

특집 : Home Network와 지능형 아파트

## 홈 네트워킹 콘트롤 솔루션 -LonWorks 전력선 통신시스템 중심-

홍 원 표 <한밭대 건축설비공학과 교수>

### 1. 서 론

사회가 급속도로 진화하고 있다. 그 속도는 우리가 예측하는 것보다 더 비약적으로 전개되고 있다. 즉 에너지 집약 사회구조로부터 정보집약사회 구조로 이양하고 있다. 다시 말해서 피라미드형 수직적·테일러적 조직으로부터 정보가 자연스럽게 흐르며 네트워킹화하고 탈집중화 구조로 옮겨가고 있다. 전세계에 걸쳐 신경망과 같은 복잡한 네트워크가 나타나고 있다. 정보를 받아 소통시키고 상장을 조작하는 일들이 우리의 일상생활이 되었다. 이러한 사회적 현실을 뒷받침하는 것으로 핵심적인 요소를 현상적인 관점에서 보면 인터넷이용자의 폭발적인 증가와 기술의 발전, 여러 대의 PC를 보유하는 가정의 확산 및 인터넷 가전기기의 등장으로 디지털 네트워크라는 사회 변화의 핵심적인 용어는 산업분야와 IBS(Intelligent Building System)를 거쳐 이제 가정이라는 단위에서 친숙하게 되었고 홈네트워크의 출현이라는 새로운 변혁의 중심 축을 형성하고 있다는 것이다. 정보망의 디지털화는 초기 기간망으로부터 시작하여 지금 액세스 망에 급속한 발전을 이루고 있다. 정보통신 서비스 특성도 유선과 무선의 통합, 방송과 통신의 결합, 멀티미디어 서비스의 실현을 위

한 유무선 통합 구조로 발전되어 가고 있다. 홈네트워크는 크게 액세스망과 맥내망 네트워크를 상호 접속하기 위한 홈 게이트웨이, 단말, S/W 응용 및 서비스 등의 분야로 구분할 수 있다. 우선 네트워크 분야는 가정과 외부망을(Cable, ISDN, ADSL 등)을 물리적으로 연결하는 기능과 가정내의 다양한 기기를 유무선으로 상호 연결하는 통신망 기능으로 나눌 수 있다. 홈 네트워크에는 가정에서 디지털 정보 가전과 초고속 인터넷을 연결하여 데이터 송수신, 멀티미디어 정보교환, 각종 기기의 제어기능 등을 제공한다. 홈 네트워크는 전화선(HomePNA), 전력선, 광화이버 등의 유선과 Bluetooth, HomeRF(Home Radio Frequency), WPAN(wireless Personal Area Network) 및 IrDA(Infrared Data Association) 등의 무선으로 구분된다.

정보가전 단말은 인터넷에 연결되어 데이터의 송수신이 가능한 차세대 가전제품으로서 Edutainment 기기, 일상생활 기기, 휴대 정보 단말기기 등으로 구분된다. 디지털 TV, 오디오 시스템, 인터넷 냉장고, 보안시스템, 프린터, 팩스, 휴대 정보단말기기 등을 예로 들 수 있다. S/W는 정보가전을 제어하고 연결시키는 데 필요한 S/W로서 시스템 S/W, 통신 S/W, 멀티미디어 S/W, 응용기반 S/W로 구분된다. 응용

및 서비스는 인터넷과 가전이 융합되어 제공할 수 있는 서비스로서 Edutainment 서비스, Cyber Home 서비스, Cyber Office 서비스, 이동정보 서비스 등으로 구분된다. 원격교육, 홈 쇼핑, 홈오트메이션, 원격 건강 진단, 재택근무, 영상회의, 개인정보서비스, 원격가전제어 등이 대표적인 예다. 앞으로 인터넷과 디지털 가전기기의 융합으로 더욱 새로운 서비스들이 창출될 것으로 보인다.

본고에서는 인터넷을 통한 가전기기 제어, 조명제어, 방범, 가스밸브 원격 잠금, 냉난방제어와 같은 홈오트메이션, 자동 원격 검침 등의 분야에서 유력한 기술로 부각되고 있는 전력선통신방식의 개요, 현재 실용화되고 있는 기술인 LonWorks 전력선 통신방식인 PLT-22(Power Line Communication)에 대한 현황 및 기술적 개요를 소개하고 이 기술이 현재 여러 단계로부터 표준화가 진행되고 있는 기술과의 관계

를 기술하고 자한다. 그림 1은 홈 네트워크 기술의 계층별 세부기술 구성도를 나타낸 것이다.

## 2. 전력선 통신 기술

### 2.1 전력선통신 개요

전력선 통신(Power Line Communication : PLC)이란 가정이나 사무실에 이미 포설되어 있는 전력선을 통하여 통신신호를 100KHZ- 30KHZ의 고주파 신호로 바꾸어 실어보내고 이를 고주파 필터를 이용, 따로 분리해 신호를 수신하는 방식을 말한다. 국내에 사용되는 전력은 60Hz 교류신호로서 가전제품은 이를 전력변환기를 통해 직류로 바꾸어 사용하며 일반 가전기기 동작에는 어떠한 영향을 미치지 않는다.

그러나 전력선 통신은 앞에서 언급한 것과 같은 장점에도 불구하고 전력운반을 목적으로 하는 전력

매체로 통신하기 때문에 기존의 통신용으로 제작된 동축선이나 광섬유 등을 이용한 통신과 달리 제한된 전송전력, 높은 부하간섭과 잡음, 가변하는 감쇄 및 임피던스 등 통신을 위해 고려해야하는 기술적, 환경적 요소가 보다 많은 어려운 개발분야이다. 따라서 전력선 통신은 채널로서 특성이 어떠한지를 파악하여 이에 대응하는 기술을 접목하는 것이 필수적인 기술 요구 사항이다. 표 1은 전력선 통신의 장/단점을 간단하게 요약한 것이다.

