

# 전력선통신을 이용한 지능형 홈에너지 관리시스템

주성호, 최문석, 최종협, 임용훈, 김태경  
한국전력공사 전력연구원

## Intelligent Home Energy Management based on Powerline Communication

Seongho Ju, Moonseok Choi, Jonghyup Choi, Yonghoon Lim, Taekyung Kim  
Korea Electric Power Research Institute

### ABSTRACT

지구온난화와 화석연료의 고갈 등 에너지관련 문제들이 발생함에 따라 제한된 자원의 효율적인 소비가 중요한 연구주제로 다루어지고 있다. 특히 자원수입국인 우리나라의 경우는 국제유가 급등과 같은 에너지파동에 상당히 민감하기 때문에 에너지 관리를 통한 정확한 수급정책 수립 및 효율적인 소비생활이 무엇보다 중요하다. 이를 위해 우선적으로 취할 수 있는 해결책 중의 하나가 태내 가전기기의 불필요한 전력낭비를 최소화하는 것이다. 이번 연구에서는 전력선통신(PLC)기반 원격검침 인프라를 활용하여 1차적으로 가전기기의 대기전력을 지능적으로 관리함으로써 전력낭비를 최소화하고 2차적으로 전력소비 모니터링 서비스를 제공함으로써 사용자가 능동적으로 전력소비를 줄일 수 있도록 하는 지능형 홈에너지 관리시스템을 개발하였으며, 실제 수용가를 대상으로 구축, 운영함으로써 향후 에너지를 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

### 1. 서 론

IT기술의 발달하고 고객의 요구조건이 다양화됨에 따라 전통적인 성숙산업으로 여겨지던 전력산업에도 변화의 바람이 작용해 IT 신기술을 접목한 새로운 전력패러다임이 도출되고 있다. 전력회사의 1차 서비스인 단순 전력공급의 차원을 벗어나 이제는 전력과 관련된 다양한 부가서비스를 제공하지 않으면 국제사회에서 존폐위기에 놓일 수 있다. 특히, 에너지고갈 및 환경파괴 등 세계적 문제에 직면함에 따라 탄소배출권 규제, 제한된 자원의 효율성 향상, 에너지 수급 균형유지 등은 전력회사에서 취해야 할 필수항목이 되었다.

이에 따라 각국 전력회사들은 다양한 전력정책을 수립하거나 관련 기술을 연구 중에 있으며, 일부 국가는 이미 기본 정책을 시행하고 있으나 대체로 중장기적인 계획이거나 전반적인 변화를 모색하고 있다.[1][2]

이 논문에서는 현실적으로 활용 가능한 전력관리 방안으로 대기전력관리서비스 및 실시간 전력소비정보제공서비스를 개발하고 이를 활용하여 전력소비를 최소화하고자 하였다. 많은 가전기기들이 대기전력을 최소화하도록 제작, 판매되고 있으나, 멀티탭 사용 등으로 효율성이 떨어지고 있어 이를 개선할 수 있는 시스템을 개발하였으며, 수용가의 전력소비정보뿐만 아니라 주요 가전기기별 전력소비정보를 예상요금과 같이 제공함으로써 수용가 측의 적극적인 전력소비 효율화를 유도하였다.

### 2. 지능형 홈에너지 관리시스템

다양한 통신기술을 활용한 원격검침시스템이 전세계적으로 구축되고 있는 가운데, 한전에서는 최근 연구가 활발히 진행되고 있는 PLC기술을 활용한 원격검침 시범사업이 단계적으로 진행되고 있다. 이를 통해 구축되는 PLC기반 원격검침 인프라는 단순히 원격검침용도로만 사용하기에는 자원의 낭비가 많으며, 특히 전력사의 사업 다각화 방안에 따라 통합검침(전기뿐만 아니라 수도, 가스 원격검침)이나 변압기감시, 고속 인터넷 서비스 등에 활용하기 위해 연구, 시험 중에 있다. 이러한 PLC 원격검침 인프라 구성도는 그림 1과 같다. 한전 내부에 원격검침 서버가 있고 변대주에는 검침데이터수집장치(IRM), 각 수용가에는 PLC모뎀이 내장된 전력량계가 있어 서버와 IRM은 인터넷망으로 통신을 하며 IRM과 각 수용가 전력량계간은 PLC 통신을 하여 원격검침을 수행한다.[3]

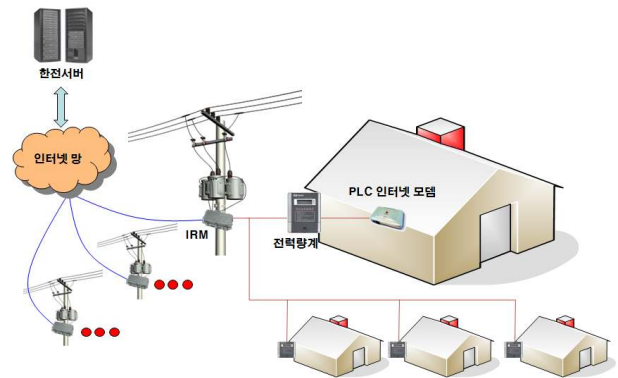


그림 1 PLC기반 원격검침 인프라 구성도

#### 2.1 PLC기반 홈에너지 관리시스템

PLC기반 원격검침 인프라를 활용하여 태내 전력소비를 효율적으로 관리하기 위해서는 추가 기기가 태내에 설치되며, 태내에 구축된 홈에너지 관리시스템의 구성도는 그림 2와 같다.

