

---

# PC와 주변기기의 전력 관리를 위한 네트워크 기반의 스마트 플러그 시스템

류대현\*

Networked Smart Plug System for Power Management of PC & Peripherals

Dae-Hyun Ryu\*

---

이 논문은 2011년도 한세대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

---

## 요 약

PC와 그 주변기기는 실제로 사용하지 않는 대기 상태에서도 많은 전력을 소비한다. 특히 각급 학교나 학원 그리고 사무실에서 사용되는 PC와 그 주변기기는 근무시간에 항상 콘센트에 연결되어 있지만 사용시간은 많지 않으며, 플러그가 전원에 연결되어 있으면 전원이 꺼졌다 하더라도 일정 부분의 전력이 소모된다. 본 논문에서는 일반 사무실 및 홈 네트워크의 PC를 포함한 다양한 주변 기기들의 대기전력을 포함한 전력소모를 관리하기 위한 네트워크 기반의 스마트 플러그 시스템을 개발하고 그 성능을 평가하였다. 본 시스템은 전력관리서버, 네트워크 멀티콘센트, PC 제어를 위한 PC 에이전트 그리고 원격지에서의 관리를 위한 스마트폰 앱으로 구성된다. 본 시스템은 PC와 그 주변기기의 전력을 모바일 환경에서 편리하게 관리할 수 있을 뿐 아니라, 대기전력을 포함한 소비전력을 효율적으로 절감할 수 있다.

## ABSTRACT

PCs and its peripherals uses more power in standby mode even if they are not actually being used. In particular, PCs and its peripherals used in school and office, plugged in at all times during working hours, but not used much time, even if turned off consume a portion of the power. In this paper, we developed Networked Smart Plug for Power Management of PC & Peripherals which is consist of EMS, Smart Plug, PC Agent and Smart Phone App. for power saving of PC and a variety of peripheral devices in office or home, and evaluated the performance of the system.

## 키워드

대기전력, 전력관리, 네트워크, 스마트폰, 스마트 플러그

## Key word

standby power, power management, network, smart phone, smart plug

---

\* 정회원 : 한세대학교(류대현, dhryu@hansei.ac.kr)

접수일자 : 2012. 08. 16

심사완료일자 : 2012. 09. 21

## I. 서 론

에너지 절약, 환경 보호 문제 때문에 환경친화형 녹색 가전 및 정보 기기 사용 권장하는 시장 관련 규제가 예상되며, 에너지 소비는 국가 경쟁력, 우리의 환경, 경제, 안보 등에 까지 영향을 미치는 등 산업/시장의 중요한 이슈가 될 것이다. 2020년 세계 에너지 소비량 50%를 차지할 것으로 전망되는 전력분야의 에너지 절감은 전 세계적 이슈가 되고 있다.

이중 대기전력은 가정 내 총 전력사용량의 10% 이상을 차지하고 있다. 우리나라 가정의 대기전력 소모현황은 가구 당 연간 400 kWh 이며 가구 당 전력소비량의 11%를 점유한다. 선진국을 비롯한 여러 국가에서는 이미 다양한 기술 개발 및 정책을 통해 대기전력 절감을 위한 노력이 진행 중이다[1, 2].

한편, 정보통신 서비스의 융복합화에 따라 가정과 사무실에서 사용되는 PC를 비롯한 프린터, 전등, 복사기, 팩스, 가전 기기 등 다양한 정보통신기기의 고성능, 다기능화 및 상시운용 특성으로 인해 전력소비가 급증하고 있다. 뿐만 아니라 상호 운동 또는 재택근무 등을 이유로 외출 또는 퇴근 후의 불필요한 상황에서도 전원을 끄지 않아서 전력 낭비, 화재, 환경오염 등을 유발하고 있는 실정이다.

컴퓨터, 텔레비전 등 사무·가전기기는 실제로 사용하지 않는 대기 상태(standby)에서도 많은 전력을 소비하고 있으며, 이를 대기전력이라 한다. 대기전력 소비량은 상당히 많으며, 복사기나 비디오의 경우는 전체전력소비의 80%를 차지하는 것으로 추정된다. 사무기기는 근무시간에 항상 콘센트에 연결되어 있지만 사용시간은 많지 않으며, 텔레비전의 경우에도 플러그가 전원에 연결되어 있으면 전원이 꺼졌다 하더라도 일정부분의 전력이 소모된다. 이렇게 대기시간에 버려지는 에너지비용은 우리나라 가정·상업부문 전력사용량의 10%를 넘고 있다.

