

재실 기반 가전기기 에너지 모니터링 시스템 설계

이민구* · 박용국* · 정경권* · 유준재*

*전자부품연구원

Design of Occupancy-Based Appliance Energy Monitoring System

Min Goo Lee* · Yong Kuk Park* · Kyung Kwon Jung* · Jun Jae Yoo*

*Korea Electronics Technology Institute

E-mail : emingoo@keti.re.kr

요 약

본 논문에서는 주택내 가전기기의 에너지 절약을 위해 재실 기반 스마트 플러그 시스템을 제안하였다. 스마트 플러그를 이용하여 가전기기별 실시간으로 소모되는 전류를 측정하고, 방문에 재실감지 센서를 부착하여 거주자의 공간 사용을 확인한다. 제안한 시스템은 사람이 없는 공간에서 불필요하게 동작되는 가전기기의 전원 공급을 차단하여 에너지를 절약한다. 실험을 통해 가전기기의 전류 사용량을 측정하고, 다수개의 재실 감지 센서를 통해 재실 유무를 확인하였다.

ABSTRACT

This paper presented an occupancy-based smart plug system for appliance energy saving in home. We measured current consumption of appliances in real time using smart plugs, and check the occupation of residents using occupancy sensors installed on the door. The proposed system saves energy to switch off the supply power of unnecessary usages in the unoccupied spaces. Experiments conducted have shown that current usage of appliances can be measured by using smart plugs and presence can be checked by using occupancy sensors.

키워드

스마트 플러그, 재실 감지 센서, 대기전력 차단, 에너지 모니터링

1. 서 론

수년 동안 홈 자동화 또는 홈 네트워크는 IT기술의 발전에 대한 활용 분야로 고려되어 왔다. 난방, 에어컨, 환기, 조명 및 문과 창 등과 같은 가정 편의시설과 가전기기는 자동화되어 원격에서 조작하거나 프로그램에 의해 작동할 수 있다. PC의 사용이 점차 증가하여 인터넷 접속이 가능하게 되었고 소형 및 독립적인 무선 센서가 급속히 개발되어 적용되고 있다. 최근 정부 주도하의 디지털 홈 시범 이후 대다수의 신규 분양아파트에서 홈네트워크 시스템을 도입하여 공급하고 있으나 에너지 관리 및 그에 따른 설비의 에너지 절약 제어 및 운전에 대한 기능과 서비스는 아직 공급되고 있지 않고 있으며, 실시간으로 실내 환

경 데이터를 수집하여 에너지 소비 상황 및 실내 공기의 질적 수준이나, 쾌적 정도를 분석한 정보를 거주자에게 제공할 수 있는 실내 환경 통합 감시 및 모니터링 시스템이 절실히 요구되고 있다[1].

첨단주택의 에너지 절감 운전 및 관리를 위해서는 온열환경과 공기환경 측면에서 온도, 습도, 미세먼지, 이산화탄소, 일산화탄소 등을 실내 물리적 변수와 개인적 변수 상호간 관계성이 적용된 에너지 수요 예측, 절약 운전 및 관리 알고리즘 개발하고, 개별설비를 통합하여 제어·모니터링 할 수 있으며, 지능형 홈 네트워크와 연계할 수 있는 스마트 홈 에너지 통합컨트롤 시스템 개발이 절실히 필요한 상황이다[2-3].

본 논문에서는 주택에서 에너지 사용량 분석을 위해 재실 기반 스마트 플러그 시스템을 제안한다. 전류 센서를 이용하여 실시간 소모되는 전류를 측정하고, 측정된 데이터를 센서 네트워크를 이용하여 홈 게이트웨이에 저장한다. 방문에 재실 감지 센서를 부착하여 거주자의 공간 사용을 확인하여 절약이 가능한 전기 에너지를 분석한다.

II. 시스템 구성

2-1 스마트 플러그

본 논문에서 구성한 스마트 플러그는 그림 1과 같다. 콘센트 내부에 전류 측정용 센서(Current Transformer sensor), 릴레이, 무선 센서 모듈, 전원공급용 SMPS로 구성된다.

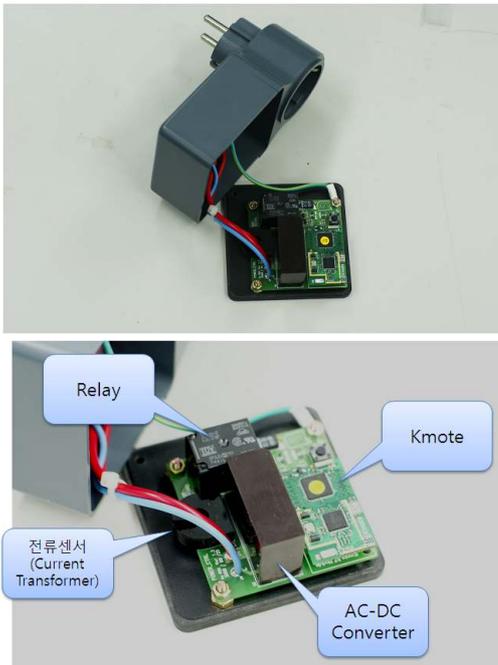


그림 1. 스마트 플러그
Fig. 1. Smart plug.

