

사용자 편의성 향상을 위한 대기전력 자동검출 및 차단 기능을 지원하는 전원 관리 시스템 설계

홍석일*, 최광순**, 홍지만*

Design of Power Management System Supporting Automatic Detection and Cutoff of Standby Power for Enhancing User Convenience

Suk-il Hong*, Kwang-Soon Choi **, Ji-Man Hong*

요 약

본 논문에서는 사용자의 개입 없이 가정환경에서 사용하는 다양한 가전기기의 대기전력을 검출하고 대기전력을 자동으로 차단하기 위한 전원 관리 시스템을 설계하였다. 시스템의 클라이언트는 클라이언트에 연결된 가전기기가 소비하는 소비전력 정보를 측정하고 무선 네트워크를 통하여 서버에게 실시간으로 전송한다. 이때 서버에서는 가전기기의 소비전력 특성을 분석하여 대기전력 사용 여부 및 대기전력 소비전력 값을 검출하도록 한다. 이렇게 검출한 대기전력 정보는 해당 가전기기 정보의 생성 및 데이터베이스를 구축에 활용되며, 이를 이용하여 사용자의 개입을 통한 설정 없이 대기전력 자동검출 및 차단 기능을 제공한다.

▶ Keywords : 전원 관리 시스템, 대기 전력, 자동 검출, 자동 차단, 사용자 편의

Abstract

A Power Management System(PMS), which provides the functions of automatic detection and cutoff of home appliances' standby power without user intervention, is presented in this paper. A client in this system measures the power consumption of a home appliance plugged in it and transmits the information to a server in real-time over a wireless network. The server analyzes the features of the power consumption of home appliances and detects if any home appliance consumes standby power. The detected standby power information is used to create the information of the

•제1저자 : 홍석일 •제2저자 : 최광순 •교신저자 : 홍지만

•투고일 : 2014. 5. 9, 심사일 : 2014. 5. 13, 게재확정일 : 2014. 6. 11.

* 송실대학교 컴퓨터학과(Dept. of Computer Science and Engineering, Soongsil University)

** 전자부품연구원(Korea Electronics Technology Institute)

home appliance and to build a database, which will finally offer the automatic detection and cutoff of the standby power without any configuration through user intervention.

- ▶ Keywords : Power Management System, Standby Power, Automatic Detection, Automatic Cutoff, User intervention

I. 서 론

Smart Grid란 기존의 발전, 송전, 배전 등의 단방향 전력망에 양방향 통신 기술을 활용하여 전력 공급자와 소비자가 실시간으로 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 높이기 위한 지능형 전력망이다[1]. 최근에 에너지를 절약하기 위한 움직임이 확산되면서 세계적으로 기존의 전력망에 정보기술을 접목하는 Smart Grid 프로젝트가 활발히 진행 중이다. 또한 에너지 사용의 효율을 높이기 위한 기술들이 연구 중이며 에너지 관리 대상에 따라서 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 에너지 관리 기술의 종류로는 가정환경을 대상으로 하는 홈 에너지 관리 시스템(Home Energy Management System, HEMS), 건물을 대상으로 하는 빌딩 에너지 관리 시스템(Building Energy Management System, BEMS), 공장을 대상으로 하는 공장 에너지 관리 시스템(Factory Energy Management System, FEMS)이 있다. 특히 가정에서 사용하는 가전기기의 종류가 다양해지고 소비전력이 증가함에 따라 가정환경에서 에너지의 효율적인 관리가 더욱 필요로 하고 있다[2].

본 논문에서는 가정환경을 대상으로 서버/클라이언트 모델로 구성된 전원 관리 시스템을 설계하고 사용자 편의성을 높이기 위한 기능을 제안하고자 한다. 사용자의 편의성을 향상하기 위한 내용으로는 전원 관리 시스템의 클라이언트에 연결된 가전기기의 소비전력 값을 측정하고 서버에서 분석하여 자동으로 대기모드 상태를 파악하고 데이터베이스를 추가할 수 있는 기능과 데이터베이스의 정보를 바탕으로 클라이언트에 연결된 가전기기의 대기전력 상태를 감지할 경우 전원을 차단하는 기능으로 구성된다. 또한 PC기반의 중앙 서버 모델을 확장하여 모바일 서버를 추가로 활용함으로써 사용자에게 좀 더 편리한 제어 환경을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 에너지 관리와

관련된 관련연구를 살펴보고 3장에서는 전원 관리 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 구성에 대한 내용을 설명한다. 그리고 4장에서는 대기전력 자동 검출과 자동 차단 기능에 대한 알고리즘 설계와 검증 내용을 다루며 5장에서는 결론과 향후 연구에 대하여 논의하도록 한다.