대기전력 차단 장치로는 차단 콘센트, 멀티탭, 스위치 그리고 리모콘 등이 개발되어 있으며, 차단 시스템으로는 USN기반 홈네트워크 시스템의 대기전력 제어시스템 등이 있다. 이러한 장치 중 콘센트와 멀티탭의 경우 대기전력을 자동으로 차단하지만 해제 시에는 사용자가 직접 제어해야 하는 번거로움이 있다.

본 논문에서는 일반 사무실 및 홈 네트워크의 PC를 포함한 다양한 주변 기기들의 대기전력을 포함한 전력 소모를 관리하기 위한 네트워크 기반의 스마트 플러그(Smart Plug) 시스템을 개발하고 그 성능을 평가하였다. 본 시스템은 전력관리서버(EMS), 본 논문에서 스마트 플러그(SP)로 명명한 네트워크 멀티콘센트, PC 제어를 위한 PC 에이전트 그리고 원격지에서의 관리를 위한 스마트폰 앱으로 구성된다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구 동향을 3장에서는 설계 및 구현에 관한 내용을 4장에서는 시험 및 평가를 다루고 있으며, 5장에서는 결론을 맺는다.

## II. 관련연구동향

온실가스 배출을 줄이기 위해 ICT 기술을 활용한다면 탄소 배출량 및 CO<sub>2</sub> 농도를 효과적으로 줄일 수 있다. 예를 들어, 건물에너지 효율을 향상시키기 위해서 사람의 움직임 센싱을 통한 공간인지 기반의 설비 최적제어, 다양한 에너지 관리 시스템(EMS) 기법 적용, 행위·공간 인지 기반 기기별 에너지 소비량의 정확한 파악 및 설비의 최적 유지관리를 통한 고유성능유지 등을 위해 ICT 기술이 효과적으로 활용될 수 있다. 또한, 시간, 날짜, 장소별로 전기, 수도, 냉·난방, 조명, 전열, 전력 등으로 세분화해 날씨에 따른 냉·난방과 조명 조건 등을 행위·공간 인지기술을 접목하여 에너지 소비 패턴 예측 및 분석을 통해 건물 에너지의 효율성을 높이기 위한 기술 등도 연구되고 있다[1].

한편, 홈 네트워크 내에서는 Always-on 기기 특성으로 인하여 불필요한 에너지를 소비하는 경우가 전체 소모 전력량의 60% 이상을 차지한다. 그러므로 이러한 에너지 소비를 줄일 수 있는 방안에 대한 연구의 필요성이 점차 증대되고 있다.

이러한 필요에 따라 이더넷 기반의 트래픽 량에 의한 대기모드 전환 알고리즘에 대한 연구에서는 게이트웨이에서의 에너지 절감을 위한 트래픽 량 기반의 대기모드 지원형 시스템을 구현하였다[2].

KAIST는 전력소비절감 효과를 유도하는 AMI 기반의 전력소비정보 피드백을 위해 기존의 멀티 파워탭 형태의 스마트 미터(power strip-type smart meter)를 가전제

품의 인식과 위치를 포함한 상황정보 수집이 가능하도록 기능적으로 확장된 SMPT(Smart Multi-Power Tap)를 개발하였다[3].

그러나 전력소비절감을 위해 스위치를 활용하는 경우 공간 전체의 대기전력을 일괄적으로 제어 하도록 되어 있어 구역별 제어가 되지 않으며, 리모콘은 이용하기 전 대기전력 해제를 수동으로 제어해야 하는 등의 불편함을 발생시킨다. 또한 대기전력 차단 시스템인 USN 기반 홈 네트워크 시스템의 경우 PIR 센서의 온도 및 동작 감지를 통해 사용자의 재실여부를 판별하여 대기전력의 On/Off를 제어하는데 사용자의 미세한 움직임은 제대로 감지되지 않아 재실 중에도 대기전력이 차단되어 버린다는 문제가 발생한다.

사용하지 않는 공간에서 낭비되는 전기 에너지량을 감소시키기 위한 사용자 위치기반의 대기 전력 제어 시스템 대한 연구도 이루어졌는데, 사용자의 위치 파악을 위해 주거시설의 해당 영역을 3개의 구역으로 분리하고 각 구역에 2개의 PIR 센서를 설치하여 입·출입 현황 및 재실인원을 점검하며, 재실여부와 가전제품의 대기 모드 여부에 따라 ZigBee 무선통신을 이용해 전력센서를 차단 혹은 해제하도록 하였다[4].

이 이외에도 네트워크 기기의 대기전력절감 기술개발이라든지, 센서네트워크를 활용한 홈 네트워크 게이트웨이 전력관리에 대한 연구도 이루어져왔다[5, 6].