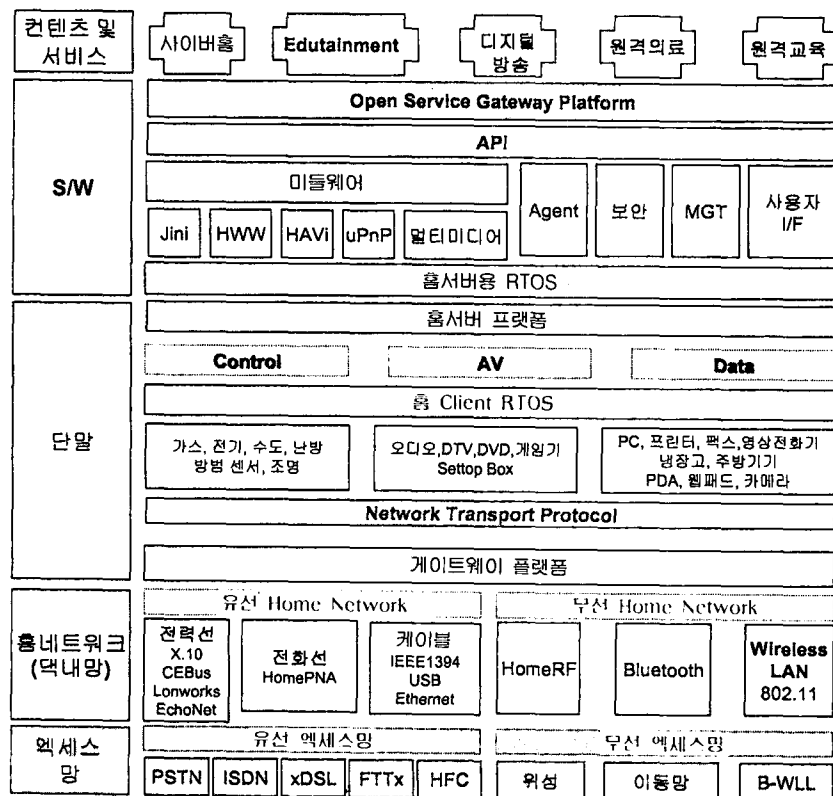


그림 1. 홈 네트워크의 계층별 세부기술 구성도

표 1. 전력선통신의 장·단점

장점	별도의 통신선 불필요 많은 콘센트를 통하여 간편한 접근 가능
단점	제한된 전송전력 높은 부하 간섭과 잡음 가변 감쇠 및 임피던스 레벨, 잡음 주파수 선택적 특성

전력선 통신 기술은 리모컨을 통하여 전자기기를 원격으로 제어하거나 외부에서 이동전화나 인터넷을 통한 가전기기 제어를 가능케 해주며 조명제어, 방범, 가스 밸브원격잠금과 같은 방재, 가전정보기기 및 냉난방제어 등과 같은 홈 오토메이션, 자동원격점검, 원격모니터링에 적합한 기술로 주목받고 있다. 특히 최근 들어 사이버 아파트 설립 붐을 타고 고가의 아파트에 기본설비로 장착되는 등 가파른 성장세를 보이고 있다.

전력선 통신은 데이터의 전송속도에 따라 저속, 중속, 고속으로 구분되며 각각 사용 주파수 대역과 응용분야가 다르다. 사용 주파수 대역을 보면 저속과 중속은 10[kHz]-450[kHz], 고속은 0.5[MHz]-30[MHz] 대역을 사용한다. 저속 전력선 통신은 주로 제어용으로 이용되고 있으며 수십[bps]-10pkbps의 속도를 가진다. 주로 조명제어, 방범 및 방재, 홈 오토메이션 및 수유가 전력제어 등에 사용되고 있다.

2.2 전력선 통신의 응용분야

전력선 통신기술은 다음과 같이 다양한 분야에서 응용이 가능하다.

1) 인터넷가입자망 솔루션(Internet Access Last-mile solution)

한국의 경우 최근 들어 1[Mbps]급 이상의 초고속 인터넷 접속망 시장이 폭발적으로 증가하면서 단순한 일반 전화 모뎀이 사양화되고 있는 현상이 빠르게 나타나고 있다. 일반가정에서도 한 달에 20-30[\$]정도만 지불하면 T1급 (1.544[M])보다도 더 빠른 고속 인터넷 접속 서비스를 즐길 수 있다. 이것을 가능케

한 것은 ADSL, Cable modem, WLL 등의 신기술인데 여기서 최근 PLC를 활용하여 고속 인터넷 접속 서비스를 시도해 보려는 움직임이 시작되었으며 올해 상용화를 목표로 기인 텔레콤(한국)에서 활발한 사업을 진행하고 있다.

2) 정보가전(Internet Appliance)

PC 뿐만 아니라 TV, 냉장고, 에어컨, 전자레인지, 세탁기 등 일반 가전제품들의 컨트롤에 활용하는 응용제품이다. 이러한 컨트롤은 인터넷으로 확장시켜 외부에서도 인터넷망을 활용하여 통제가 가능하다.

3) 원격검침(automatic Meter Reading)

전기, 가스, 수도 등 utility에 해당하는 meter 자료를 전력선 통신기술을 활용하여 자동으로 읽어내어 집산, 처리하는 시스템으로 이미 많은 나라에서 도입사용하고 있는 기술이다.

4) 가정용 PC 간 Home Networking

일반적인 10[M]급의 Ethernet과 필적할만한 속도를 내기 위한 시도가 현재에 이루어지고 있고 조만간 그러한 제품이 시장에 등장할 것이다. 주로 인터넷을 공유하거나 프린터 및 file 공유에 사용된다.

2.3 전력선통신의 과제

전력선통신을 실현하기 위해서는 기술적, 사업적 난점이 과제로 남아 있다. 나라별로 현재 가용성이 높은 주파수 대역에 대한 규제로 인하여 활용이 제한되거나 전력통신의 사업주체가 되는 전력회사가 통신사업이 규제되고 있기도 하다.

기술적인 측면에서는 전력선을 통신에 이용하는 데는 일반적인 통신 기술만으로 쉽게 해결할 수 없는 다음과 같은 전력선 특유의 문제가 존재한다. 전기선 자체는 통신을 하기 위하여 설치된 것이 아니므로 통신에 가장 큰 장애가 되는 잡음(noise)에 매우 취약한 구조를 갖고 있다. 최대 1[km]를 전송해야 하는 부담과 분기가 많이 되고 전력량계 차단기 등의 통과로 인하여 신호가 점점 감쇄되고, 임피던스가

전기제품의 on-off 등의 영향으로 시간에 따라 변한다. 또한 전력망은 고속 데이터 신호전송을 전제로 설계된 네트워크가 아니기 때문에 기설된 네트워크 디자인 상에 고속 데이터 네트워크 응용 부가 서비스를 지원하는 것에 무리가 따를 가능성이 있다. 표 2는 신호감쇠의 주요 원인과 잡음 source에 대한 것을 나타낸 것이다.

