

### 전력선 통신 해외기술 개발 동향에 관한 연구

권호석, 손현일, 이재조, 이원태, 김관호  
한국전기연구원

## Oversea's development trends on Power line communications technologies

Ho-Seok Kwon, Hyun-Il Son, Jae-Jo Lee, Won-Tae Lee, Kwan-Ho Kim  
Korea Electrotechnology Research Institute

**Abstract** - 본 논문에서는 최근 부각되고 있는 고속 전력선 통신 해외 기술개발 동향을 조사 분석하였다. 전력선 통신 모뎀 칩셋 개발은 국내업체를 비롯하여 미국, 유럽, 일본을 중심으로 활발히 진행되어 현재 표준화와 함께 상품화가 활발히 진행중이다. 미국의 HomePlug, 유럽의 PLC forum 그리고 일본의 Echonet을 중심으로 표준화가 진행되고 있으며 각 단체의 리딩컴퍼니를 중심으로 칩셋의 상품화가 완료단계에 있다.

본 논문에서는 현재 해외의 표준화단체와 전력선통신 모뎀 칩셋 개발업체의 활동과 기술개발동향을 조사 분석하였다. 또한 CEBIT 2002에 출품된 제품을 중심으로 품화 정도를 분석하고 시장동향과 앞으로의 기술개발 동향을 예측하였다.

### 1. 서 론

정보화 사회가 빠른 속도로 형성되면서 컴퓨터의 성능과 이들 각 컴퓨터의 응용범위를 극대화 시키는 전력선 홈 네트워크 시장은 최초의 진정한 소비자 생존 능력을 시험 받을 수 있는 준비를 갖추고 있다. 과거 90년의 기간을 거쳐 급세기로 접어들면서 시장은 전선을 통한 고속 통신 표준의 결여로 인해 사달려 왔다. 이러한 상황은 HomePlug의 출현과 더불어 변화했다. 근래에 들어서는 고속 인터넷망에 대한 수요가 급증하고 있는데 본 기술이 개발 된다면 저압 배전망을 초고속 인터넷 백본망과 연동시켜 자연스럽게 전국적인 광역인터넷망을 구축할 수 있는 것이다. 이를 고속으로 운용할 수 있다면 전국적인 통신망 포설이 필요한 다른 방법에 비해 시간, 비용면에서 모두 우위를 점할 수 있게 되어 고속 인터넷 시장에 일대 변혁을 가져오게 될 것이다. 이러한 전력선 기술은 연구단계를 지나 이제 상용화 되어가고 있다는 것을 소개하기 위하여 본 논문에서는 해외의 기술개발 동향을 중심으로 서술하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 HomePlug Powerline Alliance(1)

2000년 4월에 미국에서는 가정을 중심으로 하는 전력선 통신을 이용한 제품 개발 및 서비스 개발을 위해서 Homeplug Alliance 포럼을 결성하고 시장확대 및 창출을 위해서 발빠르게 활동하고 있으며 현재 회원사는 55개의 크고 작은 회사들이 참여하고 있다. 현재 홈 플러그는 인텔론사와 시스코가 중심이 되어 활동 중이다.

홈 플러그 단체는 기술 분야 워킹그룹(Technical WG), 규격 분야 워킹그룹(Specification WG), 그리고 현장 시험 분야 워킹그룹(Field Test WG)으로 나누어져 있다. 2002년 5월 현재 국내의 기인텔레콤(현재 젤라인)을 비롯하여 전 세계 86여개 이상의 업체가 참여하고 있다. 홈 플러그에서 추진하고 있는 전력선 통신 기술의 내용을 요약하면 다음과 같다.

홈 플러그 1.0 규격의 물리 계층에서는 OFDM 기술에 초점을 맞추고 있는데, OFDM은 이용가능한 스펙트럼을 다수의 협대역 캐리어들로 나누어 사용하며, 각 캐

리어들은 ROBO, BPSK, QPSK, QAM 등의 변조 기술들을 수용하는 기술이다. 이는 전력선과 같은 열악한 환경에서 동기화 기능을 제공하며, 채널 이퀄라이저나 클럭 이퀄라이저가 불필요하다는 특징을 갖고 있다. 아울러 채널간의 간섭도 적은 편이다.

