

전력선통신기술의 연구개발 동향

김관호 | 한국전기연구원 전기정보망 연구그룹장

오휘명 | 한국전기연구원 전기정보망기술연구그룹 연구원

1. 서언

전력선통신기술은 디지털기술과 통신기술의 발달로 최근 급격한 발전을 이루었다. 과거의 아날로그 방식의 낮은 전송속도나 통신 신뢰성 부족의 단점을 디지털 통신기술로 극복하면서 통신수단으로서의 새로운 자리매김과 함께 응용분야 또한 전력이나 빌딩 제어 등 저속제어분야에 국한되었던 것에서 벗어나 인터넷 가입자망이나 홈네트워크 등의 광대역 통신 분야로 그 범위가 확대되고 있다. 특히 최근에는 유비쿼터스 환경 하에서 설비친화적인 네트워크로서도 매우 효율적인 수단으로 인식되면서 기술 활용에 대한 관심도가 다른 어느 때보다도 커져가고 있기도 하다. 이에 따라 국내외에서는 전통적인 저속 제어분야의 기술 실용화는 물론 고속통신 분야의 실용화 응용을 위한 전력선통신기술의 고속 광대역화, 신뢰성 향상, 그리고 표준화에 이르기까지 다양한 연구 개발 활동이 활발히 추진되었고, 계속적으로 확대되어 가고 있다. 본고에서는 이러한 전력선통신기술의 최근 연구 개발 동향을 소개하고자 한다.

2. 전력선통신기술

2.1 전력선통신기술 개요

전력선을 이용한 통신기술은 1830년대 원격 전력미터기의 전압검사를 위해 전력선에 신호를 사용한 것이 최초라 할 수 있으며, 1920년대부터는 발전소와 변전소간 전력선 반송 음성전화용으로 사용되어 왔다. 전력 공급을 위해 포설된 기존의 전력선에 전기신호와 함께 제어신호를 실어 전력선상에 연결되어 있는 전력제어설비를 on/off 할 수 있게 하는 원격제어기술은 1930년 독일에서 발명되어 유럽의 가로등 조명이나 부하제어방식에 응용되었고, 이렇듯 부가적인 제어용 케이블 없이 기존의 전력선을 이용한다는 장점은 전력설비제어 등 최근까지 빌딩이나 가정 내의 가전설비 네트워크용으로서의 효용성을 인정받고 있다.

초기 15-500kHz의 반송신호를 활용한 비트 신호 전송 수준에서 점차 디지털 신호처리 및 변복조 기술을 적용하여 데이터통신의 속도와 신뢰성을 향상시켰으며, 특히 최근에는 신호 주파수 대역을 30MHz까지 확장하고 OFDM(Orthogonal



표 1 _ 국내외 전력선 통신 기술 현황

구 분	속 도	대표적용도	개발수준
저 속	1kbps급	전등제어	실용화
중저속	10kbps급	가전기기제어	실용화
고 속	1Mbps급	가입자망	상용화완료
중고속	10Mbps급	홈네트워킹 및 가입자망	국내외 실증시험 추진
초고속	200Mbps급	멀티미디어네트워크	국내외 개발 진행중

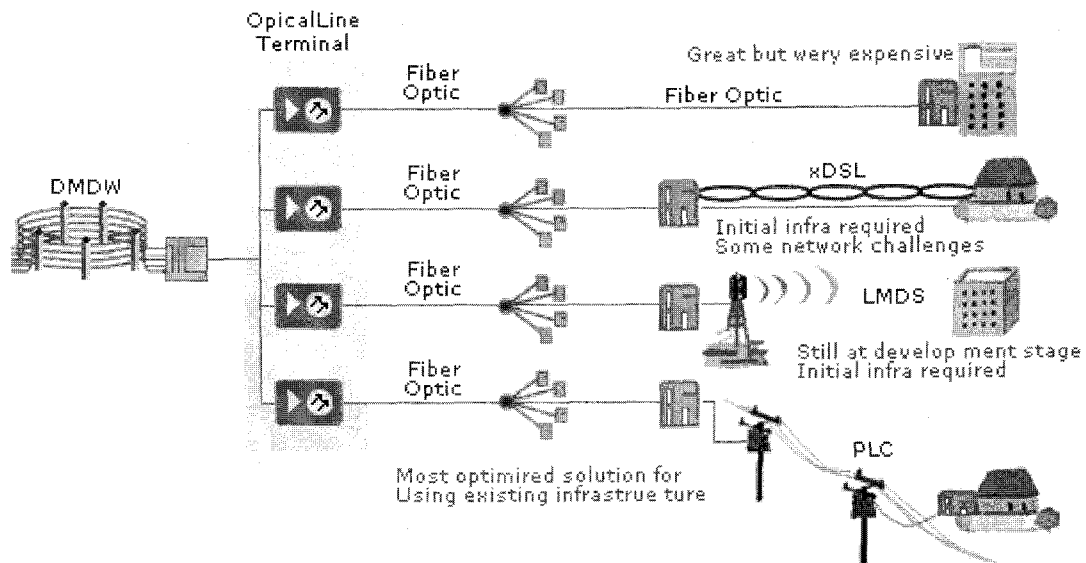
Frequency Division Multiplexing) 기술 등 다양한 디지털 통신 기술을 채용한 고속의 광대역 전력선통신기술(BPLC: Broadband Power Line Communication)이 개발되고 있다. 고속 광대역 전력선통신기술은 기존의 디지털 가입자망 통신기술인 xDSL급의 전송속도를 확보하여 인터넷 가입자망은 물론, 수용가들의 전기설비 감시제어를 위한 설비용 네트워크, 그리고 이와 연계된 가전용 홈네트워크까지 그 활용 범위를 확장할 수 있게 되었다.

