


 특 집

# 광대역 전력선통신기술(BPLC) 개발

황병연\*, 김승돌\*\*

## ● 목 차 ●

1. 서론
2. 기술동향
3. 기술규격
4. PLcom PLC
5. 응용분야
6. 결론

## 1. 서론

사회전반에 인터넷 열풍으로 인터넷을 모르면 넷맹이라고 불릴 정도로 급속도의 네트워크화가 진전되어 가고 있다. 2000년 말까지 초고속인터넷 가입자 수가 350만 명, 인터넷 사용자 수가 1600만 명으로 예상하고 있다. 이는 정부의 정보화 정책과 국민대다수의 정보욕구가 만들어 낸 결실이다. 하지만 도시중심으로 인프라 투자가 집중되고 사업자 수익성 위주로 사업이 전개되어 전국민 정보화 전략에는 미흡한 점이 있다.

최근 국내외에서 홈 네트워크 및 가입자 망을 전력선으로 구현하려는 전력선통신(power line communication: PLC)이 각광을 받고 있다. 이미 선진외국에서는 표준화 단계까지 구성하여 구체적인 활동에 들어가 있는 상태이며, 지난 12월 8일 PLC forum Korea 가 발족을 했다. 전력선통신은 전력에너지가 공급되는 상태에서 통신을 함께 할 수 있다는 점에서 기술적, 사업적 매력에 있으며, 특히 통신 인프라 취약국은 정부차원에서 기술개발을 주

도하고 있는 상황이다. 광대역 전력선통신기술(이하 BPLC 라 한다)은 90년대 초부터 유럽에서 가입자 망 구현목적으로 기술개발이 추진되어 왔다.

인터넷이 보편적 통신서비스로 자리 매김하면서 사용자는 멀티미디어 콘텐츠 이용에 따른 광대역 솔루션을 필요로 하고 사업자는 시설투자비용을 최소화해 수익성 창출을 해야만 한다. 최근 2년간 사업자는 대도시 공동주택단지 중심으로 대대적인 인프라 구축과 마케팅으로 성공적인 초기시장 형성은 물론 폭발적인 가입자 증가세를 만들었다.

하지만 일반 주거지역이나 농어촌 벽지 경우는 상대적으로 소외되어 정보화 격차를 가중시키고 있다. 본 연구에서는 이러한 정보화 격차를 줄이고 지역적 인프라를 해소하는 방안으로 전력선통신을 제안한다. 사실 한국통신을 제외한 기간통신 사업자는 단기적인 고투자 대비 장기적인 투자회수에 따른 자금 유동성부족 현상이 발생할 수 있는데 경제성 차원에서도 전력선 통신기술 도입을 적극적으로 고려해야 할 것이다.

## 2. 기술동향

미국에서는 Cisco, 3Com, Motorola 등 13개 기업

\* 가톨릭대학교 컴퓨터전자공학부 교수

\*\* (주)피엘콤 대표이사

주도로 HomePlug Powerline Alliance[1]를 설립하여 전력선 홈 네트워크 표준화 및 기술규격 워킹 그룹이 운영되고 있다. 주목할 것은 위 단체는 이미 인텔론의 광대역 PLC 기술을 표준으로 정하고 개발규격 작업을 활발하게 하고 있다는 것이다. 위 단체는 크게 Specification, Regulatory, Compliance, Marketing, Field Test, Coexistence의 6개 워킹 그룹을 운영하고 있는데 올해 말까지 개발규격을 확정하고, 2001년 상반기에 현장시험에 돌입할 계획이다. 현재 약 50여 개 관련회사가 워킹 그룹 회원사로 참여하고 있다.

유럽은 독일, 프랑스, 영국 등 국가별로 PLC 기술개발을 추진하고 있으며 최근에 PLC forum[2]을 결성하여 PLC 표준화 및 기술방식에 대한 논의를 진행 중에 있다. 산하에 Access, Regulatory, Marketing, In-house 등 4개 워킹 그룹을 구성해 활발한 활동을 하고 있다. 특히 유럽에서는 전력선 가입자 망 기술구현에 보다 관심이 높으며 이를 위해 Access 워킹 그룹의 활동이 가장 활발하다.