한편, 지식경제부에서 지난 1999년부터 대기전력저감프로그램을 운용해오고 있으며, 2005년 가전기기 대기전력 1W 정책 추진 이후 대기전력 대상 가전기기의 평균 대기전력이 3.66W(2003년)에서 2.01W(2011년)로 45% 감소됐다. 정부가 오는 7월부터 컴퓨터·모니터·스캐너·도어폰·비데 등 가전기기 대기전력 저감기준을 강화한다. 2012년부터는 컴퓨터 대기전력 저감기준을 기존 ‘슬립모드·오프모드’에 ‘아이들 모드’를 추가해 표준 연간소비전력량으로 환산하는 미국 에너지스타제도 ‘TEC(Typical Energy Consumption) 기준’을 도입할 예정이다. 모니터도 에너지스타제도와 같이 ‘온 모드’를 추가해 측정하고, 오프모드 기준을 1W에서 0.5W로 강화하는 등 대기전력 저감기준에 국제측정 방법을 적용한다[7].

### III. 설계 및 구현

본 논문에서 개발한 스마트 플러그 시스템은 크게 전력관리서버(EMS), 스마트 플러그(SP), PC 제어를 위한 PC 에이전트 그리고 원격지에서의 관리를 위한 스마트폰 앱으로 구성된다. 그림 1에 본 논문에서 개발한 네트워크 기반 스마트 플러그 시스템의 전체 구성도를 나타내었다.

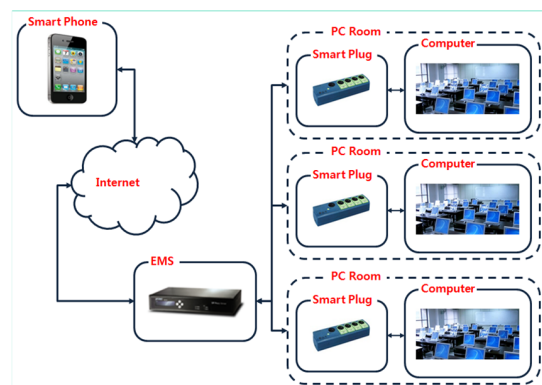


그림 1. 전체 시스템 구성  
Fig. 1 Overall System Architecture

본 시스템은 스마트폰과 전력관리서버(EMS)를 이용하여 기기 사용자의 재택 또는 사무실 근무 상황과 불필요한 기기의 구동 상태를 인지하여 이에 따른 구동 상태를 관리한다.

이더넷 스위칭 허브를 멀티 콘센트에 내장시켜 통신 포트와 전원 인출구를 일대일로 결합시키도록 시스템을 구성하였다. 이렇게 함으로써 PC와 같은 이더넷 및 IP 기반 기기의 경우, 특정 기기가 어떤 멀티 콘센트의 어떤 인출구에 연결되어 있는지 인지하여 해당 인출구의 전원을 차단시킴으로써 대기전력 소비조차도 방지할 수 있도록 하였다.

그림 2에는 각 시스템 기능 정의 블록도를 나타내었다. 전력관리서버(EMS)는 스마트 플러그(SP)에 연결된 장치(PC와 주변기기)에 대한 정보를 PC 에이전트를 통해 전달받아 관리하고 스마트폰으로 그 정보를 전달한다. 또한 스마트폰을 통한 전원제어 신호를 PC 에이전트로 전달하는 역할을 수행하고 스마트 플러그(SP)의 전원 공급을 제어한다.

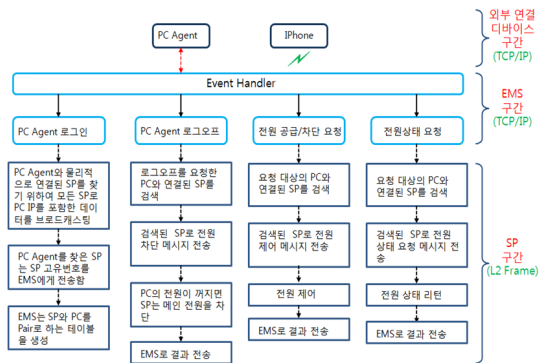


그림 2. 시스템 기능 정의 블록도  
Fig. 2 Block diagram of System Function

스마트플러그(SP)는 자신의 전원 인출구에 연결된 PC 정보를 소켓 통신을 통해 전력 제어 게이트웨이(EMS)에게 전달한다. 그리고 전력 제어 게이트웨이(EMS)에서 전달된 제어 신호에 따라 전원 제어를 수행한다.