표 2. 신호감쇠의 주요원인과 잡음 source

신호 감쇠의 주요 원인	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전력선 자체의 인덕턴스</li> <li>· 분전반(distribution panel)             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Circuit breaker</li> </ul> </li> <li>· EMC capacitor</li> <li>· 전력량계</li> <li>· 전력선의 분배로 인한 신호 분산</li> </ul>
Noise source	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dimmer(조광기) : 100[Hz]-120 [Hz]</li> <li>· Switching Power supply : 20[kHz]-1[MHz]</li> <li>· Power line intercom : 150-400[kHz]</li> <li>· Motor appliances : 청소기, 드릴 등</li> </ul>

또한 전력선의 채널 특성을 살펴보면 고주파대역의 잡음레벨은 저주파 대역보다 줄어들지만 감쇄가 크며 이러한 감쇄나 임피던스 및 잡음은 시간에 따라 변하고 주파수의 선형적인 특성을 보인다. 이는 전력선의 채널 특성이 연결된 기기들에 의하여 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 선택하여야한다. 이와 관련된 전력선 통신 기술은 Front End Skill, Channel Coding, Modem, MAC 등 4가지로 분류할 수 있다[5].

## 2.4 전력선 통신관련 제품 및 표준화 동향

국외의 주요 업체로는 X10, ITRAN, Echelon 등이 있고 국내에서는 Planet와 LonWorks 의 PLT-22방식을 활용하는 DCI(대전 소재)의 제어모듈을 개발하여 레벨제어시스템과 밸브제어시스템 및 조명제어 시스템에 이미 사용하고 있다. 중속 전력선 통신기술은 데이터 통신용으로 이용되고 있으며 10[kbps]-1[Mbps]의 속도를 가진다. 응용분야로는 무인 자동검침, 정보가전, 인터넷 통신 등이 있다. 국외의 주요 업체로는 Adaptive Network, Data-Linc group, Echelon, Intellon, ITRAN, Alcatel 등이 있으며 국내에서는 Planet가 있다. 최근 들어 많은 관심을 끌고 있는 고속 전력선 통신기술은 데이터 통신용으로 이용되며 1[Mbps]-10[Mbps]의 빠른 속도를 실현한다. 응용분야로는 가입자 액세스 망(초고속 인터넷 통신)을 목표로 하고 있다.

외국의 주요업체는 중속분야와 같으며 국내에서는 기인 텔레콤이 있다. 기인텔레콤에서는 올해 2000년 초 2[Mbps]의 전력선통신 기술을 시연한바 있다.

실제 홈오토크메이션 분야에서와 같이 각 전자기기 간의 데이터 송수신 또는 안방에서 마루나 부엌의 전등의 원격제어와 외부에서 인터넷이나 전화를 통하여 에어컨과 같은 냉난방기기를 작동하는 데는 수백 bps의 저속이어도 별 어려움이 없다.

현재 전력선 통신기술은 홈 오토메이션 분야에 집중되어 있는 것이 현실이다. 미국 X10사에서는 X10 프로토콜을 기반으로 한 홈 PLC를 개발 미국내에서는 상당히 활성화되어 있다. 국내에서도 Planet에서 360[bps] 전송속도와 양방향 통신을 지원하는 PLC 칩을 상용화하여 홈 오토메이션 솔루션을 제공하고 있다. 전력선을 이용한 통신프로토콜은 미국을 중심으로 발전하였으나 현재는 유럽에서 더 적극적으로 연구 및 표준화 작업이 활발히 진행되고 있으며 특히 서유럽 국가들이 주도적으로 추진하고 있다.

전력선 통신의 대표적인 프로토콜을 살펴보면 X10과 CEBus 그리고 LonWorks(LonTalk)가 있으며 국내에서 유일하게 Planet에서 개발되어 홈 오토메이션 솔루션

류션으로 개발되고 있는 Z256, IZ256, MZ256이 있다.

X10은 전력선을 이용한 제어를 중심으로 만들어진 프로토콜로 256개의 기기만 제어할 수 있어 여러 세대가 밀집된 주거환경에 부적당하다. CEBus는 데이터 송신 위주로 개발되어 직접적인 가전기기 제어가 불가능하다. LonWorks의 프로토콜인 LonTalk는 여러속도의 PLC를 지원하는 트랜시버와 Neuron chip 기본으로 하며 특히 PLT-22(ANSI/EIA 709.2 power Line Communication)는 현재 홈오토메이션 및 빌딩의 조명제어 등에 광범위하게 적용되고 있다. 따라서 LonWorks의 전력선 통신방식을 이용하여 홈 오토메이션의 가전기기의 제어하기 위한 유력한 기술로 평가되고 있는바 본고에서는 이에 대한 기술을 소개하고자 한다.

### 3. LonWorks 시스템의 전력선통신기술

#### 3.1 Home Network에서의 LonWorks기술의 특징

- LonWorks 기술의 개요

LonWorks는 에쉬론사가 창안하고 제안한 제어용 네트워크 시스템으로 제어나 감시가 필요한 모든 부분에 적용할 것을 전제로 설계되었다. Profibus, CAN, Interbus-S 등과 같은 기존의 필드버스가 OSI 1,2, 7 Layer를 커버하는 데 비하여 LonWorks는 OSI 1-7 모든 계층을 커버하는 Open, 표준형(ANSI/EIA, IEEE 등) protocol를 탑재한 뉴런 칩을 사용하여 지능형 디바이스를 만들고 이러한 지능형 디바이스(각종센서, 선브라인드, 조명, 시큐리티,원격 관련 디바이스)가 론제품으로 출시되어 있어 이미 롬 네트워크 구성요소중의 컨트롤 부분이 론웍스 시스템으로 사실상 표준이 이루어지고 있다(CEMA 표준, Consumer Electronic Manufacture Association). 특히 이 네트워크는 통신매체와 상관없이 같은 프로토콜로 통신함으로 특히 가전사의 경우는 파워라인 트랜시버를 사용하여 LonWorks기반하의 제어가 가

능한 어플라이언스를 생산할 수 있다. 또한 건물자동화, 산업(공정)제어, 교통 등에 응용되며 그 중요성이 확산되고 있다.