현재 전력선통신은 상용화에 기술적 장벽과 함께 제도적 장벽이 있어 많은 어려움이 예상된다. 기술적 장벽으로는 전력선 상의 전력 잡음 및 간섭과 임피던스 정합 및 필터기술이 필요하며, 가입자 네트워크에 필수적인 보안기술 적용이 요구된다. 또한 계절별 기후영향에 민감하다. 이 중에서 전력선 임피던스 정합문제[3]는 전력선통신의 핵심 기술이라 할 수 있는데 통신회선과는 달리 전력선은 맥내배선 또는 인입선 선간에 이격되어 있는 경우가 많아 선간 임피던스 문제로 통신장애를 일으킨다. 또한 맥내 가전기기 및 전기장치에서 유도되는 잡음이나 간섭으로 인한 통신교란도 있다. 제품화를 위해서는 이러한 기술적 난관을 극복해야만 한다.

제도적 장벽으로 전파법[4]의 전력선방송설비규정이 있다. 국내의 경우 방송주파수는 450kHz이하 송출 전력은 10W이하로 규정되어 있어 모든 전력

선통신장치는 위 규정을 만족해야만 시장출시가 가능하다. 아래 (그림 1)은 국가별 전력선통신 사용주파수 규격을 나타낸 것으로 유럽은 148.5kHz, 일본은 450kHz이하로 정의되어 있다[5].

제도적 장벽을 해결하기 위해 HomePlug와 PLC Forum 산하에 Regulatory 워킹 그룹을 두고 활동을 하고 있다. 미국은 FCC, 유럽은 ETSI, CENELEC 등 표준화기구와 상호 밀접한 관계를 통해 전력선통신기술에 대한 기술적 검토와 상호 영향정도에 대한 평가를 진행 중에 있다.

|              |         |                 |        |
|--------------|---------|-----------------|--------|
| USA & Others |         | Developing Band |        |
| EU           |         |                 |        |
| 148.5 kHz    | 500 kHz | 1 MHz           | 30 MHz |

(그림 1) 국가별 주파수 할당

일본은 미쯔비시, NEC, 마쯔시다, 도시바 등 6개사가 통신성의 지원아래 Echonet[6]이라는 홈 네트워크 표준화 단체를 만들어 관련규격을 마련하고 회원사에서 제품을 출시하고 있는 상황이다. 현재 워킹 그룹은 정보가전 및 홈 네트워크 관련기술을 표준으로 채택하여 유연한 구조를 갖고 있다. 국내의 인터넷정보가전사업협의회의 성격과 유사한 것으로 이해하면 된다. Echonet의 PLC는 9.6kbps급으로 가전기기 제어 및 관리 용도로 사용하고 있다.

한국은 지난 12월 초에 PLC관련 국내업체가 모두 참여하는 PLC Forum Korea가 발족했으며, 사업목적은 PLC 표준화 작업을 통해 업체별 기술방식 차이로 인한 호환성 문제를 해결하고 제도적 장벽을 완화시키는데 있다. 산하에 디지털가전, 사이버홈, 통신서비스 등 3개 기술위원회로 구성하여, 적용분야별 기술규격을 정의할 계획[7]이다.

PLC 기술이 지향하는 바를 전송대역으로 구분

하면 협대역과 광대역으로, 시장차원에서는 홈 네트워크, 가입자 네트워크로 나눌 수가 있다. 협대역 PLC는 제어솔루션으로 이미 상용화 되어 있으며, 광대역 PLC는 개발기술 상태로 아직 상용화된 제품은 없다. 제도적 문제가 해결된다면 2001년 하반기에는 출시될 것으로 예상하고 있다.

전문가들이 미래 정보통신 시장은 홈 네트워크가 주도할 것이라고 전망하는 이유는 인터넷 기반 통신 인프라 공급능력이 충분해짐에 따라 사용자 대내 네트워크화 추세는 가속화 될 것이다. 한 예로 정보가전시장 규모가 2005년에 세계시장은 3600억불, 국내시장은 5조원 이상[7] 될 것이라고 전망하고 있다. 이렇듯 천문학적인 시장을 두고 많은 기업들이 대내전력선 활용을 위한 전력선통신 기술개발에 적극적이다.

