

# IEEE1451.5 기반의 전원 제어용 무선 DR\_인터페이스 장치 개발에 관한 연구

## A Study on the Development of Power Control Wireless Interface Module for Demand\_Response using IEEE1451.5

이정한\*, 최인호, 류중경  
(Joung-Han Lee, In-Ho Choi, and Joong-Kyung Ryu)

**Abstract:** Recently, the environment contamination problem and energy saving are the social issues. So, the Green IT based Smart Grid was suggested. The smart grid will let rates fluctuate even more dynamically, depending on conditions using energy. Thus, green IT includes the dimensions of environmental sustainability and the economics of energy efficiency. The smart controller in which it is controlled by DR in order to manage the energy consumption by using AMI is needed in order to apply its technology to the real life. In this paper, DR\_WTIM of the IEEE1451.5 base which has the DR function for connecting to AMI of the wireless base is developed. By using this apparatus for the power control system, the energy saving effect is shown. Moreover, by using the IEEE1451.5 technology, the problem of energy consumption is solved in order to apply to power controller designed for efficient use energy.

**Keywords:** smart grid, AMI (Advanced Metering Infrastructure), DR (Demand Response), IEEE1451.5, WTIM

### I. 서론

최근 전기 에너지의 효율적인 사용을 위해 스마트 그리드와 같은 시스템이 제안되고 있는 가운데 집이나 빌딩에서 사용되는 컴퓨터나 서버와 같은 장비들은 많은 전기 에너지를 소모하고 있다. 그리고 사용 후 폐기되는 컴퓨터로 인해 환경오염과 같은 문제도 야기시키고 있다. 그래서 이러한 문제를 해결하기 위해 에너지 절약을 위한 IT 기술과 친환경 IT 부품소재를 이용한 그린 IT 기술이 대두되고 있다[1].

정부가 추진하고 있는 “그린 IT 전략”을 보면 그린 IT는 PC, 서버, 가전 기기 등의 고효율화를 목적으로 한 IT의 녹색화와 실시간 에너지 절감 기술의 상용화 및 에너지 관리 시스템의 구축과 확산을 통한 IT 기술에 의한 녹색성장 기반 구축 그리고 이에 따른 인력 양성을 기조로 하고 있다. 그리고 위의 기조 중에 전원 관리와 같은 실시간 에너지 절감 기술을 통해 컴퓨터와 같은 IT 기기 운용상에 있어서 에너지 효율을 높이고 관련 비용을 절감하는 연구가 필요하다[2].

최근 정부가 국가 핵심 과제로 선정하여 추진하고 있는 “저탄소 녹색 성장”은 지구 온난화를 막기 위해 기존의 화석 연료의 사용을 줄이고 무공해 에너지인 풍력, 태양광 발전의 보급 증대 및 에너지의 효율적 사용을 통한 에너지 절약에 목표를 두고 있다. 그래서 최근 IT 기술을 기존 전력망에 접목시켜 전력공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환해 에너지효율을 최적화하는 차세대 전력망인 스마트 그리드 기술이 개발되었다[3].

이러한 스마트 그리드 기술이 집이나 가정에서 적용되기 위해서는 중앙 통제소에서 실시간으로 전달되는 전기 사용 부과금이 피크일 때 전기 사용량을 줄여 에너지의 효율적 관

리 서비스를 제공하는 AMI (Advanced Metering Infrastructure) 구축이 필요하다. 에너지 효율적 관리 서비스를 제공하는 AMI는 소비자에게 실시간으로 에너지 사용량을 알려 자발적인 에너지 절약을 유도하고, 양방향 통신을 이용하여 전력 공급회사에서 빌딩 혹은 가정의 전력 사용량을 제한할 수 있는 인프라이다. 그리고 집이나 빌딩에서는 AMI의 명령에 의해 필요에 따라 전기 사용을 제한할 수 있도록 수요 응답 DR (Demand Response) 기능을 가지는 지능형 전기 제품들이 필요하다. 그리고 이와 같은 AMI를 통해 전기 제품들이 양방향 통신 및 제어 하기 위해 PLC (Power Line Communication)나 ZigBee 같은 유무선 네트워크 기술을 적용하고 있다[4,5].