II. 관련연구

가정환경의 에너지 관리를 위하여 가전기기의 소비전력을 모니터링하고 정보들을 관리하기 위한 연구는 아주 오래전부터 시작하였다[3]. 이러한 연구의 주된 내용은 가정환경에서 사용하는 가전기기의 소비전력을 모니터링하고 해당 데이터를 기반으로 소비전력 패턴을 인식하고 에너지의 절약을 목표로 한다[4-6]. 대부분의 시스템이 가전기기의 소비전력 데이터 가운데 전력(W)을 사용하고 무선통신을 수행한다. 물론 무선통신 이외에도 PLC(Power Line Communication)과 같은 통신 규격을 사용하는 시스템도 존재한다[7] 하지만 가전기기의 소비전력 정보 가운데 전력(W)의 경우 많은 가전기기를 대상으로 하게되면 소비전력 값이 비슷한 가전기기가 많아져서 구분하기 쉽지 않고, PLC 같은 유선통신을 사용하면 기존의 시스템을 확장하거나 유지보수하기 어렵다. 또한 가전기기의 대기전력을 차단하는 연구 역시 에너지 절감에 직접적으로 영향을 미치므로 활발히 진행 중이다[8-11]. 하지만 기존의 대기전력을 차단하기 위한 시스템에는 몇 가지 단점이 존재한다. 우선 가전기기의 대기전력을 구분하기 위한 기준이 임의의 값으로 정의되어 있어서 모든 가전기기를 대상으로 하기 어려운 점이 있다. 그렇지 않으면 사용자 개입이 필요로 하다는 것이다. 예를 들어 가전기기의 대기전력의 소비전력 값을 기록하기 위하여 사용자가 직접 대기전력의 소비전력 값을 입력 하거나 또는 대기모드 학습 기능을 구현하여 가전기기의 대기모드 시점에 소비전력 정보를 기록하는 방법이 있다. 이러한 작업을 가전기기마다 수행해야하기 때문에

사용자는 불편함을 느끼고 시스템 활용을 멀리하는 이유가 된다. 또한 가전기기의 전력을 측정하는 클라이언트 또는 가전 기기가 바뀌거나 가전기기의 위치가 바뀌게 되면 대기전력 값 이 바뀌기 때문에 매번 위와 같은 사용자의 개입을 통한 설정 작업이 필요하게 된다. 따라서 본 논문에서는 무선 통신 환경 을 사용하여 시스템을 구성하고 사용자의 개입이 필요 없도록 가전기기의 대기전력을 자동으로 검출하기 위한 기능을 설계 하여 사용자 편의성을 증가하도록 하였다.

III. Power Management System (PMS)

1. PMS 개요

PMS는 그림 1과 같이 하나의 PC 기반 메인 서버(B)와 다수의 멀티탭 클라이언트들(A), 그리고 안드로이드 기반의 핸드폰 또는 패드와 같은 모바일 서버(C)로 구성된다.

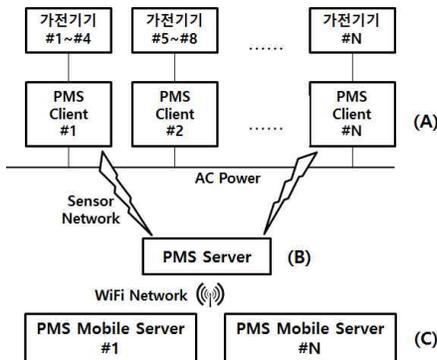


그림 1. PMS 구성
Fig. 1. Organization of PMS

가전기기의 소비전력을 측정하기 위한 클라이언트 자체도 전력을 소비하기 때문에 서버와 클라이언트간의 통신은 최대한 전력을 줄이도록 802.15.4 프로토콜 기반의 무선 통신을 사용하도록 하였다[12-13]. 그리고 모바일 서버는 메인 서버와 WiFi 무선 통신으로 데이터를 주고받으며 사용자가 이동하면서 편리하게 사용할 수 있도록 지원한다. 가전기기의 콘센트를 클라이언트에 연결하고 전원을 사용하면 클라이언트에서 가전기기의 소비전력량을 측정하고 실시간으로 서버에 전송함으로써 모니터링이 가능하다. 또한 서버에서 클라이언트에 연결된 가전기기의 정보를 데이터베이스에 저장하여 유지하도록 하고 사용자의 요청에 따라 가전기기의 전원을 제어할 수 있다. 그리고 모바일 서버 역시 가전기기의 소비전

력 모니터링 및 전원 제어를 할 수 있다. PMS의 동작은 상황과 요청 내용에 따라 대상이 달라진다. 통신 주요 대상은 클라이언트와 GUI 애플리케이션, 사용자와 GUI 애플리케이션, 사용자와 모바일 서버, GUI 애플리케이션과 장치 데이터베이스로 구분할 수 있다. 그림 2는 PMS의 시퀀스 다이어그램을 나타내고 있다.

