

# 전력선통신 동향과 상용화 전망

강영석

한국전력공사

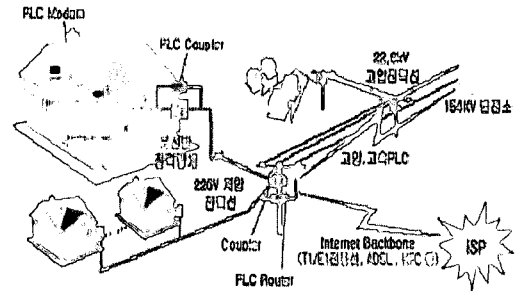
## I. 전력선통신 개요

전력선통신(PLC: Power Line Communication)은 전력송신을 목적으로 하는 전력선의 전원파형(60 Hz)에 통신신호(디지털정보, 수백 kHz~수십 MHz)를 실어서 전송하는 통신방식으로서, 이렇게 전송된 통신신호는 고주파 필터를 이용해 신호만을 따로 분리해 통신하는 기술이다[그림 1].

이 기술은 별도의 통신선 없이 이미 설치되어 있는 전원 콘센트에 접속함으로써 인터넷 접속 등의 외부망이나 네트워크에 이용할 수 있는 편리하고 경제적인 통신방식이다. 또한 전력선통신은 광범위하게 설치된 전력선을 통해 사회 곳곳의 독립된 개체들을 경제적·효율적으로 연결함으로써 새로운 공간과 가치를 만들고 사회기반의 네트워크화를 촉진하는 매체로서의 의미가 크다고 할 수 있다[그림 2].

### 1-1 전력선통신의 특징

전력선통신은 무선통신 방식에 비해 단말기를 저렴하게 공급할 수 있고, 기존 전력선을 그대로 활용함으로써 투자비가 저렴하며 공간점유 비용이 불필



[그림 2] 전력선통신의 개념도

요하여 현재의 초고속통신망의 단점인 높은 설치비를 현저하게 줄일 수 있다. 반면 전력선통신은 제한된 전송전력, 높은 부하간섭과 잡음, 가변감쇠, 임피던스 레벨잡음 그리고 신호왜곡 등의 해결해야 할 문제점들을 가지고 있다<표 1>.

### 1-1-1 전력선통신의 장점

전력선통신은 기존의 전력시설을 활용하기 때문에 비용이 적게 들고 설치기간이 없거나 매우 짧아 새로운 통신망을 구축하는 것보다는 비용측면에서 효율적이다.



\* 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 제6조(정의)

- "전력선통신"이라 함은 전력공급선을 매체로 이용하여 행하는 통신을 말한다.

[그림 1] 전력선통신 개요

<표 1> 전력선통신의 특징

경쟁요인	장애요인
1. 전기를 쓰는 제품은 네트워크가 기본적으로 전력선으로 구성됨 2. 새로운 설치비가 들지 않음 3. 소비자가 설치하는데 어렵지 않음 (Plug & Play가 가능) 4. 모든 방에는 콘센트가 있어 설치장소에 자유로움 5. 세계적으로 사용조건이 비슷함	1. 제품에 영향을 미치면 안되는 제한된 전송 출력 2. 높은 부하간섭과 잡음 3. 가변범위가 큰 감쇄 특성 4. 부하특성의 다양성 5. 통신매체(전력선) 공유에 따른 모델 6. 각각의 집에서 구성되는 시스템의 다양성에 의한 사용환경의 복잡성

또한 전력선통신은 전세계 대부분의 가정에는 최소한 하나 이상의 전원 플러그가 설치되어 있어 이를 통해 어떠한 통신접속 수단보다 설치가 간편하며 다른 어떠한 통신기술보다 이용자들이 익숙해져 있어 사용이 용이하다.

그리고 전력선통신은 단일 인프라를 통해 음성, 영상, 데이터 및 기타 서비스를 보다 용이하게 통합하여 서비스를 제공할 수 있어서 통신, 전력 및 기타 부가서비스를 하나의 사업자로부터 일괄적으로 제공받고자 하는 소비자를 보다 효과적으로 공략할 수 있게 된다. 게다가 통합서비스를 통한 마케팅 및 고객 유지관리를 위한 비용의 절감, 일괄적인 요금 청구 및 이용자 보호 등을 동시에 달성하여 규모의 경제를 실현할 수 있다.

1-1-2 전력선통신의 단점

전력선통신이 홈네트워크나 인터넷 접속을 위한 대안으로 등장하기 위해서는 아직도 많은 장애요인들이 있다. 우선 비용상의 문제점으로 현재로서는 기술의 상용화와 비용 우위를 동시에 달성하기는 어렵다. 이와 같은 고비용의 주된 원인은 기술적 불안정성과 그것을 보완하기 위한 추가적인 소요비용, 그리고 높은 부하간섭과 잡음현상이 기술의 상용화를 더디게 하고 비용상으로 불리하게 만들고 있다. 기술적으로는 가입자 접속을 위한 통신선로서

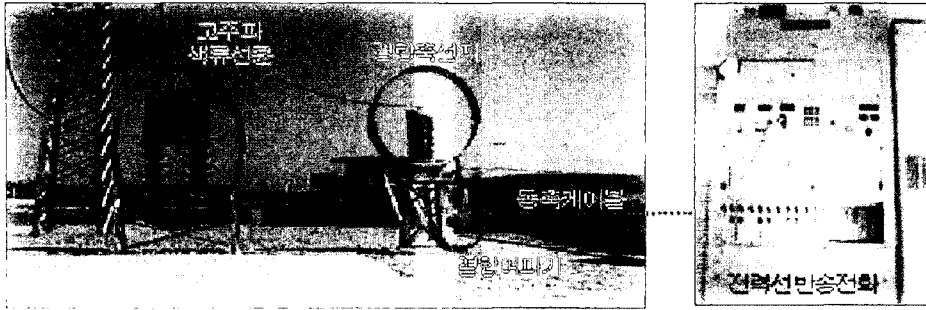
제한된 전송능력으로 인해 통신가능 거리에 대한 제약이 존재한다. 그리고 가변적이고 높은 감쇄현상, 가변 임피던스 레벨잡음, 주파수 선택적 페이딩 채널의 특성, 전력선 배치의 구조적 문제로 인한 가입자 증가시의 호처리 장애 또는 호 폭주시 문제처리 능력 미비 등 보완이 필요하다.