LonWorks가 다른 네트워크와 구별되는 것은 현장에서 제어네트워크를 구성하는 데 필요한 모든 요소는 물론이고 일관된 제어네트워크 관리(Network Management)솔루션까지 갖춘 제어용 네트워크이다. 또한 프로토콜 자체가 이미 뉴런칩(neuron chip)에 H/W, F/W 형태로 포함되어 있기 때문에 디바이스 개발자는 LonTalk에 대한 패킷규격을 잘 모르더라도 어플리케이션 프로그램을 쉽게 작성할 수 있는 특징이 있다. 무엇보다도 OSI 7개층을 모두 사용하는 LonWorks는 인터넷에 쉽게 연결될 수 있으며 인터넷에 의한 감시제어 시스템을 쉽게 구성할 수 있다.

LonWorks는 설계, 구축, 운용, 유지를 위해 다음과 같은 4가지 구성요소로 이루어지는 데 통신프로토콜의 LonTalk, H/W로서의 Neuron Chip, 전송매체를 연결하기 위한 트랜시버, 개발Tool로 LonBuilder, NodeBuilder, LonWorks 통신망용 운용시스템인 LNS(Lon Network Service)가 그것이다.

에쉬론사는 이미 시스코사의 Network Foundation Technology의 파트너로서 OSGi에 가입되어 있으며 또한 UPnP포럼에 가입되어 있다. 이는 에쉬론의 LonWorks 기술과 다양한 Lon 지능형 디바이스, 론웍스 네트워크 매니지먼트 아키텍처(LNS)가 이들의 플랫폼과 잘 어울리는 제품으로 평가했기 때문이다.

- 통합네트워크 인프라 제공

복잡하고 다양한 기기들을 연결하는 홈 네트워크 구현을 위하여 게이트웨이 중요성은 이미 언급하였으며 게이트웨이와 제어네트워크의 여러 가지 기기들을 하나의 네트워크로 통합하는 것은 어떤 통신방식을 사용하는 것만큼이나 중요하다. 자동제어용 기술 중에 네트워크 통합을 위한 전체적인 플랫폼을 제공하는 개방형 기술은 현재 LonWorks가 유일하다.

바꾸어 말하면 말단 하드웨어 기기의 연결을 위한

다양한 Transceiver로부터 OSI 7Layer를 거쳐 상위네트워크 관리 아키텍처를 제공하고 결국 최상단 홈 게이트웨이의 OS와 쉽게 Interface되는, 따라서 관련업체들이 일관되고 통일된 환경에서 제품을 개발할 수 있는 장점이 있다.

● 개방형 기술의 표준화를 위한 LonMark 협회

LonWorks 기술이 다양한 분야에 널리 표준으로 자리 잡고 나아가 홈 네트워크 솔루션 제공자로서 자리 매김을 할 수 있는 것은 기술의 우월성, 안전성 및 개방성이라는 것 외에 300여 관련업체가 참여하고 있는 LonMark협회가 있기 때문이다. 가정의 기기들이 다양한 업체로부터 공급되는 현실에서 이들 기기들이 손쉽게 소위 Plug & Play가 되고 또한 연결과 동시에 게이트웨이가 스스로 setup하게 하는 것이 필요하게 된다. 이를 위해서는 동일한 개방형 프로토콜의 사용과 함께 이들 기기들이 송, 수신하는 data의 format을 통일하는 것이 필요하며 LonMark협회가 이를 충실히 수행하고 있다.

3.2 LonWorks 기술의 일반적인 사양

표 3. LonWorks 기술의 일반적인 사양

구분	사양
시스템 구조	Server -Client 구조
Network 관리 및 개발 Tool	LNS(LonWorks Network Service)
Transceiver에 의한 전송 매체	Twisted Pair(TP), Link Power(DC 48V) Power Line (AC 110/220) , Radio frrequency, Coaxial Cable, Fiber Optic, Infrared
Topology	Free Topology - Bus 구성 Doubly Terminated Bus : 종단저항 2개를 사용 Single Terminated Bus : 종단저항 1개를 사용 - Star(Tree) - Loop(Ring) - Combination
매체 접근방식	Predictive p-Persistent CSMA(Carrier Sense Multiple Access)

LonWorks 통신속도	FTT -10A	78[Kbps]
	TPT/XF-1250	1.25[Mbps]
	LPT-10	78[Kbps]
	PLT-22	5.4[Kbps]
Channel당 연결 Node 수	FTT-10A	- Doubly Terminated Bus : 2,700[m] - Single Terminated Bus : 500[m]
	TPT/XF-1250	130m(0.3 stubs)
	LPT-10	- Doubly Terminated Bus : 2,500[m] - Single Terminated Bus : 500[m]
	PLT-22	Transmitter와 Receiver 간의 감쇠 및 Receiver 쪽의 Noise에 따라 다름
감시/제어프로그램 종류	FTT-10A	64
	TPT/XF-1250	64
	LPT-10	32(100[mA])/node, 64(50[mA])/Node, 128(25[mA])/node
	PLT-22	32385
Engineering Tool 종류		- LND DDE Sever 이용하여 개발한 프로그램 - LNS Library를 이용하여 개발한 프로그램
구성가능한 도메인		2 <sup>48</sup>
Domain당 Subnet 구성가능 수		255
Subnet당 구성가능 Node 수		127
Domain당 구성가능 노드 수		32385
Domain당 구성 가능한 Group 수		255
Group당 Node 수		- Unacknowledged 또는 Repeated : 무제한 - Acknowledge 또는 Requested Response : 63
Channel 수		무제한
Network Variable의 Byte수		31
Application Message 내의 Byte 수		228
Data File의 Byte 수		232

3.3 LonWorks 전력선 통신 기술 : PLT-22

PLT-22(ANSI/EIA 709.2 Power Line Communications)은 LonWorks network의 전력선통신 방식으로 1922년

부터 전력선 통신용 트랜시버 (PLT-10, PLT-21, PLT-30) 발표 이후 제 3세대인 Echelon사의 최근 방식으로 개발하였으며 현재 우리나라를 비롯하여 많은 나라에서 실용화되고 있다.

특히 미국, 일본, 유럽 등 전세계 모든 나라의 주파수 대역을 모두 만족하는 유일한 제품으로 Narrow band, spread spectrum 두 가지 방식의 기술을 다 보유하고 있으며 주파수 하나가 막히면 자동으로 다른 주파수로 통신할 수 있는 Dual Bank을 지원하는 제품이다. 또한 DSP 내장으로 각종 환경적인 요인을 차단할 수 있는 신뢰성이 보장되는 통신방식으로 홈오토메이션의 정보 가전기기 제어용으로 유력하게 검토되고 있는 방식이다.