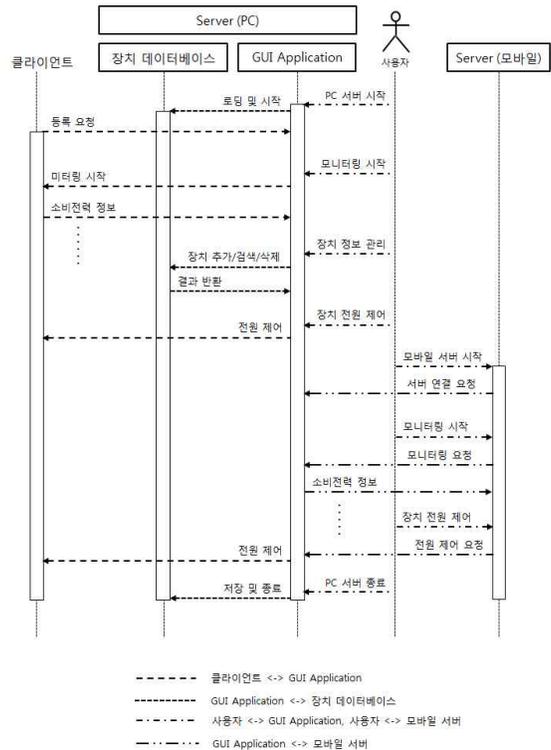


그림 2. PMS 시퀀스 다이어그램
Fig. 2. Sequence diagram of PMS

사용자가 GUI 애플리케이션을 시작하면 장치 데이터베이스를 로딩 및 초기화 작업을 수행하고 클라이언트의 등록 요청을 대기한다. 클라이언트의 등록 요청을 마치면 사용자는 서버를 통하여 제어가 가능하다. 사용자가 GUI 애플리케이션을 통하여 소비전력 모니터링을 실행하면 PC서버에서 클라이언트에게 소비전력 측정 요청을 보내고 모니터링을 정지하기 전까지 주기적으로 소비전력 데이터를 보낸다. 또한 GUI 애플리케이션에서 장치를 선택하여 전원 제어를 수행한다. 그리고 PC 서버가 실행 중이어야만 모바일 서버를 실행할 수 있다. 사용자의 요청으로 모바일 서버를 실행하면 PC서버로 연결을 시도하고 연결을 성공하면 PC 서버와 통신을 시작하

고 소비전력 모니터링 및 전원 제어 기능을 수행할 수 있다.

2. PMS 클라이언트

PMS 클라이언트는 가정에서 일반적으로 많이 사용하는 4구 멀티탭 형태로 개발하였다. 4개의 소켓에 각각 연결되는 가전기기에 대해 전류(I), 전압(V), 전력(P) 등의 정보를 측정하고, 수집한 정보를 서버의 요청에 따라 무선 통신으로 전송한다.

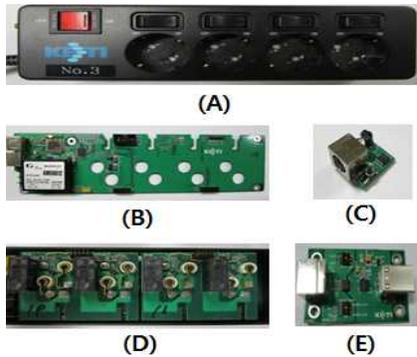


그림 3. PMS 클라이언트 하드웨어 시스템
Fig. 3. Hardware system of PMS client

그림 3은 멀티탭 형태의 클라이언트의 하드웨어 구성 목록으로 각 항목은 아래와 같다.

- (A) 4구 멀티탭 형태의 시제품으로 메인 전원 스위치와 각 소켓별로 전원 스위치를 가지고 있다.
- (B) 미터링 메인보드는 AC 220V 전원을 DC 12V 전원으로 전환하여 DC 12V를 메인보드의 전원으로 사용한다. 또한 3.3V, 6.6V의 전원을 레귤레이팅하여 통신 모듈과 미터링 모듈에서 사용하고 소켓보드(C)와 결합하여 4개 채널의 전류 출력을 입력으로 하여 소비전력을 측정한다.
- (C) 적외선 수신 보드는 4개의 IR신호를 4개 저장할 수

있으며, 수신된 신호는 메인보드(A)에 전달된다. 메인보드와 커넥터를 통하여 연결되며, 버튼을 누른 상태에서 리모컨 신호를 입력하면 LED가 점멸되며 저장 상태를 알려준다.

- (D) 소켓 보드는 연결되는 가전기기에 전원을 공급하거나 차단하고 전류를 전압신호로 메인보드에 공급한다. 소켓보드 하나가 2개의 콘센트를 제어하며 2개의 소켓보드로 4구 콘센트를 구성한다.
- (E) 디버깅 보드는 커넥터를 통하여 클라이언트와 PC가 절연상태로 연결되며, 시리얼 인터페이스를 이용하여 통신 모듈 또는 미터링 칩과 통신한다. 또한 클라이언트 프로그램을 다운로드하여 저장할 수 있는 기능을 갖는다.

