

# 고속 전력선통신의 현장성능 분석

## Field Testing of High-Speed Power Line Communications.

김 상 조\*, 이 병 구\*, 김 근 영\*, 김 석 호\*\*

Sang-Jo Kim, Byung-Gu Lee, Geun-Young Kim, and Sok-Ho Kim

### Abstract

In this paper, the results of field testing of high-speed power line in-home networking in Korea are reported. When multiple networks share a common channel, they can interfere destructively and reduce system capacity. This is major problem in-home power line communications, especially in MDU deployments. The effects of neighboring network interference in power line communications are reported.

**Keywords** : Power line communication, field test, Neighboring network, CSMA-CA

### I. 서 론

전력선통신(PLC : Power Line Communications)은 전력을 전송하는 것을 목적으로 만들어진 전력선에 고주파 신호를 중첩하여 통신하는 기술이다. 고속 전력선통신은 2MHz - 30MHz 대역을 사용하여 100Mbps급의 통신 속도를 가능하게 하며 음성, 데이터, 멀티미디어 신호의 전송 서비스를 제공하는 기술로서, 건물 내의 220V 전력 케이블을 이용하는 옥내(In-Home) 전력선통신에 많이 적용되고 있으며, 별도의 통신 배선을 포설하지 않고 홈네트워크를 쉽게 구축하는 수단으로 인정받고 있다.

그러나, 고속 전력선통신에서 사용하는 전력선은 가전제품에 의한 노이즈나 배선 상황에 따라 통신 채널로서의 이용 품질이 떨어질 수 있다. 또한, 아파트와 같은 밀집주거 지역에서는 이웃집으로 공급되는 전력선이 동일한 전력선에서 분배되기 때문에 동일한 채널을 공유함으로써 인해 가구간 네트워크 간섭이 발생하고 이웃집에서 전력선통신을 동시에 사용할 경우 속도 저하가 발생할 수 있다. 이러한 가구간 네트워크 간섭은 아파트가 밀집한 우리나라와 같은 환경에서는 서비스의 장애요인으로 작용할 수 있으며, 특히 전력선통신 보급률이 증가함에 따라 더욱 더 심각한 문제를 야기할 수 있다.

본 논문에서는 고속 전력선통신 모델을 실제 대내환경에 설치하여 전력선모델의 성능을 분석하였으며, 특히 가구간 네트워크 간섭이 IPTV 서비스 품질에 미치는 영향을 분석하였다.

### II. 현장시험 환경

고속 전력선통신의 현장성능과 가구간 네트워크 간섭

접수일자 : 2009년 8월 11일

최종완료 : 2009년 8월 11일

\*KT 중앙연구소

\*\*KT 서비스지원실

영향을 분석하기 위해 9층 아파트를 선정하고 인접한 14가구에 전력선모델을 설치하여 성능을 분석하였다.

### 1. 아파트 전력선 배선구조

그림 1은 현장시험이 실시된 아파트의 전력선 배선구조를 나타낸 것으로 동분전반에서 태내로 연결되는 수직구간은 3상 전력선으로 구성되며, 집안으로는 220V 단상 전력선이 인입된다. 옆집은 동일한 상(Phase)을 사용하고 위/아래 집은 다른 상을 사용하며, 3층 간격에 존재하는 집들은 같은 상을 사용하고 있다.

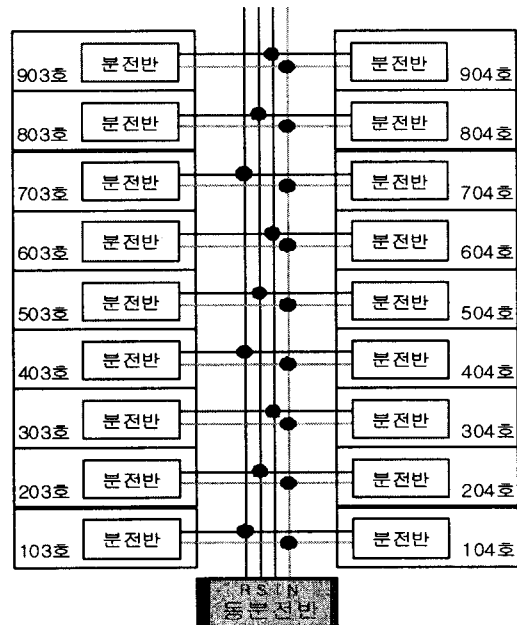


그림 1. 아파트 전력선 배선구조

그림 1에서 보는 바와 같이 동일한 상을 사용하는 가구는 모두 같은 전력선에 연결되어 있으며 다른 상을 사용하

는 가구는 Neutral 라인만 동일하게 사용하고 있다. 이러한 전력선구조에서 가구간 네트워크 간섭이 어느 정도 발생하였는지 분석하였으며, 그 결과를 다음 장에서 기술하였다.