### 3. 기술규격

현재 전력선 기술규격은 업체별로 모두 다르고 구현모델에 있어 호환성이 없다. 그리고 아직 기술적 장벽과 제도적 장벽을 극복하고 시장에 출시된 제품은 없다. 미국의 경우 현재 인텔론[8] 규격 표준으로 기술개발을 추진한다고 앞서 언급했는데 기술적으로 살펴보면 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)[9] 변조방식을 채택하고 반송 주파수는 30MHz이내 대역을, 전송방식은 반이중 방식을 사용한다. 미국, 유럽 등 선진국에서는 제도적으로 제한되어 있는 주파수(반송파) 문제를 해결하기 위하여 단파대역내의 기 할당 주파수간 가드 밴드를 이용하여 데이터를 전송하는 방식이 설득력을 가지고 있다. 하지만 30MHz 이내 HF대역은 이미, 아마추어무선, 해상통신 등 용도로 주파수 할당이 완료되어 있어 이들 통신과 간섭이 발생할 수 있으므로 신중한 검토가 필요하다. 위 방식은 아래와 같은 몇 가지 취약점을 갖고 있다. 첫째, 송출 전력이 높아야 하고, 둘째, 전송성능을 향상하려면 보

다 많은 Chimney를 사용해야 하며, 셋째, Chimney는 독점적으로 사용해야 하고, 넷째, 국가별로 Chimney가 달라 PLC 버전 관리에 어려움이 있다 [10].

각 국에서 정의하고 있는 전력선 통신의 기술규격에 대해 알아보자. 한국, 미국, 일본은 반송주파수를 450kHz이하, 송출 전력을 10mw이하(한국은 10w이하)로 규정되어 있고, 유럽(EU)은 반송주파수를 148.5kHz 이하로 규정하고 있다. 이 규정은 광대역전송기술 구현에 큰 장애요인으로 작용하고 있다. 업계는 현 규정 하에서 광대역전력선기술 구현은 불가능하며, 각 국 정부에 신규주파수 1-30 MHz대역 사용을 요청하고 있는 상태이다.

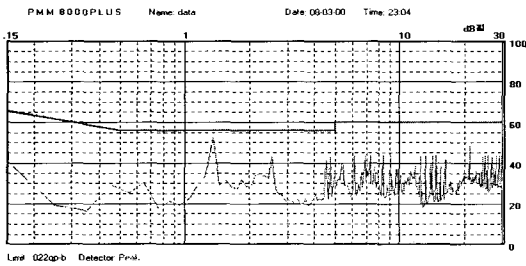
하지만 이러한 업계 요구가 쉽게 수용되기는 힘들 것 같다. 앞서 거론했지만 대내 전력선은 많은 가전기와 전기장치가 부하로 연결 사용되고 있는 상태에서 규정 변경을 요구하려면 업계는 우선 장치간 상호영향(electro-magnetic interference: EMI/electro-magnetic compatibility: EMC) 평가시험으로 무 영향 결과를 제시해야만 할 것이다. 또한 전통적인 주파수 관리체계를 흔드는 산업계의 요구사항을 당국에서 허용하기란 쉽지가 않을 것으로 보인다.

### 4. PLcom PLC

당사가 개발한 10Mbps PLC는 기존의 전송기술 및 변조기술을 기반으로 개발한 기술이 아니라 순수 독자 구현 모델을 바탕으로 실현한 것이다. 대부분 개발업체는 TDMA(time division multiple access), CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access) 전송기술과 FSK(frequency shift keying), PSK(phase shift keying), QPSK(quad phase shift keying), OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 등의 변조기술로 광대역전송기술을 개발함에 따라 반송주파수가 수

MHz에서 수십MHz까지 필요하다.

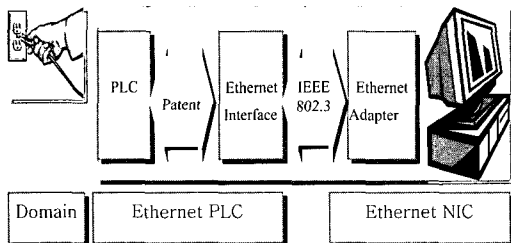
당사 광대역 PLC 기술은 베이스밴드 신호방식을 채택한 무변조 전송방식이다. 이 기술의 장점은 EMI 특성(그림 2)이 우수하고, 변조방식을 사용하지 않아 가격이 저렴하고, 성능향상이 용이하다. 또한 신호가 전력계 및 차단기를 통과하고 전송거리도 10Mbps 경우 500m까지 확보된 상태이다.