현재의 국내외 전력선통신기술 기술 수준은 표 1과 같다.

2.2 전력선통신망 구성

전력선통신망 구성은 다양하게 구현될 수 있으나 현재는 크게 가입자망 구성과 홈 네트워크 구성으로 대표될 수 있다. 가입자망이란, 일반적으로 초고속 광 네트워크를 백본(Back Bone)으로 할 때, 이 백

그림 1 _ 다양한 가입자망 기술



본으로부터 가입자까지의 네트워크에 해당하며, 그림 1에서 보는 바와 같이 전력선통신 외에도 현재 다양한 가입자망 기술들이 개발 완료 또는 개발 중에 있다.

전력선통신에 있어서 가입자망은 백본 이후의 고압배전선과 저압배전선을 경유하도록 구성되며, 각 구간별 고압용 전력선통신 모듈과 저압용 전력선통신 모듈이 사용된다. 가입자망 구성에서 트래픽의 전달 과정을 살펴보면(그림 2), 우선 백본에 연결된 고압용 전력선통신 모듈은 전달 받은 트래픽을 전력선통신 신호로 변환하여 고압용 신호커플링 장치를 통해 고압배전선로 상에 주입하며, 주입된 신호는 일반 단독주택 등의 경우를 고려하여 약 1~2km 정도의 고압배전선로 구간을 지나게 된다. 이 신호는 다수 수용가에 전력을 공급하는 변압기 바로 전단에서 고압용 전력선통신 모듈에 수신되고, 이는 변압기에 의한 손실을 막기 위해 우회되어 저압용 전력선통신 모듈에 전달됨으로써 변압기 2차측인 저압배전선에 실리게 된다. 저압배전선에 실린 트래픽은 각 수용가에 위치한 저압용 전력선통신 모듈로 최

종 전달되게 된다.

한편, 전력선통신의 홈 네트워크 구성은 가정 내의 조명, 가전, 에너지기기 등 다양한 기기들을 정보네트워크화 하기 위해 이미 포설된 옥내 배전선을 이용하는 개념이다. 그림 3에서와 같이 일반적으로 맥내외의 비교적 근거리 통신범위에 해당하며, 각종 부하기기들의 채널 방해요인을 필터 등에 의해 제어할 수 있어 신뢰성이나 채널용량 증대에 있어서 옥외 전력선 환경보다 매우 유리하다. 또한 건물 내의 각 콘센트는 통신을 위한 접속점이 되므로 다른 홈네트워킹 기술인 무선랜이나 전화선 방식에 비해 통신범위의 유연성이나 선로 포설 등의 간편성에 있어서 경쟁력을 갖고 있다. 즉, '언제, 어디서나'를 지향하는 최근 유비쿼터스 IT환경에 있어서도 기기들 간의 정보를 주고받는 통신 인터페이스 면에서 가장 가깝고 많이 포설되어 있다는 전력선의 장점은 네트워크로서 활용성을 높일 수 있다.

이러한 두 가지 대표적인 망 구성 외에도, 대부분의 정보화 네트워크가 적용될 기기 및 장비들이 구동용 전기에너지를 공급받기 위해 이미 전력선에 연