정책적으로는 전력과 통신을 분리하여 시장을 운영하는 각국의 규제정책과 업체 및 국가간의 표준화에 대한 이견 등이 걸림돌이 되고 있다. 대부분의 국가들이 저속의 데이터 전송을 위한 주파수 대역은 할당되어 있으나 고속 데이터 전송을 위한 주파수 규제는 완화를 검토중이거나 새롭게 제정하려는 단계이다.

1-2 전력선통신의 발전

전력선통신은 오래전부터 전력회사를 중심으로 일부 사용되었으며 최근 비약적인 정보통신기술 개발 및 홈네트워크 시장에 대한 관심이 고조되면서 다시 활기를 띠고 있다[그림 3]

초창기 전력선통신은 전력선 반송(Power Line Carrier)방식으로 장거리 송전선(66 kV~345 kV)을 통하여 주로 음성통신을 하기 위하여 이용되어 왔으며, 우리나라에서는 1941년 수풍발전소에서 만주로 나가는 200 kV 송전선에 아날로그 통신신호(사용주파수: 50~450 kHz)를 중첩시킨 전력선 반송 전화를



[그림 3] 초창기의 전력선통신(전력선반송)

처음으로 시설한 후 80년대 중반까지 한전의 주요 통신망으로 활용되었다. 그러나 전력계통이 확장되고 복잡해짐에 따라 발·변전소 및 전력계통의 각 분야에서는 저속의 음성통신뿐만 아니라, 고속의 대용량 제어정보 전송이 필요하게 되어 무선통신, 광통신 전송기술 등을 이용한 전력통신망 기술이 대체 기술로 발전되면서 전력선통신 기반의 통신서비스는 역사의 무대뒤로 사라졌다.

요즘 거론되고 있는 전력선통신은 가정에서 가전 기기를 On/Off 하거나 공장에서 제어분야에 활용하는 것을 목적으로 새롭게 거론되기 시작하였다. 1990년대 들어 통신분야에서의 프로토콜 기술의 발전으로 데이터 전송능력이 획기적으로 개선되었고 전력회사 및 가전업체를 중심으로 제어정보 전송시스템에 쓰이기 위한 기술이 개발되어 활용되고 있다. 특히, 홈네트워크를 위한 기술개발과 인터넷 접속을 위한 "Last One Mile Solution"으로서의 기술개발이 주요한 추세이다.

지금까지의 전력선통신 기술 개발은 저속 데이터의 전송을 상용화시켰고, 앞으로 초고속 인터넷을 사용할 수 있는 고속 전송에 대한 상용화가 활발히 진행되고 있다.

### 1.3 전력선통신의 분류

전력선통신은 통신속도에 따라 고속과 저속방식

으로, 전력선의 전압에 따라 저압과 고압방식으로 분류되고 있으며 적용조건에 따라 기술수준이 크게 다르다.

저속방식은 9,600 bps 이하의 통신속도를 가지는 방식으로서 상용화되어 있으며 전력 IT(원격검침 등), 홈오토메이션, 방범 등에 적용되고 있다. 고속방식은 1 Mbps 이상의 통신속도를 가지며 초고속 인터넷 서비스의 제공이 가능하며, 더 빠른 속도를 목표로 연구개발이 활발히 진행되고 있으나 전송거리, 잡음문제 등 기술적으로 개선할 여지가 아직 많이 남아 있어 지속적인 개발과 검증이 필요한 부분이다.

저압방식은 220 V 가압자 선로를 이용하는 방식으로서 구내 또는 구내에서 인입전주까지의 전송거리(약 200 m 이내)에서 통신신호 전송을 목적으로 한다. 현재 상용화 단계에 있다. 고압방식은 22.9 kV 고압 배전선로를 이용하는 방식으로서 장거리 전송을 할 수 있어야 하며 고속 전송이 가능해지면 엑세스망 역할을 할 것으로 기대된다. 현재 시험전송 수준의 단계에 있다<표 2>.

### 1.4 전력선통신의 기술요소

전력선통신에서 극복해야 할 3가지의 문제점은 감쇄, 노이즈(Noise), 지연(Delay)이며, 이 3가지는 전송로에 필연적으로 존재하여 신호를 왜곡하거나 없

〈표 2〉 전력선통신의 분류

구분	방식	통신속도 및 구간	적용분야	기술수준
통신속도에 따른 분류	저속방식	~ 9600 bps	전력 IT/홈오토메이션	상용화
	고속방식	1 Mbps ~	초고속 인터넷	시범사업
전력선전압에 따른 분류	저압방식	220 V(구내~수백 m)	택내기기 접속용	상용화
	고압방식	22.9 kV(10~30 km)	기간망 접속용	시험전송

에 버리기도 한다. 통신기술의 핵심은 감쇄, 잡음, 지연을 최소화 시키는 것이다. 전력선통신 기술에서도 마찬가지로 이것들을 최소화 하기 위해 각 단계마다 기술적인 배려를 해 놓았다.

1.4.1 전단처리기술(Front End Skill)

커플링(Coupling) 회로를 통해 전력선에 신호를 실어주거나 전력선으로부터 신호만을 분리해 내는 기술로서, 크게 Bandpass Filtering과 Impedance Matching 기술이 있다. 전자는 원하는 신호만 받아들이고 전력이나 각종 잡음신호를 제거하는 기술이다. 후자는 선로의 임피던스와 관계된 것으로 주어진 환경에서 최대의 신호전력이 상대측에 전달되도록 하는 것이다.

• 기본 동작원리

전력선신호 수신시 저주파 대역의 전력은 커패시터에 의해 막히고 고주파 대역의 정보신호만 통과하여 트랜스포머로 전송된다. 그리고 전력선 신호 송신시 고주파의 정보신호가 커패시터를 통과하여 전력선에 실리고 인덕턴스 쪽으로는 누출되지 않게 한다.