3. PMS 서버

PMS 서버는 일반 가정에서 많이 사용하는 윈도우 운영체제 기반의 GUI 애플리케이션으로써 클라이언트와 센서 네트워크 통신을 하기 위하여 Base노드를 사용하고 시리얼 인터페이스를 통하여 패킷을 주고받는다. 또한 모바일 서버와 UDP 프로토콜을 사용하여 WiFi 통신을 사용한다. 서버 프로그램이 시작하면 파일 시스템에 있는 환경 설정 파일 및 장치 데이터베이스를 로딩하고 초기화한다. 환경 설정 파일에는 네트워크 정보, 시리얼 포트 정보, 장치 등록 정보 등의 내용이 있고, 장치 데이터베이스에는 장치 이름, 장치가 속한 그룹, 대기 전력 값, 사용 패턴(시간 정보) 등의 정보가 있다. 서버 프로그램의 초기화 과정을 마치면 클라이언트나 모바일 서버의 연결을 대기한다. 그림 4는 PMS 서버의 주요 GUI 화면들이다. 각 화면의 주요 기능은 다음과 같다.

- (A) 서버의 시작 화면이다. 우측 상단 부분은 클라이언트 아이디와 채널을 설정할 수 있고 다른 화면과 정보를 공유하여 사용한다. 그리고 시리얼 포트 설정, 홈 아이디 설정 항목이 있다. 서버와 클라이언트의 홈 아이디가 정확히 일치해야만 통신이 가능하다.

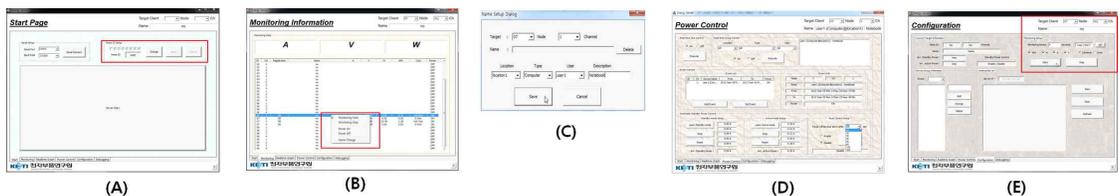


그림 4. PMS 서버의 GUI 화면
Fig. 4. GUI display of PMS server



그림 5. PMS 모바일 서버의 GUI 화면
Fig. 5. GUI display of PMS mobile server

- (B) 서버와 통신하고 있는 클라이언트들의 정보를 보여준다. 서버에 등록을 요청한 클라이언트의 리스트 목록으로써 정상적으로 등록이 완료되면 Registration 항목에 "OK" 라고 표시되고 하나의 클라이언트 당 4개의 채널이 존재하므로 모든 채널의 전원 상태와 연결된 가전기기의 소비전력 정보를 화면에 보여준다. 이때 우측 상단에 포커스가 활성화된 장치의 소비전력 정보는 상단의 세 개의 큰 창에 출력한다. 표시되는 소비전력 정보는 전류(I), 전압(V), 전력(P) 세 가지이다. 연결된 장치를 선택하여 소비전력 모니터링 시작/정지를 수행하거나 전원 제어를 시킬 수 있다.
- (C) 클라이언트에 연결된 가전기기의 이름과 그룹 등의 정보를 설정하는 화면이다. 장치의 이름은 사용자가 원하는 대로 입력할 수 있고 장치의 그룹은 장소, 종류, 사용자 세 가지 항목 중에 해당 내용을 선택한다. 이렇게 장소와 종류, 사용자를 구분하여 장치들을 그룹화하고 그룹 기반의 전원 제어 용도로 사용한다. 장소, 그룹, 사용자 목록은 환경 설정 화면에서 편집할 수 있다.
- (D) 클라이언트에 연결된 가전기기의 전원을 제어하는 화면이다. 장치의 전원 제어는 크게 4 가지 방식으로 지원한다. 첫 번째는 하나의 장치만 대상으로 켜고 끄는 방식이다. 이때는 우측 상단의 클라이언트 아이디와 채널에 해당하는 장치를 전원 제어 대상으로 정한다. 두 번째는 장소, 종류, 사용자 세 가지 그룹을 선택하여 해당하는 장치들을 한 번에 모두 제어하는 방식이다. 그룹의 항목을 선택할 때마다 우측 상자에 해당하는 장치들의 목록이 정렬된다. 세 번째는 하나의 장치를 대상으로 알람 형태로 이벤트를 등록하는 방식이다. 장치의 전원을 제어하고 싶은 시간(년, 월, 시, 분, 단위)과 전원 상태(켜짐, 꺼짐)을 선택하여 설정할 수 있다. 네 번째는 장치의 대기전력 값 정보로 소비전력 값을 확인하여 장치가 대기전력 상태라고 판단되면 자동으로 전원을 차단하는 방식이다.
- (E) 서버의 환경 설정 화면이다. 우측 상단은 현재 활성화