■ ■ 그림 2 _ 전력선통신 가입자망 구성도

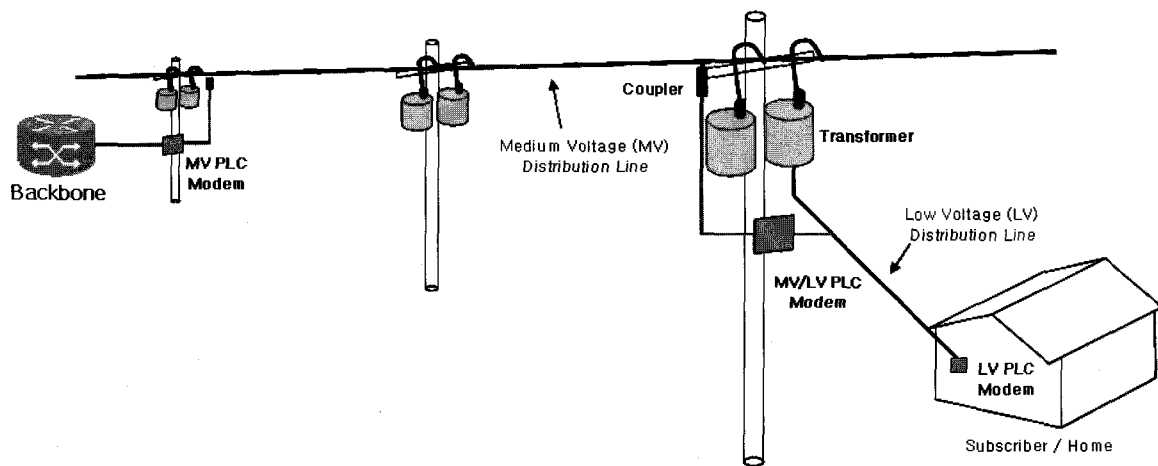
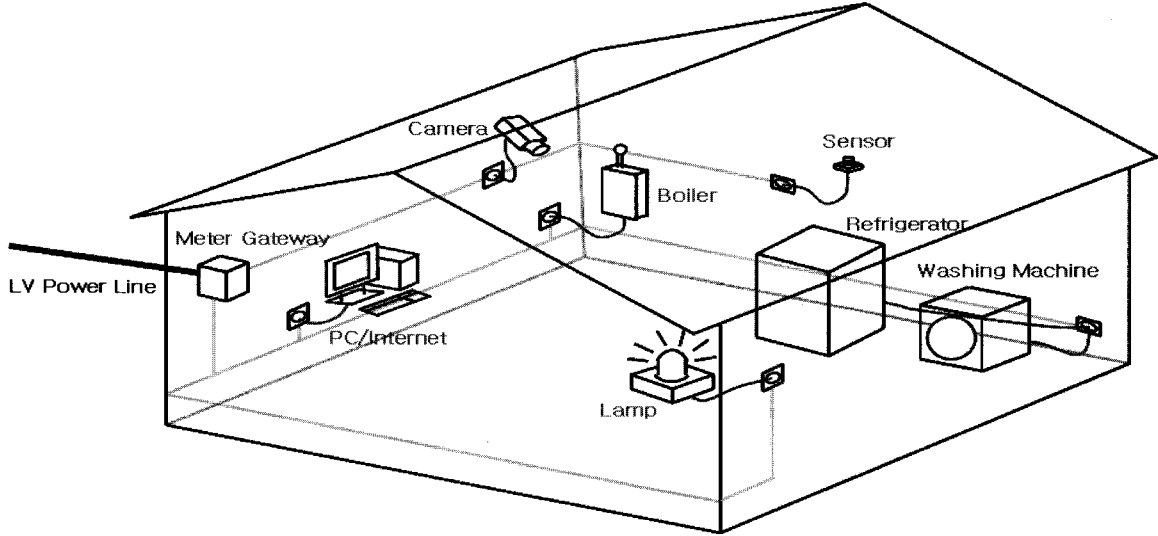




그림 3 _ 전력선통신 홈네트워크 구성도



결되어 있으므로, 전력선통신망은 다양한 형태의 망 구성으로 확장될 수 있는 유용한 통신망 기술이다.

2.3 전력선통신망 응용 분야

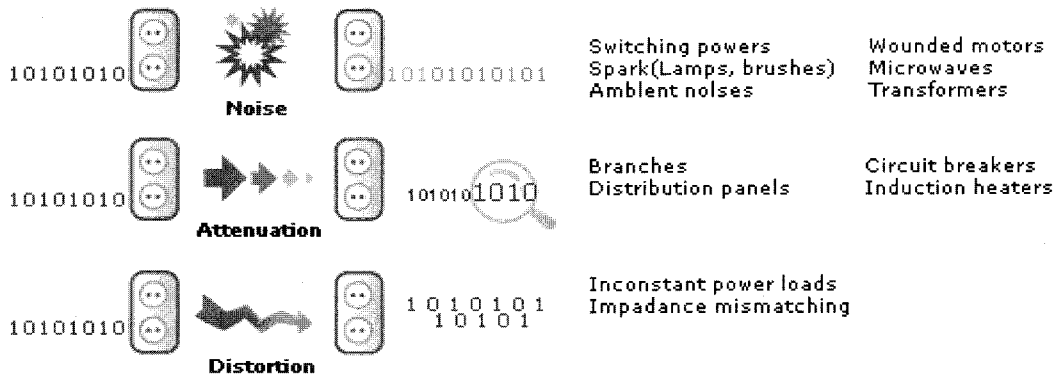
전력선통신이 활용되고 있는 기술 분야로서 오래

전부터 사용되어 온 것이 전력회사의 감시제어 시스템이나 음성전화이다. 그러나 최근의 디지털 전력선 통신 방식에 의해 안정성과 전송속도가 향상됨으로써 경제성과 효율성이 고려된 다양한 응용 분야로서, 인터넷 접속 서비스를 겨냥한 가입자망(Access Network), 옥내의 홈 네트워킹, 그리고 전력설비의