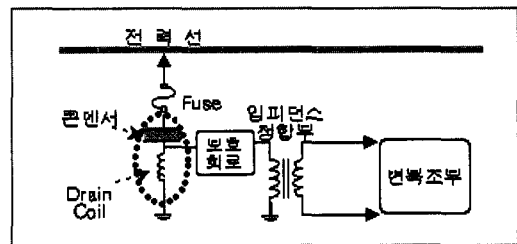
• 커플링의 구성 및 세부 동작원리

커플링 장치는 커패시터(콘덴서)와 인덕터(Drain Coil)로 구성된다. 커패시터는 전력선통신 신호와 같은 고주파 신호에 대해 낮은 임피던스를 가지며, 낮은 주파수로 갈수록 높은 임피던스를 가진다. 이와

는 반대로 인덕터는 고주파 신호에 대해서는 높은 임피던스를 가지며, 저주파 신호에 대해서는 낮은 임피던스를 가진다. 따라서 전력선통신용 고주파 신호는 인덕터 쪽으로 유기되지 않고 대부분의 신호가 변복조부에 전달되며, 60 Hz의 낮은 저주파 전력은 차단된다. 또한 인덕터는 높은 전압에 대하여 콘덴서의 종단에 접지효과를 주어 콘덴서의 절연 파괴시에 유기되는 전력신호의 전류가 전력선통신 모델 등의 기기 쪽에 유입되지 않고 접지를 통하여 방출하도록 한다[그림 4].

1.4.2 채널코딩(Channel Coding) 기법

전력선 채널에서 잡음이나 감쇄로 인해 발생하는 에러를 검출 또는 정정하기 위하여 사용하는 기술로서 신호를 어떻게 코드화(Encode) 혹은 복호화(Decode)하는가는 전력선통신에 있어서 중요한 기술분야이다. 특히 고속 전력선통신의 경우 저속 전력선통신보다 잡음의 영향이 크기 때문에 각별한 노력이 요구되는데 일반적으로 블록코드와 컨벌루션코드, 2가지로 구분이 된다.



[그림 4] 22.9 kV용 커플러

이와 같은 채널 코딩 기술은 전송될 데이터 비트 스트림에 부가정보(redundancy)를 추가하고, 이 부가 정보가 전송과정 중의 손상된 수신신호를 가려내고 정정하는데 이용되는 것이다.

#### 1.4.3 변·복조 기술

열악한 전력선 채널 특성을 극복하고 전송속도의 향상을 도모하기 위한 변조방식으로 FSK, SS, Multi-Carrier 등을 주로 이용한다.

##### ◦ FSK(Frequency Shift Keying)

각각의 정보를 서로 다른 주파수에 매핑시켜 전송하는 방식으로 과거에 가장 많이 사용되어 온 변조방식이다. 이를 전력선 채널에 적용할 경우 전력선의 채널 특성상의 이유로 전송속도가 증가할수록 FSK 방식의 사용이 힘들어지는 단점을 가지고 있다.

##### ◦ SS(Spread Spectrum)

전송신호의 주파수 대역을 원래 신호의 주파수 대역보다 훨씬 넓게 확산시켜 정보를 전송하는 주파수 확산방식으로서, 잡음에는 강하나 신호지연 등 단점도 있기 때문에 주로 2 Mbps 이하의 용도에 적합한 방식이다.

##### ◦ Multi-Carrier

고속의 데이터 스트림을 여러개의 저속 데이터 스트림으로 분할하고 이를 각각의 주파수에 매핑시켜 전송하는 방식이다. 이는 데이터를 병렬로 보내기 때문에 고속 전송에 유리한 장점이 있다. 가장 대표적인 방식으로 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 들 수 있다. 이 기술은 각각의 매핑된 주파수간 상호간섭을 없애기 위해 직교성을 유지해야 하는 특징이 있다. 이런 특징을 토대로 대역폭 사용효율이 높다는 장점을 가지고 있으며, 고속 전력선통신기술에 가장 널리 사용되고 있

는 기술이기도 하다.

#### 1.4.4 접속제어 기술(Medium Access Control)

구내 전력선통신 전송계는 여러 종류의 단말장치가 서로 통신하게 되므로 일정한 법칙이 없으면 서로간에 방해를 주게 되어 통신이 곤란하다. 접속제어 기술이란 신호를 일정크기(패킷)로 잘라서 트래픽을 균등히 하고 효율적인 접속이 이루어지도록 절차(프로토콜)를 정하고, 이것을 H/W 및 S/W적인 방법으로 구현하는 것이다. 전력선통신용 프로토콜은 다자간 통신을 공평하게 하기 위해 긴 데이터를 적절히 분할한다. 다음으로 엄격한 에러 탐지 및 수정 기능이 필요하며 매체 상태 변화에 따른 빠른 적응력을 갖추고 있어야 한다. 또한 적은 통신 비용으로서 구현이 가능해야 하며, 높은 통신망 사용효율, 다양한 트래픽을 수용(우선순위 서비스를 통한 멀티미디어 트래픽 지원 등)할 수 있어야 한다. 마지막으로 하드웨어 구현이 용이해야 하며 노드의 추가와 제거가 용이해야 한다.

#### 1.5 전력선통신의 응용분야

전력선통신 기반의 대표적인 응용분야는 1~10 Mbps 전송속도의 초고속 인터넷 가입자망 분야와 PC·TV 등 가전기기간의 홈네트워크 관련 분야, 그리고 전기·가스·수도 등의 통합 원격검침 분야 등을 들 수 있다.

##### 1.5-1 초고속 인터넷 가입자망 분야

국내의 초고속 인터넷 가입자망은 ADSL, CATV 등의 성공적 기술기반에 힘입어 전 세계적으로 유례가 없는 가입자 증가 추세를 유지해 왔으며, 이러한 상황을 고려할 때 이제 상용화 준비단계에 있는 전력선통신이 국내의 초고속 인터넷 가입자망 시장에서 경쟁력을 확보하기는 쉽지 않을 것으로 예상된다. 그러나 기존의 초고속 인터넷 가입자망 수준의

통신서비스 속도와 가격 경쟁력을 확보한다면 전력선통신은 틈새시장에서 어느정도 경쟁력을 가질 것으로 보여 초고속 인터넷 가입자망 서비스의 보다 빠른 확산에 기여할 수 있을 것이다. 그리고 상대적으로 통신 인프라가 취약한 중국, 동남아시아, 유럽 등지에서 전력선통신은 차세대 인터넷 통신의 대안으로 제시되고 있다<표 3>.

1-5-2 홈네트워크 관련 분야

홈네트워크 시장은 그동안 정부나 많은 사업자들이 새로운 사업기회로 언급하여 왔지만 수익성 있는 비즈니스 모델로는 아직 성공하지 못하였다. 그러나

소비자의 홈 엔터테인먼트에 대한 관심이 높아지고 통신사업자들도 기존 사업의 성장한계를 느껴 새로운 사업기회를 찾아 홈네트워크 시장에 적극적으로 참여하고 있다. 또한 국가의 신성장동력으로서의 홈네트워크 시장에 대한 기대감이 커짐에 따라 각 산업분야에서 홈네트워크 시장의 우위를 차지하려는 경쟁이 치열해지고 있다<표 4>.