### 3.3.1 PLT-22의 노드 구성

그림 2와 같이 PLT-22는 전력선통신에 핵심이 되는 transceiver와 마이크로 프로세서인 neuron chip(3120 or 3150), 크리스탈, 전력선 접속 네트워크, 전원 및 응용 전자회로로 구성된다. 특히 트랜시버는 매우 열악한 환경에서도 새로운 Dual carrier 주파수 모드와 적은 개이어를 공급하는 DSP에 의하여 매우 신뢰성 있게 동작한다. 이 dual carrier 주파수 모드의 작동은 PLT-22 노드는 주 주파수범위(125[kHz]-140[kHz])가 노이즈에 의하여 통신이 불가능할 때 다른 주파수 범위로 전환하여 통신을 할 수 있게 된다. 주 주파수범위에서 전송 패킷은 PLT-20, PLT-21, PLT-22 노드로 수신되어진다. 만약 이 주파수 범위에서 통신이 지장을 받으면 PLT-22는 두 번째 주파수범위인 110-125kHz로 자동적으로 전환되어 PLT-22노드로 수신되도록 되어 있다.

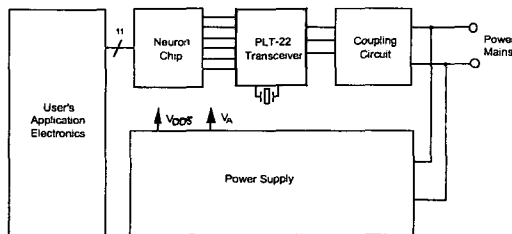


그림 2. PLT-22의 구성 요소

트랜시버는 5kbps의 통신속도를 가지며 CENELEC 프로토콜로 작동 될 때 리시버의 최대 패킷 속도는 20[packets/sec]이나 CENELEC프로토콜로 작동될 때 최대 패킷전송속도는 18[packets/sec]으로 이와 같이 매우 높은 전송능력은 주거, 상업용 및 산업용 자동화 적용에 적합한 이유를 제공한다.

또한 트랜시버 전력증폭은 최대의 전송성능을 위하여 3.5[V] peak-to-peak나 7[V] p-p를 선택할 수 있다. 증폭기의 1[Ω] 출력임피던스와 1[A] p-p 전류 용량 높은 출력 레벨이 작은 임피던스 회로로 구동되도록 하며 매우 전 트랜시버보다 전체전류를 작게 할 수 있기 때문에 효과적인 설계가 가능하다. 이와 같이 증가된 출력은 모든 적용분야에서 신호성능을 향상시키며 주거에서의 적용에서는 위상 커플러(Phase couper)설치 비용을 생략할 수 있다.

따라서 홈자동화에 적용하면 코스트 절감을 크게 달성할 수 있다.

또한 이 트랜시버는 가격이 저렴한 커플링 회로를 사용하며 AC, DC전력선 뿐 만 아니라 비 전력선인 TP로도 통신할 수 있다.

PLT-22 트랜시버는 +8.8[V]에서 16[VDC]와 +5[VDC] 전원공급의 선택의 폭이 커서 전원장치를 설계하는데 매우 유리하다. 뺏더리로 back up 된 전원을 사용하면 전력선의 정전 시에도 신호의 계속적인 전송이 이루어 질 수 있다.

이 트랜시버는 노드 전력공급의 상태를 계속적으로 모니터링 할 수 있는 전원관리특성을 가지고 있다. 전송하는 동안 전원공급 전압이 신뢰성을 가지는 신호를 낼 수 있는데 불충분하다면 트랜시버는 뉴런칩에게 공급전압이 정해진 범위의 레벨로 회복될 때까지 신호전송을 보내지 않도록 한다. 이것은 전류용량이 1/3까지 줄어들 때까지 사용할 수 있도록 하게 하며 이는 전원 사이즈 및 열에너지소비의 절약을 가능케 한다.

특히 PLT-22 트랜시버는 CENELEC utility band (유럽 A-band from 70-90[kHz])에서도 통신이 가능하며, 이때 다른 외부 크리스탈과 수정된 커플링 회

로를 사용하여야 한다.

CENELEC EN-50065-1에 따르면 저전압 전력선의 통신은 3[kHz]-148.5[kHz] 범위내로 규정되어 있으며 그림에서 구체적으로 주파수 밴드를 표시하였다. 10[MHz]의 크리스탈을 사용하면 이 트랜시버는 그림 3에서와 같이 CENELEC C와 B 밴드에서 신호처리를 하며 이는 CENELEC EN 50065-1에 규정된 액세스 프로토콜을 따르며, CENELEC A-band는 LonWorks PIT-22 Power Line Transceiver in European Utility Applications의 기준에 따르도록 되어 있다.

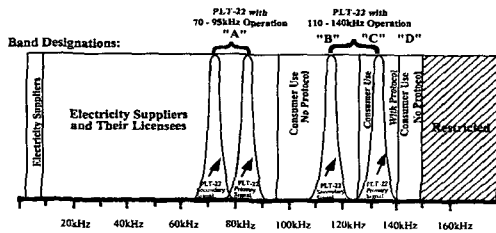


그림 3. CENELEC 주파수 할당

표 4. PLT-22의 사양

Function	description
Microprocessor	Neuron chip
규격준수(반족) (Emissions Compliance)	FCC, industry Canada, Japan MPT, and CENELEC EN50065-1 specification for low voltage signaling
안전기관 인정 (Safety agency recognition)	UL 1950, cUL C22.2 No. 950, TUV EN 60950
외부 크리스탈 주파수(External crystal frequency)	10MHz(general use), 6.5536[MHz] (유럽 A-band utility use)
전송속도(Bit rate)	5.3[kbps] with 10[MHz] crystal, 3.6[kbps] with 6.5536[MHz] crystal
전송기술(Communication Technique)	Dual carrier frequency BPSK with DSP-enhanced receiver
Carrier frequency	132[kHz] Primary and 115[kHz] secondary with 10[MHz] crystal; 86[kHz] primary and 75[kHz] secondary with 6.5536[MHz] crystal;

Input voltage	+8.5 to+16[VDC] 250[mA], Max. transmit +5[VDC]+5[%] 23[mA] Max.
Dimensions	39[mmL]×19.3[mmH]×6[mmW]

### 3.3.2 PLT- 21 과의 관계

PLT-21 트랜시버는 PLT-22가 나오기 전까지 다양한 범위에서 실용화 된 전력선 통신 트랜시버로 그림에서 보는 바와 같이 PLA-21 Amplifier를 가지고 있어 PLT-22 트랜시버의 출력레벨을 높이기 위한 역할을 하며 그 능력은 2A p-p 전류동작을 가진 10[V] 신호를 보낼 수 있는 특성을 가지고 있는 것이다. 이 증가된 출력 파워는 홈오트메이션에서의 위상커플러의 비용을 줄일 수 있어 매우 큰 코스트 저감이 가능하다.