표 2 _ 전력선 통신망 응용 범위

범 위	범 위	목 적	응 용	기 술	비교 통신수단
홈 네트워크	옥내전력선	가전 및 에너지 기기 네트워킹	컴퓨터 네트워크, 정보가전, 가정자동화제어	제어용 협대역, 고속 광대역 기술	블루투스, PNA 등
가입자망	고압 및 저압배전선	전화 및 인터넷 서비스	VoIP, 인터넷 홈쇼핑, 홈뱅킹, 화상 회의, 원격 진료, 원격 교육 등	부하/잡음 강인성, 고속 광대역 (Mbps급)	전화/무선/케이블 가입자망 등
부가 서비스망	고압 및 저압배전선	유틸리티(전력, 가스, 수도) 부가 서비스망	원격 검침, 원격 제어, 수요 관리, 설비 감시 및 제어 등	장거리 전송, 고압 커플링, 계통 전체 연동	전용선 서비스

■ 그림 4 _ 전력선 채널 특성



네트워크를 이용한 양방향 배전제어 및 자동화, 원격검침(AMR : Auto-Meter Reading) 등이 새롭게 부각되고 있다. 또한, 전력선통신은 VoIP, Phone Adapter를 사용하여 전력선이 포설되어 있는 통신대상에 음성전화를 지원할 수도 있고, 기존의 공장 자동화, 지능형 빌딩 구현 등에도 하이브리드 네트워크 형태로 적용될 수 있다. 표 2에는 전력선통신망 응용 범위를 간단히 요약하였다.

3. 연구개발 동향

본 장에서는 현재 국내외적으로 연구개발이 진행 중인 전력선통신 기술을 간단하게 소개하고자 한다.

3.1 전력선 채널

전력선통신은 기본적으로 데이터 전송용이 아닌 전기에너지 전달을 목적으로 설계된 전력선이 통신 매체로 활용되기 때문에, 기본적인 배경 잡음뿐만 아니라 외부에서 유입되는 여러 가지 간섭 잡음이 존재하며, 더욱이 고주파 신호에 대한 큰 감쇠현상

이 나타난다. 또한 전력선 토폴로지와 부하의 변화에 따라 신호 전달 함수가 변하게 되고 이에 따라 신호의 왜곡도 심하게 나타난다. 이러한 전력선 채널 특성을 발생 원인들과 함께 그림 4에 나타내었다.

전력선 채널의 잡음은 크게 배경 잡음, 협대역 잡음, 충격 잡음으로 구분되며, 다음과 같이 간단히 정리할 수 있다.

- 배경 잡음(Background Noise) : 배경 잡음은 낮은 전력을 갖는 수많은 잡음원들로부터 발생하는 잡음들의 합이며, 비교적 낮은 전력 스펙트럼 밀도를 가지나 주파수에 따라 변화한다.
- 협대역 잡음(Narrow Band Noise) : 협대역 잡음은 중,단파 방송 대역상의 방송 송신 신호에 의한 잡음으로서 주로 sine파 형태의 신호들이다.
- 충격 잡음(Impulsive Noise) : 충격잡음은 주파수 영역 상에서 불연속적인 선스펙트럼 형태로 나타나며, 전력신호와 동기화된 전원들 또는 개폐전원 장치에 의해 발생하는 주기적 충격 잡음과 네트워크 상에서 순간적인 개폐동작에 의한 비주기적 충격잡음 등을 포함한다.



전력선 채널의 신호 감쇠와 왜곡은 채널을 구성하는 전력선이 수많은 분기와 부하에 의해 발생하는 신호 전달 경로의 변화, 즉 다중경로 전달 현상에 의해 발생한다. 이러한 다중경로 전달 현상은 전력선 분기점 및 부하 점점의 임피던스 차에 의한 임피던스 부정합이 신호 반사 및 투과 계수를 변화시킴에 의해 야기된다. 이에 대한 분석 방법으로 임펄스 응답 측정에 의한 다중경로 해석 방안이 개발되었고, 최근 전력선 토폴로지와 임피던스, 부하 등에 따라 채널 전달 특성을 이론적으로 계산할 수 있도록 하는 방법도 논문을 통해 발표되었다.

한편, 고압배전선로를 이용하는 전력선통신에서 채널은 신호 전달 회로 구성 방식에 따라 두 가지 방식으로 분류되는데, 통신 신호가 전력선상에 실려 전달될 때, 신호 전류의 흐름이 전력선의 한 상(Phase)과 대지접지선을 통해 전달되는 대지귀로방식(Phase to Ground)과 전력선의 3상중 2개의 상을 이용하는 금속귀로(Phase to Phase)방식이 그것이다. 이러한 회로방식은 전력계통이나 전송거리 등 구성하고자 하는 망의 특성에 따라 적절히 선정하게 된다.

전력선 채널의 다양한 특성은 전력선 통신 모델에서 사용되는 변복조 방식, 채널 코딩, 커플링, 필터링 등을 적용함에 있어서 상당한 어려움과 문제점으로 작용할 뿐만 아니라, 하나의 시스템이 특정 채널 특성에 따라 적절히 구성되어도 환경 변화에 따른 채널 특성 변화로 인해 제대로 성능을 나타내지 못하는 문제점을 야기한다. 따라서 근본적인 채널 특성 규명이 필요하며, 이에 대하여 국내외적으로 수많은 시험선로와 실선로에서 채널 측정과 분석이 이루어져 왔다. 그러나 전력선 채널 특성에 영향을 주는 다양한 시간적, 지역적, 환경적 요인들에 의해 국가별 및 연구 단체별로 개별적인 채널 모델이 제시

되었을 뿐 아직까지 국제적으로 표준화된 전력선 채널 모델이 정립되지 못한 실정이다. 최근 전력선 통신에 대한 국제적 표준화 움직임에 따라, 전력선 채널 표준 모델에 관해서도 활발한 표준화 연구가 진행될 것으로 예상된다.