이러한 홈네트워크의 구성에 있어서 초기에는 이더넷 방식이 시장을 주도하다가 점차 무선방식이 시장을 주도할 것으로 예측이 되고 있으며, 현재 미미한 수준에 있는 전력선통신도 점차 이더넷 방식의 비중에 육박하는 수준으로 성장할 것으로 전망되고

<표 3> 초고속 인터넷 가입자망 기술 비교

구분	속도	장점	단점
ADSL	상향 2 Mbps 하향 8 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>고속지원</li> <li>PTP 구성방식에 의한 보안성 우수</li> <li>선진국에서는 전화선 보급률 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>통신 인프라의 품질이 우수해야 함</li> <li>고객과 전화국 사이의 거리제한</li> <li>인프라 미비로 높은 구축비용</li> </ul>
CATV	10 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 CATV망 이용</li> <li>단말장치 저렴</li> <li>설치 간편</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>매체공유에 의한 속도 저하</li> <li>CATV망이 없는 경우 선로공사 필요</li> <li>보안성 낮음</li> </ul>
PLC	2~8 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>기설된 전력선 이용으로 설치비 저렴</li> <li>설치 간편, 고속지원</li> <li>다양한 응용시장 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>잡음, 부하 등 열악한 통신 채널</li> <li>통신법 규제</li> </ul>

<표 4> 홈네트워크 가치사슬(정보통신정책연구원)

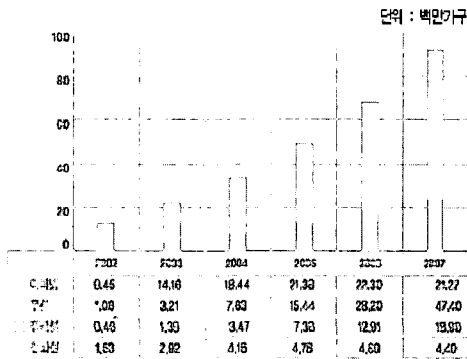
	가입자망	홈게이트웨이	홈네트워크	인터넷 정보단말기	홈네트워크 서비스
개념	외부인터넷과 접속을 가능케 해주는 역할	가입자망과 홈네트워크 사이의 인터페이스 역할	인터넷 정보단말기와 가입자네트워크를 연결하는 역할	외부망과의 정보공유를 위한 네트워크 기능을 갖춘 단말기	홈네트워크 단말기를 활용한 각종 편의 서비스
관련기술 및 제품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- xDSL</li> <li>- Cable</li> <li>- PowerLine</li> <li>- Wireless</li> <li>- Satellite</li> <li>- FTTH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HAVi</li> <li>- UPnP</li> <li>- IEEE1394</li> <li>- HomeAPI</li> <li>- OSGI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전화선</li> <li>- 전력선</li> <li>- HomeRF</li> <li>- IEEE802.11</li> <li>- 블루투스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Web phone</li> <li>- Communication device</li> <li>- Entertainment device</li> <li>- Computing device</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-택내 자동화</li> <li>-엔터테인먼트</li> <li>-텔레포니</li> <li>-건강, 복지</li> </ul>

있다. 결국 향후 홈네트워크 시장에 있어서 어느 한 기술이 시장을 독점하지 않고 각각의 고유한 특성을 유지하면서 병행·결합을 통해 독자적인 영역을 구축할 것이며 전력선통신은 상호 보완적인 위치에서 홈네트워크 영역을 구축할 것으로 보인다[그림 5].

### 1-5-3 통합 원격검침 분야

원격검침은 전기, 가스, 수도 등 유틸리티에 해당

하는 Meter 자료를 정보통신 기술을 활용하여 자동으로 읽어내어 집산, 처리하는 시스템이다. 우리나라와 같이 주로 아파트가 밀집되어 있는 경우 전기, 가스, 수도 등을 검침하기 위하여 개별호수를 방문하는 것은 많은 인력과 불편함을 가중시킨다. 이것을 전력선을 이용하여 원격으로 검침한다면 그만큼 경제적이고 한차원 높은 홈오트메이션의 분기점이 될 것이며 전력선통신 상용화 초기의 주요한 비즈니스 모델로서 주목을 받을 것으로 전망된다.



[그림 5] 전세계 홈네트워크 기술별 성장전망(Ovum, 2002)

## II. 전력선통신 표준화 동향

전력선통신 기술의 경우 현재까지 전 세계적으로 관련기술의 표준이 확립되어 있지 않다. 전 세계적으로 표준화된 기준을 갖는 것은 생산된 제품간의 상호 호환성과 적은 생산비용을 투자하여 대규모의 시장에 뛰어 들 수 있는 기회를 준다는 점에서 중요한 문제이다. 표준화와 상호 호환성 및 관련 기술개발을 추진하기 위해 현재까지 미국의 HomePlug Power Alliance, 유럽의 PLC Forum, 일본의 ECHO

<표 5> 전력선통신 표준화 단체 현황

구 분	HomePlug(미국)	PLC Forum(유럽)	ECHONET(일본)	PLC Forum Korea(한국)
설립년도	2000년 4월	2000년 3월	1997년 12월	2000년 12월
중점분야	홈네트워크	엑세스망	홈네트워크	엑세스망, 홈네트워크
주파수 활용안	4.5 MHz~30 MHz	(Access) 1.6 MHz~10 MHz (Inhouse) 10 MHz~30 MHz	450 kHz	30 MHz
규제 관련단체	FCC	ETSI, CENELEC	총무성	정보통신부
참여단체 수	80 이상	100 이상	100 이상	54 이상
진행사항	○ Intellon社 기술을 기본기술로 결정 ○ 현재 Spec1.0.1 공개 ○ Field test 실시	○ Access-Inhouse 간 Coexistence Spec 제정 예정 ○ ETSI, CENELEC 공동작업	○ ECHONET Spec 1.0(일반), 2.0(회원) 공개 ○ Spec 3.0 회원 공개	○ Spec HNCP 1.0 제정, 공개 ○ 상용화 적용 중

NET 컨소시엄 등 세계 각국에서 지역별로 표준화 단체가 구성되어 있으며, 국내에서도 전력선통신 관련업체와 기관으로 구성된 PLC Forum Korea를 중심으로 표준화 활동을 추진하고 있다<표 5>.