된 클라이언트에 대하여 소비전력 모니터링 설정을 수정할 수 있다. 모니터링 설정 항목으로는 모니터링 주기(초), 모니터링 데이터(와트시, 전류, 전류, 전력), 일회 또는 연속 모니터링 선택이다. 좌측 상단은 현재 활성화된 장치의 정보들을 표시한다. 장치 정보의 종류는 장치 이름, 모니터링 설정 값, 대기 전력 설정 값 등이다. 좌측 하단은 장치의 그룹화를 위하여 분류 항목을 설정한다. 장소, 종류, 사용자에 대한 세부 항목을 편집 가능하고 장치의 그룹 전원 관리 때 사용한다. 우측 하단의 화면은 모바일 서버와의 통신을 위한 화면이다. GUI 애플리케이션에서 데이터를 보내주기 위한 준비가 완료되어야만 모바일 서버가 동작할 수 있다.

4. PMS 모바일 서버

PMS 서버는 최근 스마트폰의 보급과 이용자가 증가하면서 스마트폰의 활용 범위는 점차 넓어지고 있다[14]. PMS 서버는 PC 기반의 애플리케이션이기 때문에 사용자가 PC를 통하여 모니터링 확인 및 전원 제어 등을 하기 때문에 불편할 수 있다. 이러한 불편함을 모바일 서버를 이용하여 해결하고자 하였다. 모바일 서버의 주요 기능은 장치 정보 확인, 장치들의 소비전력 모니터링 및 전원 제어이다. 그림 5는 모바일 서버의 동작 화면으로 각 화면의 내용은 다음과 같다.

- (A) 모바일 서버의 시작화면이다. 좌측은 모바일 서버의 기능 시작 버튼이고 우측은 모바일 서버의 네트워크 환경 설정 버튼이다. 모바일 서버를 시작하기 위해서는 먼저 네트워크 설정을 확인하고 PMS 서버에 접속을 성공해야 한다.
- (B) 네트워크 설정 화면으로 모바일 서버의 IP 주소와 PMS 서버의 IP 주소를 확인하고 연결을 시도한다. 연결이 성공하면 PMS 서버로부터 현재 연결된 장치들의 정보를 받아볼 수 있다.
- (C) PMS 서버에서 전달된 장치들의 리스트 화면이다. 현재 PMS 서버에 등록이 완료되어 활성화된 장치들만

화면에 보여준다. 우측의 "SET" 버튼을 클릭하여 소비전력 모니터링 및 전원 제어를 수행할 목표 장치를 설정하도록 한다.

- (D) 장치의 소비전력 모니터링 및 전원을 제어하기 위한 화면이다. 앞에서 설정한 해당 장치로 모니터링 시작/중지, 전원 켜기/끄기 명령을 보낸다.
- (E) 설정된 장치의 소비전력 정보를 출력하는 화면으로 콤박스를 수정하여 장치 설정을 수정할 수 있다.

IV. 대기전력 자동검출 및 자동차단 기능설계 및 검증

1. 가전기기의 소비전력 패턴 분석 기능

클라이언트로 전달되는 소비전력 정보는 아날로그 값을 디지털로 변환한 값이기 때문에 일정하지 않고 수시로 변화한다. 이러한 값을 이용하여 가전기기의 소비전력 패턴을 추출해야 하기 때문에 입력되는 값을 단순화하는 작업을 거쳐 사용한다. 우선 처음 입력되는 소비전력 값을 첫 번째 레퍼런스 값으로 설정하고 오차 범위를 정한다. 그 이후 들어오는 데이터들을 검사하여 레퍼런스 값의 오차범위에 들어오면 레퍼런스 값으로 단순화하여 처리한다. 이후 입력되는 데이터가 오차범위를 연속적으로 벗어나는 경우, 오차범위를 벗어난 마지막 입력된 데이터를 새로운 레퍼런스 값으로 설정하고 오차범위를 수정한다.

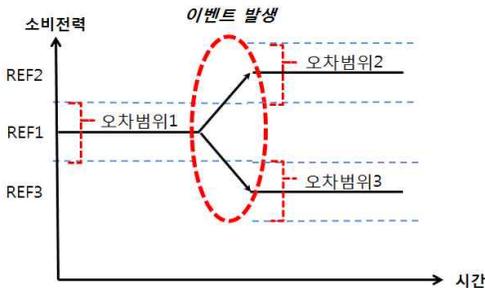


그림 6. 레퍼런스 값의 변화
Fig. 6. Change of reference value

그림 6은 가전기기의 소비전력 데이터를 분석하여 레퍼런스 값을 분석하는 과정을 보여준다. 처음 입력된 소비전력 값을 레퍼런스 값(REF1)로 설정하고 오차범위1을 정한다. 그 래고 연속적으로 오차범위1을 벗어나는 순간 이벤트가 발생

하고 REF2 또는 REF3으로 새로운 레퍼런스 값과 오차범위가 설정된다. 이와 같은 방법으로 가전기기의 소비전력 패턴을 분석하여 가전기기별로 레퍼런스 값의 개수 및 소비전력 값을 기반으로 데이터를 생성한다.

