

홈 네트워크에 있어서 전력선 통신에 대하여

고 범 석

LG 전자 디지털 어플라이언스 연구소

I. 전력선통신의 현황

전력선 통신, 영어로는 PLC(Power Line Communication)이라는 기술은 1899년에 특허로 인정된 기술로서 전력송신을 목적으로 하는 상용 전원선(전력선)에 통신신호를 실어 전송하는 통신 방식이다. 전력선 통신기술은 이처럼 역사가 100년 이상이며 이를 달성하기 위한 기술 개발도 지금까지 계속되고 있는 기술이라 할 수가 있다.

작금에 이르러 홈네트워크 통신 방식은 무선과 유선으로 크게 나뉘고 있으며 유선을 이용한 통신 방식은 통신성능, 신뢰성 등의 장점을 가지고 통신에 응용되고 있으며, 무선 방식은 통신장소의 자유로운 이동 가능성 등을 최대의 장점으로 무전기 등의 통신에 응용되어 왔다. 그러나 전력선 통신은 새로운 통신선로의 설치가 필요 없다는 점에서는 무선과 같지만 전력선이 있는 장소에 한해서만 이동이 어느 정도 자유롭다는 장점과 단점을 동시에 가지고 있는 것이 특징이다.

이러한 이유로 전력선 통신은 기존 전력선이 설치되어 있는 장소에서의 응용분야를 찾아야 했으며 이러한 분야는 최근에 이르러 명확하게 나타나게 되었다. 즉 공장 관리, 빌딩관리, 아파트 관리등등에 있어 필요한 기기간의 통신방법, 홈네트워크를 위한 집안 내 기기간의 통신방법, 지역과 지역간의 통신을 위해 새로운 설치를 하기에는 별도의 비용이 많이 들어갈 경우의 통신방법등에 있어서 전력선 통신 방법은 설치 비용, 사용 편리성 등에 있어서 큰 장점을 가질 수 있으며 통신성능상의 문제는 기술 발달로 인해 어느

정도 만족할 만한 수준에 이르렀다.

따라서 전력선 통신의 응용확대를 위해

미국 : HomePlug Powerline Alliance
(2000. 4)

유럽 : PLC Forum (2000. 3)

일본 : Echonet Consortium (1997)
(Energy Conservation and Home-care Network)

한국 : PLC Forum Korea (2000. 12)

등의 모임이 결성되어 움직이고 있다.

미국의 HomePlug는 활동 범위를 홈네트워크에 중점을 두고, 인텔론(Intellon)사 기술을 기본 기술로 하여 FCC(Federal Communications Commission) 규정과 관련 깊게 활동을 하고 있으며 유럽의 PLC Forum은 활동 범위를 Access망에 중점을 두고 기술적인 표준을 제정하기 보다는 regulation 문제 등 법적, 제도적인 문제의 해결에 집중하고 있으며 최근에 In House에도 관심을 두고 추진하고 있고 ETSI, CENELEC 규정과 관련 깊게 활동하고 있다.

일본의 에코넷은 총무성(구 우정성)의 지원하에 저속 전력선 통신 기술을 활용하여 에너지 수요 관리, Home security 등을 중심으로 활동하여 왔으며, 현재는 전력선 뿐만 아니라 무선 솔루션을 적용하는 것과 AV까지 연계하는 것을 추진하고 있으며 표준규격화를 진행하고 법규 문제를 동시에 해결하고 있다.

한국은 PLC 응용에 대한 모임 결성은 제일 늦게 시작 되었으나 산업 자원부의 지원하에 제품간의 호환성, 건축시 배선 설치, 모뎀의 성능 인증등을 위한 실용화를 위한 모임을 결성하고, 제

품 생산업체 (LG, 삼성, 대우 린나이 캐리어, 홈 오토메이션 업체, 보안업체 등등) PLC 모뎀 업체 (젤라인, 피엘콤, Planetsys, MAT, 지맥스 등등), 건축회사(현대, 주공), 시스템 업체등 약 60여개업체가 모여 규격과 상용화, 법규관련 문제 해결 등을 위하여 활동하고 있다.

세계적으로 여러 모임이 있지만 한국의 현황은 인터넷 관련 사업 환경이 세계에서 가장 좋으며 이에 따라 홈네트워크는 한국에서 제일 먼저 꽃이 필 것으로 예상이 되고, PLC관련 기술 응용도 세계를 선점할 수 있을 것으로 보인다.

II. 홈네트워크에 있어서 전력선 통신의 위치

홈 네트워크의 구조는 아래의 그림과 같이 Access Network과 In House Network으로 구분할 수가 있고, In House Network은 다시 여러 개의 SubNetwork으로 구성되어질 수 있다.