PLA-21 Amplifier는 1N5343B Zener 다이오드 2개만 부가되면 호환성을 가지고 있으며 PLT-22와 완전한 호환성을 가진다.

PLT-22와 다른 점은 Dual carrier frequency mode가 없이 그림 4에서와 같이 125-140[kHz](132[kHz]) 단일 캐리어 주파수 mode를 갖는다.

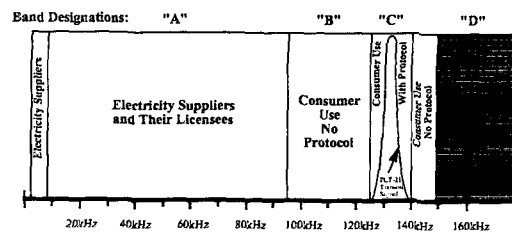


그림 4. PLT-21의 CENELEC 주파수 할당 영역

### 3.3.3. Home Networks Gateway 개발

전체 회원 업체의 60%이상이 통신관련업체인 OSGi에서는 기술적으로는 내장형 서버에 속하면서 홈서버 일종인 홈 게이트웨이를 제안하였다. 서비스 게이트웨이는 외부망에 연결되어 홈 네트워크상의 각종 기기들을 외부망에 연결하고 서비스를 제공할 수 있도록 외부의 서비스 공급자들을 홈네트워크상의 기기 클라이언트들에게 연결시키면서 내



부 홈네트워크와 외부 홈 네트워크를 효과적으로 분리한다. OSGi에서는 서비스 게이트웨이를 통하여 통신서비스, 에너지서비스, 홈 자동화 서비스, 보안 서비스, 원격가정의료 서비스가 제공될 것으로 전망된다. 특히 올 하반기에 출시될 것으로 예상되는 LonWorks Bundle Deployment Kit(LBDK)는 ANSI/EIA(LonWorks) 네트워크를 위하여 아래 분야에서 완전한 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 특히 이 서비스 분야는 주거용 게이트웨이, 멀티미디어 게이트웨이, 셋톱박스, DSL 모뎀, Web pad, PCs, OSGi( Open Service Gateway Initiative ) 프레임워크를 포함하는 모든 디바이스를 포함한다.

- LBDK의 특징
  - 모든 LonWorks 디바이스를 OSGi 프레임워크를 포함하는 주거용 게이트웨이로 통합할 수 있다.
  - 어느 매체(PLT-22, FTT-10)의 모든 LonWorks 디바이스를 지원한다.
  - 저가의 시장에서 흔히 구할 수 있는 하드웨어로 LonWorks home 네트워크를 구성 할 수 있다.
  - Sun microsystem의 Java Embedded Server (JESTM)와 IBM시스템관리 프레임워크(SMF) 호환이 가능하다.
  - LonMark의 가이드라인에 따라 개발한 디바이스를 지원한다.

● LBDK의 구성 요소

1) LonWorks Network Access Bundle : 이 Kit의 가장 중요한 변들은 LonWorks 네트워크 액세스 변들이다. 이는 Network Interface Abstraction을 통하여 LonWorks 네트워크에 접속할 수 있도록 하는 역할을 수행한다. 또한 LonMark device support bundle의 도움으로 LonWorks device access bundles에 Data 액세스를 공급한다. 제 3 party OSGi 서비스들은 LonWorks device access bundles을 액세스 할 수 있다. 그림 5는 OSGi 프레임워크의 구성요소를 나타낸 것이다.

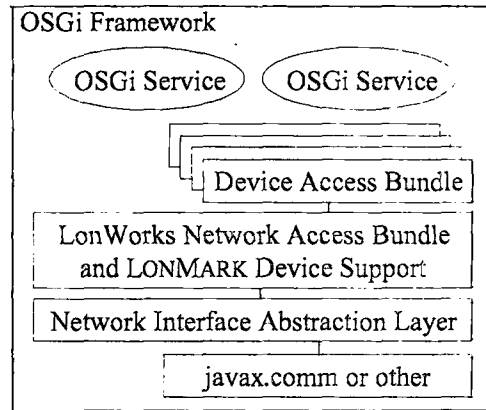


그림 5. OSGi Framework

2) Device Access bundles

이 bundle는 OSGi 게이트웨이에 접속된 네트워크에 하나의 물리적 디바이스를 표현하는 OSGi 소프트웨어이다. 몇몇 잘 알려진 LonWorks 제품들을 위한 대표적인 Device Access Bundles이 포함되어 있다.

3) Network Interface Abstraction Bundle

이 bundle는 중요한 LonWorks 네트워크 인터페이스 S/W와 H/W를 갖는 LonWorks Network Access Bundle과 독립된 네트워크에 연결된 변들이다. 이 변들은 the java.comm을 통하여 에쉬론의 PL-SLTA power line serial LonTalk adapter, SLTA-10 LonTalk Adapter 또는 LTS-20 Serial LonTalk Adapter에 연결하기 위한 역할을 한다. 이 Java.comm package는 JVMs(Java Virtual Machine)를 위해 유익한 것이다.

4) Complete LonMark Support

이 변들은 LonMark objects, 네트워크 변수, LonMark 기기의 속성설정 등에 액세스할 수 있는 역할을 한다. 또한 이것은 최근의 LonMark 특성과 LonMark 정의 및 포매팅 파일을 지원한다.

5) Operator Service Center

게이트웨이에 연결된 LonWorks 네트워크 중요한

구성요소의 수정 즉 새로운 디바이스의 설치, 네트워크 변수의 수정 등은 게이트웨이 운영자서비스 센터에 있는 LNS S/W에서 수행할 수 있다.