집이나 빌딩에서 사용되는 컴퓨터, 서버, 가전기기 등 전력 소비 장치들이 에너지를 효율적으로 사용하도록 스마트 그리드를 적용하기 위해서는 지능형 컨트롤러가 내장된 스마트 컨트롤러 기반의 전원 제어 장치가 필요하다. 이와 같은 지능형 컨트롤러가 내장된 전원 기기는 전기 사용량에 따른 요구 응답 기능을 가지고 있으며 주로 배선의 설치 및 관리가 용이한 무선 기반의 ZigBee를 이용하여 AMI와 연결된다 [5]. 그러나 이러한 지능형 컨트롤러가 내장된 전원 관리가 가능한 장치로의 전면적 교체는 비용이 많이 발생하므로, 일반 사용자들이 선호하지 않는다. 따라서, 외부의 전원 콘센트에 전원 제어용 지능형 컨트롤러를 부착시키는 것이 매우 경제적이고 자원의 재활용이라는 측면에서 효율성을 가진다.

그래서 본 논문에서는 NIST (National Institute of Standards and Technology)에서 제시한 스마트센서와 무선 인터페이스 규약인 IEEE1451.5를 이용하여 전원 제어용 스마트 컨트롤러를 구현함에 있어서 DR기능을 가지는 전원 제어용 DR\_WTIM (Wireless Transducer Interface Module)을 개발한 내용을 언급하고, 이에 대한 운용 방안을 제시하고자 한다. 기존의 컴퓨터와 서버를 스마트 그리드에 적용하기 위해 DR\_WTIM에 연결하여 사용하면 컴퓨터나 서버의 교환 없이

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수: 2009. 9. 10., 수정: 2009. 10. 5., 채택확정: 2009. 10. 30.

이정한, 최인호: 한양대학교 전자전기제어계측공학과

(ranties@ihanyang.ac.kr/ihchoi@hanyang.ac.kr)

류중경: 대림대학 컴퓨터 정보 계열(jkyu@daelim.ac.kr)

DR의 의해 전원 제어가 가능한 제품으로 탈바꿈하고 이를 통해 불필요한 전기 사용을 제한하여 전기 에너지의 효율적 사용을 유도할 수 있다. 이를 위해 DR\_WTIM을 이용한 AMI 환경을 구성하고 컴퓨터 및 조명과 같은 주변 환경의 전원을 제어함으로써 에너지 효율적 사용 방법을 제안하고자 한다.

본 논문의 II 장에서는 스마트 그리드 관련 기술과 IEEE 1451.5에 대해서 설명하고 III 장에서는 IEEE1451.5 기반의 DR\_WTIM의 하드웨어와 소프트웨어 구조를 설명한다. 그리고 IV 장에서는 이를 이용하여 제작된 DR\_WTIM 및 운용방안에 대해 설명하고 V 장에서는 간단한 AMI실험환경 구축 및 동작으로 인한 에너지의 효율적 운용 효과에 대해 검증한다. 그리고 VI 장에서는 연구에 대한 고찰 및 결론으로 끝을 맺는다.

**II. 관련 연구 및 배경 이론**

**1. 전원 관리를 통한 에너지 효율적 사용**

사용하지 않는 시스템의 전원을 끄는 방법은 가장 기본적인 에너지 절약 방법이다. 현재 대부분의 컴퓨터들은 수면 모드와 같은 에너지 절전 기능을 가지고 있어 사용자가 사용하지 않을 시 보통 상태보다 약 90% 낮은 전력을 소모한다. 그러나 이러한 사용도 역시 에너지를 소비하고 있는 형태이며 이는 정작 가동 시간 증가와 발열로 인해 제품의 수명이 단축된다. 그리고 빈번한 전원의 On/Off는 컴퓨터 성능의 저하 및 재 가동으로 인한 사용 수명의 감소와 같은 우려를 가져올 수 있으나 현재 PC 제조 기술의 발달로 인해 빈번한 On/Off와 같은 환경에서도 안전한 동작 성능을 유지한다. 또한 소프트웨어 기술의 발달로 인해 부팅 속도가 매우 빠르게 설계되고 있다. 그렇지만 이를 사용자가 일일이 감시하며 전원을 관리하기에는 매우 불편하다. 이를 해결하기 위해서는 일정한 조건에 의해 전원을 관리하는 AMI 기반의 에너지 관리 시스템과 같은 환경이 필요하다.

