

멀티탭을 활용한 스마트 미터링 시스템 개발

왕승민, 김요셉, 오세인, 한병호, 허현, 이양희, 장홍순
한국산업기술대학교

Development of the Smart Metering System Using a Power Strip

Seung-Min Wang, Yo-Sep Kim, Sea-In Oh, Byung-Ho Han, Heon Huh, Yang-Hee Yee, Hong-Soon Chang
Korea Polytechnic University

Abstract - 전 세계적으로 많은 국가들이 에너지 소비 효율화에 관심을 갖고 관련된 연구와 제품 개발을 활발히 진행하고 있다. 효율적인 에너지 사용을 위한 필수 요소기술로는 소비자가 실시간으로 가전기기의 동작 상태를 확인하고, 자동 제어를 가능하게 해주는 스마트 미터링 시스템에 대한 중요성과 필요성이 크게 부각 되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 가전기기의 사용 전력 측정과 제어 기능을 갖는 기존의 멀티탭 타입의 스마트 미터를 기반으로 대기전력을 갖는 가전기기의 원활한 제어가 어려웠던 기존의 문제점을 개선하고, 멀티탭에서 얻어진 전력 정보를 원격 전송하여 스마트폰에서 소비자가 사용전력량과 동작 상태를 확인하고 on/off 명령을 통해 원격제어를 가능케 하는 양방향 통신 시스템을 구현하였다.

리모콘 동작 방식의 가전기기의 원활한 차단 및 허용을 가능하게 하였고, 선트 저항을 이용한 전류 측정 방식을 통해 저가의 전류 측정 시스템을 구현하였다. 또한 현재 대중화된 스마트폰을 이용하여 소비자가 언제 어디서나 전력을 원격 모니터링 하고 제어 할 수 있는 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 멀티탭과 서버데이터베이스 시스템을 포함한 Hybrid Powertap에 대한 전체적인 설명을 하고, 전류 측정 방식과 서버데이터베이스를 통한 정보처리 기술과 양방향 데이터 송수신 시스템에 대하여 설명한다. 3장에서는 결론과 기대효과에 대해 간단히 기술하였다.

1. 서 론

본 시스템의 목적은 대기전력 차단 및 허용과 더불어 원활한 가전기기의 제어에 있다. 대기전력이란, 소비자가 의식하지 않는 사이에 소모되는 전기 에너지를 말한다. 이 대기전력은 제품의 최소한의 기능을 유지하는데 필요하며 리모콘 (Remote Controller) 신호 수신이나 작동상태를 알려주는 화면표시장치의 동작 기능을 수행하도록 한다. 이러한 대기전력이 필요한 전자제품의 증가와 함께 대기전력 소비도 늘어나는 추세이다. 그림 1-1에서와 같이 DVD 플레이어나 오디오와 같은 가전기기는 전체 사용전력의 80%가 대기전력으로 추정되고, 일반 가정 및 빌딩, 공장 등에서 소비되고 있는 전체 전력의 약 11 ~ 15%를 차지하고 있는 실정이다. 이러한 대기전력 낭비 문제의 해결책으로, 현재는 스마트 미터의 개념을 도입한 멀티탭 시스템을 구현하여 대기전력을 낮추려는 노력을 하고 있다.

<표 1> 가전기기의 대기전력 소모량[1]

구분	대상제품	대기전력(W)
1	T V	4.33W
2	비디오	5.45W
3	오디오	9.12W
4	DVD플레이어	12.20W
5	전자레인지	2.77W
6	홈시어터	18.90W
7	유무선전화기	2.15W
8	셋톱박스	7.85W
9	휴대전화충전기	0.86W
10	컴퓨터	3.26W
11	모니터	2.53W
12	프린터	3.07W
13	비디오폰	1.23W
14	세탁기	1.90W
15	모뎀	6.43W
16	비 데	3.39W

스마트 미터는 전력 정보를 수집하고 양방향 통신 역할을 수행하는 기능을 갖고 있다. 기존의 멀티탭 형태의 스마트 미터는 측정된 전력량이 대기전력으로 판단되면 전력을 차단한다. 그러나 리모콘을 사용하는 가전기기의 경우 전력 차단 후 사용자가 다시 리모콘을 통해 가전기기를 사용하고자 원할 때 즉시 전력공급이 어려운 문제점을 갖고 있다. 또한 기존의 시스템은 전류 측정과 부하패턴을 분석을 위해 고기능의 처리시스템을 요구하게 되는데 이는 제조 단가의 상승을 가져왔다.