전력관리서버(EMS)와 스마트 플러그(SP)는 caltek 11n FE Router/AP board에 Embedded Linux kernel-2.6.30을 포팅하여 사용하였으며 rsdk-1.3.6-4181-EB-2.6.30-0.9.30 툴체인과 GNU C를 사용하여 개발환경을 구축하였다. 전력관리서버(EMS)와 스마트플러그(SP)는 동일한 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼을 이용하여 개발함으로써 개발 비용을 절감하였다. 그림 3에 전력관리서버(EMS)와 스마트플러그(SP)의 프로그램 흐름도를 그림 4에 시제품 사진을 나타내었다.

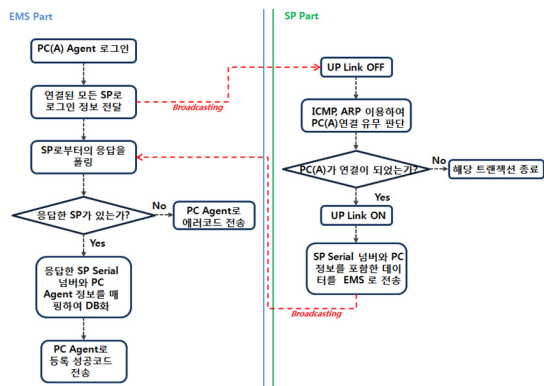
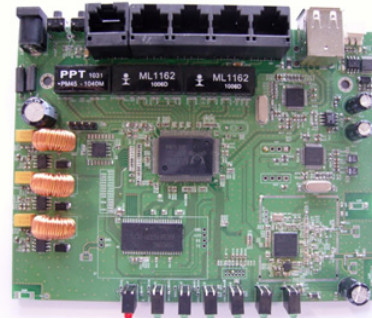


그림 3. EMS와 SP 프로그램 흐름도  
Fig. 3 Program Flow Chart bet. EMS & SP



(a)



(b)

그림 4. EMS와 SP의 시제품 사진

(a) EMS 사진 (b) SP

Fig. 4 Picture of EMS and SP

(a) EMS Picture (b) SP

스마트폰 앱은 소켓 통신을 통해 전력관리서버(EMS)에서 PC 정보와 전원 공급 상태를 전달 받아 디스플레이하고 목록을 관리한다. 그리고 PC 목록에서 선택한 PC에 대한 전원 제어 신호를 전력관리서버(EMS)로 전달한다. 본 논문에서는 일차적으로 아이폰을 대상으로 앱을 개발하였다.

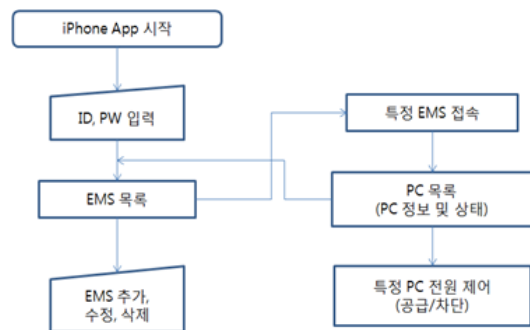


그림 5. 아이폰 앱의 프로그램 흐름도

Fig. 5 Flow Chart of iPhone App.

PC 에이전트는 소켓 통신을 통해 전력관리서버(EMS)로 PC 정보와 전원 공급 상태를 전달한다. 또한 PC에 대한 전원 제어 신호를 전력관리서버(EMS)로부터 전달받아 PC의 전원을 관리한다. 아이폰 앱과 PC 에이전트 간의 프로그램 흐름도를 그림 5와 그림 6에 나타내었다.

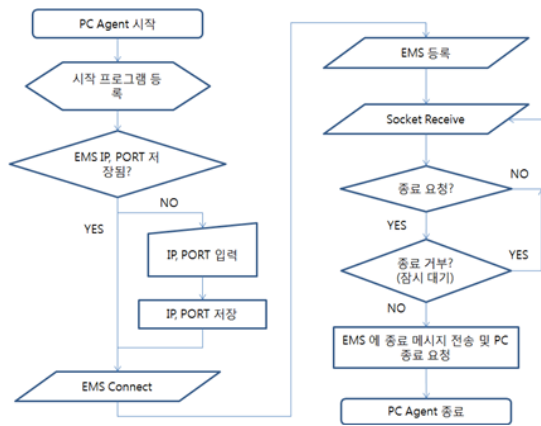


그림 6. PC Agent 프로그램 흐름도  
Fig. 6 Flow Chart of PC Agent



그림 7. 대기전력 측정  
Fig. 7 Measurement of Standby Power

표 1. 성능 평가 결과  
Table. 1 Result of Performance Evaluation

PC와 주변기기의 대기전력		스마트플러그의 소비전력
컴퓨터 본체	5.673W	0.954W
모니터	0.733W	
어댑터	0.112W	
계	6.518W	0.954W

#### IV. 시험 및 평가

컴퓨터 본체와 모니터 그리고 PC 주변기기에서 사용하는 어댑터의 대기전력과 본 논문에서 개발한 스마트 플러그를 적용한 경우의 소비전력을 측정하였으며 그 결과를 표 1에 나타내었다.