### 2-1 HomePlug Powerline Alliance(미국)

2000년 4월 미국에서는 Intellon社의 기술을 근간으로 CISCO, MOTOROLA, HP, Intellon 등 사업자 위주의 표준단체인 HomePlug Powerline Alliance를 구성하여 댁내의 홈네트워크를 위한 전력선통신 표준화 작업을 진행하였으며, 2001년 12월 Ehternet class Home Powerline Networking을 위한 표준안 Home Plug V1.0을 발표하였다<표 6>.

이 HomePlug V1.0은 Intellon社의 고속 전력선통신 기술을 근간으로 만들어졌으며, 주목할 사항은 이 표준안이 국내에서는 아직까지 허용되지 않은 30 MHz 대역을 캐리어 주파수 대역으로 사용하고 있다는 점이다.

현재 HomePlug는 기존의 규격에 그치지 않고 HomePlug AV 기술규격을 개발 중에 있다. HomePlug AV는 가정내에서 다양한 실시간 멀티미디어를 전력선통신을 이용하여 제공하려는 기술로서 HDTV 1 채널, SDTV 3채널, 인터넷 2회선, 인터넷전화 2회선, 고품질 오디오 1회선 등의 가정내 서비스를 동시에 제공(실질대역폭: 58.4 Mbps)하는 것을 고려하고 있다. 이런 서비스를 바탕으로 2004년 말까지 200 Mbps급 고속 전력선 모뎀 규격인 HomePlug V2.0

<표 6> HomePlug V1.0의 주요 사양

1. 주파수 사용대역: 4.5 MHz~20.7 MHz
2. 변조방식: OFDM (84 Carrier)
3. Carrier 변조방식: BPSK, DBPSK, DQPSK, ROBO
4. 데이터 속도: 최대 13 Mbps
5. MAC 프로토콜: CSMA/CA

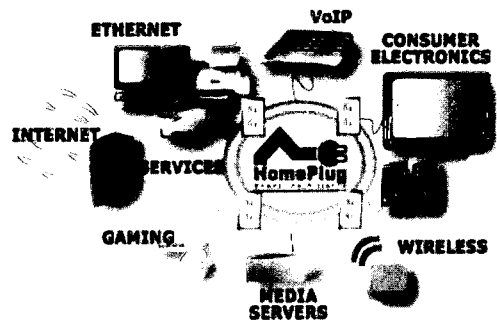
제정을 위한 작업을 진행하고 있다.

한편 저속 부문에서는 ANSI 산하 EIA에서 가전 제어용 저속 전력선통신 표준으로서 LonWorks, CEBus를 등록함으로써 단일 표준이 아닌 복수개의 표준을 인정하고 있다<그림 6>.

### 2-2 PLC Forum(유럽)

2000년 3월 설립된 PLC Forum은 독일이 주축이 되어왔던 PTF Forum과 영국이 주축이 되어왔던 IPCF Forum이 하나로 통합되어 형성되었으며, 시작 초기에는 10개국 60개 회사가 참가하여 활발한 활동을 벌였으나 참여기관의 의견 조율 실패로 현재는 활동이 부진한 상태이다.

고속 전력선통신 기술을 초고속 인터넷 가입자망 기술로 이용하고자 하는 유럽쪽의 강한 성향에 따라 미국의 HomePlug와는 달리 PLC Forum은 주로 엑세스망에서의 전력선통신 기술을 주요 이슈로 삼고 있다. 또한 어떤 특정 업체를 선정해서 그 기술을 표준으로 제정하기 보다는 법적, 제도적인 문제의 해결에 집중하고 있다. 현재 In-house와 Access 구간을 어떻게 구분할 것인가라는 공존(Coexistence)의 문제로 의견이 분분한 상태이며 In-house 구간은 10~30 MHz 대역, Access 구간은 1.6~10 MHz 대역의 활용을 검토하고 있다.



[그림 6] 미래의 홈네트워크(www.homeplug.com)

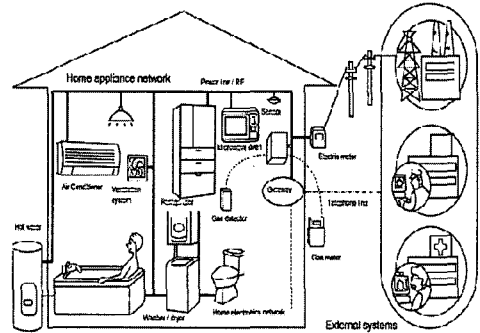


한편, 저속 전력선통신 기술은 표준없이 빌딩 및 홈 오토메이션 중심으로 시장이 형성되어 있는 상태이다[그림 7].

### 2-3 ECHONET Consortium(일본)

일본은 자체적인 전력선통신 기술 개발보다는 해외의 유력한 제조업체의 기술력 도입을 통한 홈네트워크 구현에 관심을 가져왔다. 1997년 12월 자원과 에너지 소비를 최소화해 환경친화적이면서 사용자의 편리를 극대화하는 표준 홈네트워크의 구성을 목표로 도쿄전력, 히타치, 미쓰비시, 도시바 등 일본내 100여개 관련업체가 참여한 ECHONET Consortium을 설립하였다[그림 8].

설립 초기에는 저속 전력선통신 기술을 활용한 에너지 수요관리, 보안 등에 중심을 두고 활동하다



[그림 8] ECHONET의 비전(www.echonet.gr.jp)

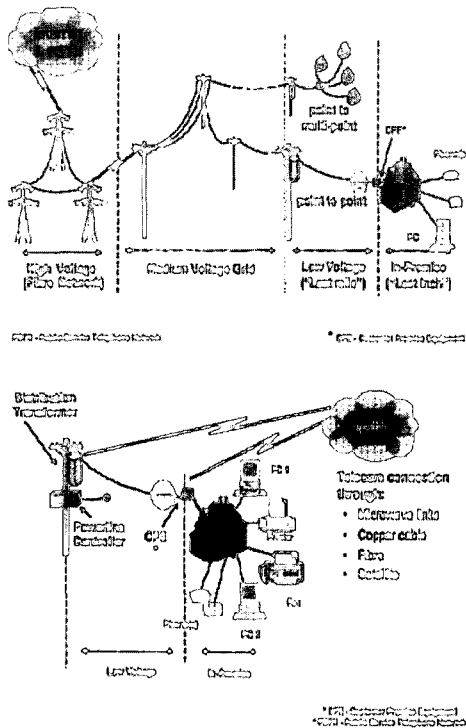
가 최근에 와서는 가전업체를 중심으로 홈네트워크 통합표준에 더 무게를 두고 있다. 2000년에 마쓰시타의 저속 전력선통신을 표준으로 제정하였으며 2002년 Spec 3.0에서 Bluetooth를 포함하면서 무선기술로 관심이 이동되는 경향이 있다.