**2. AMI와 DR**

AMI 시스템은 가스, 전기, 열, 온수, 수도와 같은 유틸리티를 공급하는 공급자가 수요자(고객)의 에너지 사용량을 원격에서 자동으로 검침하고 사용자에 정확한 에너지 공급과 과금, 보고 등의 서비스를 제공하기 위하여 갖춰진 일련의 시스템을 말한다.

DR은 전력(또는 수도, 가스 등의 유틸리티) 공급자가 공급 조건에 따라 사용자의 요구를 관리함으로써 에너지 효율을 향상시키는 시스템이다. 즉, 공급자는 사용자의 에너지 소비 패턴을 실시간으로 모니터링 하여 피크타임 시 변동 가격을 사용자에게 알려주거나 필요에 따라 사용자의 부하를 차단하는 등의 조치를 통하여 사용자의 에너지 소비를 직접 관리함으로써 추가적인 전력 생산의 필요성을 최소화하는 동시에 시스템의 신뢰도를 향상시키는 기술이다[5,6].

**3. IEEE1451과 WTIM**

최근에는 유비쿼터스 네트워크에 연결하기 위해 필요한 프로토콜과 제어장비들이 다양해져 서로 상호 동작에 관해 점점 호환성을 유지하기가 어렵게 되었다. 기존의 유비쿼터스 센서 네트워크에 연결하기 위한 센서 및 액추에이터 장비 경우, 네트워크 송수신 모듈과 장비 제어 모듈이 단일 모듈로 대부분 구성되어 있다. 그러나 만약 모듈 등에 이상이 발

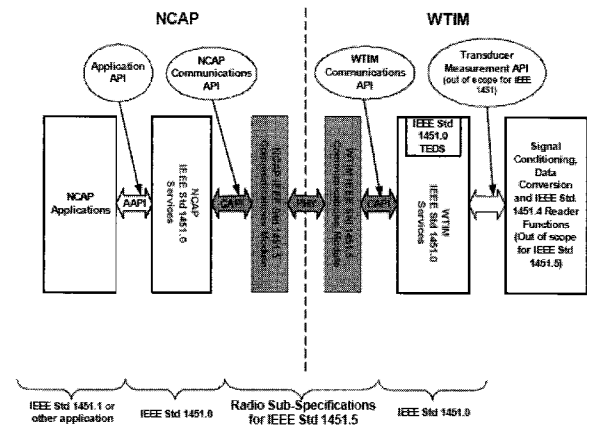


그림 1. IEEE1451.5 표준.

Fig. 1. Standard of IEEE1451.5.

생하여 교환하거나 네트워크 환경이 변할 경우 이 모듈은 다시 재사용 못하는 비용의 증가와 고장 원인의 파악이 용이하지 못하는 등 시스템에 대한 유연성을 가지지 못했다. 이러한 단점을 개선하고자 NIST는 기존의 네트워크 센서를 소위 NCAP (Network Capable Application Processor)라고 불리는 네트워크 부분과 트랜스듀서(Transducer: 센서와 구동소자를 통칭)역할을 하는 STIM (Smart Transducer Interface Module)으로 분리하고 두 부분 사이의 표준 인터페이스 및 API를 규정한 IEEE1451 “A Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators”이라는 국제 표준을 제시하였다. 그리고 IEEE 1451 표준을 보면 트랜스듀서들은 기계가 읽어서 처리할 수 있는 형태로 고유의 전기적 데이터 시트들을 가지고 있는데 이를 TEDS (Transducer Electronic Data Sheets)라 부른다. 그래서 TEDS를 지원하는 센서들을 일반 센서와 구분하여 스마트 센서(Smart Sensor)라 부른다. 현재 IEEE 1451.0부터 IEEE 1451.6까지 표준안이 출판되었거나 작업 중에 있다[7,8].