3.2 전력선통신 모델

전력선은 60Hz의 전원 주파수에 적합하게 제작된 선로이기 때문에 고주파 반송신호 주파수를 사용하면 전송용량 증가와 잡음 영향이 적은 장점을 가지나 신호 감쇄 증가에 따른 전송거리가 짧아지게 된다. 반대로 낮은 반송신호 주파수를 사용하면 전송거리는 늘어나지만 전송대역이 작아서 통신 속도가 제한되며 전기 부하기기에 의한 잡음영향을 받기 쉽다. 이러한 전력선 채널 특성을 고려하여 사용 주파수에 따라 전력선통신 방식이 두 가지로 분류되는데, 전파법규 상에서 450kHz이하의 주파수를 사용하는 협대역 통신방식과 1~30MHz 이하의 고주파 대역을 사용하는 광대역 통신방식이며, 각 통신 방식에 대한 국내외 연구개발 현황은 표 3과 같다. 국내는 협대역 전력선통신 분야에서 플래넷과 젤라인, 광대역 전력선통신 분야에서 젤라인이 대표적 상용화 수준의 제품기술을 보유하고 국제적으로도 기술 경쟁력을 갖고 있다.

전력선통신용 반송기술은 초기의 아날로그 변조 방식에 의한 SSB나 리플방식이 주로 안정적으로 사용되어왔으나, 현재는 표 4와 같은 디지털 변복조 기술이 전력선통신의 신뢰성과 실용성을 향상시키고 있다. 최근 광대역 전력선통신 분야에 다수반송파(Multi-Carrier) 방식이 적용되고, 각 반송파에 적용적 비트로딩(Bit Loading)이 가능하게 되어, 200Mbps 이상의 초고속 전력선통신 개발이 경쟁적

표 3 _ 국내외 전력선통신 모뎀 연구개발 동향

회 사	국 가	변조방식	대역구분	상용제품화	
				현 재	향 후
플레넷	한국	SS	협대역	9.6k	1M
젤라인	한국	DMT	광대역	24M	200M
		OFDM	협대역	-	20k
ITRAN	이스라엘	DCSK, ACSK	협대역	50k	-
			광대역	2.5M	25M
ASCOM	스위스	SS	광대역	2.5M	10M
INTELLON	미국	OFDM	광대역	14M	200M
DS2	스페인	OFDM	광대역	45M	200M
ENIKIA	미국	OFDM	광대역	-	10M
ALCATEL	프랑스	FSK	광대역	2M	-
Mitsubishi	일본	OFDM	광대역	100k	3M

으로 추진되었으며, 2005년 하반기에 상용화 제품이 출시될 것으로 예상된다.

3.3 전력선통신망 부가 장치

전력선통신망은 신호결합장치와 임피던스 정합장치 등 전력선통신의 신뢰성 향상을 위한 부가 장치

를 필요로 하며, 현재는 관련 핵심 기술이 개발되어 실용화 단계에 있다.

신호결합장치는 전력선통신 모뎀으로의 전력신호 유입을 막고 고주파에 해당하는 통신 신호만을 효과적으로 전달하기 위한 장치로서, kV급의 고전압 전력신호가 존재하는 배전선로를 통해 통신할 경우에 대해 특성화된 설계가 필요하다. 현재 개발된 저

표 4 _ 전력선통신의 변복조 방식 비교

	Single Carrier (QPSK/GMSK)	Multi-Channel FSK	Multi-Carrier (OFDM/DMT)	Spread Spectrum
Bandwidth Efficiency	2bit/s/Hz	1bit/s/Hz	1,2,3bit/s/Hz	< 0.1bit/s/Hz
Data Rate	Mid Speed	Mid Speed	High Speed	Low Speed
Error Rate @ Same SNR	-	-	-	Low(Spreading Gain)
Sensitivity for Impulsive Noise	High	Low	Very Low	High
Sensitivity for Distortion	High	Low	Low	Low
Flexibility and Adaptability	Low	High	Very High	Low
Implementation Complexity	High(Equalizer)	Low	High(Bit Precision)	High(Operation Speed)



표 5 _ 고압 전력선통신용 신호결합장치 연구개발 현황

국가	접속 구분	특성 구분	신호결합 손실	활용도
유럽(독일, 스페인)	비접촉식	유도성	10dB	지중케이블용
미국	접촉식	용량성	20dB	가공케이블용
한국	접촉식	용량성	3dB	가공케이블용

주파 대역(450kHz 이하)의 신호결합장치는 주로 필름 커패시터를 사용하고, 고주파 대역(1~30MHz)에서는 용량성(Capacitive) 및 유도성(Inductive) 방식을 모두 적용하여 사용한다. 일반적으로 용량성 신호결합장치는 배전선로와 물리적인 접속을 하여 사용하므로 접촉식 신호결합장치로 분류하고, 유도성 신호결합장치는 배전선로에 물리적인 접속 없이 클램프형으로 부착되므로 비접촉식 신호결합장치로 분류되며, 각각에 대해 접촉식 신호결합장치는 가공지선용으로, 비접촉식 신호결합장치는 지중케이블용으로 사용된다. 표 5는 국내외 고압 전력선통신용 신호결합장치의 대표적 연구개발 현황이다.