측정 장비로는 에이디파워사[8]의 대기 전력계 와트 맨 'HPM-100A'를 사용하였다.

측정결과 본 논문에서 개발한 스마트플러그를 적용한 경우 스마트플러그에서 소비되는 대기 전력은 1W 이하로 스마트플러그를 적용하지 않은 경우 PC와 주변기기의 대기 전력보다 현저히 적음을 확인하였다. 이러한 결과는 지식경제부와 에너지관리공단에서 지난 2010년부터 국내 유통되는 모든 전자제품에 대해 의무화한 대기전력 1W 정책에 부응할 뿐 아니라, PC와 그 주변기기의 전력을 모발일 환경에서 편리하게 관리할 수 있도록 해준다.

#### V. 결론

건물 에너지 효율화를 위해 다양한 방법이 연구되고 있는데 시나리오 기반 제어, 상황 기반 제어 등이 부분적으로 이루어지고 있으며, 전기제품의 수요가 증가함에 따라 가정 및 사무환경에서 대기전력 차단 장치와 차단 시스템 등의 사용에 대한 관심도 증가하고 있다. 특히 각급 학교나 학원 그리고 사무실에서 사용되는 PC와 그 주변기기는 근무시간에 항상 콘센트에 연결되어 있지만 사용시간은 많지 않으며, 플러그가 전원에 연결되어 있으면 전원이 꺼졌다 하더라도 일정 부분의 전력이 소모된다.

본 논문에서는 일반 사무실 및 홈 네트워크의 PC를 포함한 다양한 주변 기기들의 대기전력을 포함한 전력 소모를 관리하기 위한 친환경 네트워크 기반 소비전력 절감 장치를 개발하였다. 성능 평가 결과 본 논문에서 개

발한 네트워크 기반 스마트플러그를 적용한 경우 스마트플러그에서 소비되는 대기 전력은 1 W이하로 대기전력 1 W 정책에도 부응함을 확인하였다.

본 시스템은 PC와 그 주변기기의 전력을 모바일 환경에서 편리하게 관리할 수 있을 뿐 아니라, 대기전력을 포함한 소비전력을 효율적으로 절감할 수 있다. 또한 개발된 부품 및 모듈은 AMR과도 연동 기술개발이 가능하며, 전력 IT와의 연동으로 인한 새로운 ‘전력+홈네트워크’ 서비스의 창출이 가능할 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 2011년도 한세대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] 허재두 외, “스마트 그리드를 위한 건물 에너지 관리기술 동향”, 전자통신동향분석 제26권 제6호 2011년 12월
- [2] 김윤주 외, “전력 에너지 절감을 위한 사용자 위치 기반 대기전력 제어”, 2012 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol.39, No.1(D)
- [3] Hyun Sang Cho, etc, “Determining Location of Appliances from Multi-hop Tree Structures of Power Strip Type Smart Meters”, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Volume: 55, Issue: 4, November 2009
- [4] 윤정미 외, “Networked Home-Device의 전력관리를 위한 대기모드지원 게이트웨이 시스템 설계”, 한국정보통신설비학회 2008년도 정보통신설비 학술대회
- [5] 김남균 외 “Networked 기기의 대기전력절감 기술개발”, 한국전기연구원, 2005
- [6] 김용호 외, “센서네트워크를 활용한 홈 네트워크 게이트웨이 전력관리”, 대한전자공학회 2009년 하계 종합학술대회

[7] 대기전력저감프로그램운용규정, 지식경제부고시\_제2011-23호

[8] 에이디파워사 홈페이지, <http://www.wattman.com>

### 저자소개

류대현(Dae-Hyun Ryu)



· 학위  
부산대학교 전자공학과 박사  
부산대학교 전자공학과 석사  
부산대학교 전기기계공학과 공학사

· 경력  
한세대학교 IT학부 부교수  
한국전자통신연구원 선임연구원  
※ 관심분야: 정보보호, 컴퓨터비전 및 영상처리,  
유비쿼터스 컴퓨팅, RFID/USN 기술