IEEE1451.5는 IEEE1451의 하위 규약으로서 무선 기반의 환경에 적용시키기 위한 WTIM (Wireless Transducer Interface Module)을 제시하고 블루투스 및 ZigBee 무선 프로토콜에 대한 인터페이스 및 API에 대해 정의하고 있다[9].

IEEE1451.5 표준은 외부의 센서나 액추에이터를 제어하기 위한 WTIM과 이를 상위 시스템에 네트워크로 전달하기 위한 NCAP으로 구성되어 있다. WTIM은 제어 신호 및 data를 디지털 형식으로 변환시키기 위한 신호 변환기와 이를 제어하기 위한 표준화된 API (Application Programming Interface)를 정의하고 있으며 외부 디바이스에 대한 정보를 디지털 형식으로 전달하는 TEDS로 구성되어 있다(그림 1).

**III. WTIM의 구조 설계**

**1. DR의 기능을 가지는 IEEE1451.5 기반의 WTIM제작**

스마트 그리드를 지원하는 AMI에 접속하기 위해서 사용되는 USN (Ubiquitous Sensor Network)기반의 자동화 기기는 스마트 미터 및 가전 제품을 제어하기 위한 스마트 콘트롤러 제품 등이 있다. 이 기기들은 가정이나 건물 내에 설치되어 있는 USN을 이용하여 무선 네트워크 모듈들 통해 DR요구에 따라 전원을 On/Off 할 수 있다. 그래서 스마트 콘트롤러 역할을 하는 DR\_WTIM은 현재 전기 사용 요금을 발전 회사로

부터 전달 받고 AMI 기반의 관리장치에 접속하여 불필요한 전기 사용을 제어함으로써 효율적 에너지 사용이 가능하다.

2. DR\_WTIM을 개발하기 위한 요구사항

DR\_WTIM는 자체적으로 마이크로프로세서를 내장한 임베디드 시스템 형태로 구성되어 있다. 그리고 전원 관리와 같은 어플리케이션을 제작하기 위해 함수 형태로 기능을 구현하고 있는데, 만약 제조 업체들 마다 제공하는 명령어가 다를 수 있어 표준화가 필요하다[10]. 그래서 본 연구에서는 IEEE1451.5에서 제공하는 표준화된 API 형태를 이용하고 있다. 그래서 만약 IEEE1451.5 기반의 DR\_WTIM의 경우 다양한 플랫폼으로 설계하여도 제어되는 명령어는 모두 표준화된 API 형태로 제작되었기 때문에 호환성을 유지할 수 있다. 이러한 기능을 충족 시키기 위해 DR\_WTIM은 다음과 같은 요구 사항을 충족해야 한다.

- 전원을 제어하기 위해 IEEE1451.5 기반의 DR\_WTIM의 기능을 정의하고 필요한 IEEE1451.5 기반의 공통된 API를 정의.
- 그리고 올바른 동작 파악을 위해 DR\_WTIM는 AMI로부터 전해지는 전기사용량에 따른 전원의 On/Off 신호를 수신할 수 있어야 한다. 그리고 현재 전원 상태를 사용자에게 보고함으로써 양방향 제어가 가능.

3. DR\_WTIM의 H/W 구조

에너지의 수요의 변동에 따라 능동적으로 제어하는 기술인 수용 응답 기능을 갖는 DR\_WTIM은 다음과 같은 구조로 되어 있다. 벽면이나 상전원 형태의 콘센트에 연결하여 외부 기기의 전원을 제어하기 때문에 별도의 동작 전원이 필요 없다. 그래서 이 상전원을 이용하여 DR\_WTIM를 동작 시키기 위한 AC/DC 전원부를 설계하였다. 그리고 AMI를 통해 On/Off 되도록 전원선을 릴레이에 연결하였다(그림 2).

- AC/DC 컨버터는 외부 AC 220V와 같은 교류 전압을MCU 및 내부 소자를 동작시키기 위해 DC와 같은 동작 전압을 변환하여 공급한다. 따라서 AC/DC 컨버터는 어댑터와 같은 별도의 전압 공급 장치 없이 유/무선 네트워크 장비를 구동시킬 수 있다.
- 무선 네트워크 모듈은 CPU와 무선 트랜시버, 자체내장 메모리로 구성되며 이를 통해 WTIM내의 External Power Control을 제어하여 외부 기기의 On/Off와 같은 동작을 제

어한다. External Power Control는 일반적인 릴레이 회로로 구성된다. 그리고 AMI로부터 전해진 제어 신호를 따라 외부 전원을 제어한다.