본 논문에서는 기존의 스마트 미터 시스템을 기반으로 위에서 기술한 두 가지의 문제점을 개선한 시스템을 제안한다. 적외선 센서를 이용하여

2. 본 론

2.1.1 Hybrid Power Tap

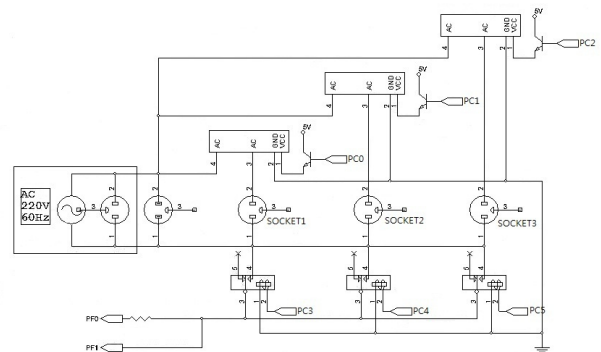
Hybrid Powertap은 기존의 스마트 미터가 갖고 있는 기능을 유지하면서 전력 차단 후에도 대기전력이 필요한 일부 가전기기의 원활한 동작이 가능하도록 적외선 센서를 이용한 리모콘 송수신 기능을 포함한다. 또한 사용자가 스마트폰을 이용하여 개별적으로 가전기기를 on/off 할 수 있도록 원격제어 기능을 추가했으며 멀티탭 (Power strip) 자체적으로 상황 분석을 통해 대기전력 차단이 가능하도록 설계하였다.

멀티탭에 꽂힌 가전기기들은 선트 저항을 이용하여 개별적인 전력 소비량이 측정되고, 이 정보를 중앙처리장치에서 분석을 통해 가전기기가 사용 상태인지 대기전력 상태인지를 파악한다. 이 전력 소비량의 데이터는 중앙처리장치를 통하여 소비자에게 스마트폰으로 전송하고, 소비자는 가전기기의 소비 상황을 쉽게 알 수 있고 불필요한 가전기기를 on/off 시킬 수 있으며, 또한 중앙처리장치는 자체 판단을 통해 대기전력을 소비하고 있는 소켓을 자동으로 off 시킨다 [2].

항시 대기 상태로 있어야 하는, 즉 대기전력이 필요한 가전기기들의 중에서 리모콘 신호를 위해 대기 전력이 필요한 기기들의 경우, 리모콘 적외선 신호를 멀티탭에서 수신 받아 대기전력을 다시 허용하고 멀티탭에서 다시 적외선 신호를 송신시켜 해당 가전기기를 정상 동작 시키는 시스템을 구현 하였다.

본 시스템의 구현을 통해 기존의 스마트 미터에 비해 더 많은 전력 소비 절감을 기대할 수 있다..

2.1.2 전류 측정 방식



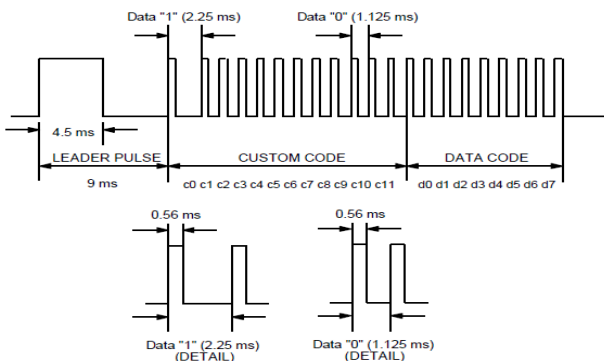
<그림 1> 한 개의 선트 저항과 차동 ADC로 구성된 Hybrid Power Tap 전류 검출부

<그림 1>은 3개의 소켓으로 구성된 멀티탭의 전류측정 회로를 보여준다. 병렬로 연결된 각 소켓부는 선트 저항과 SS (Solid State Relay)에