이 중에서 Control cluster는 주 기능이 제어, 모니터, 자기 진단을 위한 기능이며 더불어 제어 대상기기의 새로운 기능을 부가할 수 있는 통신이 주가 된다. 이러한 기능을 가능하게 하기 위한

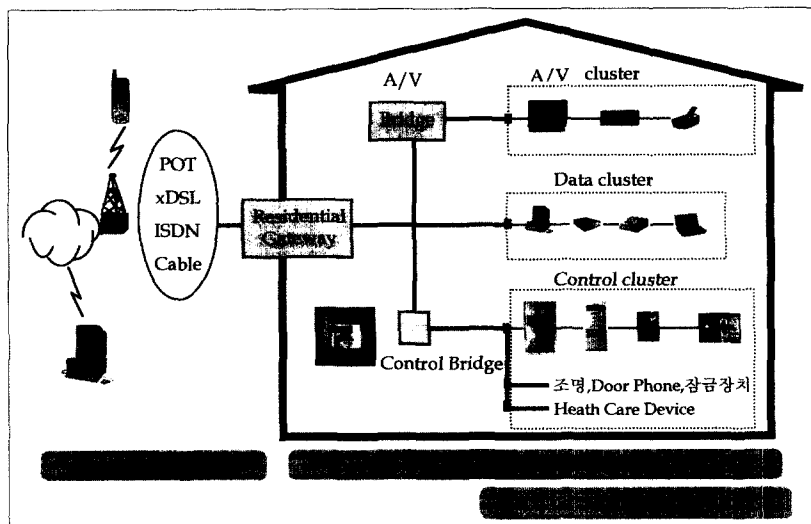
통신 Data량은 그리 많지 않기 때문에 저속 통신으로도 가능하다. 이러한 이유로 Control cluster에 해당하는 Subnet은 저속의 PLC로도 안정된 구성이 가능하고 실용화에 많은 기업들이 힘을 기울이고 있다. (2002년 2월 독일의 홈텍쇼에서 10개의 기업이 홈네트워크 데모를 보였는데 이 가운데 9개 기업이 Control Cluster에 PLC를 적용하여 시스템을 구성함)

고속 PLC는 그 앞서 응용분야에 언급한 바 있지만 Access Network 분야와 In House의 Data, AV cluster에 응용이 가능하다. 현재 고속 PLC는 전송속도를 높이기 위한 기술개발과 상용화 칩 개발이 경쟁적으로 이루어지고 있다.

III. 전력선 기술의 일반적 특징

왜 전력선인가? 하는 것은

1. 전기를 쓰는 제품은 기본적인 Network이 전력선으로 구성되어 있으며
2. 새로운 설치비가 들지 않으며
3. 소비자가 설치를 하는데 그리 어렵지 않으며 (Plug & Play가 가능)



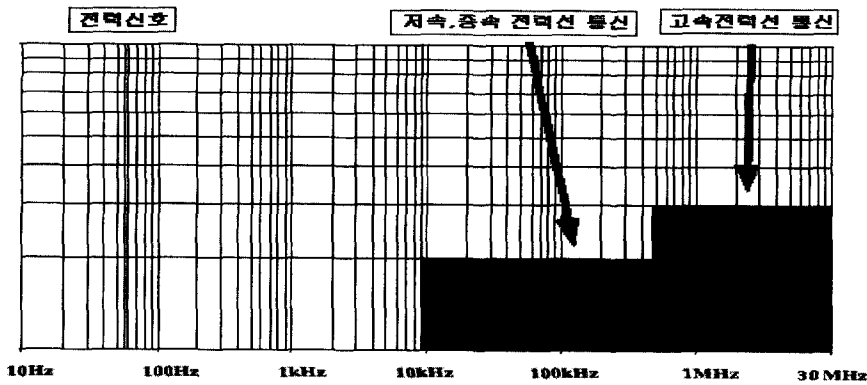
<그림 1> 홈네트워크 구성 예

4. 모든 방에는 콘센트가 있어 설치장소에 자유롭고
5. 세계적으로 사용조건이 비슷하다는 것이다
이러한 이유로 전력선 통신 방식이 각광을 받고 있지만 기술적으로 어려운 부분이 많이 있는 것도 사실이다. 전력선은 전력을 송신하기 위한 선이지 통신을 위한 선은 아니며 전력선에는 다양한 특성의 제품이 연결되어 사용되고 있다는 환경에 의해
 1. 제품에 영향을 미치면 안되는 제한된 전송 출력
 2. 높은 부하간섭과 잡음
 3. 가변범위가 큰 감쇄 특성
 4. 부하특성의 다양성 (저항성부하, 용량성부하)
 5. 통신매체 (전력선) 공유에 따른 모델