4. DR\_WTIM용 IEEE1451.5 기반의 API

- Open/Close: 각 WTIM 별 채널 ID 설정 및 해제를 담당한다. 각 DR\_WTIM이 네트워크와 연결 후 연결된 디바이스 별 채널 ID 설정한다(예 컴퓨터 1: ChannelId=1 / 조명: ChannelId = 2). 그리고 채널 ID 설정 후 이를 NCAP에 보고한다.
- Read/Write: 채널 ID 설정 후 해당 DR\_WTIM에 저장된 데이터를 읽을 수 있거나 명령을 내릴 수 있다.
- Init/Shutdown: 해당 디바이스의 초기화를 담당한다. 전원 제어용 DR\_WTIM은 포트의 초기화 및 기본적인 기능을 초기화한다. Shutdown은 전원 제어용 기능을 제한한다.

IV. 전원 제어용 DR\_WTIM과 운용 방안

1. 전원 제어용 DR\_WTIM

AMI 기반의 무선 네트워크에 쉽게 접속할 수 있도록 IEEE1451.5 구조 및 API를 이용하여 전원 제어용 DR\_WTIM을 개발하였다. DR\_WTIM에 사용된 무선 센서 노드는 Texas Instrument사에서 제공되는 CC2420 트랜시버 및 ATMEL사의 Atmega128로 구성된 CC2420DB를 사용하였다. CC2420DB는 IEEE 802.15.4를 적용한 장비로서 RISC (Reduced Instruction Set Computer)구조를 사용 하는 Atmega128L를 CPU로 탑재하고 있다. Atmega128L은 내부에 128Kbyte의 플래시 메모리와 4kbyte의 EEPROM을 지원한다. 센서 노드는 2.4-2.4835GHz의 통신 주파수 범위를 가지며 RF 송신 칩으로는 802.15.4를 지원하는 Chipcon사의 CC2420을 사용하며 250kbps의 전송 속도를 가진다. 그리고 기본적인 무선 접속을 위해 TI에서 제공된 Basic\_RF를 활용하였다. 그리고 외부 전원을 공급하고 제어하기 위해 릴레이를 ATmega128에 연결하였다. 전원 제어용 DR\_WTIM은 사용자 요구에 의한 컴퓨터와 같은 전자 기기의 전원을 제어하며 동작 여부를 확인한다.

2. 에너지 효율적 운용에 대한 DR\_WTIM 활용

DR\_WTIM의 활용은 집과 같은 환경에서 에너지 부하 제어를 통해 에너지 유지 관리 비용의 절감 효과를 가져 올 수 있다. 예를 들어 설명하자면 집안 내에서는 실제 생활에 필요한 조명 및 가전제품들이 구비 되어 있다. 우선 조명과 가전 기기 콘센트에 전원 관리가 가능하도록 DR\_WTIM을 연결하고 AMI 기반의 에너지 관리 서버를 설치한다. 그리고 에너지 관리 서버는 전력회사로부터 실시간으로 전력 사용량 및 현재 부과되는 전기 사용량에 대한 과금액 정보를 전달 받는다. 그리고 DR\_WTIM을 통해 현재 사용되는 조명 및 가전 제품의 동작여부를 파악하여 소모되고 있는 전기 제품 중 불필요한 조명기구나 전기 기기의 전원을 우선적으로 차단하여 에너지 절감을 유도한다.

그림 3은 개발된 DR\_WTIM을 보여준다. 왼쪽에는 외부 전자 제품의 전기 에너지를 공급하기 위한 콘센트 단자가 있고 중앙에는 이 콘센트 단자의 전원을 제어하기 위한 릴레이 및 네트워크 모듈을 동작 시키기 위한 AC/DC 컨버터를 설치하였다. 이를 통해 AC 220V의 전원을 DC 5V로 변경시킨다. 우측에는 외부 AMI와 양방향 통신을 하기 위한 네트워크 모듈을 부착하였다.