임피던스 정합장치는 전력선통신 모뎀의 출력 신호가 전력선 채널 상에 주입되는 과정에서 매질의 임피던스 부정합에 의한 손실을 줄이기 위한 장치로서, 일반적으로 저압 전력선통신 모뎀의 경우 모뎀 내부에 내장되며, 고압 전력선통신 모뎀의 경우 신호결합장치에 내장 또는 연결하여 사용된다. 일반적으로 트랜스포머 형태를 사용하고 있으며 비교적 주파수가 낮은 관계로 광대역성을 갖게 하는 것이 매우 어려워 최근에는 디지털 회로를 기반으로 임피던스 변화에 능동적으로 정합할 수 있는 적응적 임피던스 정합장치에 대한 연구가 진행 중이다.

3.4 국내외 PLC 통신망 실증연구 현황

최근 전력선통신 기술이 광대역화 되고 안정화 되

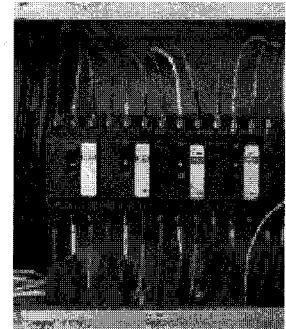
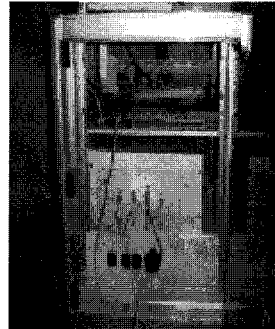
면서 실용화를 위한 가입자망 및 홈네트워크 실증 연구 프로젝트들이 추진되고 있다.

유럽은 도시중심으로 가옥구조가 밀집되어 있고 배전선이 지중화되어 있어 전력선 채널 특성이 비교적 양호하고, 이에 따라 일찍부터 각국별로 가입자망 위주의 통신수단을 겨냥한 프로젝트가 추진되어 왔다. 2004년 1월부터는 EU 지원 하에 2천만 유로를 투자하여 36개 전력 및 통신장비회사들이 참가하는 실증 프로젝트를 통해 현재의 전력선통신 기술을 개선하기 위한 채널주파수 확보와 고·저압 전력망을 통한 브로드밴드 네트워크 장비, EMC 기준 등을 개발하고 있다.

미국은 이미 2000년부터 광대역 전력선통신의 홈 네트워크 응용을 겨냥하여 HomePlug 포럼을 통한 기술개발과 실증시험 프로젝트를 추진해 왔다. 홈 네트워크용 광대역 전력선통신 모뎀기술을 바탕으로 가입자망 기술개발에도 전력회사 및 통신회사들이 United Power Line Council를 결성하여 대규모적인 전력선통신 실증프로젝트를 추진하고 있다. Cinergy사가 Cincinnati에서 2004년에 20,000가구 규모의 상업화 프로젝트를 추진하였고, 2004년 3월 29일 부시대통령의 국가 Broadband Agenda 발표 이후 2007년까지 미 상무성 중심의 BPLC 기술개발 추진을 선언하는 등 실증 프로젝트를 통한 기술진전을 가속화 하고 있다.

일본은 E-Japan전략 프로그램에서 차세대 정보통신개발 및 규제완화 검토를 계획하여 고속전력선

■ ■ 그림 4 _ 전력선 채널 특성



통신추진 협의회(총무성)와 ECHONET 포럼 등에서 BPLC기술 기준과 표준화 연구를 추진하고 있다. 특히 BPLC 기술의 실증시험을 위한 규제완화에 이어, 본격적인 고속전력선통신 추진협의회 발족을 통한 실증프로젝트가 추진되고 있다.

중국은 중국전력통신 중심으로 전력선통신 프로젝트를 추진하여 북경, 사천 등 현재 700개 시범가구를 설치 운영하고 있다. 특히 이 시범사업에는 한국 국내 개발 전력선통신 사업 모델이 도입되어 시험되고 있다.

국내는 광대역 전력선 통신기술이 산자부 중기거점사업으로 착수되어 2003년부터 가입자망 및 홈네트워크 실증시험이 진행되었다. 집단형 주택 200가구(창원 50, 제주 100, 서울 50)에 인터넷 가입자망과 VoIP서비스를 제공하는 시험을 통해 실용화에 따른 품질과 전파법 등의 제도적 문제 해소에 기여하고 있다.