기존 원격검침시스템은 IRM이 주기적으로 각 수용가의 전력량계로부터 검침데이터를 수집하여 이를 서버로 전송해 주는 구조이다. 홈에너지 관리시스템은 태내 에너지를 모니터링, 관리하는 홈게이트웨이(Intelligent Power Gateway, IPG), 각 가전기기를 모니터링, 제어하는 모듈(Power Conservation

monitoring Module, PCM) 및 소비전력정보를 사용자에게 알려주는 사용자 인터페이스 장치(User Interface Device, UID)가 추가적으로 구성된다.

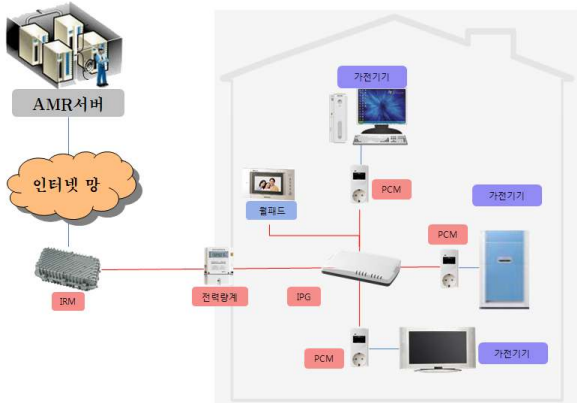


그림 2 PLC기반 홈에너지 관리시스템 구성도

## 2.2 지능형 홈에너지 관리장치(IPG)

IPG는 댁내 전력소비량을 실시간으로 모니터링하고 각 가전 기기별 전력소비정보를 수집하여, 이를 바탕으로 수용가 전력 소비를 최적화시키기 위한 장치이다.



그림 3 IPG(왼쪽) 및 PCM(오른쪽) 시작품

IPG는 주기적으로 IRM과 통신하여 해당 수용가 전체의 전력소비정보를 수집할 뿐만 아니라 댁내 가전기기별로 설치된 PCM으로부터 가전기기별 실시간 전력소비정보를 수집하여 수용가의 전력소비를 관리해 준다.

IRM과는 고속 PLC를, PCM과는 저속 PLC를 이용하여 통신하도록 함으로써 네트워크 구성 및 관리가 용이하도록 하였다.

## 2.3 기기별 전력관리장치(PCM)

PCM은 댁내 가전기기의 콘센트에 부착되도록 개발하여 손쉽게 사용가능하도록 하였으며, 주기적으로 해당 가전기기의 전력소비량을 IPG에 알려주고, IPG로부터 전송받은 명령에 따라 전원을 on/off시켜주는 역할을 한다.

특히 PCM전면에 FND를 두어 사용자들이 실시간으로 확인 가능하도록 하였으며, 누적 정보를 비롯한 통계정보는 사용자가 에너지관리서버에 접속함으로써 확인가능하다.

## 2.4 사용자 인터페이스 장치(UID))

본 논문에서 제안하는 홈에너지관리방법에는 주요한 특징이 있는데, 효율적인 에너지관리를 위해 사용자의 행위를 요구한다는 것이다. 즉, 사용자가 스스로 상황판단을 해서 최소한의 행위를 통해 에너지를 절감할 수 있도록 한 것이다.

다음절에서 소개될 홈에너지 관리서비스는 이러한 사용자의 동참을 바탕으로 하는데, 이를 위해서 필요한 장치가 바로

UID이다. 사용자는 UID를 통해 대기전력을 차단할 수 있으며, 현재의 전력소비상태나 요금정보 등을 확인함으로써 능동적으로 소비전력을 절감할 수 있게 된다.

## 3. 홈에너지 관리서비스

앞 절에서 언급한 장비들이 PLC 원격검침시스템에 추가되면 홈에너지 관리를 위한 인프라가 구축된다. 이를 이용하여 에너지소비 절감을 유도하기 위해서는 구체적인 서비스 메커니즘과 기기별 기능설계가 필요하며, 여기서는 두 가지 주요 서비스를 소개하고자 한다.

### 3.1 대기전력 관리서비스

대기전력은 가전기기들이 실제 동작하지 않는 상황에서도 소비되는 전력으로 냉장고와 같이 24시간 동작되는 기기를 제외하고는 모두가 낭비되는 전력이라고 할 수 있다. 이를 차단하여 전력소비를 줄여주는 것이 대기전력 관리서비스이다.

대기전력 관리서비스는 사용자가 외출시 불필요한 대기전력을 차단하는 서비스로써, 사용자는 외출시에 UID를 통해 외출 설정버튼을 클릭하면, 이 정보는 IPG로 전달되고 IPG는 댁내에 설치된 PCM들에게 전원차단 명령을 전달한다. 이를 통해 대기전력은 원천적으로 차단되어 소비전력을 줄일 수 있으며, 귀가시에는 외출해제버튼을 눌러 원상태로 복구시키게 된다.