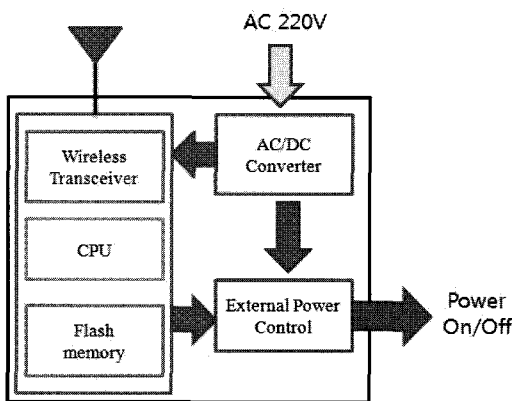


그림 2. DR\_WTIM의 구조(H/W).  
Fig. 2. Structure of DR\_WTIM (H/W).

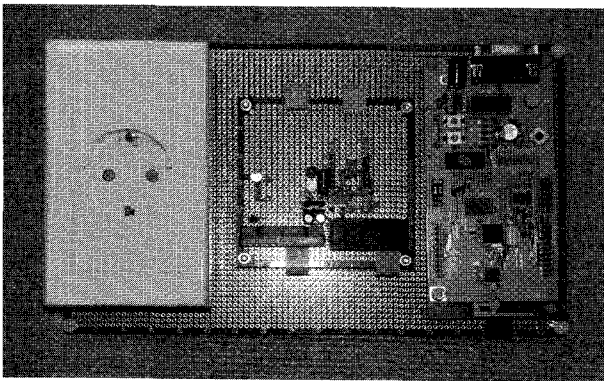


그림 3. 전원 제어용 DR\_WTIM.  
Fig. 3. DR\_WTIM for power control.

V. 실험

1. 실험 환경의 구성

스마트 그리드를 그린 IT에 적용하기 위해 그림4와 같은 환경을 가정하였다. 현재 일반적인 집에서의 사용 환경을 가정하여 노트북 1대와 조명 1개를 설치하였다. 각 노트북과 조명의 전원 플러그에는 DR\_WTIM을 부착하였다. 그리고 DR\_WTIM은 집안에 공급된 전원 콘센트에 연결하여 노트북과 조명에 전기 에너지를 공급한다. 그리고 전원 콘센트에는 전력 측정기가 부착되어 있어 이를 통해 현재 사용하고 있는 전기 에너지량을 측정한다. 그리고 AMI 기반의 서버 역할을 하는 NCAP을 PC에 RS232방식으로 연결하였다. PC는 전기 공급자의 역할을 하며 전력 측정기를 이용하여 현재

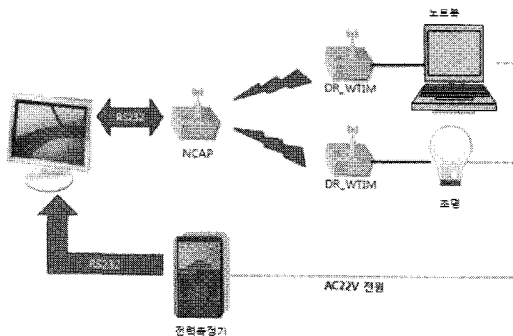


그림 4. 실험환경의 구성.  
Fig. 4. Test of environment.

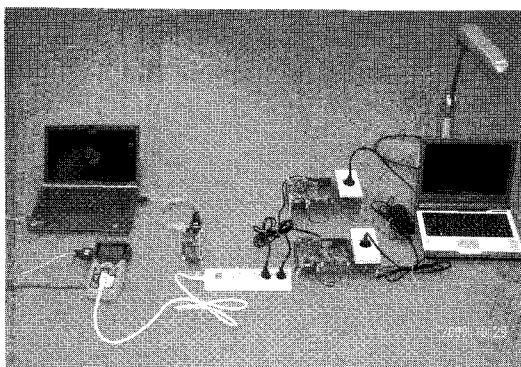


그림 5. 실제 구현한 실험 환경.  
Fig. 5. Real test of environment.

