이터의 전송은 불가능하다. 이러한 완충 역할을 해 주는 것이 홈 네트워킹 기기 간 제어를 위한 미들웨어 기술이다. 미들웨어 기술을 이용하면 분산형 연산 환경과 서비스를 지원할 수 있으며, 데이터 네트워크와 제어 네트워크를 쉽게 통합할 수 있고, 여러 가지의 다양한 홈 네트워킹 기술을 이용한 기기 간의 데이터를 통합하기가 쉬우며, SNMP (Simple Network Management Protocol), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), ARP (Address Resolution Protocol), IP over 1394, 그리고 Graphic User Interface (GUI) 등과 같은 높은 층의 응용을 구현하기가 쉽다. 홈 네트워킹을 위한 미들웨어 기술의 대표적인 기술로 Sony와 필립스 등이 제정한 HAVi

(Home Audio Video interoperability), Sun Microsystems가 지원하는 Jini, 삼성이 제안하고 VESA Home Network와 CEA (Consumer Electronics Association)가 채택한 VHN (Versatile Home Network), 그리고 Microsoft가 지원하는 UPnP (Universal Plug and Play)가 있다. 본 특집의 다른 원고에서 홈 네트워킹을 위한 미들웨어 기술에 대해 자세히 설명되어 있으므로 구체적인 기술적인 내용은 배제하고 본 장에서는 이러한 미들웨어 기술의 표준화 동향과 미래의 추세, 그리고 가능성에 대해 설명하였다.

### 1. HAVi

HAVi는 IEEE1394 기술을 채택한 오디오 비디오 기기 간의 실시간 데이터 전송은 물론 상호 호환성을 위해 Sony가 처음 제안한 홈 네트워킹용 Middleware 솔루션이다. 처음에는 Grundig, Hitachi, MEI, Philips, Sharp, Sony, Thomson, Toshiba 등을 포함하는 8개 회원사로 출발하였으나, 지금은 42개의 회원사를 두고 이 표준에 의해 오디오/비디오 제품을 개발하고 있다.

HAVi는 IEEE1394 기술을 적용한 디지털 네트워크에 사용되는 기술로 플러그 앤드 플레이를 지원하며 AVC (Audio Visual Control) 커맨드를 사용하지만 미래에 나타날 기기도 자연스럽게 지원해 주기 위해 DCM (Device Control Module)의 개념을 도입하였다. 즉 각각의 기기는 DCM이라는 모듈로 자신을 표현하고 RMI (Remote Method Invocation)를 이용하여 이 모듈을 전송함으로써 현재의 제어 코맨드가 제공하지 못하는 명령어를 이해하는 구조를 채택하였다. 또한 어느 기기든 다른 제조사가 만든 어떤 기기든지 모두 통신할 수 있도록 설계되었으며, 자바 바인딩을 통한 개방형 소프트웨어 API (Application Programming Interface)를 지원하고, 제어 신호 및 콘텐츠 등을 전송할 수 있다.

현재 전 세계적으로 Sony와 Philips는 물론 Vivid Logic사와 한국의 삼성전자, LG전자 등

이 구현한 HAVi는 채택하기에 고가인 단점이 있어, 미래에 등장할 기기에 대해서도 지원이 가능한 매우 좋은 구조임에도 불구하고 가전 제품에의 채택에 어려움을 겪고 있다. HAVi를 처음으로 창안한 곳은 Sony America이지만 일본에 소재하는 Sony 본사는 HAVi를 채택하여 자사의 가전제품을 구현하지는 않는 것으로 결정하였으며, HAVi를 채택하여 Digital TV를 구현한 곳은 Mitsubishi 뿐이라는 것은 시사하는 바가 적지 않다.

## 2. Jini

Jini는 Sun Microsystems사가 창안하여 새로운 제어 모델을 개발하고 이를 홈 네트워크의 대표적인 미들웨어 솔루션으로 활성화하려는 움직임으로 시작되었다. Jini의 기본적인 철학은 단순하며, 신뢰성을 확보할 수 있고, 보다 나은 제어 구조로 발전하는 데에 확장성을 부여하도록 하지는 것이며, Administration을 담당할 기기가 없어도 동작하도록 하는 데에 초점을 두었다. 이와 같은 철학을 가능하게 하는 것은 자바를 기반으로 하는 분산 네트워크 접속 기술을 이용하였기 때문이다.