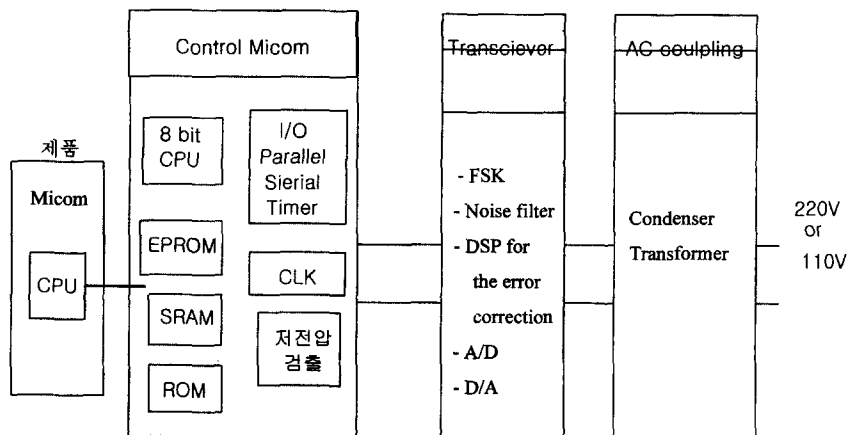
6. 각각의 집에서 구성되는 시스템의 다양성에 의한 사용환경의 복잡성 등에 대한 신뢰성을 구축하는 문제를 안고 있으며 이러한 문제들은 사용환경에 의해 발생되며 실제로 Field에서 발생하는 문제들이다.

IV. 통신기술의 개요

전력선 통신은 전송속도에 따라
 저속 : 60 bps-10 Kbps
 중속 : 10 Kbps-1 Mbps
 고속 : 1 Mbps-10 Mbps



<그림 2> 사용 주파수 Band



<그림 3> PLC의 기본 구조

Front End Skill	channel adaptation(Coupling, Adaptive Filter) 회로
Channel Coding	Convolution/Viterbi Code, Reed Solomon Code (iAd) Carrier Chirp, CRC(Intellon,Echelon) Optimized FEC(ITRAN) RS code(Xeline) Zero cross clocked carrier(X10) ZCCC, Carrier Chirp, Convolution, Viterbi, CRC(Planet)
Modulation /Demodulation	Chirped-SS, DS-SS, DS-CDMA, OFDM, DMT
MAC	CSMA/CA(대부분의 회사), Token Passing(A.N)

〈그림 4〉 PLC의 기본 기술

으로 일반적으로 구분하고 있으며, 사용 Frequency Band 는

저속, 중속 : 10K-450 KHz

고속 : 5-30 MHz

가 일반적으로 이용되고 있다

PLC의 기본구조는 〈그림 3〉과 같이 이루어져 있다.

이러한 구조에 녹아있는 PLC의 핵심기술은 전송방식의 Channel Coding 방식과 Modulation/Demodulation, MAC 부분에서 찾아 볼 수가 있고 이 부분에서 각 사에서 개발하는 전력 선모뎀의 특성이 나타나게 된다.

대표적인 것을 몇 가지 살펴 보면

X-10은 Zero cross clocked carrier(ZCCC)로서 별도의 MAC이 없으며 (point-to-point 방식), 통신은 단 방향이며, 전송속도는 60bps이고 CE-Bus(Consumer Electronic Industries Association)는 SS(Spread Spectrum) 방식의 하나인 Chirp(100-400 KHz)사용한 변조 방법을 사용하고 있다. 여기서는 두 가지 변조방식이 사용되고 있는데 Preamble Encoding에 있어서는 ASK(Amplitude Shift Keying) 방법, Packet Body Encoding에 있어서는 PRK(Phase Reversal Keying) 방식을 사용하고 있으며 Protocol은 CE-Bus(Intellon)로서 전송 속도는 10Kbps로 되어 있다.

Lonworks은 전송속도는 5Kbps로서 전송방

식은 Dual narrow band frequency(BPSK 방식 : Echelon의 PLT22 Transceiver)를 이용하고 있으며 Gold code/Barker code를 활용하여 통신 에러율을 대폭 향상시켜 실용화에 성공하였다. 사용 Protocol은 독자 개발한 Lon-Talk Protocol 사용하고 있다.