일본의 고속 전력선통신 부문은 자국의 전파법 규제에 의해 표준화 활동이 없으며 고속 전력선통신을 위한 제반 법규 및 기술을 검토 중에 있다.

### 2-4 PLC Forum Korea(한국)

국내의 전력선통신 기술 개발은 정부의 산업자원부 주도로 이루어져 왔으며 젤라인, 플래넷 등과 같은 업체들은 현재 기술적인 면에서 세계적인 수준에 뒤지지 않는 전력선통신 기술을 보유하고 있다. 특히 홈네트워크 제품이 요구되는 사이버아파트의 건설 붐이나 그에 따른 인터넷 정보가전의 필요성 대두에 따라 전력선통신 기술의 표준화가 시급하다는 관련 업체들의 공감대 형성에 힘입어 2001년 12월에 PLC Forum Korea가 구성되었다.

PLC Forum Korea는 전력선통신 기반 가전기기 제어를 위한 프로토콜 및 접속규격인 HNCP 1.0을 2003년 5월 제정하였다. HNCP는 집안의 전기배선을 통해 가전기기와 전등 제어신호를 양 방향으로 연결하는 전력선 표준 프로토콜과 보안관련 규격, 저속



[그림 7] 전력선통신 네트워크(www.plcforum.com)

PLC와 고속 PLC 기술의 호환성 등 통신규격 일체에 대하여 규정하고 있다.

하지만 국내의 전파법 규제에 의해 고속부문에 대한 표준화 활동이 현재는 없는 상태이며 2004년 10월경 전파법 기술기준이 개정된 후에 옥내 및 옥외 전력선 모뎀 공준을 고려한 국내 표준화가 TTA 및 PLC Forum Korea에 의해 2004년 말부터 진행될 예정이다.

### Ⅲ. 전력선통신 상용화 전망

전력선통신은 기술적인 측면에서 제한된 전송능력, 높은 부하간섭, 가변감쇠 등을 가지고 있으며 무선, ADSL 등 경쟁기술의 발전 및 안정화에 따른 시장진입의 불확실성이 존재하는 것이 사실이다. 그러나 유럽, 미국 등에서 주파수 대역 규제 완화가 가시화 되면서 전력선통신은 차별화된 전송기술로서 부각되고 있으며 홈네트워크 시장이나 초고속 가입자망 시장에서 충분한 기회를 가지고 있다. 특히 전력사업의 자유경쟁체제 도래에 따른 에너지산업 성장이 한계에 다다른 각국의 전력회사들은 새로운 비즈니스 모델을 모색하면서 기존의 설비 자산을 활용하여 매출을 창출할 수 있는 전력선통신 사업을 차세대 성장을 위한 신규사업으로 채택하고 있고 전력선통신의 특성화된 기술이 제공하는 홈네트워크, 초고속 가입자망 등의 통합 솔루션 제공으로 전력선통

신 기술이 경쟁력을 갖추면서 가능성을 밝게 해주고 있다.

#### 3-1 국외의 상용화 추진 현황

국외에서 전력선통신 기술의 상용화가 활발히 진행되고 있으며, 특히 중국, 스페인, 독일, 홍콩 등에서 전력회사가 중심이 되어 이미 액세스망으로서의 상용화가 이루어졌다. 그밖의 여러 국가에서 정부의 적극적인 지원을 받아 자국 통신 인프라의 상황에 따라 액세스망으로서, 또는 홈네트워크 제어용으로서 실증시험 중이거나 상용화가 진행 중이다<표 7>.

##### 3-1-1 중 국

중국은 SGTC(State Grid Telecomm Center: 國家電網通信센터)에서 전력선통신 사업을 추진하고 있다. SGTC는 중국의 80%에 해당하는 지역의 전력사 통신망을 지원하는 중국 국가전력회사의 통신담당 계열사로서 지난 2000년부터 자국내 통신 인프라 보안을 위해 전화, 인터넷 등의 전력선통신 기반 통신사업을 추진하고 있다.

SGTC는 신식산업부(新式産業部, 한국의 정보통신부)로부터 전력선통신을 이용한 인터넷 사업에 대한 허가를 득하고 북경지역 아파트 600여동 5만1천 가구에 인터넷 서비스를 위한 전력선통신 기반을 구축하여 현재 약 5천 가구(가입율 9.8%)가 인터넷 서비스를 저렴한 요금(약 1만원/월)으로 제공받고 있다.

<표 7> 각국의 상용화 동향

국가명	상용화 주체	상용화 목표	진행상황
중 국	SGTC	인터넷	5000가구 서비스 중
스페인	ENDESA	인터넷	2000가구 서비스 중
이탈리아	ENEL	원격검침	1450만 가구 구성 완료
미 국	CINERGY	인터넷+원격검침	시범사업 완료, 상용서비스 개시중
독 일	RWE, EnBW	인터넷	200가구 서비스 중
홍 콩	HEC, CKPC	인터넷	10000가구 서비스 중

현재 SGTC는 신식산업부와 함께 전력선통신에 대한 기술검증을 실시하고 있으며 곧이어 북경지역에 인터넷 가입 2만호를 목표로 사업 확대를 준비중이다. 현재 중국은 전화가 공급되지 못한 지역이 전체의 15%이며, 전기가 공급되지 못한 지역은 3% 수준으로 전력선통신 기술이 강력한 통신수단이 될 것이라는 평가를 하고 있다.

### 3-1-2 스페인

스페인의 ENDESA社は 스페인의 북부지역(국토의 30%)을 담당하는 전력회사로서 후발 통신사업자인 AUNA社와 손잡고 전력선통신 기반의 전화 및 인터넷 서비스 사업에 진출하였다.

ENDESA社は 지난 2001년부터 2003년까지 스페인 북동부의 사라고사(Zaragoza) 지역의 학교, 아파트, 상가 등 2103호를 대상으로 전력선통신을 이용한 전화, 인터넷 서비스를 제공하는 시범사업을 성공적으로 시행하여 전력선통신의 시장 진입 가능성을 입증하였다.