## 2. 댁내 전력선 배선구조

그림 2는 현장시험이 실시된 가구의 댁내 전력선 구조를 나타낸 것이다. 아파트의 구조는 방 3개와 거실, 주방으로 구성되어 있으며 전용면적은 85m<sup>2</sup>이다. 댁내 분전반에는 메인 전원 차단기와 4개의 회로 차단기가 설치되어 있으며, 댁내 전력선은 전열1, 전열2, 전등, 에어컨 4개의 회로로 구성되어 있다. 전원콘센트는 댁내 15개 지점에 설치되어 있으며 본 시험에서는 그림에서 보는 바와 같이 7개 콘센트를 선정하여 각 콘센트 조합에 대한 속도를 측정하였다. 측정이 실시된 가구의 전원콘센트에 연결된 전기제품은 아래와 같다.

- #1: 조명 스텐드
- #2: TV, 오디오, STB, 무선전화기
- #3: 휴대폰 충전기
- #4: 전기밥솥, 전자레인지
- #5: TV
- #6: 없음
- #7: PC, 프린터, 모니터, 무선전화기

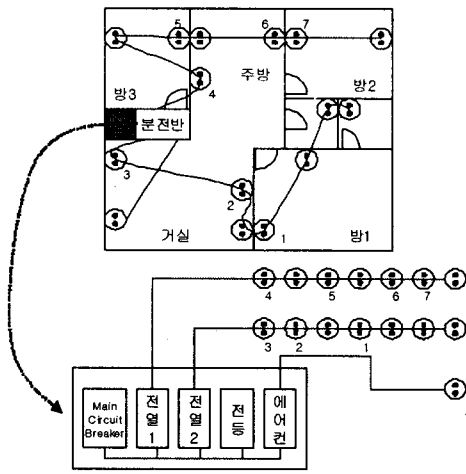


그림 2. 댁내 전력선 배선구조

## 3. 전력선모뎀 규격

성능분석에 사용된 전력선모뎀은 200M급 칩셋을 사용하였으며, 그 규격은 아래와 같다.

- 사용주파수 : 2\_30MHz
- 물리계층 속도 : 200Mbps
- 최대 전송속도(UDP) : 105Mbps
- 채널 액세스 방식 : CSMA/CA
- 최대 변조방식 : 1024-QAM

## III. 현장시험 결과

### 1. 댁내 콘센트별 성능

댁내 전력선 환경에서 고속 전력선통신의 속도를 분석

하기 위해 그림 2와 같이 댁내 전원콘센트 7개를 선정한 후 각각의 콘센트 pair에 대한 속도를 측정하였다. 모두 42가지 경우가 있으며 각 pair별 속도는 그림 3과 같다. 한 가구를 대상으로 7개 콘센트 Pair에 대한 속도를 측정할 결과는 6~62Mbps으로 동일 댁내에서도 속도 편차가 많이 나타남을 확인하였다.

댁내에서 전력선통신의 속도는 전원콘센트 수, 배선길이, 멀티콘센트 수, 연결된 전기제품 등에 따라 큰 편차를 보였다. 그림 3의 그래프에서 ▲는 동일한 회로 차단기에 연결된 콘센트 pair의 속도를 나타낸 것이고, ■는 다른 회로 차단기에 연결된 콘센트 pair의 속도를 나타낸 것이다. 동일 회로에 존재하는 콘센트의 pair간 속도가 다른 회로에 존재하는 콘센트의 pair간 속도보다 훨씬 좋을 수 있다. 또한 콘센트 pair 사이에 전원콘센트가 많이 존재할수록, 전기제품이 많이 연결되어 있을수록 속도가 저하되었다.

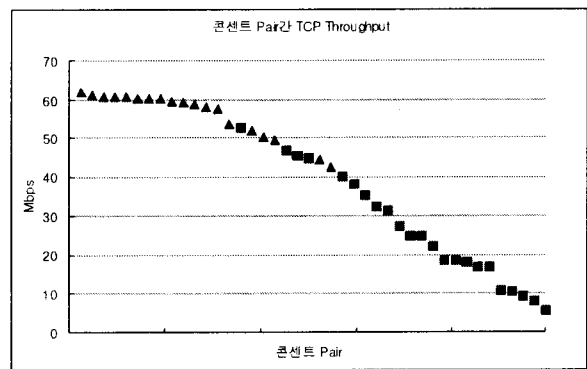


그림 3. 콘센트 pair별 속도

### 2. 가구간 네트워크 간섭 분석

가구간 네트워크 간섭이란 인근 가구의 전력선모뎀 사용으로 인해 우리집의 전력선모뎀의 속도 저하가 발생하는 것을 말하며, 빌립주거지역에서 속도 저하는 더 많이 발생한다. 또한 전력선모뎀 보급이 증가할수록 속도 저하로 인한 서비스 장애 발생 가능성이 증가할 것으로 예상된다.