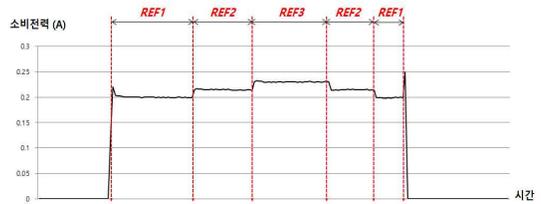


그림 7. 3단선풍기의 소비전력 분석
Fig. 7. Analysis of electric fan's power consumption

그림 7은 바람세기가 3종류 있는 3단선풍기 가전기기의 소비전력 정보를 기반으로 소비전력 패턴을 분석하는 예시로써 총 세 개의 레퍼런스 값을 검출하여 각 소비전력 값을 저장한다.

2. 가전기기의 대기전력 자동검출 기능

가전기기의 소비전력 패턴 분석 기능을 통하여 생성한 정보를 기반으로 해당 가전기기의 대기전력 값을 설정하는 기능이다. 가전기기의 대기전력 값으로 판단하는 조건은 다음과 같다.

조건 1 : n번째 가전기기의 m개의 레퍼런스 값의 집합을 R_n 이라 할 경우, R_n 은 다음을 만족하여야 한다.

$$R_n = \{REF_1, REF_2, \dots, REF_m\}, (m \geq 2)$$

$$REF_1 < REF_2 < \dots < REF_m \quad (1)$$

조건 2 : 대기전력 값은 레퍼런스 값들 중에서 선택하며 대기전력에 해당하는 레퍼런스 값($REF_{standby}$)은 아래와 같다.

$$REF_{standby} = REF_1 (REF_1 > 0) \quad (2)$$

조건 3 : 대기전력 레퍼런스 값($REF_{standby}$)은 레퍼런스 최대값(REF_m)의 절반 미만이다.

$$REF_{standby} < \frac{REF_m}{2} \quad (3)$$

조건 4 : 대기전력 레퍼런스 값($REF_{standby}$)은 연속하는 레퍼런스의 차이를 평균(G)한 것보다 작아야 한다.

$$REF_{standby} < G \tag{4}$$

$$where, G = \frac{\sum_{r=1}^{m-1} |REF_r - REF_{r+1}|}{m-1}$$

위의 조건을 모두 만족하면 가전기기의 대기전력 값으로 판단하고 장치 정보를 생성하여 데이터베이스에 저장한다. 만약 하나의 조건이라도 만족하지 않으면 해당 가전기기의 대기모드 상태는 없다고 판단하고 대기전력 값은 0으로 설정한다. 그리고 이후에 해당 가전기기의 소비전력을 모니터링하여 대기전력 상태를 발견하면 전원을 차단하여 대기전력을 차단하기 위한 근거로 사용한다.

3. 가전기기의 대기전력 자동차단 기능

서버와 통신하는 모든 클라이언트에 연결된 가전기기의 소비전력을 실시간으로 모니터링 하는 과정에서 가전기기의 대기전력 상태가 임의의 시간($T_{standby}$) 동안 지속되면 대기상태라고 판단하고 가전기기의 전원을 자동으로 차단하는 기능이다.

4. 대기전력 정보 검증 시나리오 설계

가전기기의 대기전력 자동검출 기능을 통하여 추출한 대기전력 관련 정보가 잘못될 가능성이 존재하기 때문에 이를 보완하기 위하여 추가적으로 GUI 애플리케이션에 두 가지 시나리오를 설계하였다.

첫 번째 시나리오는 대기전력 정보를 자동으로 검출한 다음 생성한 결과를 사용자에게 확인하여 피드백을 받는 방법이다. 사용자가 대기전력이 맞다고 응답한다면 생성한 대기전력 정보를 데이터베이스에 저장한다. 그러나 사용자가 대기전력이 아니라고 응답한다면 검출했던 대기전력 값을 '0'으로 설정함으로써 생성했던 정보를 삭제한다. 이때는 추가로 해당 가전기기의 대기전력 존재 여부에 대하여 확인함으로써 앞으로 대기전력을 다시 검출하지 않도록 설정한다.

두 번째 시나리오는 대기전력 자동차단을 수행하기 직전에 사용자의 피드백을 받는 방법이다. 서버에서 감시중인 가전기기가 대기전력 상태로 일정시간 지속되는 경우 대기전력 상태가 맞는지 사용자에게 물어본다. 이때 사용자가 그렇다고 응답하면 해당 대기전력 정보는 검증을 끝난 상태로 데이터베이스에 유지되고 가전기기의 전원을 차단함으로써 대기전력을

차단한다. 하지만 대기전력이 아니라고 응답하면 현재 설정되어 있는 대기전력 정보를 삭제하고 해당 가전기기는 대기전력이 없는 상태로 데이터베이스를 수정하도록 한다.