Jini의 특징은 네트워크 상에서 Plug and Play 기능을 제공하며, 소프트웨어나 하드웨어, 연산 능력, 스토리지, 사용자 등 모든 요소를 서비스로 처리하는 "서비스 기반" 구조를 활용하고 있다. 또한 JVM(JAVA Virtual Machine)을 사용하므로 하드웨어에 독립적이며, 네트워크의 구성이 단순하고 확장성을 제공해 준다. Jini 서비스는 홈 네트워크에 관련된 모든 요소를 지칭하는 분류이며, Jini Infrastructure는 기기가 네트워크에 접속되었을 때 운영하기 위한 부분이고, Jini Programming Model은 네트워크가 운영될 때 분산 환경에서 신뢰성을 유지하기 위한 부분이며, Java 2 Platform은 Jini가 동작하는 하드웨어나 미들웨어, 그리고 통신 환경을 정의한다.

홈 네트워킹의 미들웨어 관점에서 본 Jini의 강점은 Plug and Play 기능에 의한 간단한 시

스템 구성과, 실행 코드의 이동성에 의한 가변성, 그리고 기존의 IP를 기반으로 하는 네트워크에 대한 자연스러운 확장성 및 Java 연관 제품 및 시스템과의 호환성 확보 등이다. 단점으로는 Jini 시스템에 JVM을 도입함으로써 수행속도가 느리고 많은 양의 메모리를 차지하므로 시스템의 단가가 높아진다. 또한 Lookup Server에 의존도가 높아 홈 네트워크 시스템에 종종 발생하는 기기의 착탈 시 Lookup Server가 이탈할 경우 전체 네트워크가 동작을 하지 않을 위험성도 있다.

Jini가 안고 있는 고민 중의 하나는 Jini를 창안한 Sun Microsystems사가 Microsoft의 UPnP 처럼 강력하게 Jini를 지원할 수 없는 상황에 있다는 것이다. Sun Microsystems의 주력 시장은 현재 Server 부문인데 Alpha 칩을 개발한 DEC사가 이 칩의 권한을 Compaq사에 매도하였으며, Compaq사는 이 칩을 개발한 후 서버 시장에 진입하려 하였으나 어려움을 겪자 이 칩의 생산권을 Intel에 인도하였다. 이에 따라 Intel과 Compaq이 손을 잡고 Server 시장에 도전장을 낸 격이 되었으며, Sun Microsystems사는 역사상 가장 커다란 경쟁자를 만난 셈이 된 것이다. 따라서 Server 시장의 수성에 대부분의 자원을 사용하여야 하므로 Jini를 프로모션하는 데에는 당연히 한계를 느낄 수 밖에 없고, 이로 인하여 Jini의 시장은 활성화하는 데에 다소 어려움을 겪을 것으로 보인다.

## 3. VHN(Versatile Home Networking)

VHN은 삼성전자가 자사가 개발하는 디지털 TV 및 Set Top Box에 IEEE139 기술을 적용하면서 이 들간의 상호 제어용 소프트웨어로 개발한 IP를 근간으로 하는 홈 네트워크 용 미들웨어 솔루션이다. 삼성의 VHN은 1996년에 이미 시작된 미들웨어지만 VESA Home Network Committee가 1999년 8월에 홈 네트워크의 미들웨어 솔루션의 대부분을 포함하는 VESA Home Network Spec 1.0이 발표되면서 구체화되었다. VHN은 여러 개의 이 기종 네트워크의 인터

넷인 셈이다. 따라서 홈 인터넷에 접속되어 있는 모든 기기들 사이의 통신을 가능하게 하기 위해서는 어떤 공통된 인터넷워킹 프로토콜이 필요하다. 이 프로토콜들에는 Network Layer 프로토콜은 물론 네트워크 프로토콜을 사용한 통신용 프로토콜과 기기들을 네트워크 자율적으로 배치하는 데에 필요한 다른 프로토콜 등이 이에 속한다.

VHN은 아직 동작 모델이 검증되지 않았으며, 이 기술의 사용자층의 확보에 어려움을 겪고 있어서 UPnP 기기를 지원할 수 있는 새로운 표준을 준비중이다. 현재 VHN Version 2를 준비하고 있는 회사는 Metro Link사와 Philips, 그리고 필자가 이 작업에 참여하고 있고, Thomson Multimedia사와 Lexmark사, 그리고 Telcordia 등이 표준 제정을 지원하고 있지만, UPnP 기기와 100% 호환되는 표준을 준비하고 있으므로 Version Control 문제가 가장 우려되고 있는 상황이다.