(그림 2) EMI 특성

당사의 Ethernet PLC는 지난 5월 Expo Comm Korea 2000 에서 처음 발표했으며, 홈네트워크, 홈오토메이션, 정보가전 등 다양한 산업분야에 즉시 적용할 수 있는 범용 솔루션이다. Ethernet PLC는 전력선 LAN 솔루션의 총칭으로 LAN Adapter 및 Hub 제품이 이에 속하고 향후 인터넷정보가전에 적용한다면 시장확대를 기대할 수 있다(그림 3 참조).

Ethernet PLC를 기반으로 한 홈 네트워크 및 구내 네트워크 시장측면에서 보면 이해가 쉬울 것으로 본다. 현재 기간통신사업자간 ADSL과 케이블도



(그림 3) Ethernet PLC 개념

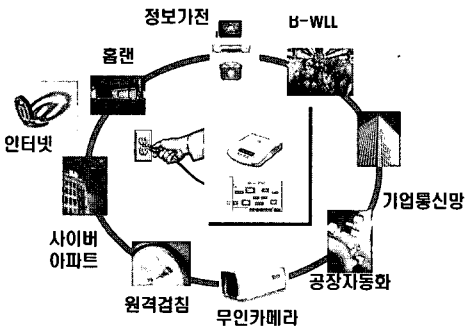
템 방식으로 초고속인터넷서비스 시장확보경쟁이 치열하다. 전문가들 예상으로 올해 350만 가입자를 돌파 할 것이라고 하는데 이에 따른 사업자의 투자비용은 천문학적인 숫자이며 장치 대부분이 외국에서 수입하는 실정이라 국가 경제차원에서 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 Ethernet PLC를 본 시장에 적용함으로써 기간망은 통신사업자가 제공하고 내부망은 전력망으로 구축, 가입자의 인프라 환경을 개선함은 물론 고속서비스를 안정적으로 제공할 수가 있다. 또한, 가입자 망을 기업통신망처럼 구성함으로써 다양한 솔루션을 바탕으로 인터넷 산업 활성화와 콘텐츠 산업의 발전을 기대할 수 있다. Ethernet PLC의 규격은 <표 1>과 같다.

<표 1> Ethernet PLC 규격

| 구분           | 특성    | 규격                        |
|--------------|-------|---------------------------|
| Ethernet PLC | 송신출력  | 10dBm                     |
|              | 수신전압  | -10dBm                    |
|              | 인터페이스 | ISA/PCI                   |
|              | 전송거리  | 2km ~ 이상                  |
|              | 전송속도  | 2Mbps ~ 10Mbps            |
|              | 사용전원  | AC110V/220V<br>60Hz(50Hz) |
|              | 프로토콜  | IEEE802.3                 |

### 5. 응용분야

광대역PLC 상용화가 산업계에 미칠 파급효과는 무엇인가? 우선 정보통신산업에 일대 변혁을 가져올 것으로 예상된다. 전력선이라는 자원을 광대역 통신매체로 활용함으로써 국가경제 차원에서 많은 기여를 하게 되고 해외기술 수출도 가능해 대외기술 경쟁력 강화는 물론 무역수지개선에 큰 역할을 할 수 있을 것이다. 먼저 관련산업계 응용분야를 보면 전력선가입자 망, 홈 네트워크, 정보가전, 홈시큐리티, 홈 오토메이션에 적용하여 신시장을 만들고 기존산업과 시너지 효과를 기대할 수 있다(그림 4 참조).



(그림 4) Ethernet PLC 응용분야

뿐만 아니라 전력선 무인카메라, 전력선인터넷 냉장고, 언케이블드 프린터(Uncabled Printer) 등 통신을 필요로 하는 모든 장치에 적용할 수가 있다. CCTV의 경우 시설투자비중 케이블 공사비용이 60%이상 차지하는 실정에서 전력선 제품을 공급할 경우 가격경쟁력과 시설비용을 획기적으로 절감할 수 있다. 또한 B-WLL, IMT-2000 홈게이트웨이에 전력선기술을 적용함으로써 서비스 이용자가 쉽게 댁내 망을 구성할 수 있으며, 블루투스 인터페이스 PLC는 블루투스의 전송단점을 보완해 양 기술간 상승효과를 통한 가치창출이 가능하다고 본다.