또한 2004년 1월부터 사라고사 지역의 약 2000가구(유료서비스는 1000가구)에 전력선통신 기반의 전화, 인터넷 상용서비스를 제공하고 있으며 요금수준은 35~75 Euro(128 kbps급 35 Euro/월, 300 kbps급 36 Euro/월, 600 kbps급 70 Euro/월) 정도이다. 2004년 3월부터 바로셀로나 지역에서 상용서비스를 확대하고 있다.

### 3-1-3 이탈리아

이탈리아의 ENEL社は 국영 독점 전력회사로서 전력선통신을 이용한 원격 검침 사업만을 중점적으로 추진해 왔다. 2004년 3월 현재 1450만 가구(전체 가구수의 54%)에 원격 검침용 전력선통신 장치를 설치하였다.

ENEL사는 저속 PLC 기술을 적용하여 인터넷 등 홈서비스로의 발전 가능성은 적지만 원격 검침 자체

만으로 파생되는 수익이 많아서 투자 효과가 있다고 밝히고 있다.

### 3-1-4 미 국

미국의 Cinergy社は 2004년 1월부터 전력선통신 장비 제조회사인 Current Technologies와 함께 메릴랜드, 신시내티 등의 지역에 100가구 대상의 시범사업을 진행하여 성공적으로 완료하였으며 2004년 8월에 Access Broadband LLC라는 이름의 합작회사를 설립하여 신시내티, 켄터키, 인디애나 지역 등에 전화, 인터넷 등의 상용서비스를 개시 중에 있다(자사 150만 전력고객 중 5만 5천 가구에 서비스 판매 목표). 요금은 1 Mbps 서비스의 경우 29.95달러/월, 3 Mbps 서비스의 경우 39.95 달러/월로 구분하여 제공할 계획이다. 또한 시너지 전력회사는 원격감시 제어, 전력계통 제어, 수요관리, 원격검침 등의 전력 제어 관련 서비스를 제공할 계획이다.

### 3-1-5 독 일

독일의 RWE社와 EnBW社は 전력선을 이용한 인터넷 사업에 대한 허가를 득하여 Mannheim, Hameln, Dresden 지역에서 초고속 인터넷 서비스 사업을 하고 있다. 현재 RWE社は 주거 및 공장을 포함하여 200가구에 대하여 2 Mbps급의 전력선통신 기반의 인터넷 서비스를 제공하고 있다.

### 3-1-6 홍콩

홍콩의 전력회사인 HEC(홍콩전력, Hong Kong Electric Company Ltd.)는 계열 통신회사인 CKPC(CK Power Communication Ltd.)를 통하여 2001년부터 스위스의 제조회사인 ASCOM社와 함께 홍콩내 호텔 및 고층 아파트지역을 대상으로 약 1만여 가구에 전력선을 이용한 인터넷 서비스를 제공하고 있다.

## 3-2 국내의 상용화 추진 현황 - 한국전력 중심으로

국내의 전력선통신 기술 수준은 일찍부터 정부, 연구기관, 학계, 산업계에서 관심을 가지고 노력하여 선행국가에 비해 뒤지지 않는 편이다. 특히 1999년 산업자원부에서 중기저점 사업으로 5년간 ‘고속 전력선 가입자망 개발’에 착수하여 5개의 프로젝트에 관련 기관이 서로 역할 분담하여 연구개발에 참여하고 있다. 이와 함께 2000년 설립된 PLC Forum Korea를 통해 학계, 연구기관, 업체들이 서로 정보를 공유하여 기술개발에 박차를 가하고 있으며 정보통신부는 2002년 현장실험용에 한하여 전파법 규제를 완화하였고 추가적으로 고속용 주파수 대역까지도 2004년 중 개정을 시사함으로써 전력선통신 기술의 상용화를 가속화 시키고 있다. 이에 한국전력은 올해부터 저압 수용가 3000가구를 대상으로 전력선통신 시범사업을 시작하여 원격검침, 직접부하 제어, 배전 자동화, 변압기 감시 등 전력 IT 분야를 중심으로 통합검침, 가전기기 제어, 인터넷 등 다양한 응용 분야에 적용함으로써 전력선통신 상용화 기술을 조기에 확보할 방침이다.

### 3-2-1 연구개발 추진

한국전력은 1999년 12월부터 산업자원부의 중기저점 연구개발 사업인 ‘고속 전력선 가입자망 개발’ 사업에 참여하고 있다.

산업자원부의 중기저점 연구개발 사업은 총 5개의 세부과제로 구분되어 시행 중에 있으며, 이 중에서 한전은 ‘고속 전력선통신을 이용한 원격 자동화

시스템 개발’ 부문에 연구개발 주관기관이 되어 연구를 수행하고 있다. 주요 연구개발 실적으로는 전력선통신 기술의 실증을 위한 옥외실증 시험장을 2개 지역에 구축하였고 전력선통신을 이용한 원격검침시스템 구축과 전력부가서비스, 배전자동화 통신망 적용연구 등 다수의 연구개발 수행실적을 가지고 있다<표 8>.

세부적으로는 2003년에 22.9 kV 고압 배전선로에서 18 km 장거리 전송시험에 성공함으로써 고압용 전력선통신 기술의 실용화를 앞당기는 기반을 마련하였으며, 저압선에 전력선통신을 적용한 원격검침시스템을 개발하여 대전 전민동 주택가에서 실증하였고, 국내에서 개발한 고속 PLC 모뎀으로 단독주택 20가구를 대상으로 인터넷 시범 가입자망을 구성하여 현재 서비스를 제공하고 있다.