홈 플러그 단체는 홈 네트워크를 위한 전력선 통신 기술 표준화를 목표로 하며, 지금까지 개발된 기술 규격에는 다음 내용이 포함되어 있다.

- Frequency Allocation (4MHz - 20MHz)
- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
- Data Rate: up to 10Mbps

그 밖에 이슈로 다루고 있는 내용에는 홈 네트워크와 액세스 네트워크가 공중하게 되는 경우에 있어서의 전력선 통신 기술 개발 분야와 현장 시험 분야이다.

#### 2.2 PLC Forum(2)

최근 PLC기술이 가능해지자 여러 곳에서 새로운 PLC 포럼들이 만들어지고 세미나, 심포지엄, 콘퍼런스, PLC 개발품 전시 등이 이어지고 있다. 유럽에서는 PLC 포럼, 즉 독일이 주축이 되어왔던 PTF 포럼과 영국이 주축이 되어 왔던 IPCF 포럼이 2000년 3월에 하나로 통합되어 PLC 포럼을 만들었으며, 현재 10개국 60개회사가 참가하여 기술표준화, 관계법령, 시장 확대를 위하여 매우 활발한 활동을 벌이고 있다.

홈 플러그가 홈 네트워크 기술 분야에 주력하는 것과는 달리 PLC 포럼은 주로 액세스 망에서의 전력선 통신 기술에 초점을 맞추고 있으며, 액세스 망과 홈 네트워크와의 연동 기술 등에 대해서도 관심을 갖고 있다.

PLC 포럼은 기술 분야 워킹그룹(Technical WG), 규제 분야 워킹그룹(Regulation WG), 마케팅 분야 워킹 그룹(Marketing WG), 그리고 대내 분야 워킹그룹(In-House WG)으로 나누어 활동하고 있다. PLC 포럼에서 다루는 기술적인 내용을 요약하면 다음과 같다.

- Frequency Allocation :  
Access: 1.6MHz ~ 10MHz,  
In-House: 10MHz - 30MHz
- Power Spectral Density:  
-60dBm/Hz ~ -40dBm/Hz
- Coexistence (Access / Home Network):  
FDM/TDM

PLC 포럼에서 전력선 통신을 위해 고려하는 MAC 프로토콜은 IEEE 802.11 무선 LAN에서 사용하는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)를 선정하였다.

#### 2.3 EchoNet(3)

에코넷이 처음 등장한 것은 지난 97년, 백색가전 왕국이라고 할 수 있는 일본의 미쓰비시, 마쓰시타, 도시

바, 히타치 등 4사로 구성된 컨소시엄이 에코넷 개발을 처음 선언했다. 그 후 전력선 인터넷 기술이 발달됨에 따라 본격적인 연구에 착수했고 2000년도 초 처음으로 1.0 버전의 사양을 발표했다.

에코넷은 노텔이나 알카텔 등이 개발하고 있는 전력선 통신기술(PLT : PowerLine Telecommunication)과 달리 전송속도가 빠르지 않다. PLT가 현재 1Mbps 정도의 속도를 낼 수 있으며 내년 중에 5Mbps급 기술이 개발될 것으로 예상되는 것과는 달리 에코넷의 전송속도는 36Kbps급이다. 그 이유는 PLT가 동영상 전송 서비스처럼 멀티미디어 데이터 전송에 초점을 맞춘 데 비해 에코넷은 백색가전의 제어에만 주력하고 있기 때문이다. 따라서 에코넷은 PLT와 다른 시장을 형성할 것으로 보이며 상용화도 빨리 이뤄질 전망이다.

일본은 에코넷(Echonet) 포럼을 중심으로 전력선 통신을 이용한 에너지 콘트롤, 시큐리티, 홈 헬스케어 등의 기술 위주로 발전하여 현재 80여개 회사들이 참여하고 있다. 그림 1은 에코넷에서 구상하고 있는 통신 모델이다.

