

건물 에너지 수요관리를 위한 BEMS 연계형 수요반응 시스템 개발

이상학* 정회원

Development of BEMS linked Demand Response System for Building Energy Demand Management

Sanghak Lee* Regular Members

요 약

건물을 에너지 수요관리 자원으로 활용하기 위해서는 수요 반응에 대응할 수 있는 자동화된 시스템을 필요로 한다. 에너지 수요관리 사업자의 출현으로 이를 뒷받침할 수 있는 건물 에너지 관리 시스템과 수요반응 시스템에 대한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있다. 하지만 아직까지 자동화된 실시간 수요 반응 시스템 도입은 미흡하고 비용도 높다. 본 연구에서는 이를 해소하기 위해 건물을 대상으로 수요 반응 시스템 구축을 위한 OpenADR 프로토콜과 수요 반응에 참여할 수 있는 건물 에너지 관리 시스템을 개발하고 실환경에 적용하여 실증을 수행하였다. OpenADR은 표준 프로토콜로 사업자와 수요자원간의 이벤트 발생과 리포팅을 통해 자동화된 시스템이다. 또한 다양한 제어 시스템이 이용되고 있는 건물을 대상으로 단일화된 제어 시스템 구축을 위해 웹 기반 건물 자동제어 시스템을 개발하여 수요 반응 이벤트 발생 시 부하를 줄일 수 있도록 한다. 개발된 결과물을 건물에 적용하여 동작하는 것을 검증하고 감축량을 측정하여 수요반응 효과를 확인하였다.

Key Words : Demand Response; OpenADR; Building; Web; Control System

ABSTRACT

In order to take advantage of the building as an energy demand resources, it requires automated systems that can respond to the demand response event. Load aggregator has been started business in Korea, research and development of building energy management and demand response systems that can support them has been active recently. However, the ratio of introducing automated real-time demand response systems is insufficient and the cost is also high. In this research, we developed a building energy management system and OpenADR protocol to participate in a demand response and then evaluated them in real building. OpenADR is a standard protocol for automated system through the event and reporting between load aggregator and demand-side. In addition, we also developed a web-based building control system to embrace different control systems and to reduce the peak load during demand response event. We verified that the result systems are working in a building and the reduced load is measured to confirm the demand response.

I. 서 론

에너지 환경의 변화는 에너지 안보와 기후변화 대응이 국가 경쟁력을 좌우하는 시대로 진입하였다. 주요 선진국들은 경제성장과 온실가스 감축의 동시달성을 목표로 자국 특성에 맞는 에너지·기후변화 대응 분야 신성장동력 창출에 주력하고 있다[1].

국내에서도 과거 공급 중심 에너지 정책에서 에너지 수요

관리로 정책의 중점을 전환하였다. 그간 정부재정으로 전력 소비 절감사업을 운영, 피크시 전력난 극복에도 기여하여 왔으나, 전력수급이 안정화됨에 따라 기존방식을 탈피하고 전력수요관리를 상시화하고 수요관리시장의 자생적 성장을 위해 국가 재정사업에서 탈피, 시장중심으로 재편할 시점이다.

전력 수요관리 사업은 수요관리사업자가 전기소비 절감량을 전력시장에 입찰하여 발전기와 가격경쟁, 낙찰시 감축정산금을 통한 수익 창출하는 구조이다. 수요관리사업자는

※ 본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20131020400900)

*전자부품연구원 에너지IT융합연구센터 (shlee@keti.re.kr)

접수일자 : 2016년 05월 03일, 최종 게재확정일자 : 2016년 06월 21일

빌딩·공장과 계약을 맺고 수요감축이 가능한 설비를 확보하여, 전력시장에 수요감축량과 가격 입찰에 참여한다. 거래소는 수요감축 단가가 발전단가보다 낮을 경우 발전 대신 수요감축을 지시하여 수요관리사업자 감축정산금으로 수익을 창출한다[2].

이를 위해 빌딩, 공장 등 수요관리에 참여할 수 있는 수요자원을 자동화된 감축이 이루어질 수 있도록 시스템화하고 수요관리사업자와 개별 수요 자원 간 연결을 수행하여야 한다. 본 논문에서는 건물을 수요 자원으로 활용하기 위한 건물 자동 제어시스템과 수요관리사업자와 연동을 위한 OpenADR(Automated Demand Response) 프로토콜을 개발하여 새로운 수요자원이 확보되었을 때 비용을 최소화하면서 수요관리를 수행하기 위한 시스템을 개발하였다.

본 논문은 2장에 수요관리 시스템 관련 연구동향, 3장은 세부 기술개발 내용, 4장은 실증 내용과 효과 분석, 마지막으로 5장은 결론으로 구성된다.