가구간 네트워크 간섭의 원인은 동일한 전력선을 통해 다수 가구에 전원이 공급되어 매체를 공유하기 때문으로 전력량계와 전원차단기에 의해 일부 신호는 감쇄되거나 가구간 네트워크 간섭을 방지할 수 있는 정도는 아니다. 전력량계와 전원차단기 감쇄에 의한 감쇄는 10dB 이하로 75dB 감쇄에서도 통신이 가능한 전력선모뎀의 신호를 차단하기는 어려운 상황이다. 이러한 가구간 네트워크 간섭은 블로킹필터를 설치하여 차단할 수 있으나 블로킹필터 설치비용 상승, 설치시간 증가 등의 문제점을 야기하여 사용을 권장하지 않는다.

가구간 네트워크 간섭 영향을 분석하기 위해 그림 1과 같은 아파트에서 14가구에 전력선모뎀을 설치하였다. 13가구는 전력선모뎀을 통해 IPTV 서비스를 사용할 수 있도록 구성하였으며, 603호에는 가구간 네트워크 간섭 영향을 측정하기 위해 전력선모뎀을 설치하였다.

먼저 가구내에 설치된 전력선모뎀간의 속도와 우리집의 전력선모뎀과 이웃집의 전력선모뎀간 속도를 측정하였다.

그림 4는 전력선모뎀간 속도를 나타낸 그래프이다. 그래

프에서 [가구내 속도]는 각 가구에 설치된 전력선모뎀의 속도를 표시한 것이고 [가구간 속도]는 603호의 전력선모뎀과 다른 가구의 전력선모뎀간 속도를 표시한 것이다.

가구내 속도는 17~60Mbps로 속도 편차가 많이 발생하였다. 이는 전력선모뎀이 설치된 장소가 각기 다르고 가구마다 사용하고 있는 전기제품이 다르기 때문이다. 그리고, 가구간 속도는 2~23Mbps로 가구내 속도보다는 낮았지만 603호의 전력선모뎀과 다른 모든 가구의 전력선모뎀이 통신이 가능함을 확인하였다. 이 결과는 동일한 상을 사용하는 가구뿐만 아니라 다른 상을 사용하는 가구에서도 가구간 네트워크 간섭이 발생할 수 있음을 나타내는 것이다.

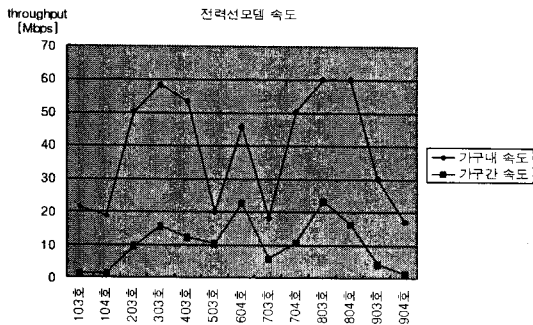


그림 4. 전력선모뎀 물리계층 속도

위와 같은 환경에서 IPTV 서비스 품질은 어떠한지를 확인하였다. IPTV 서비스 품질 확인은 IPTV가 설치된 13가구에서는 전력선모뎀 설치전과 동일하게 IPTV를 시청하면서 서비스 장애 및 화면 깨짐 여부를 확인하였으며, 603호에서는 chariot 프로그램을 이용하여 전력선모뎀 구간에서 10Mbps 트래픽을 전송하면서 throughput을 측정하였다.

그림 5는 603호에서 하루 동안 throughput을 측정한 그래프이다. x축은 시간이고 y축은 속도를 나타낸 것으로 22시경에는 가구간 네트워크 간섭으로 인하여 속도가 다소 저하되었다. 그러나, 동시시간대에 IPTV 시청은 그리 많지 않았으며 IPTV 서비스 장애도 발생하지 않았다.

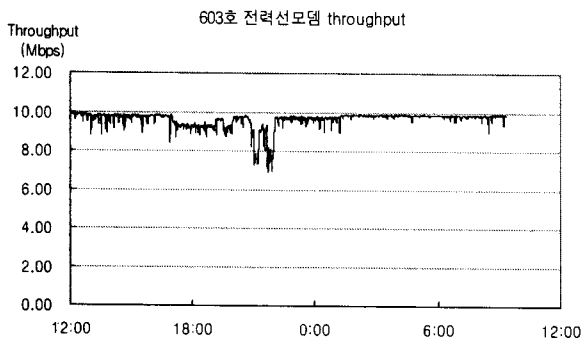


그림 5. 603호 전력선모뎀 속도 변화

다음에는 여러 가구에서 동시에 IPTV 시청을 할 경우 서비스에 어떤 영향을 미치는지를 분석하기 위해 13가구에 HD급 IPTV의 동시 시청을 요구하고 603호에서 속도측정을 진행하였다. 그림 6은 IPTV 동시 시청이 많은 경우 603호의 속도를 나타낸 것이다. x축은 시간이고 y축은 속도를 나타낸 것으로 19시경에부터 IPTV 시청자가 늘어남