표 5. 주거용 게이트웨이 요구조건

Component	내 용
OSGi 환경	OSGi 호환 프레임워크, 최소한의 서비스(디바이스 매 니저, 드라이버 로케이터, Log 서비스, HTTP 서비스)
Compatible network interfaces	Model 735×× SLTA-10, Serial LonTalk Adapter Model 76000 PL-SLTA Power Line Serial LonTalk Adapter Model 65200-300 LTS-20 Lon-Talk Serial Interface Module Integrating LonWorks network interface hardware
Java Virtual Machine	Sun Microsystems J2SE Java Runtime Environment Sun Microsystem J@ME CDC with Foundation Profile v1.3
Max. dynamic network variables on the gateway	4096
Max. LonWorks Device Access Bundle types per OSGi	제한 없음
Max. Active LonWorks Device Access Bundle types per OSGi	1,024
Max. LonMark Object per device	16,384
Max. network variables per device	4096 maximum per hosted device 62 max. per Neuron chip hosted device

#### 4. LonWorks 전력선통신(PLC)의 적용사례

##### 4.1 외국의 적용사례

###### 1) 전력선 통신을 통한 전 수용가의 원격 검침 시스템 구축

이태리 전력회사 Enel에서는 2001년 년부터 3년간 PLT-22, Neuron chip, LNS를 이용하여 이태리 전국의 2천 7백만가구에 원격 검침시스템을 적용하고 에너지절감, 전력수요의 분산, 홈 네트워크 인프라를 구축하기로 Echelon사와 연구 용역을 체결하였으며 여기서 판매될 에쉬론사의 제품 총규모는 3년간 3억 불에 달할 것으로 예상하고 있다.

###### 2) 핀란드 : LonWorks 기술을 홈 네트워크 표준으로 채택

신기술 탄생지로 유명한 핀란드에서는 Echelon사의 PLC-22기술을 비롯한 LonWorks 기술을 홈 네트워크를 위한 표준으로 채택하였다. 이미 원격 검침 시스템에서는 적용하고 있으며 LonWorks 기술의 보급에 있어서 세계적으로 선두에 있다.

###### 3) 이태리 Merloni사의 PLT-22통신의 가전기기에 적용 시판

인터넷이 연결되는 가전제품을 세계 최초로 선보인 업체는 유럽의 3대 가전사의 하나인 이태리의 Merloni사이다. 1999년 가을 네덜란드 암스테르담에서 열린 LonWorld'99에서 선보인 아리스톤 시리즈를 출시하였다.

여기에는 오븐 냉장고, 세탁기, 에어컨 등 백색 가전 제품들이 파워라인을 이용하여 서로 통신하고 이들을 모니터링, 인터넷에 연결시켜주는 스마트 모니터가 포함되어 있다. 스마트 모니터를 이용하여 팩스 송수신은 물론 인터넷 접속이 가능하고 웹에서 다운 받은 요리프로그램을 오븐에서 실행시킬 수 있고 인터넷으로 세탁기를 돌릴 수 있다. 각각의 가전제품은 파워라인 통신을 이용하여 전력사용량을 스스로 조

절하고 또 인터넷에 접속, 자신의 고장유무를 AS센타에 자동으로 보고하게 된다.

4) 미국 : 선마이크로시스템

선 마이크로시스템에서는 Echelon, Hubbell, Leviton, Smart Controllers, SquareD 등에서 제작한 LonWorks 제품들이 설치된 GTE가 인터넷으로 연결하고 서비스 제공자가 선의 Java/Jini 기술을 이용하여 이 가정내의 기기들을 통합하는 데모를 보여주었다. 인터넷이 연결되고 Echelon의 LNS 기반하의 작성된 지니 프락시(Jini Proxy)를 통하여 참관자들은 Jini 서비스가 제공하는 다양한 기능들 - 달라스에 위치한 집의 조명제어, door locks, thermostats, circuit breaker, security sensor를 감시하고 제어하는 모습을 보였다.

4.2 국내의 적용사례

1) 건설사 : 국내의 많은 아파트 건설업체들이 현재 LonWorks 이용한 Home Network Demo System을 이미 설치하였으며 여기에 기존의 아파트 빌딩자동화 부분도 통합하여 명실상부한 인텔리전트 아파트 구현을 목표로 하고 있다.

2) 가전사

삼성전자는 LonWorks PLC-22 통신기술을 이용하여 세탁기, 전자렌지의 시제품을 개발하여 현대건설 모델하우스에 시범 설치하였으며 Echelon, 현대와 공동으로 이시스템을 인터넷을 통하여 전세계에 시현하였다. 삼성전자는 최근 OSGI회원으로 가입하였으며, 삼성SDS에서는 6월 IBS Korea 주체 전시회에서 통합형 인텔리전트 홈오토메이션을 구현한 시스템을 선보였다. 이 시스템은 Internet, Security, 홈오토메이션 통합 솔루션과 다양한 응용 서비스를 제공함으로써 시스템간의 연동, 통합제어를 통한 다양한 기능실현(외출, 취침, 영화감상) 및 Internet TV 제공하여 e-mail, VOD, Game, Banking, 화상통화, Community 등 다양한 콘텐츠

를 제공하였다. 이 시스템에서는 RF 통신으로 홈오토메이션을 구성하였으나 삼성 SDS에서는 이미 PLC-22전력선 통신 모듈을 개발하였다. 그림 6은 삼성 SDS에서 개발하여 IHA(Intelligent Home Automation)의 구성도로 인터넷, 보안, 홈 자동화 통합솔루션을 제공한다. 다양한 응용 서비스(w-mail, VOD, Game, Banking, 화상통화, community등의 인터넷 TV 콘텐츠와 시스템간의 연동, 통합제어를 통한 다양한 기능 실현을 IBS Korea 주관 전시회에서 시현한 바 있다.

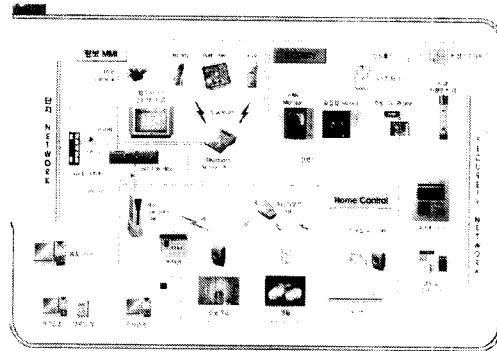


그림 6. 삼성 IHA 시스템 구성도

3) SI

대전에 소재하고 있는 DCI는 LonWorks의 PLC-22통신 제어모듈 6가지 type와 산업현장에서 전력선 통신을 이용할 수 있는 embed type인 밸브 제어모듈과 Level control Module, 또한 48[V] DC에서 사용하는 LPT-10(Line Power Interface)트랜시버를 이용한 스케줄 모듈, 조명에 사용하는 DC switch Module를 개발하여 현장에 적용하고 있으며 6월 IBS Korea 전시회에서 다 매체(Multi-media) 통신방식을 공조시스템에서 사용할 수 있도록 전시하여 많은 관심을 집중시킨 바 있다. 아래 표 6은 DCI에서 개발한 전력선 통신방식의 제어 모듈과 관련된 제품이다.