5. 실험 환경 및 기능 검증

본 논문에서 제안한 대기전력 자동검출 및 자동차단 기능을 검증하기 위하여 10가지 가전기기를 사용하였다. 실험에 사용한 가전기기의 목록은 노트북 1종, TV 3종, 3단선풍기 1종, 스탠드 1종, 블루레이 플레이어 1종, LCD 모니터 3종으로 되도록 사용자가 대기전력을 판단할 수 있는 장치들로 구성하였다. 실험을 하기위하여 설정한 환경 변수는 레퍼런스 값을 설정하기 위한 오차범위 허용 횟수, 오차범위의 비율, 가전기기를 대기모드로 판단하기 위한 시간 등으로 표 1과 같이 설정하여 사용하였다.

표 1. 실험 환경 정보
Table 1. Information of experiment environment

변수	설정값	설명
N	10	레퍼런스 값을 연속적으로 벗어나는 데이터 입력 횟수
ER	5 (%)	레퍼런스 값의 오차 범위 (0~100)
$T_{standby}$	60 (초)	가전기기가 대기모드 상태라고 판단하기 위한 최소 시간

표 2. 실험 결과
Table 2. Experiment Result

장치 번호	가전기기 정보			대기모드 자동검출		일치 여부
	모델명	가전종류	대기 모드 사용 여부	대기 모드 판단 여부	자동검출한 대기전력값 (A)	
1	N55S	노트북	×	○	0.116	×
2	42PG 20D	TV	○	○	0.145	○
3	47G2	TV	○	○	0.094	○
4	42LM 6100	TV	○	○	0.098	○
5	LM -12G	3단 선풍기	×	×	0	○
6	SS -408	스탠드	×	×	0	○
7	BD 390	블루레이 플레이어	○	×	0	×
8	M276 2D	LCD 모니터	○	○	0.068	○
9	Zeus 7000	LCD 모니터	○	○	0.092	○

10	P2370 HD	LCD 모니터	○	○	0.075	○
성공률						88%

표 2는 실험에서 사용한 가전기기들의 대기전력 자동검출 결과를 정리한 내용이다. TV 3종과 LCD 모니터 3종의 경우 대기전력 자동검출을 정상적으로 수행하였으나 블루레이 플레이어의 경우 대기전력이 존재하지만 자동검출은 실패하였다. 대기전력 자동검출을 통한 결과는 대기전력 정보 검증 첫 번째 시나리오를 사용하여 검증하였다. 이때 노트북의 경우는 대기모드 자동검출을 통하여 대기전력을 검출하였지만 노트북을 충전하고 있는 경우를 생각하여 대기모드가 아니라고 판단하여 자동검출한 대기전력 값을 제거하였다.

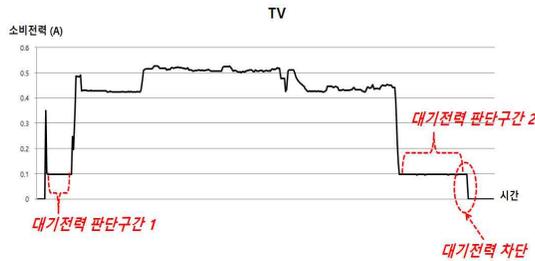


그림 8. 대기전력 판단 및 차단
Fig. 8. Decision and cutoff of standby power

그림 8은 TV(3) 가전기기의 동작 과정에서 대기전력 판단과 대기전력을 차단하는 과정을 보여준다. 그래프를 보면 총 두 번의 대기전력 상태가 존재하지만 첫 번째 구간은 대기전력 지속 시간이 너무 짧아서 가전기기를 다시 사용한 것으로 판단하고 전원을 차단하지 않는다. 하지만 두 번째 대기전력 구간은 대기전력 상태가 일정 시간 이상 지속되었기 때문에 사용자의 사용이 끝난 대기전력 상태로 판단하고 대기전력을 차단한다. 대기전력을 차단한 직후 대기전력 정보 검증 두 번째 시나리오를 사용하여 가전기기의 대기전력 정보를 검증한다.

IV. 결론

본 논문에서는 가전기기의 대기전력을 자동으로 검출하고 차단하는 기능을 전원 관리 시스템에 구현하고 실험을 통하여 검증하였다. 총 10종의 가전기기에 대하여 대기전력 자동검출 기능을 실험하였으며, 약 88% 이상의 성공률을 확인하였다. 이러한 성공률은 노트북의 충전과 같은 경우를 제외하여 가전기기 9종 가운데 8종의 대기전력을 검출한 결과에 대한

내용이며 추후 더욱 다양한 기기의 실험을 통한 기능 검증을 할 예정이다. 또한 가전기기의 소비전력 패턴, 사용자의 소비 경향 등 다양한 정보를 데이터베이스에 함께 구성함으로써 대기전력의 검출 및 자동 차단에 대한 기능을 개선하고자 한다.