한국 업체 중 Planetsys사의 Z-256은 Power Sync/Non-sync Type으로서 Zero Cross Clocked Carrier 방식의 변형으로서 120KHz의 주파수 Band를 사용하고 있으며 전송속도는 360bps이며 특징은 X10 Compatible & Improved(Adaptive AGC, PLL), CSMA/CD : Sync-Type, RS232 Data Link Communication을 가지고 있으며 실용화에 성공하여 Home Automation에 활용되고 있다. 또한 9.6kbps로 IZ-256, PIT-800(SS 방식)의 실용화가 이루어져 있으며 Planetsys 독자 Protocol 및 HNCP(Home Network Control Protocol : PLC Forum Korea에서 제정중인 Protocol)에 대응할 수 있도록 개발되었고 실용화 Test 중이다.

V. 전력선 통신의 과제와 미래

이와 같이 많은 업체들이 실용화에 성공하고 활용을 하고 있다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 실 사용에 활용하기 위해서는 모뎀을 활용하는

제품 입장에서 사용 환경에 따라 여러 가지 Test를 진행해야 한다. 예를 들면 전력선의 Line Impedance의 변화, 용량성 부하/저항성 부하/인덕턴스 부하등등의 변동폭에 대한 Test방법의 확립과 설치 환경하에서 전력선의 배치에 따른 영향 검토, 같이 연계되어 있는 제품의 특성에 따른 영향 등이다.

그러나 이러한 문제는 기술적으로 거의 해결이 되었고 해결이 가능한 부분이지만 법적으로 해결을 해야 할 부분도 있다. 각 나라 별로 통신에 관한 법에 있어서 전력선을 활용한 통신에 대해서는 확립이 되어 있지 않은 부분이 많고 (일본은 2001년에 전력선 통신을 일반적으로 활용할 수 있도록 법규 개정을 완료 하였음) 그로 인해 실 사용 응용에 걸림돌이 되고 있는 것은 사실이다. 한국도 법적인 측면에서는 미흡하다고 할 수가 있다. 이러한 문제는 관련법 입안자와 전력선 통신 관련 분야에 종사하는 사람들이 노력을 해야 할 부분이다.

또한 전력선 통신이 Home Network의 중요한 solution으로 역할을 하기 위해서는 표준화 작업이 시급히 이루어져야 한다. 이를 위해 앞서 언급한 바가 있지만 각 나라별로 모임을 이루어 준비를 하고 있고 한국에서도 진행 되고 있다. PLC Forum Korea에서는 약 60여개 업체가 모여 표준화를 위한 작업을 진행하고 있으며 HNCP의 특성은 HNCP는 PLC Forum Korea에서 관련 업체들이(제품, 모뎀 관련업체) 모여 만들고 있는 Protocol로서

- 멀티 마스터/슬레이브 구조
- 4계층 프로토콜 구조
- 표준 메시지 셋 제공
- 기기 모뎀간 인터페이스 규격 제공
- 기기 종류, 설치 장소에 따른 그룹 어드레스 설정
- 1-Cycle 통신
- 모뎀의 다양성, 확장성 지원
- 네트워크 관리 제공
- 하우스 어드레스 사용

이며, 이러한 특성은 개발 엔지니어, 설치자, 사용자의 입장에서 기본 Spec을 설정하였으며, 특

히 HNCP 보급의 원활화를 위하여 적용의 편리성을 극대화하는 점에 초점을 맞추어 진행을 하고 있다.

현재는 HNCP Prespec version 1.0을 만들어 2002년 8월을 목표로 상용화 추진위(위원장: 삼성 김 영만 부장)에서 상호 연계성을 확인하고 부족한 부분을 디지털가전 기술위(위원장: LG 고 범석 책임)에서 보완하여 HNCP Spec Version 1.0을 발표할 계획으로 추진하고 있다.

지금까지 전력선 통신은 기술적 특성으로 볼 때 모든 통신 수단을 대표할 수는 없는 것은 확실하다. 그러나 집안의 Network 구성 및 사업 이해 관계자들의 입장을 볼 때에는 전력선통신이 갖는 강점으로 본격적인 사이버 홈 시대에서는 집안 내에 가장 광범위하게 사용될 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- (1) PLC Forum Korea 기술 자료
- (2) Planetsys사 기술자료
- (3) Echelon사 기술자료
- (4) Power Line Communications (2001년 유럽 Congress)
- (5) 에코넷 기술 자료(일본 2002)
- (6) LG 전자 기술 보고서(2002)
- (7) ITTI 세미나 자료(2002: 정 영화 교수)

저 자 소 개

高 範 錫

1977년 1월 경북고등학교, 1981년 2월 서울대 기계 설계, 1984년 2월 KAIST 생산공학 석사, 1984년 1월~현재: LG전자, 2000년 12월~현재: 한국 PLC 포럼 디지털 가전 기술 위원장, 1999년~현재: 인공 지능 및 퍼지 학회