연결이 되어있으며 해당 전류 측정부의 동작은 다음과 같다. 가전기기가 소켓에 꽂혔을 경우 전류는 선트 저항을 통과하게 되고 선트 저항 양단의 전압 강하량을 중앙처리장치에서 측정하게 된다. 측정은 차동 ADC (Analog to Digital Conversion)모드를 사용하기 때문에 릴레이의 명령을 통하여 하나씩 차례대로 측정 하게 되고, 중앙처리장치는 측정된 전류량을 바탕으로 소켓에 꽂힌 가전기기의 동작 상황을 분석하여 데이터를 처리하게 된다. 예를 들어 가전기기가 실효치 (RMS) 1000W를 소비한다면 4.54A의 전류가 흐르게 되고 선트 저항 양단의 전압강하는 0.1Ω의 선트 저항을 기준으로 0.454V가 된다. 중앙처리장치는 입력 받은 ADC값을 소비자에게 전송하거나 멀티탭 자체에서 처리하여 소비자의 요청 또는 프로그램의 명령을 S.S.R을 통하여 개별 소켓의 대기전력 차단 및 on/off 하는 동작을 수행한다 [3].

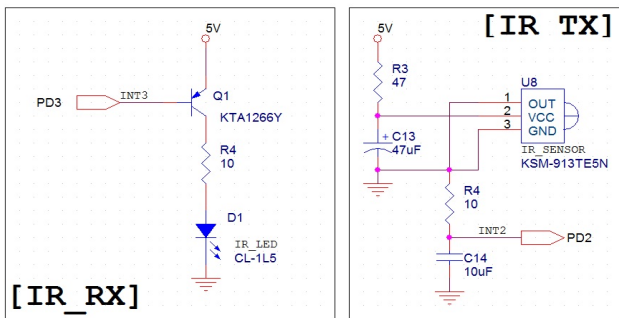
2.1.3 적외선(I.R.) 송·수신

Hybrid Powertap은 대기 전력 차단 상태에서 소비자의 의사에 따라 스마트폰의 제어 명령뿐만 아니라 일반 가전기기의 리모콘의 적외선 신호를 통해 해당 가전기기가 연결된 소켓에 전력 사용을 허용해준다.



<그림 2> NEC 형식 타이밍도의 예[4]

현재 시중에 판매 중인 가전기기의 리모콘은 <그림 2>의 NEC 형식(format)에 맞추어 적외선 신호를 송신한다. Hybrid Powertap의 적외선 수신부는 이 NEC 형식의 전원 신호를 중앙처리장치의 인터럽트를 통해 수신을 받아 전원 신호를 확인한다. 확인된 신호가 전원 신호라면 모든 소켓의 대기전력을 허용해주고 이 전원 신호를 적외선 송신부를 통해 다시 송신되어 해당 가전기기의 전원을 인가하게 된다. 이후 다른 대기 전력상태의 소켓을 전류측정을 통해 다시 사용하지 않는 가전기기의 대기전력을 차단시키고 사용 중인 가전기기의 전력 사용만을 허용한다.



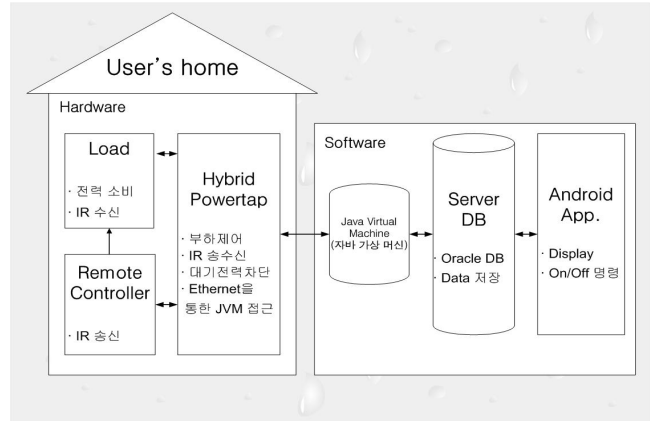
<그림 3> I.R. 송·수신부

2.1.3 서버데이터베이스를 통한 정보 처리 기술

서버데이터베이스는 Hybrid Powertap으로부터 받은 각 소켓에서 사용되는 전력 사용량과 on/off 상태를 데이터 테이블 (Data Table)에 기록한다. 이는 Hybrid Powertap의 이더넷 (Ethernet) 모듈을 통해서 송신된 정보를 중계기를 통해 서버데이터베이스에 접근한다. 이 때 중계기는 Hybrid Powertap과는 별도의 하드웨어를 사용하여 서버데이터베이스에 접근하여 Hybrid Powertap으로부터 전송받은 정보가 기록 및 저장된다. <그림 4>의 소프트웨어 구현부는 JVM (Java Virtual Machine)에서 JDBC (Java Data Base Connectivity)를 사용하여 서버데이터베이스에 접근하도록 하여 Hybrid Power Tap의 정보를 기록하도록 하였다.