### 3-2-2 시범사업 추진

최근 정부에서는 홈네트워크 산업을 10대 신성장 동력 산업의 하나로 선정하고 조기 사업화에 주력하고 있으며 전력선통신이 가장 저렴한 비용으로 홈네트워크를 구성할 수 있는 잠재력이 있어 상용화에 적극 나서고 있다. 올해안으로 전력선통신에 대해 규제를 완화하기로 하였고 기술개발 및 표준화 등을 지원하고 있다. 한국전력은 그동안 축적된 연구개발 성과물을 현장에 적용하고 전력선통신 기술의 활용기반을 마련하기 위해 올해 10월부터 저압 수용가 3000가구를 대상으로 전력선통신 시범사업을 시작

<표 8> 산업자원부 고속전력선 가입자망 개발 사업 세부과제 현황

연구과제명	주관기관
저압 전력선망을 이용한 고속전력선 통신시스템 개발	켈라인
고압 배전선로를 이용한 고속전력선 통신망 개발	전기연구원
고속 전력선통신을 위한 원격자동화 시스템 개발	전력연구원(한국전력)
협대역 전력선통신 시스템 및 응용기술 개발	전기연구원
전력선통신망에 기반한 디지털 가전기기용 홈네트워크 개발	서울대

작할 예정이다. 원격검침, 직접부하 제어, 배전 자동화, 변압기 감시 등 전력 IT 분야를 중심으로 통합검침, 가전기기 제어, 인터넷 등 다양한 응용분야에 적용함으로써 전력선통신 상용화 기술을 조기에 확보할 예정이다[그림 9].

3-2-3 표준화 및 기술기준 제정 추진

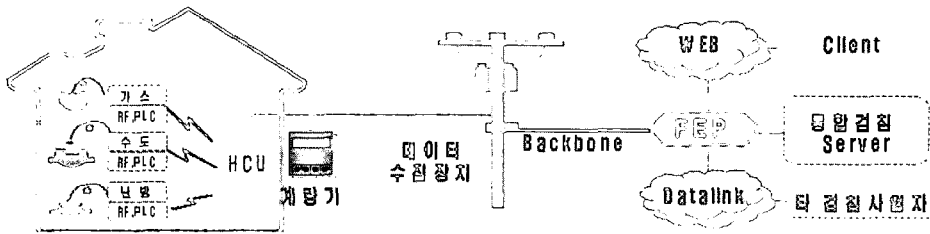
전력선통신 상용화 추진에 있어서 중요한 요소는 표준화 및 제도정비, 기술기준 제정이다. 향후 전력선통신의 상용화 환경에 부합되는 전력선통신 기술 표준화를 위해 노력하고 있으며 국내의 PLC 포럼 및 TTA(한국정보통신기술협회)에서 전력선통신 규칙 및 모뎀기술 표준을 논의하고 향후 각국의 표준화 단체와 연계 국제적 표준화를 추진하고 있다[그림 10].

또한 정통부의 전파법 시행령 개정 및 기술기준 제정 작업에 참여하고 있다. 현재 전력선통신의 사

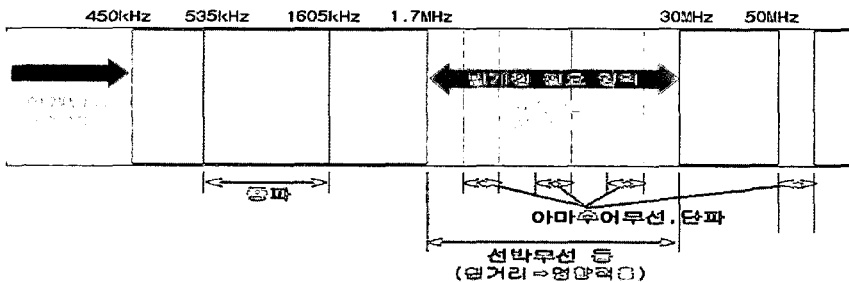
용 주파수 대역을 9~450 kHz로 제한하고 있고 전력선통신 기기 설치시 정통부장관의 허가를 얻도록 규정하고 있다. 이에 대해 초고속 인터넷서비스가 가능하도록 30 MHz까지 전력선통신 주파수 대역의 확대와 기기 설치에 대한 허가제도의 완화를 청원하고 있다.

3-3 향후 상용화 전망

전력선통신은 현재 가정을 포함한 사회 곳곳에 전력선이 보급되어 있어 현존하는 인프라 중에서 가장 광범위한 네트워크를 구성하고 있다. 이러한 특성때문에 기존 초고속 인터넷 사업에 있어서의 사각지대에 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 'Last One Mile Solution'으로 기대를 받고 있다. 또한 전원 콘센트에 플러그만 연결하면 통신이 가능한 기술이기에 앞으로 다가올 홈네트워크 시대에서 강력한 솔루션으로 자리를 잡아갈 것으로 전망된다.



[그림 9] 전력선통신 기반의 통합검침시스템 시범사업 모델



[그림 10] 전력선통신의 사용 주파수 대역

이렇듯 전력선통신을 이용한 고속 액세스 기술과 홈네트워크 제어기술은 신규 서비스 및 잠재시장을 활성화할 수 있을 것으로 기대돼 국내외 전력업계나 통신업계가 차세대 통신기술로 주목하고 있다. 그러나 이러한 기대감에도 불구하고 전력선통신은 근본적인 문제점, 즉 해결해야할 과제를 안고 있다.

먼저 통신속도와 신뢰성을 확보하기 위한 전력선의 채널특성 및 노이즈 등을 해결해야 한다. 그리고 현재 가전업체와 통신업체들이 내놓고 있는 제품들은 같은 회사의 제품끼리만 통신이 가능해 시장 활성화에 발목을 잡고 있으므로 모든 제품이 상호 호환될 수 있는 국내외적인 표준 프로토콜의 제정이 필요한 상황이다.

이와 같이 전력선통신 기술의 상용화에 있어서 가능성과 불확실성이 공존하고 있는 것이 사실이지만 통신장애 요소 등의 기술적인 문제점을 지속적으로 보완하고 주파수 대역의 법적인 제약이 해결된다

면 사회기반의 네트워크화를 촉진하는 차세대 통신 기술로 성장할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] <http://www.plcforum.com>
- [2] <http://www.homeplug.com>
- [3] <http://www.echonet.gr.jp>
- [4] 유동희, "전력선을 이용한 통신기술(PLC)", KEP-RI JOURNAL, 2004년.
- [5] 김기두, 이종성, "전력선통신(PLC) 기술개요", 전자공학회지, 2001년.
- [6] 고범석, "홈네트워크에 있어서 전력선통신에 대하여", 전자공학회지, 2002년.
- [7] 정영화, "전력선통신기술 표준화 동향", 전자공학회지, 2003년.

≡ 필자소개 ≡

강 영 석



1952년: 10월 19일생  
 1976년: 광운대학교 통신공학과 (공학사)  
 1993년: 한남대학교 (공학석사)  
 1978년: 한국전력 입사  
 2003년: 한국전력 전자통신처 부처장,  
 통신운영팀장

2004년 2월~현재: 한국전력 전자통신처 PLC 사업팀장