에 따라 가구간 네트워크 간섭으로 인하여 속도가 2Mbps 이하로 떨어졌으며 동시시간대에 대부분 가구에서 IPTV 서비스 장애가 발생하였다. 이 실험을 통해 인접 가구에서 전력선모뎀을 다수 사용할 경우에는 가구간 네트워크 간섭으로 인하여 IPTV 서비스 장애가 발생할 수 있음을 확인하였다.

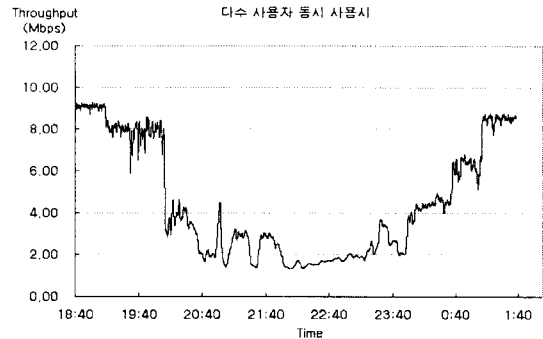


그림 6. IPTV 동시 시청시 603호 전력선모뎀 속도 변화

#### IV. 향후 연구 방향

전력선통신은 설치가 편리하고 모든 장소에서 사용이 가능하다는 장점이 있는 반면 콘센트별 속도 편차가 심하고 가구간 네트워크 간섭이 발생하는 문제점이 발견되었다. 현재 콘센트별 속도 편차의 원인이 되는 전기제품에 의한 영향을 최소화하는 연구와 대내 전력선환경에서 빠른 속도를 안정적으로 제공할 수 있는 전력선모뎀 칩셋 개발이 활발히 진행되고 있다. 또한 전력선모뎀 칩제조사에서는 가구간 네트워크 간섭을 최소화하기 위한 기술을 개발하고 있다. 전력선 환경은 각 나라마다 달라서 전력선모뎀을 IPTV에 상용화하기 위해서는 국내 전력선환경에서 다양한 검증과 개선된 기술에 대해 지속적으로 현장 검증이 필요하다.

#### V. 결 론

본 논문에서는 아파트 환경에서 고속 전력선통신 모뎀의 성능을 분석하였다. 대내의 전원콘센트 pair별 속도를 분석하였으며 인접 가구의 전력선모뎀에 의한 가구간 네트워크 간섭 영향을 분석하였다.

#### [ 참고 문헌 ]

- [1] K.H. Athamie, S. Katar, L. Yonge, "An Overview of the upcoming HomePlugAV Standard", *Proceedings 2005 ISPLC, Vancouver, B.C.*, 6-8 April 2005, pp.400-404.
- [2] ETSI Technical Report TR 102 258, "Powerline Telecommunications(PLT); CL review and statistical analysis", V1. 1.1 (2003-09).
- [3] ETSI Technical Report TR 102 270, "Powerline Telecommunication(PLT) : Basic Low Voltage Distribution Network (LVDN) measurement data", V.1 1.1 (2003-12).
- [4] 이재조, 고속 전력선통신 기술 및 산업동향, 7. 2007



**김 상 조**

1996년 경북대학교 전자공학과 졸업  
1998년 KAIST 전기및전자공학과(공학석사)  
1998년~현재 KT 중앙연구소  
<관심분야> 구내망, Home network  
<e-mail> [sangjo@kt.com](mailto:sangjo@kt.com)



**이 병 구**

2002년 경북대학교 전자전기공학부 졸업  
2005년 KAIST 전기및전자공학과(공학석사)  
2005년~현재 KT 중앙연구소  
<관심분야> 무선랜, Home network  
<e-mail> [leebgg@kt.com](mailto:leebgg@kt.com)



**김 근 영**

1989년 한양대학교 재료공학과 졸업  
1991년 한양대학교 재료공학과(공학석사)  
1991년~현재 KT 중앙연구소  
<관심분야> 구내망, Home network  
<e-mail> [kimgy@kt.com](mailto:kimgy@kt.com)



**김 석 호**

1986년 한양대학교 무기재료공학과 졸업  
1988년 한양대학교 무기재료공학과(공학석사)  
1990년~현재 KT  
<관심분야> 구내망, 홈서비스  
<e-mail> [sokhokim@kt.com](mailto:sokhokim@kt.com)