3.5 표준화 동향

협대역 전력선통신기술의 대표적인 표준화방식은 X-10, LonWorks, CEBus를 들 수 있다. X-10은 가정 내의 옥내전기 배선을 통해 설비와의 통신을 원격 제어하기 위한 통신 프로토콜 표준으로서

주로 건물자동화에 활용되고 있다. LonWorks는 전력선을 이용한 분산제어 네트워크 기술표준으로서 홈네트워킹 분야를 겨냥하여 만들어져 홈네트워킹 분야의 표준으로 사용되고 있으며, 특히 에너지 관리 기능과 유틸리티 제어 네트워크의 요구를 수용할 수 있어 유연성이 양호하다. CEBus는 기존의 단순한 빌딩 및 주택자동화를 위한 조명 및 에너지기기 제어에 국한하지 않는 보다 폭넓은 홈네트워킹 표준으로 개발되었다. EIA(Electronics Industry Association)의 회원들을 중심으로 제안 및 개발된 것으로서, CEBus 표준기술을 결합한 제품들은 상호간에 통신이 가능하여 보다 유연한 홈네트워킹 기술을 구사 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

고속 광대역 전력선통신 표준화는, 기술이 개발되기 시작한 2000년 이후부터 시작되었으나 아직은 그 표준이 국제적으로 통일되지 않은 채 각 국가별로 추진되고 있다. 고속 전력선통신기술의 표준화 동향을 각국 기구별로 살펴보면 다음과 같다.

○ PLC Forum

2000년 3월에 스위스에서 17개국 전기 통신회사와 제조업체 및 개발업자 51개 회원들이 중심이 되어 창립되었다. 전력선 통신기술을 촉진시키기 위해 법규정, 표준화, 마케팅의 연구를 진행하고 있다. 현



재 Regulatory, Technology, Marketing분야에 대한 Working Group이 조직되어 있으며 Modulation Techniques, 기존망과의 연계, Electromagnetic Compatibility, Optimum Frequency Range 등에 대한 표준화 연구가 추진되고 있다.

○ HomePlug

2000년 3월 미국에서 창립된 PLC 연구단체이며 주로 홈네트워킹의 신뢰성 향상과 전력선 네트워킹 기술규격 설정, 그리고 효율성 및 호환성 통신기술 개발 분야에 초점을 두고 OFDM 모뎀기술, Interference와 FCC Issues, Reliability Ethernet 속도 보장 등의 기술항목에 대한 연구를 진행하고 있다. 2000년 5월에 Ethernet에 기반을 둔 홈네트워킹 기술을 제안하였으며 2001년 3~5월에 각국 회원사의 500가구를 대상으로 하여 실증시험을 착수 하였으며 V1.0 최종규격 설정과 품질인증활동을 전개하고 있다. 한편 전력선 가입자망 활용을 위해 2001년 전력회사들 회원 중심으로 규정완화 및 개선을 위한 PLCA가 조직되어 활동을 하고 있다. 최근에는 200Mbps급 초고속 전력선통신 표준으로서 HomePlug AV Spec.을 발표할 예정이다.

○ Echonet

Echonet은 1998년 일본에서 발족된 전력선 통신 연구단체이며, 에너지소비 효율화와 CO2배출절감 및 지역에너지 통합시스템의 관리에 의한 에너지 절감 등을 궁극적인 목표로 삼고 있다. 이에 부가적으로 가정의료 및 Security의 통합적 시스템 구축도 고려하며, 현재 통신방식 인터페이스 등에 대해 연구하고 규격을 설정하여 제공하고 있다. 개인주택, 집합주택, 점포, 소규모 빌딩의 전력선통신 응용 인

터페이스 프로토콜의 표준화로서 Plug & Play 기능과 미들웨어 개념의 Open System 지원 및 외부망 접속 표준을 개발하였다. 단계적인 응용전개를 위해, 1단계에서 지구환경에 큰 영향을 미치는 전력 DSM (Demand Side Management)을 목표로 하고, 2단계에 기반기술을 기초로 원격의료나 재택간호지원 등의 신규서비스에 대응할 수 있는 기능을 강화하는 기술개발 추진 목표를 지향하고 있다.

○ PLC Forum Korea

국내에서는 2001년 전력선통신기술의 국내표준을 연구하기 위한 표준화 기구로 40여개의 가전 및 전력선통신장비 회사가 포럼을 결성하여 활동을 시작하였다. 전력선통신 기술, 가전, 시장에 관한 기술위원회 활동을 통해 1차적으로 협대역 저속 전력선 통신 홈 네트워크 응용을 위한 전력선통신 기반의 기기들 사이의 통신 방법에 대한 기준인 Home Network Control Protocol(HNCP) 1.0을 2003년에 개발 완료하였으며, 현재는 국내 BPLC (Broadband Power Line Communication) 표준화 연구를 추진하고 있다.

○ IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 전기전자기술자협회)

최근 IEEE에서는 BPL(Broadband over Power Line) PHY/MAC Working Group을 결성하여 전력선통신에 대한 표준화를 준비하고 있다. 이 표준화 워킹 그룹은 고속 전력선통신의 활용성을 제공함에 있어서 현재 개별적으로 개발되어 있는 이종 모뎀들에 의한 상호 충돌 및 서비스 제약을 막기 위한 최소한의 BPL PHY 및 MAC 표준 제정을 위해 효과적인 전력선 통신 채널 활용과 이종 BPL 기기들 간의 공존성 및 상호 운용성, 그리고 신호 대역 및

QoS 보장 등을 포함할 예정이다.