#### 4. UPnP

UPnP는 마이크로소프트사가 제안한 미들웨어 솔루션으로 기존의 IP 네트워크와 HTTP 프로토콜을 사용하여 간단한 방법으로 홈 네트워킹 기기의 제어를 구현하지는 것이다. 따라서 대부분의 요구조건을 최소화하였다. 그 대표적인 내용이 HAVi 처럼 Java Bytecode를 불러와 실행하는 일이 없으며 DHCP와 SSDP(Simple Service Discovery Protocol), GENA(General Event Notification Architecture), 그리고 SOAP(Simple Object Access Protocol) 등을 이용한다.

UPnP의 가장 큰 강점은 이미 검증된 웹 기술을 기반으로 홈 네트워킹 기기 간의 제어 모델을 구현하였다는 것이다. 따라서 간단하게 제어 모델을 구현할 수 있으며, 하드웨어와 소프트웨어, 그리고 운영체제에 무관하게 동작이 가능하고, UPnP 포럼에 의해 기기와 서비스 타입이 잘 맞추어져 있다. 그리고 HTML을 이용하여 간단하게 사용자 인터페이스를 제공하고 있다.

#### 5. 홈 네트워킹 미들웨어 기술의 미래

홈 네트워크의 완성은 미들웨어에 있다고 해도 과언이 아니다. 가정 내의 기기간 제어 및 상호 운용성을 제공해 주기 때문이다. 따라서 미들웨어는 홈 네트워크의 가장 핵심 기기이면서 세계적인 핫 이슈로 ISO/IEC JTC1/SC25/WG1과 OSGi(Open Services Gateway initiative) 등에서 표준화를 서두르고 있는 Gateway 기술 분야에서도 필수적으로 고려하고 있는 중요한 기술이다. 이렇게 중요한 미들웨어 시장의 선점을 위하여 마이크로소프트사는 자사의 Windows XP에 UPnP를 탑재하였으며, 대대적인 마케팅을 추진하고 있다. 이는 마이크로소프트사의 닷넷 전략과 맞물려 커다란 의미가 있지만, 가장 많은 회원사를 등에 업고 가장 먼저 상용화하여 시중에 유포되는 최초의 미들웨어가 UPnP라는 점에서 더 큰 의미를 가진다고 할 수 있다.

## VII. 결 론

홈 네트워킹 기술의 앞에는 무궁무진한 시장이 예상된다. 기존의 모든 가전 제품이 정보화가 되고 모든 가전 기기들이 하나의 네트워크로 연결이 되면 인터넷 공유는 물론, 인터넷을 통한 Home Automation과 원격 점검 등 우리가 상상해 오던 대부분의 모든 일들이 현실로 나타날 것이며, 이를 만족시키기 위한 시장의 규모는 짐작하기 어렵지 않다. 그러나 이와 같은 일을 가능하게 해 주는 홈 네트워킹 기술은 매우 다양한 형태로 각각의 장점을 최대한으로 활용하면서 미래의 시장을 겨냥하고 있으므로 하나의 기술로 통합되기를 기대하기는 어려운 일이다.

Bluetooth, WirelessLAN, HomeRF 등과 무선의 강점은 새로 선을 설치할 필요가 없어서 그 편리성으로 인하여 커다란 관심을 받고 있지만, 무선 통신으로 인한 대역폭의 제한을 피할 수 없다. 따라서 제공될 수 있는 서비스가 제한되어 광대역의 오디오/비디오 신호는 전송할 수 없다.

반면, 유선 통신을 이용한 홈 네트워크의 강점은 높은 대역폭으로 인하여 많은 서비스가 가능하지만 실제로 모든 가정에 확산되기에는 막대한 설치비가 필요하므로, 이를 가능하게 해 주는 서비스와 콘텐츠가 확보되어야 한다. Wireless 1394 기술은 54 Mbps를 지원하는 IEEE802.11a 혹은 11g 기술을 이용하여 미래의 멀티미디어 데이터를 지원할 것으로 예상되므로 4.5m라는 전송 길이의 한계에 부친 IEEE1394 기술의 보완 역할을 해줄 것으로 보여 이에 대한 연구 개발이 활성화될 필요가 있다.