사용되고 있는 전력량을 측정하여 NCAP에게 제공한다(그림 4, 5).

AMI 기반의 NCAP에는 현재 무선으로 연결되어 있는 노트북 및 조명과 같은 전기 사용장치에 대한 정보를 저장하였다. 노트북은 동작 시 24W를 사용하고 조명은 20W를 사용한다. 그리고 노트북이 수면 모드를 돌입 시에는 사용자 부재로 간주하였다.

DR\_WTIM이 AMI와 양방향 통신을 통해 에너지의 효율적 관리 동작 여부를 확인하기 위해 두 가지 시나리오를 가정하였다. 첫 번째 시나리오는 에너지의 사용량이 많아서 에너지 과금액이 많이 부과 되는 경우와 두 번째, 현재 사용자가 없어 노트북을 사용하지 않는 경우이다. 이를 통해 AMI 정보를 이용한 DR\_WTIM이 사용되는 전기 에너지의 순차적 차단하고 이를 통한 에너지 절약 효과를 증명하여 보았다.

AMI에 의해 전해지는 전기 에너지 소모에 따른 과금 정보를 “높다” 와 “낮다”로 가정하였다. 전기 에너지 소모에 따른 과금 정보가 높게 책정되었을 경우 전기에너지 사용이 불필요한 조명의 전원이 차단되고, 다시 노트북의 전원을 차단하여 과금 정보에 따른 전기 제품별 운영방안에 대해 검증해 보았다.

2. 전기 에너지 과금이 피크일 때 에너지 절감

사용자가 조명이 켜진 상태에서 노트북으로 작업을 하고 있다고 가정하였다. 현재 전기 과금액이 낮음에서 높음 상태로 변화하여 이를 AMI 기반의 에너지 관리 서버 역할을 하는 NCAP에게 통보하였다. 전력 과금액이 “높음” 상태일 때 NCAP은 현재 하는 일과 덜 밀접한 조명의 전원을 먼저 차단한다. 그리고 사용자가 부재 시 컴퓨터는 자동으로 수면 모드로 돌입하다가 일정 시간이 지난 후에도 변화가 없으면 에너지 관리 서버는 수면 모드에 들어간 노트북의 전원을 차단한다(그림 6).

그림 6에서 우측 세로 축 Watt은 전력의 단위를 나타내고 가로 축은 시간을 나타낸다. 흰색의 전력 그래프를 보면 조명과 노트북 모두 42W정도를 소모하다가 과금액이 상향될 경우 조명의 전원을 차단하여 약 24W전기를 소모하는 것을 볼 수 있다. 그러다가 노트북이 수면 모드로 들어가는 순간 소비 전력은 약 2W 정도로 감소되는 것을 볼 수 있다. 그리고 마지막에 DR\_WTIM이 전원을 차단하여 DR\_WTIM이 소모되는 약 1W의 전력 사용만을 보여 준다.



그림 6. 에너지 과금이 피크일 때 소비 전력 측정.  
Fig. 6. Check of watt when peak time of energy price.

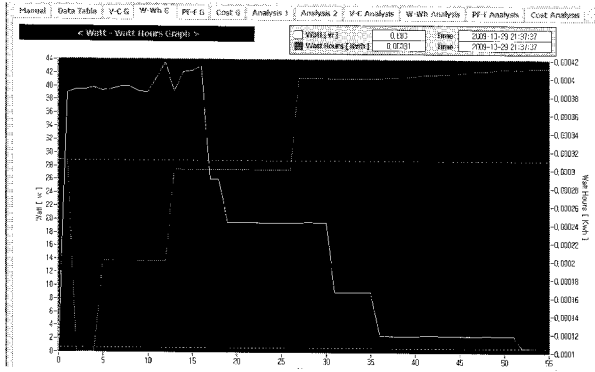


그림 7. 사용자 부재에 따른 전력 소모량 측정.  
Fig. 7. Check of Power when absence of user.

3. 사용자 부재에 따른 전력 소모량 측정

사용자가 PC와 조명을 동시에 사용하는 경우에서 사용자가 자리를 비우는 상태를 가정 하였다. 일정시간이 지난 후 자동적으로 노트북이 수면 상태를 돌입하자 전기 사용량이 20W로 감소하였다. 그런 상태에서 AMI 기반의 NCAP은 사용자의 부재를 인지하고 바로 조명의 전원을 차단하였다(그림 7).