그림 4 UID 화면구성 예

### 3.2 전력소비정보 제공서비스

지금까지의 전력검침은 인력에 의해 월단위로 진행되었고 사용자의 고지서를 통해 전력소비량과 이용요금을 확인할 수 있었다. 즉, 사용자는 전력소비에 대한 권한은 있으나 관리할 수 있는 정보와는 동떨어져 있었다.

하지만 해외의 시범사례나 조사에 따르면 현재 전력소비정보를 사용자에게 제공할 경우 전력소비 절감율은 10%에 이르고 한다.[4] 따라서 그림 4와 같이 다양한 전력소비정보를 사용자에게 제공함으로써 능동적인 전력절감효과를 기대할 수 있다.

이번 연구에서는 구체적으로 계절별, 시간대별, 일일별 검침 정보뿐만 아니라 예상전기요금정보를 제공할 수 있도록 하여 사용자가 스스로 상황판단 및 대처할 수 있도록 하였다.

## 4. 실증시험망 구축 및 운용

본 연구에서 개발된 홈에너지 관리시스템은 한전 연산사택(부산) 18세대에 직접 구축하여 운용 중에 있으며, 다양한 시험을 통해 수용가 전력소비패턴을 분석하고 전력소비절감효과를 확인하기 위해 시험 중에 있다.

총 18세대에는 공통적으로 전력소비정보 제공서비스를 제공하고 있으며, 그 중 4세대에 대해서는 추가로 PCM을 이용한

대기전력 관리서비스를 제공하고 있다. PCM은 TV, 에어컨, PC와 같은 보편적이고 전력소비가 많은 가전기기를 위주로 설치하였고, 특히 멀티탭과 같이 많은 기기가 연결된 곳에도 설치하여 전력소비절감효과를 극대화하고자 하였다.



그림 5 IPG와 PCM 설치사진

단기간 운영결과에 따르면 TV는 평균 대기전력이 15Wh 내외, PC와 에어컨은 5Wh 내외였으며, 멀티탭이 설치된 곳은 100Wh가 넘는 것으로 측정되어 장기간 운영될 경우 대기전력 절감효과가 클 것으로 예상되었다.

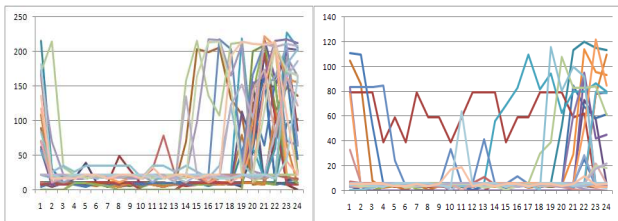


그림 6 댁내 가전기기(TV, PC) 전력소비패턴

그림 6은 PCM이 설치된 한 세대의 TV와 PC 전력소비정보를 취득한 결과이다. 가로축은 24시간을 의미하고 세로축은 전력소비량을 나타내는데, 그림에서 보듯이 실제 기기가 동작하는 시간보다는 유휴시간이 더 길며, 대기전력을 관리할 필요가 있음을 알 수 있다.

## 5. 결론

이번 연구에서는 PLC기반 원격검침인프라를 이용하여 홈에너지를 관리할 수 있는 시스템을 개발, 구축한 결과를 제시하였다.

사용자의 판단과 행위를 최소화하면서 절감효과를 극대화할 수 있는 대기전력 관리서비스를 제안함으로써 향후 홈네트워크가 활성화 될 경우 에너지절감방안의 표본을 제시하였으며, 사용자에게 기본적인 전력소비정보를 제공함으로써 사용자에게 의한 에너지절감 행위를 유도할 수 있는 전력정보 제공서비스를 제안하였다.

하지만 개발, 구축된 시스템 장비는 연구시작품으로서 상용화가 되기 위해서는 저비용, 소형·경량화 작업이 추가되어야 하며, 특히 각 장비들의 소비전력을 최소화하여 에너지절감효과를 극대화할 수 있어야 한다.

현재 각 장비의 성능과 신뢰성 시험이 진행되고 있으며, 이와 더불어 저전력, 저비용화를 위한 다양한 연구가 추가 진행되고 있어 홈에너지를 효율적으로 관리, 절감할 수 있는 상용기술이 조만간 개발될 것으로 예상된다.

## 참 고 문 헌

- [1] J.Heo, CS. Hong, SB. Kang, SS. Jeon, "Standby Power Control Architecture in Context-Aware Home Networks," lecture Note in Computer Science. vol. 4773, pp.515-518, October, 2007.
- [2] MCGARRY L., "The Standby Power Challenge," Proceedings of IEEE AGEC 2004, pp. 56-62, January, 2004.
- [3] MS. Choi, SH. Ju, YH. Lim, "Design of Integrated Meter Reading System based on Power-Line Communication," ISPLC 2008, April, 2008.
- [4] J. Parsons, "Smart Metering Across Europe," Metering Europe, October, 2007.