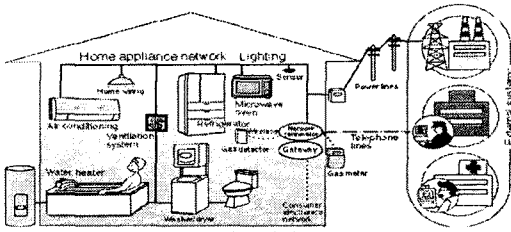


그림 1. 에코넷의 통신 모델

에코넷에서는 전력선 통신 제정하고 있는 통신 시스템 규격의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- No rewiring necessary
- Implementation of a multivendor Environment
- Easy development of applications
- Plug-and-play functionality
- Connection to wide-area networks

즉, 기존 전력선이나 무선 기술을 이용하여 가정에서 별도로 회선을 설치하지 않아도 되며, 여러 제조 회사에서 만든 가전 제품들을 상호 연결하여 제어할 수 있도록 하고 있다.

그리고 새로운 가전의 개발에 대비하여 이를 쉽게 사용할 수 있는 미들웨어나 응용을 개발하고자 하며, 모든 가전 기기들을 누구든지 쉽게 추가하거나 연결할 수 있도록 플러그 앤드 플레이(Plug and Play) 기능을 기본으로 하고 있다. 아울러 에코넷이 외부 네트워크와의 지능적인 연결을 제공하여 외부에서 가전 기기의 제어 및 홈 네트워크상에서 외부 네트워크로의 액세스가 가능하도록 목표로 하고 있다.

에코넷에서 전력선 통신을 이용하는 경우를 두가지로 구분하여 각각 PLC-A와 PLC-B로 시스템을 구분하고 있다. 이들 두가지 구분은 모두 공유 매체의 접속 제어를 위해 CSMA(Carrier Sense Multiple Access) 기술을 근간으로 하여 자체적으로 규정한 데이터 프레임을 사용하는 방식을 다룬다.

## 2.4 기타 국제 표준화 그룹

CEBus Industry Council, ElectriCom[4], International Powerline Communication Forum (IPCF)[5], Internet Home Alliance[6] 등이 전력선 통신 관련 기술 개발 및 표준화에 참여하고 있다.

## 2.5 전력선 홈 네트워킹 IC 판매업체

### 2.5.1 Adaptive Network(7)

Adaptive Network는 1983년에 설립된 이후로 20여년동안 전력선 네트워킹 산업에 종사해왔다. Adaptive Network는 고속전력선 네트워킹 기술인 PowerStream으로 명성을 날렸다. 이 기술은 광대역 스프레드 스펙트럼 변조, 어댑티브 균등화, 신속한 동기화, 오류관리 암호화 및 네트워킹 프로토콜로서의 token passing scheme을 사용하고 있다.

### 2.5.2 Cogency Semiconductor(8)

Cogency semiconductor는 전신인 Congency Technology는 1997년에 설립되었다. 이 회사의 주력 제품은 HomePlug compliant 전력선 네트워킹 칩셋이다.

Cogency는 통합된 MAC와 PHY 컨트롤러, 및 아날로그 기기와 더불어 개발된 아날로그 프론트 엔드(AFE)로 구성되는 Piranha chipset을 2001년 발표했다.

### 2.5.3 Conexant(9)

Conexant가 HomePlug 시장에 내놓은 제품은 Single-chip PHY 기기인 CX11647이다. CX11647은 저비용 구현을 목표로 하고 있으며, 산업규격 MII 인터페이스를 통해서 뿐만 아니라 GPSI 인터페이스를 통해 대부분의 802.3 MAC와 인터페이스할 수 있다. CX11647은 저비용 홈 전력선 실행 라우터를 제작하기 위하여 Conexant의 CX82100 홈네트워크 프로세서와 연결하여 사용된다.

### 2.5.4 Enikia(10)

Enikia는 소규모 반도체 회사이며 새로운 전력선 네트워킹 환경에서 자사의 입지를 구축하기 위해 과거 수년간 노력해왔다. 1999년 등장과 동시에 명성을 떨쳤음에도 불구하고 Enikia는 자체적으로 OFDM 기술을 개발해낸 것처럼 보이는 것은 많으며 Intellon이 OFDM 솔루션을 선택했을 때 크게 당황했다. Enikia는 전력선 WAN접속 기술을 포함시키기로 제품목표를 확장하고 유틸리티 기반서비스를 제공하기 위한 기반구축을 목표로 언급했다.