무선 통신 모듈인 K mote는 TI사의 MSP430 MCU기반으로 RF는 CC2420 Chip을 사용한다. CC2420은 IEEE 802.15.4을 지원하고 250Kbps의 데이터 통신 속도를 지원한다[9-10]. TinyOS 기반으로 프로그램이 구성되며 스마트 플러그는 0.5 초마다 측정된 전류값을 저장하여 5초마다 무선으로 전송한다.

2-2 재실 감지 모듈

재실 감지 모듈은 PIR(pyroelectric infrared) 센서 기반으로 움직임을 감지한다. 그림 2는 재실 감지 센싱 모듈의 사진이다.



그림 2. 재실 감지 모듈
Fig. 2. Occupancy sensor module.

재실 유무를 판단하기 위해서 그림 3과 같이 방문 위쪽 틀에 두 개의 모듈을 부착하여 방에 들어오거나 나가는 동작에 따른 감지 순서를 바탕으로 재실여부를 판단한다.



그림 3. 재실 감지 모듈 설치 모습
Fig. 3. Installation of occupancy sensors.

2-3 홈 게이트웨이

홈 게이트웨이의 역할은 베이스 모듈에 수신되는 센싱 데이터를 저장하고, 분석하는 기능을 담당한다. 홈 게이트웨이는 단일 보드 컴퓨터(EPIA-M1000, VIA co., 800MHz C3 프로세서, 512MB 메인 메모리, 2GB Compact Flash memory)로 구현하였고, Windows XP 운영체제로 동작한다. 게이트웨이는 USB 포트에 연결된 베이스 모듈을 통해 입력되는 패킷을 읽어 해석하고 현재 시간 정보를 더해 저장한다. 그림 4는 게이트웨이의 사진이다. 그림 5는 스마트 플러그와 재실 감지 모듈의 정보를 저장하는 프로그램이다.



그림 4. 홈 게이트웨이
Fig. 4. Home gateway.

그림 5. 측정 프로그램
Fig. 5. Measurement program.

III. 실험 및 검토

재실 기반 주택내 가전기기의 전기 에너지 측정을 위해 그림 6과 같이 24평형 주택에 거주하는 2인 가구를 대상으로 7개의 가전기기에 대해 사용량을 측정하고, 총 11개의 재실 감지 센서를 통해 재실 여부를 확인하였다.



그림 6. 평면도
Fig. 6. Floor plan.

방별 설치된 가전기기와 재실 감지 센서의 개수는 표 1과 같다.

표 1. 센서 개수
Table 1. Number of sensors.

방	스마트 플러그	재실 감지 센서
방1	TV	3개
방2	컴퓨터, 무선랜/모뎀, 프린터	3개
방3	없음	3개
거실	선풍기	1개
부엌	전자레인지, 전기밥솥	1개

하루 동안 스마트 플러그를 통해 측정된 가전기기별 결과는 그림 7과 같고, 재실 감지 센서는 그림 8과 같다.

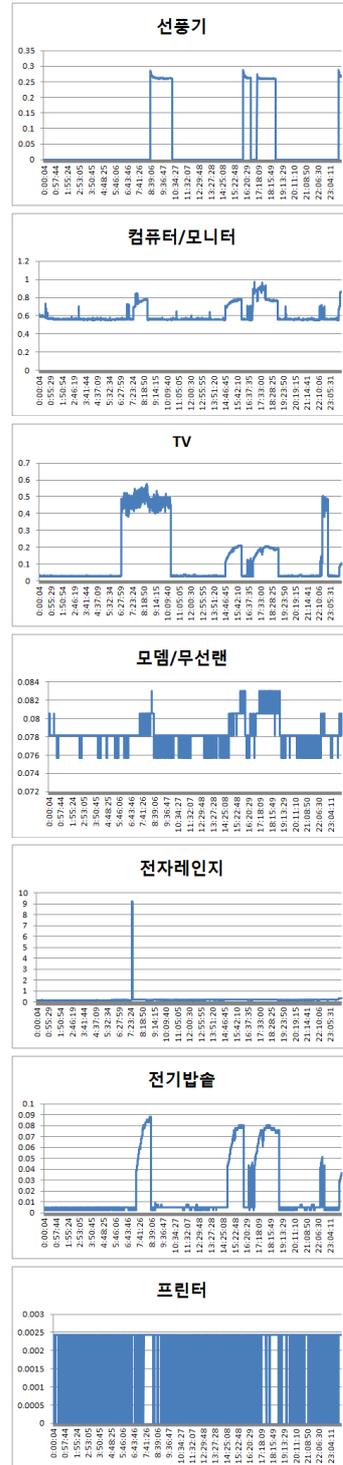


그림 7. 가전기기별 전류 소모량 [A]
Fig. 7. Current consumption of appliances [A]