VI. 결론

유비쿼터스 센서 네트워크를 이용하여 빌딩 및 홈의 조명 장치를 제어, 에너지 절약효과를 극대화 시키는 AMI 기반의 시스템들이 개발되고 있다. 그리고 이를 기반으로 한 그린 IT에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 사용자 측면에서 볼 때 그린 IT 적용을 위한 새로운 AMI 시스템을 구축하기 위해 모든 조명이나 가전 전자 제품을 교환하는 것은 매우 부담스런 일이다. 그래서 제안하는 DR\_WTIM은 기존의 조명이나 컴퓨터와 같은 전기 제품의 플러그에 연결하여 손쉽게 AMI에 의한 에너지의 효율적 사용을 돕는 역할을 한다. 또한 IEEE1451.5의 표준 API와 연결 방식을 따르기 때문에 DR\_WTIM과 같은 스마트 컨트롤러 개발자 입장에서 보면 표준화에 따른 생산 비용의 절감 및 유지 보수 측면에서 강한 강점을 갖는다. 그리고 개발된 DR\_WTIM이 AMI 기반의 에너지 관리 시스템에 효과적으로 반응하는 것을 실험으로 증명하였다.

차후에는 DR\_WTIM을 개선하여 다양한 조명 시스템 및 홈 오토메이션에 적용하고 이를 직접 운영하는 알고리즘을 개발해 에너지 절약 효과에 대해 다양한 실험을 수행을 할 예정이다.

참고문헌

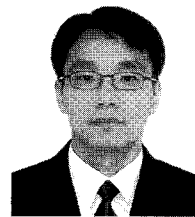
[1] 우기중, “그린IT 국가전략,” ESCO 통권 제59호, pp. 28-31. 2009.

[2] “그린 IT 활용: 원칙과 실천,” 정책 연구 센터, 한국 소프트웨어 진흥원.  
[3] E. Koch, “Architecture concepts and technical issues for an open, interoperable automated demand response infrastructure,” Lawrence Berkeley LAB, LBNL-63664, Oct. 2007.  
[4] Rebecca Smith, “New appliances, in sync with meters, shift to energy-saver modes when told,” WSJ, 2009.  
[5] 김성진, 서정해, 전중암, 표철식, “USN 기반 AMI 서비스 및 기술동향: 전력 산업과 USN 산업의 융합기술,” ETRI, 전자통신동향분석, 제23권 제5호, 2008.  
[6] 이진, “Demand Response 및 Smart Metering/AMI,” 전기설비, pp. 51-58, 2008.  
[7] <http://grouper.ieee.org/groups/1451>  
[8] K. B. Lee, and R. D. Schneeman, “Implementing IEEE1451 smart transducer interface draft standards,” NIST,1998  
[9] IEEE 1451.5 specification, “IEEE Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators—Wireless Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats,” Oct. 2007.  
[10] H. Ramamurthy, B. S. Prabhu, R. Gadh, and A. M. Madni, “Wireless industrial monitoring and control using a smart sensor platform,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 7, no. 5, May 2007.



이정한

2001년 대전대 통신공학과 졸업. 2003년 광운대학교 대학원 제어계측과 석사. 2003년~현재 한양대학교 대학원 제어계측공학과 박사과정 재학 중. 관심분야는 IEEE1451, UML, 스마트 그리드 등.



최인호

2001년 한양대학교 제어계측공학과 공학석사. 2001년~2009년 삼성전자(주) 생산기술연구소 책임연구원. 2008년~현재 한양대학교 대학원 제어계측공학과 박사과정 재학 중. 관심분야는 IEEE1451, 스마트 그리드, Wireless 필드버스, USN 등.



류중경

1983년 인하대 전자 계산학과 졸업. 1990년 동 대학원 석사. 1993년 동 대학원 박사 수료. 1992년~현재 대림 대학 컴퓨터 정보 계열 교수. 관심분야는 전 사적 자원 관리, 그린 IT 등.