### 2.5.5 Inari(11)

이 회사는 전력선 네트워킹용 실리콘을 개발하는데 주력해왔고, 자체기술을 개발하기로 하고 2Mbps 칩셋을 기반으로 RCA SystemLink 제품을 출고한 Thomson Multimedia와의 제휴를 통해 다소나마 성공을 거두었다. 하지만 Inari는 2002년 4Mbps 칩셋을 시판할 예정이며 MAC/PHY와 별도의 AFE를 가진 디지털 컨트롤러를 포함시킬 것이다. 또한 전력선 브리지 및 어댑터 제품에 대해 자체 이더넷을 부착할 뿐만 아니라 기타 부식들과 손잡고 이러한 기술을 개발할 것이다.

### 2.5.6 Intellon(12)

Intellon은 전력선 통신 칩셋을 전문으로 하는 소규모 반도체 회사이다. 이 회사의 최근 추진목표는 PowerPacket 기술을 활용하여 고속 전력선 홈네트워킹 시장에 적극 진입하는 것이다. PowerPacket는 HomePlug 규격의 기반이 된 Intellon의 특허기술이며 최초제품은 INT5130 트랜시버이다. INT5130은 가속 전체에 걸쳐서 전력통신시스템을 제공하는 통합식 MAC/PHY 컨트롤러이며, 최대 14Mbps 원 데이터 처리를 위한 통신을 실행한다.

### 2.5.7 Valence Semi(13)

Valence는 Mixed-signal 통신 IC 회사인 Irvine이다. 이 회사의 4개 제품 세그먼트는 홈네트워킹, 이동연결, 멀티미디어 및 광대역 접속이다. 또한 HomePlug와 802.11x에 기반을 둔 제품들을 홈네트워킹 시장에 내놓으려는 계획을 가지고 있다. 이 회사의 최초 Home-Plug제품은 VS6801 HomePlug Analog Front End이며 싱글칩 기기이다. 이 기기는 아날로그/디지털 변환기(ADC)와 디지털/아날로그 변환기(DAC)를 포함하고 있다. 이제품은 2001년 12월 출시

되었으며 그 당시 샘플링 목적으로 이용되었다.

### 2.6 2002년 CEBIT Hannover 박람회

특별관에 구성된 Powerline Center는 유럽 PLC forum의 후원속에 Intellon, DS2, Main.net, Itran, Xeline, Ascom 등이 참여하였다. 다음은 세부적으로 참가한 업체의 주력상품과 특징에 대해서 서술하였다.

#### 2.6.1 Intellon

HomePlug의 주력회사로 이번 Cebit 박람회 에서 14Mbps급 Home Powerline Technology 제공하였으며 payload는 3-4Mbps (FTP)이다. HomePlug 표준화에 따른 약진이 뚜렷하며 HomePlug Chip 채용 상품화 제품 대거 출시하였다.

#### 2.6.2 DS2

스페인에서 1998년 설립되었다. 45Mbps급 PLC 모뎀 Chipset 발표했으며 스페인의 Power Utility 회사인 ENDESA와 스페인의 Seville에서 실선로 테스트를 하였으며 Zaragoza에서 고압시험 예정이다. 또한 DS2는 Multi-link 전송에 의한 90Mbps, 135Mbps 가능하다고 주장하고 있다. 사업 파트너로는 Easyplug, AMBIENT(미), ILevo(스웨덴), Tokio전력, Sumitomo 등이 있으며 MV용 Coupling unit를 개발하였다. DS2는 현재 세계에서 가장 빠른 전력선 통신기술을 가지고 있다.

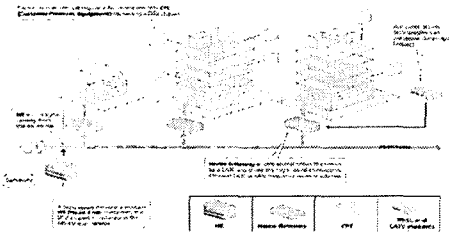


그림 2. DS2의 통신망 구성

#### 2.6.3 Main.net

이스라엘의 Broadband PLC전화회사로서 Internet, Telephony, Home networking solution 제공하고 있으며 현재 PLUS(Main.net's Power Line Ultimate System)라는 2.5Mbps급 상품화 제품을 발표 하였다. 2002년 하반기에는 10Mbps급 제품 발표를 예정중이며 Chipset은 개발 중이다. 독일의 전력회사인 MVV와의 합작법인인 PPC를 통하여 독일시장공략에 주력을 가지고 있으며 Access/Home, LV/MV에서 모두 가능하다.