앞으로 이러한 사용자 개입 없는 자동 설정 기능들은 전원 관리 시스템 또는 에너지 관리 시스템에서 반드시 필요로 하는 기능으로 사용자의 편리성을 증가하여 사용자가 시스템을 적극적으로 활용할 수 있도록 유도할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(No.20132010101850)입니다.

참고문헌

- [1] C.J. Park, "2012 Smart Grid Annual Report," Korea Smart Grid Institute, 2013 (in Korean).
- [2] Korea Power Exchange, "Survey on Electricity Consumption Charaters of Home Appliances," 2009.
- [3] Norford, Leslie K., and Steven B. Leeb., "Non-intrusive electrical load monitoring in commercial buildings based on steady-state and transient load-detection algorithms." Energy and Buildings Vol. 24, No. 1, pp.51-64. 1996.
- [4] Matthews, H. Scott, et al. "Automatically disaggregating the total electrical load in residential buildings: a profile of the required solution." Intelligent Computing in Engineering (ICE08) Proceedings pp. 381-389. July 2008.
- [5] SW Park, JS Kim, SJ Lim, SH Hwangbo, JI Son, IY Lee, and BH Wang, "A Study on Electric Power Monitoring System per Appliance", Journal of The Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 20, No. 5, pp. 638-644, Sep. 2010.
- [6] Bergman, D. C., Jin, D., Juen, J. P., Tanaka, N., Gunter, C. A., & Wright, A. K., "Distributed non-intrusive load monitoring." In Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2011 IEEE

PES, pp. 1-8. Jan. 2011.

[7] Ju, S. H., Lim, Y. H., Choi, M. S., Baek, J. M., & Lee, S. Y., "An efficient home energy management system based on automatic meter reading.", In Power Line Communications and Its Applications (ISPLC), 2011 IEEE International Symposium on, pp. 479-484, April 2011.

[8] Heo, Joon, et al. "Design and implementation of control mechanism for standby power reduction." Consumer Electronics, IEEE Transactions on Vol. 54, No. 1, pp. 179-185. February 2008.

[9] Jeong-Hyun Baek, "The Design and implementation of Intelligent Internet Outlet for Real-Time Scheduling Control", Journal of the Korea society of computer and information, Vol. 15, No. 10, pp. 191-200, 2010

[10] Sukil Hong, Jiman Hong, "SPRS : Stanby Power Reduction System for an Efficient Power Management," An International Interdisciplinary Journal, Vol. 15, No. 7, pp. 2673-2683, July, 2012.

[11] JSinsung Byun, Sunghoi Park, Byeongkwan Kang, Insung Hong, and Sehyun Park, "Design and Implementation of an Intelligent Energy Saving System based on Standby Power Reduction for a Future Zero-Energy Home Environment." IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS Vol. 59, No.3, pp. 507-514. Oct. 2013.

[12] G. Lu, B. Krishnamachari, C.S. Raghavendra, "Performance evaluation of the IEEE 802.15.4 MAC for low-rate low-power wireless networks," Performance, Computing, and Communications, 2004 IEEE International Conference, pp.701-706, June 2004.

[13] Reinhardt, A., Burkhardt, D., Mogre, P. S., Zaheer, M., & Steinmetz, R, "Smartmeter.kom: A low-cost wireless sensor for distributed power metering.", In Local Computer Networks (LCN), 2011 IEEE 36th Conference on, pp. 1032-1039. Oct. 2011.

[14] Korea Internet & Security Agence, "Research on

usage about Smartphone users of gender-specific and age-specific," Internet & Security Focus, pp.35-51, 2013 (in Korean).

저자 소개



홍 석 일

2007: 광운대학교 컴퓨터공학부 공학사

2009: 숭실대학교

컴퓨터공학과 공학석사.

2011: 숭실대학교

컴퓨터공학과 박사수료

현 재: 전자부품연구원 위촉연구원

관심분야: 임베디드 시스템,

시스템 소프트웨어,

스마트 그리드, HEMS

Email : hongasukil@gmail.com



최 광 순

1996: 홍익대학교 전자공학과 공학사.

1998: 홍익대학교

전자공학과 공학석사.

2012: 홍익대학교

전자정보통신대학원 박사수료

현 재: 전자부품연구원 책임연구원

관심분야: HEMS(BEMS),

마이크로그리드,

홈네트워크, 실감미디어,

국제표준

Email : lenon@keti.re.kr



홍 지 만

1994: 고려대학교 컴퓨터공학과 공학사

1997: 서울대학교

컴퓨터공학과 공학석사

2003: 서울대학교

컴퓨터공학과 공학박사

현 재: 숭실대학교 컴퓨터학과 교수

관심분야: 시스템소프트웨어,

임베디드시스템

Email : jiman@ssu.ac.kr