표 6. DCI에서 개발한 PLC-22 통신 제어모듈

Transceiver Type	Item	Specification	
PLC-22	DI(Digital Input)	8 channels 220VAC 6 digital encoder 1 pump controller	
	DO(Digital Output)	8 Relay output channel 240[V] 1[A], 30[V] 1[A] load 4 digital Encoder 2 Analog function blocks	
	AI(Analog Input)	Ohm/Amp/ Volts Input 8 channel 12bit resolution A/D converter 4 digital encoder 2 Analog function block	
	AO(analog Output)	Amp/Volt Output 4 channels 8 bit resolution D/A converter 2 PID controller	
	AI/DI	AO 4 channels DI 4 channels 12bit resolution A/D converter	
	DI/DO	4 relay output channel 4 digital input 3 TicToc function blocks	
	Valve control Module	Analog input 1 channel 1 PID Controller 2 analog function block 1 valve controller	
	Level Control Module	Digital output 4 channels Digital input 4 channels 1 Level Controller	
LPT-10	DC switch Modules	Switch 4 channels Latch relay	

### 5. 결 론

세계 정보가전산업은 규모는 2005년 약 3,600억불 국내 규모는 약 50조원에 달할 것으로 전망되는 거대한 시장이다. 홈 네트워크 기술은 다른 산업의 기술과 성격을 달리하며 소비중심의 가정이 바야흐로

소비와 지적생산기지로 변화되는 사회, 문화 정치 경제 등 인간이 접하는 모든 분야에서 혁명적인 패러다임 변화를 초래할 것이다. 미국의 어느 회사에서 제창한 「네트워크가 컴퓨터」라는 등식은 이제 홈 네트워크의 실현을 통하여 과학과 기술에 관한 지식이 없는 가정에서 피부로 느낄 수 있는 시대에 와 있다. 즉 네트워크 개념이 가정에서 사용되는 기기에게 확대, 도입되면서 정보통신 인프라가 가정내의 정보기반까지 포함되게 된 것이다. 따라서 홈 네트워크 기술 개발은 정보통신망과 정보가전을 연결할 수 있는 인터페이스를 표준화하는 문제와 나가서 어떻게 국제표준화까지 연결시킬 것인가가 관건일 될 것이다. 홈 네트워크의 협의의 구성요소인 Data, Entertainment, Control network이 하나로 통합되는 것이라고 볼 때 홈 자동화에 제일 중요한 사항은 「the best」 보다는 「the cheapest」를 선택할 것이라는 점이다. 현재 OSGi 와 UPnP 모두 Echelon에게 전력선(Power Line)을 이용한 제어부분을 담당하고 있으며 이 기술이 세계적으로 신뢰성을 가지고 홈네트워크 제어분야에 유일하게 상용화되고 있는 개방형 네트워크라는 데는 이의가 없다 따라서 본고에서는 예쉬론사의 PLT-22 전력선통신방식은 전세계 모든 국가에 동력선통신 규격을 만족하고 가정의 다양한 디바이스를 Plug and Play로 동작할수 있는 LNS와 같은 Network management 기능이 있어 Java와 인터페이스하는 LNS API가 탑재되어 상위에서 쉽게 어플리케이션을 구축할 수 있는 기술로 인정되고 있다. 올 하반기에 출시 예정인 LonWorks Bundle Deployment Kit는 LonWorks 시스템을 홈 네트워크에서 완벽하게 서비스 할 수 있도록 하는 게이트웨이로서 그 시사하는 바가 클 것으로 예상된다. 이제 홈 네트워크의 실현으로 새로운 시대를 열어갈 것으로 예상된다 종래 가정이 소비하는 곳에서 소비와 (지적)생산을 동시에 수행하고 재택 근무의 길을 확실하게 열 것인 바 사회, 문화, 건축, 도시계획 등의 모든 환경을 바꾸어 놓 것으로 보인다. 따라서 우리가 우위를 확보하고

있는 디지털 TV, 백색가전, 정보통신시스템기술, 유무선 단말기 등 경쟁력우위를 확보하고 있는 분야를 공고히 하고 새로운 시대에 홈 네트워킹으로 하는 통합시스템 기술을 더욱 발전시켜 21세기 정보가전 시장에서 새로운 부가가치를 창출할 수 있도록 하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] <http://www.echelon.com/products/OSGi>  
 [2] <http://www.echelon.com> "LonWorks FLT-22 Power Line Transceiver User's Guide" Version 1.1  
 [3] 조엘 드 로스네이, "디지털 혁명", 클라우드 슈바역음(21세기의 예측), 매일경제 신문사, pp.223-230, 1998.  
 [4] 안승권, "인터넷 정보가전기술 현황", 대한전자공학회(텔레콤), Home Network과 인터넷 정보 가전기술 특집, 제 16권, 제 12호, pp. 12-19. 2000,12월.  
 [5] 송상섭외 2인, "유선 Home network 기술", 대한전자공학회(텔레콤), Home Network과 인터넷 정보가전기술 특집, 제 16권, 제 12호, pp. 20-36. 2000,12월.  
 [6] 박광로외 1인, "홈 게이트웨이 기술", 대한전자공학회(텔레콤), Home Network과 인터넷 정보가 전기술 특집, 제 16권, 제 12호, pp. 72-79. 2000,12월.

[7] 임종대, "인터넷 정보가전 기술개발 정책방향", 대한전자공학회(텔레콤), Home Network 과 인 터넷 정보가전 기술 특집, 제 16권, 제 12호, pp. 81-89. 2000,12월.  
 [8] <http://www.echelon.com/products/OSGi/Default.htm>, "LonWorks Bundle Deployment"  
 [9] <http://www.echelon.com>, "LonWorks FLT-21 Power Line Transceiver User's Guide" Version 1.1  
 [10] <http://www.echelon.co.kr> : 이희승, "뉴 밀레니엄의 뜨거운 감자-홈 네트워킹 솔루션-"  
 [11] <http://www.echelon.com> : P. Sutterlin & et cetera, "A Power Line communication Tutorial-Challenges and Technologies-"  
 [12] <http://www.osgi.org>

◇ 著 者 紹 介 ◇



**홍 원 표(洪元杓)**  
 1978년 숭실대 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1979~1993년 한전 전력연구원 선임연구원. 현재 한밭대학교 교수.