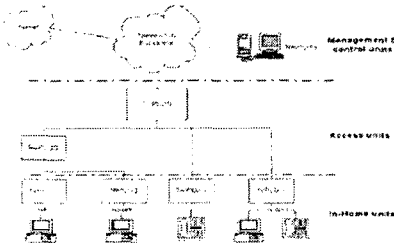


그림 3. Main.net의 PLUS 구성도

#### 2.6.4 Ascom

Ascom은 Cebit 박람회에서 Powerline center의 전채부스에서 별도로 전시공간을 마련하였다. Ascom은 현재 4.5Mbps 및 1.5Mbps급 PLC 시스템을 제공하고 있으며 Indoor/Outdoor용 상품화 제품을 발표하였

다. 네트워크 관리 및 과금 시스템인 NMS 시스템을 제공하며 현재 20Mbps급 PLC 모뎀 Chipset을 개발중이다.

#### 2.6.5 Xeline

Xeline은 국내 유일의 전력선통신 관련 참가업체로서 19Mbps급 Access Solution 및 100Kbps급 중속 홈네트워킹 시스템을 발표하였다. 전시품목으로는 PLC통신 Chipset인 XPLC20 ASIC과 PLC모뎀(Master, slave) ver2.0 system을 내놓았으며 시연내용은 Master/slave PLC 모뎀을 이용한 1:3 화상 데이터 전송과 홈네트워킹 시스템(냉장고, 에어컨)을 선보였다.

#### 2.6.6 기타업체

기타업체로는 NAMS(이스라엘)가 NisCOM모뎀을 선보였으며 Data rate는 10-20Mbps급이며 전송거리 는 0.5-1.0Km였다. ILevo는 스웨덴의 업체로 2000년 Ericsson에서 독립해서 45Mbps급의 PLC 시스템을 보유하고 있다.

EICHHOFF는 독일의 PLC시스템 Component를 제공하며 Coupling capacitor, Line filter, Blocking filter, Phase coupler, Clamp coupler 등의 기술을 보유하고 있다. ITRAN은 미국업체로 이번 Cebit 박람회에서 2.5Mbps, 12/24Mbps, 7.5kbps 모뎀을 발표하였다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 급속히 발전되는 전력선 통신 분야의 기술 개발 동향에 대해서 서술하였다. 불과 몇 년 전만 해도 한국을 비롯한 세계에서 걸음마 단계였던 전력선통신은 이제는 구체화된 현실로 다가오고 있다. 전력선통신의 협의체는 상당히 개방적인 입장을 견지함에 따라 그들과 같은 보조로 개발 및 사업화를 진행할 수가 있다. 따라서 국내의 많은 기술 집약적 업체들의 집중적인 연구개발을 통해 보다 고성능의 핵심 기술을 확보할 수 있게 되며 국제적인 기술수준의 향상과 더불어 세계적인 기술 주권국이 될 수 있다. 또한 우리의 기술사양에 대해서 국제적인 지지를 얻을 수 있을 것으로 예상되며 우리의 기술은 세계적으로 뒤떨어지지 않는 기술임을 감안 할 때 전력선 통신 분야의 미래에 희망이 보인다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] <http://www.homeplug.org>
- [2] <http://www.plcforum.de>
- [3] <http://www.echonnet.gr.jp>
- [4] <http://www.electricomconsulting.co.uk/index.html>
- [5] <http://www.ipcf.org>
- [6] <http://internethomealliance.com/>
- [7] <http://www.adaptivenetwork.com/>
- [8] <http://www.cogency.com>
- [9] <http://www.conexant.com>
- [10] <http://www.enkia.com>
- [11] <http://www.inari.com>
- [12] <http://www.intellon.com>
- [13] <http://www.valencesemi.com>