그 동안 홈 네트워크용 미들웨어 기술에 대한 많은 논란이 있었고, 한국의 대기업을 포함한 많은 가전사 및 홈 네트워크 관련 회사들이 이에 따라 뚜렷한 방향을 정하지 못하고 불필요한 인력과 재원을 소모하고 있었던 것이 사실이다. 그러나 이제 이러한 불확실성은 어느 정도 그 가닥을 잡아가고 있는 상황이며, 따라서 한국의 기업과 정부가 취해야 할 방향도 뚜렷해 보인다. 대부분의 홈 네트워크 기기는 UPnP를 지원해야 하겠지만, 현재 UPnP가 지원하지 못하는 새로운 모델을 찾아 이의 해결 방안을 제시할 수 있는 한국의 표준안을 함께 준비하는 것이다. 그리고 이 표준 위에서 가장 좋은 성능을 나타내는 Killer Application을 발굴하여, 홈 네트워크 장비의 설치를 각 가정의 개인에게 맡길 것이 아니라, 재정에 여유가 있는 Service Provider가 일괄적으로 설치하고 이로부터 충분한 수익을 낼 수 있는 사업 형태가 개발되어야 하며, 이를 위한 기술 개발에 정부는 많은 연구비를 투입하여야 할 것으로 보인다.

#### 참 고 문 헌

- (1) <http://WirelessMAN.org>
- (2) <http://www.homepna.org>.
- (3) Home Phone-line Networking Alliance 1M8 PHY Spec. (V1.1).
- (4) <http://www.homeplug.org>
- (5) IEEE Std. 1394-1995, Standard for a High Performance Serial Bus
- (6) IEEE1394 Project P1394b, Draft Standard for a High Performance Serial Bus (Supplement)
- (7) IEEE1394 Project P1394.1, Draft Standard for a High Performance Serial Bus Bridges
- (8) ISO/IEC 13213:1994, Control and Status Register(CSR) Architecture for Microcomputer Buses
- (9) ISO/IEC 8802-11:1999, Information Technology-Telecommunications and Information Exchange Between Systems-Local and Metropolitan Area Networks-Specific Requirements-Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.
- (10) IEEE Standard 802.11e/D2.1: Draft Supplement to STANDARD FOR Telecommunications and Information Exchange Between Systems-LAN/MAN Specific Requirements-Part 11: Wireless Medium Access Control(MAC) and physical layer (PHY) specifications: Medium Access Control(MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS)
- (11) 1394TA Document, Protocol Adaptation Layer (PAL) for IEEE1394 over IEEE802.11, Draft 1.x, Being Prepared under 1394TA WWG, April xx, 2002.
- (12) ISO/IEC JTC 1/SC 25 WG1 N 973, ISO/IEC FCD 15045-1 Information Technology: A Residential Gateway model for Home Electronic System (HES)

## 저자 소개



**田 皓 仁**

1977. 3~1981. 2 연세대학교 전자공학과 공학사, 1981. 3~1984. 2 연세대학교 대학원 전자공학과 공학석사, 1984. 9~1990. 12 University of Southern California 공학석사, 1987. 9~1990.

12 The University of Alabama in Huntsville 공학박사, 1985년~1987년 : 미국 남가주대학 신호 및 영상처리연구소 연구원, 1988년~1991년 : 미국 알라바마주립대학 응용광학연구소 연구원, 1992년~현재 : 경원대학교 전기정보전자공학부 부교수, 1999년~2000년 : 정보통신진흥협회 산하 IEEE1394 분과위원회 위원장, 2000년~현재 : 1394 Forum 의장, 2001년~현재 : 3D TV 추진협의회 의장, 2001년~현재 : 산업자원부 컴퓨터 분야 산업기술로드맵 전문위원회 위원장, 2002년~현재 : 초고속 무선랜 포럼 표준분과 위원회 위원장, 2002년~현재 : ISO/IEC JTC1 SC25 전문위원회 위원장, <주관심 분야 : Home Networking, Wireless LAN, Wireless 1394, Mobile IP, NGN(Next Generation Network)>



**申 容 燮**

1981 연세대학교 전자공학과 졸업, 2000. 2 연세대학교 전자공학과 졸업, 2001. 8 서울대학교 최고산업전략과정 수료, 2001~현재 연세대학교 전파공학과 박사과정 재학, 1981 : 체신부 강릉전

파감리국 기술과장, 1984 : Bell연구소 파견근무, 1986 : 체신부 통신정책국 정보통신과, 1996 : 정보통신부 정보통신정책실 기술기준과장, 1997 : 정보통신부 이사관(3급) 승진, 2000~현재 : 정보통신부 전파연구소 소장.