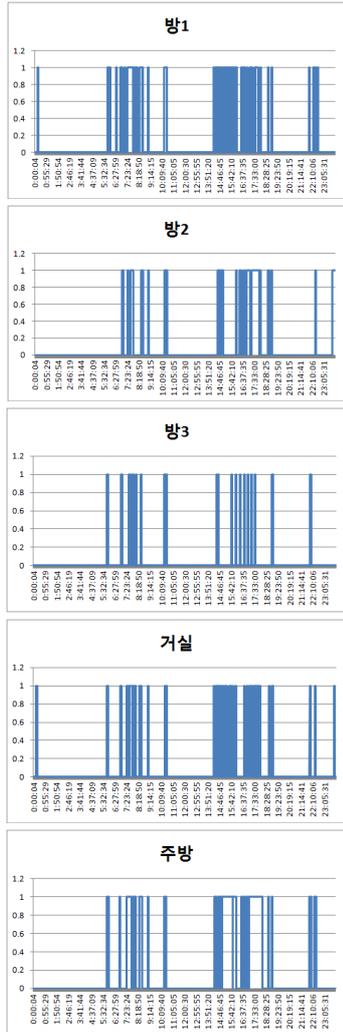


그림 8. 재실 감지 결과
Fig. 8. Detection results.

실제 전기 사용량과 재실 유무에 따라 가전기기에 연결된 스마트 플러그를 제어하여 사람이 공간에 없을 경우 사용량을 절약한다면 그림 9의 결과를 얻을 수 있다.

재실 유무에 따른 공급 전원의 단순 차단으로 73%의 전기 에너지를 절약할 수 있는 결과를 얻었으나 이는 가전기기의 특징을 고려하지 않았기 때문에 발생했다고 생각된다. 예로 방2에 설치된 컴퓨터/모니터와 모뎀/무선랜의 경우 인터넷과 자료 전송을 위해 하루 종일 동작시켜 놓은 상태로 단순 재실 유무에 따라 전원을 차단한다면 자료의 손실과 같은 문제가 발생하게 된다. 주방에서 전기밥솥의 경우 취사 동작을 하고 주방을 나가거나 종일 보온 상태로 두는 경우가 있기 때문에 이와 같은 가전기기별 특성을 고려해야 보다 정확한 절약량이 얻어질 수 있을 것이다.

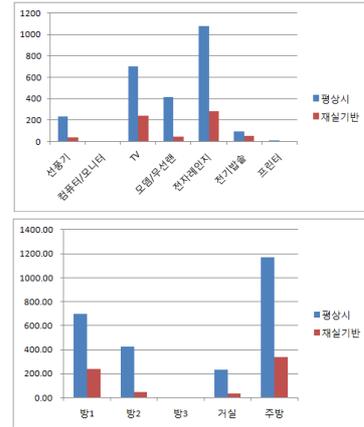


그림 9. 재실 유무에 따른 제어 결과 [kWh]
Fig. 9. Control results of presence [kWh].

IV. 결론

본 논문에서는 주택내 가전기기의 에너지 절약을 위해 재실 기반 스마트 플러그 시스템을 제안하였다. 가전기기별 실시간으로 소모되는 전류를 측정하고, 방문에 재실감지 센서를 부착하여 거주자의 공간 사용을 확인하여 절약이 가능한 전기 에너지를 분석하였다. 사용하지 않는 가전기기의 대기 전력을 차단할 수 있고, 사람이 없는 공간에서 불필요하게 동작되는 가전기기의 전원 공급을 차단하여 에너지를 절약할 수 있는 방식이다. 실험을 통해 가전기기의 전류 사용량을 측정하고, 다수개의 재실 감지 센서를 통해 재실 유무를 확인하였다.

향후 가전기기별로 다양한 제어 전략을 수립하고, 시스템이 자동으로 제어를 수행하여 유용성을 확인해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

(No. 10035491)

참고문헌

- [1] 첨단신기술정보분석연구회, "IT 전략기술 로드맵 2015," 진한엠엔비, 2009.
- [2] 조영조, "스마트 홈의 유비쿼터스 컨트롤 기술 - 현황과 전망", 제어 자동화 시스템 공학회지, 제 9권, 제 6호, 12-17쪽, 2003년 11월.
- [3] 아시아나IDT, "Ubiquitous 홈 솔루션: 세대 내 홈네트워크 솔루션", 유비쿼터스, 제45호, 74-79쪽, 2009년 5월.