상기의 서버데이터베이스의 데이터 테이블을 바탕으로 소비자는 현재 전력사용량을 확인할 수 있도록 한다. 이를 통하여 소비자는 자발적인 전력저감의 행동에 대한 동기부여를 시키고 직접 행위로 실천할 수 있도록 유도하는 효과를 얻을 수 있다. 또한 항상 사용 중인 냉장고와 같

이 전력을 유지해야 하는 가전기들이나 소비자의 실수로 인해 전원이 off 되지 않은 가전기기의 전력 사용을 소비자의 의사에 따라 on/off 명령을 전달한다. 이러한 on/off 제어 명령은 Hybrid Powertap 에서의 정보통신 과정과는 반대로 소켓 통신을 이용하여 Hybrid Powertap 명령을 전송하여 제어가 가능하도록 한다.



<그림 4> Hybrid Power Tap의 구성 예

예를 들면 안드로이드 개발환경 (Android SDK)를 통해 구현된 안드로이드 응용프로그램 (Android Application)에서는 상기에 설명된 서버데이터베이스에 기록된 정보를 표시하고 on/off 제어를 명령할 수 있도록 한다. 서버데이터베이스에서는 시각적인 요소가 작용하지 않도록 구현되었다면 안드로이드 응용프로그램에서는 서버데이터베이스에 저장된 사용 정보를 소비자가 확인하기 쉽게 양질의 디자인을 구현하여 소비자가 현재 사용되고 있는 전력량을 직접 눈으로 확인할 수 있도록 하며 각 소켓의 on/off 제어명령을 전달할 수 있는 유저인터페이스를 구현하도록 한다.

3. 결 론

본 논문에서는 기존 멀티탭의 단점을 개선하여 사용전력의 측정값을 바탕으로 자동적으로 대기전력을 차단한 후에도 적외선 리모콘 센서를 통해 소비자의 원하는 경우 가전기기의 전력 사용을 자동으로 허용해주는 Hybrid 형태의 멀티탭 시스템을 구현하였다. 또한 멀티탭을 서버 데이터베이스와 연동하여 소비자가 원격으로 가전기기의 on/off 제어하고 전력 사용량을 실시간으로 확인할 수 있는 기능도 추가하였다.

추가적인 스마트 그리드 시스템 설비 없이 신축건물이나 기존건물에 모두 쉽게 설치한 Hybrid Powertap을 통하여 경제적이고 간단한 스마트 미터 시스템의 구현이 가능하다. 개발된 시스템은 소비자의 전력 사용 효율화를 통해 소비자의 경제적인 부담을 줄여줄 뿐 아니라 나아가 국가적으로도 에너지 절약 분위기 조성과 경제적 이득을 창출하는 효과를 기대할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부의 전력기술 인프라 사업(I-2010-0-025)과 산학협력 중심대학 육성 사업(기업 연계형 캡스톤 디자인) 지원을 통한 연구 결과에 의해 작성 되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] "제품별 대기 전력 소모량", 2009 에너지관리공단 조사 자료.
- [2] Hyun Sang Cho, Takekazu Kato, Tatsuya Yamazaki, and Minsoo Hahn, Simple and Robust Method for Location Detection of Electric Appliances Using Markers and Programmable Logic Devices, ISCE 2009, 2009.
- [3] 조현상, 김요희, 한민수, "공유 온톨로지와 선택적 shunt resistor를 이용한 가전 전력공급 제어 시스템", Proceedings of 2010 Information and Control Symposium, 2010.
- [4] SAMSUNG ELECTRONICS, "Remote Controller Signal Transmission Using KS57-Series Microcontrollers", DATASHEET