3.6 전력선통신 관련 법규 개정

전력선은 건물이나 각종 설비기기 및 전자제품들에 연결되어 있기 때문에 전력선로에 반송주파수를 실을 경우, 이러한 신호가 각종설비기기에 전달되어 방해신호로서 작용할 수 있고, 특히 전력선이 고주파 신호에 대해 안테나 역할을 하게 될 때 공중으로 방사되는 전자파는 다양한 타 무선 기기에도 영향을 줄 수 있다. 이로 인해 대부분 국가의 전파법규는 전력선 상의 주파수 이용범위와 출력을 제한하고 있다.

관련하여 국내에서는 전파법 58조 2항에 따라 전력선로에 9kHz이상의 전류를 유발하는 통신설비의

사용은 정보통신부장관의 허가가 필요하고, 시행령 46조 2항에 의해 주파수는 9kHz~450kHz 10W 이하의 출력을 사용하도록 제한되어 왔다. 최근 광대역 전력선통신 주파수 대역의 규정을 개정하기 위해 전력선통신 연구개발 주체와 정통부 및 관련 대역 사용 단체가 모여 영향성을 연구하고 조정할 끝에 2004년 12월 관련 전파법이 개정 완료되었으며, 그 후속 조치로 30MHz 이하 대역 사용에 대한 전파법 시행령 및 시행규칙 개정안이 입법예고 되었다. 이로써 2005년 7월부터는 광대역 전력선통신의 본격적인 실용화가 진행될 것으로 예상된다.

일본의 경우도 전파법 및 시행규칙(제8장, 제100조 고주파 이용설비 시행규칙 44조 3항)로 규정하고 사용 주파수는 450kHz이내와 출력도 10mW 이





내로 제한하고 있다. 그러나 세계적인 전력선통신 기술개발 추세에 대응하기 위해 한국, 미국, 유럽의 활동방향을 검토하여 2003년에 고주파 대역의 전력선통신 실험을 허가하는 방향으로 관련법을 완화하였으며, 본격적인 규제완화를 위한 연구도 추진 중에 있다.

미국은 FCC Part15에서 9kHz~450kHz의 주파수범위를 사용토록 하고 있으나 Subpart C의 방사제한(Radiated Emission Limit) 규정을 준수할 경우 사용을 허가하고 있어 HomePlug의 경우 4~25MHz대역의 사용을 이미 표준화 하였다. 최근 FCC part15(15.113) Regulation 개정을 위한 의견 개진 등을 PLC 관련 단체들과 진행 중에 있고 FCC 의장 등이 적극적으로 실용화 장애 요인 개선을 약속하고 있다.

유럽의 경우는 유럽전자기술표준위원회(CENELEC) 규정을 따르고 있는데, 허가된 주파수 대역은 10-95kHz의 A밴드, 95-125kHz의 B밴드, 125-140kHz의 C밴드, 140-450kHz의 D밴드로 사용목적에 따라 적용을 달리하고 있다. PLC Forum에서는 협대역 전력선통신이 사용되고 있는 기존 밴드 외에 Access용으로 1.6~10MHz, In-house용으로는 10~30MHz의 광대역 주파수대역 확보를 위해 노력하고 있다. 특히 독일의 경우는 2001년 3월에 세계에서 가장 먼저 전력선 통신 규제를 완화하는 시행령을 만들고 30MHz이내의 주파수에서 다른 통신에 영향을 주지 않고 독일 내 전

자와 장애기준인 NB30 기준을 만족시키면 사용이 가능하도록 하였다. 그러나 미국 등에 비교하여 엄격한 출력제한으로 인한 실용상 문제점을 개선하기 위해 NB30/MPT1570 규정을 따르지 않고, 제품규정은 EN55022 로 재정의하고 네트워크 기준은 ETSI/CENELEC JWG의 EMC Technical 표준 응용 개발을 지향하고 있다.

4. 결론

전력선통신은 전력선을 매체로 전기에너지와 함께 고도정보사회에 필요한 각종 통신대상을 효과적으로 네트워크화 할 수 있는 매우 효율적인 통신 솔루션이며, 이전까지 저속과 낮은 신뢰성 등의 문제점들이 최근의 연구개발 노력에 의해 극복되어, 현재는 수십 Mbps급의 고속 전력선통신 기술이 실용화 단계에 이르렀다. 이에 따라 세계적으로 모델 기술뿐만 아니라 다양한 애플리케이션 및 비즈니스 모델 개발 또한 가속화되고 있다. 실용화 단계에서 시장진입에 실패했던 몇몇 무선통신 기술의 전철을 밟지 않고, 현 전력선통신 기술의 신뢰성 향상과 향후 200Mbps급 이상의 초고속화나 100MHz급의 광대역화 및 보안성 향상 등 아직까지 발전 가능한 많은 기술 분야에 대한 지속적인 연구개발을 통해, 곧 도래할 유비쿼터스 환경에 맞는 효율적인 대체 통신자원으로서 자리매김하기를 기대한다.