## 6. 결론

최근 산자부 산업표준협회산하에 PLC 포럼 코리아가 발족함으로써 PLC 산업이 국가경쟁력 주도 기술로 가는 초석을 마련하였다고 볼 수 있으며, 국내 PLC 기술 표준화 활동이 본격화 될 것이다.

이는 미국, 유럽에서 PLC와 관련 공식, 비공식 협의단체가 구성되어 표준화 활동을 하고 있는 시점에서 정부차원의 PLC 활성화를 준비하는 것은 바람직하다고 본다. 미국은 Home Plug Powerline Alliance, 유럽은 PLC 포럼에서 PLC 표준규격을 준비하고 구체적인 논의를 하고 있다. 이러한 국제적 움직임은 국내 PLC 업체와 관련 산업계를 긴장 시

키고 대응전략이 필요하다는 공감대를 형성하게 했다.

국내 표준화 추진에 있어 선행해야 하는 것은 각 사 기술검증 절차를 거쳐 적합기술을 선정하고 표준기술규격을 작업해야 할 것이다. 미국이 인텔론 기술을 우선 표준으로 정한 예가 좋은 사례이다. 전력선통신기술은 물리레벨 전송기술로 표준정의가 되지 않으면 많은 문제가 발생할 수 있다. 사실 PLC 업체들이 자기이익만 주장하고 공동협력을 포기한다면 국내기술은 결국 선진외국기술에 의해 잠식 당할 수 밖에 없다.

본 연구에서는 PLC 기술발전을 위해 다음과 같이 제안하고자 한다.

- 첫째, 정부주도하의 PLC 기술시험검증평가를 실시한다.
- 둘째, 검증된 기술을 표준화해 집중적으로 지원하고 관련산업계가 공동개발을 추진한다.
- 셋째, 기술수출을 목표로 한 국제표준화에 공동 대응해야 한다.

위 제안을 바탕으로 본 기술관련 정책을 입안하고 추진한다면 전력선 기술분야는 한국이 주도하게 될 것이라고 믿는 바이다. 인터넷시대의 도래로 하루가 다르게 기술과 사람의 행동행태가 변화하고 있으며, 소비자가 주도하는 시장 트렌드를 기업이 어떻게 따라 잡느냐가 사업성패를 결정하는 핵심 요소이다. 따라서 기업은 소비자가 추구하는 저비용, 고효율, 단순성, 이동성과 다양한 콘텐츠 제공을 지속적으로 해야 한다. 이런 목적을 달성하는데 최적의 솔루션이 PLC기술이며, 국내에서 독자적으로 개발한 광대역PLC기술을 국제표준으로 채택될 수 있도록 노력해야 할 것이다.

## 참고문헌

[1] <http://www.homeplug.org>

- [2] <http://www.plcforum.com>
- [3] Paul Brown, CEO of White Box Solution, Narrowband PLC System , 2000.
- [4] 전파법 제58조 1항 2호, 전파법시행령 제46조 2항.
- [5] CENELEC EN50065-1
- [6] [www.echonet.gr.jp](http://www.echonet.gr.jp)
- [7] 인터넷정보가전산업협의회, 2000년 4월.
- [8] [www.intellon.com](http://www.intellon.com)
- [9] F. Daffara and O. Adami, "A new frequency detector for orthogonal multicarrier transmission techniques," Proc. IEEE VTC, Vol. 2, Jul. 1995, pp. 804-809.
- [10] [www.polytrax.com](http://www.polytrax.com)

## 저자약력



**황 병 연**

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
1989년 한국과학기술원 전산학과(공학석사)  
1994년 한국과학기술원 전산학과(공학박사)  
1999년-2000년 Univ. of Minnesota Visiting Scholar  
1994년-현재 가톨릭대학교 컴퓨터전자공학부 부교수



**김 승 돌**

1971년-1985년 정보통신부 전파연구소  
1985년-1988년 올림픽조직위 무선통신부장  
1992년-1998년 부일이동통신 상무이사/연구소장  
1998년-현재 (주)피엘콤 대표이사