II. 연구 동향

수요반응자동화 기술은 미국 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 2002년부터 기술개발에 착수하여 파일럿 및 필드 테스트를 거쳐 2007년 OpenADR 1.0이 상용화되었다. 공식적인 OpenADR Spec(Version 1.0)은 2009년도에 발표되었으며, 도매시장이나 보조 서비스시장(Ancillary Services), Dynamic Pricing, 신재생에 적용시범을 거치면서 2012년 OpenADR Version 2.0이 발표되었다. ADR기술은 빠른 Response Time, DR의 확실성 향상을 가능케 하면서 통합적 자원관리 관점에서 수요자원을 공급자원과 대등하게 활용할 수 있는 기반확보에 기여하고 있다. 수요반응자동화 시스템은 보조서비스시장은 10분 이내, 직접부하제어는 1시간 이내, DBP(Demand Bidding Program)은 수 시간 이내, CPP(Critical Peak Pricing)등 Dynamic Program은 최대 1일 까지반응시간을 가져야 한다.

전통적 수요관리의 자원효용성 한계로 인해 이의 대안으로 지능형 전력망 요건에 부합하는 빠르고 자동화된 반응, DR의 확실성 증대가 가능한 ADR 보급이 활발하며, 향후 시장발전에 따라 그 수요가 더욱 증대될 것으로 기대된다. 특히, 자원 확보 및 서비스설계, 측정 및 검증의 신뢰성제고, 솔루션의 고도화 및 다양화에의 기술발전이 예상된다[3].

ADR에 활용되는 부하자원의 경우를 살펴보면 조명, 냉난방기기(Room Pre-cooling등의 기법포함), HVAC, Pump & FAN, Battery, 동력부하 등 다양하며, 이들의 제어를 위해 수용가 측에 클라이언트 인터페이스가 설치되어 있어야 하므로 이를 수행할 부하관리사업자가 필요하며, 비용이 수반된다. 수요반응자동화 기술개발의 주요내용을 살펴보면, 시스템 애플리케이션 기술, 서비스 설계 기술, M&V(Measurement & Verification) 기술 등으로 구분할

수 있다. 미국에서는 ADR의 기존의 부하관리 시스템(Legacy) 연계, 상위 시장으로부터 Customer단말에 이르기까지 전체 시스템 연계시스템 구성에 관련한 Application 기술을 가지고 있다. 또한 가격이나 수급신호에 연동하여 약정 부하를 자동으로 감소하고, 그에 상응하는 인센티브를 지급하는 등의 부하관리서비스 프로그램 설계와 부하제어량 측정, 검증 방법 등에 대해 많은 연구가 진행되고 있다[4][5].

유럽의 경우, DR솔루션개발 보급이 활발한 프랑스 알스톰 그리드의 DR추진 전략을 살펴보면, DR 자원의 전력시장(급전) 통합자원화를 목표로 AMI, Load management system, OpenADR, DNP(분산망 프로토콜) 등을 활용하여 DR 자동화(Automation)를 추구하고 있다. 이와 같은 DR의 발전자원을 위해 DR자동화 솔루션, 표준화/개방성이 매우 중요하며, 시장, 전력회사, Load aggregator, Service / Solution Provider, customer등의 다양한 Player들의 참여가 필요하다. DR자동화 솔루션인 DRBizNet(기업용 소프트웨어 플랫폼(부하관리, DR, AMI, DR관리의 최상의 통합화))의 경우 OpenADR처럼 개방표준으로 이기종 벤더를 융합하고, 유연한 DR 플랫폼으로 DR 인프라 표준화 리스크를 감소시키는 데 역점을 두고 있다.

III. 개발 내용

본 장에서는 건물용 수요반응 시스템 구축을 위한 개발내용을 기술한다. 자동화된 수요반응을 위해서는 건물에너지 관리 시스템과 수요반응 이벤트에 대응하는 정책이 설정되어 있어야 한다. 일반적으로 사업자와 개별 건물간 수요반응 이벤트를 송수신하기 위해서는 OpenADR 프로토콜을 사용하고 있으며 건물 내부의 기기 부하 관리를 위해서는 다양한 자동 제어 프로그램들이 이용되고 있다. 본 연구에서는 OpenADR 클라이언트를 개발하여 사업자의 서버에 대응할 수 있도록 하였으며 건물 내부 자동을 제어 위해 Web 기반 자동 제어 시스템을 개발하였다. 이에 대한 상세 내용은 아래와 같다.

1. OpenADR 2.0 개발

OpenADR(Automated Demand Response)는 미국 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 수요반응 시스템 구현을 위해 개발된 프로토콜이다. VTN(Virtual Top Nodes) 서버와 VEN(Virtual End Nodes) 클라이언트로 구성된다. 서버는 수요반응 관련 이벤트를 클라이언트에게 송신하고 클라이언트는 수신된 이벤트에 따라 반응하며 수요반응 자원을 제어한다. 아래 그림과 같이 VTN은 VEN 역할을 동시에 수행할 수 있으며 트리 구조를 갖는다. 따라서 가장 상위의 전력 사업자가 수요반응 이벤트를 발생하면 이를 수신한 수요관리사업자는 개별 건물이나 공장으로 이벤트를

전파하여 수요 반응에 참여하도록 한다.

실제 운용되는 환경을 고려하면 OpenADR 프로토콜은 다음 그림과 같은 환경으로 동작한다. 수요 반응 이벤트를 OpenADR를 통해 송신하면 이는 건물 내부의 에너지관리시스템에 전달되고 내부의 BACnet, SEP(Smart Energy Profile)와 같은 제어 시스템을 통해 개별 기기의 피크 제어를 수행한다[6].

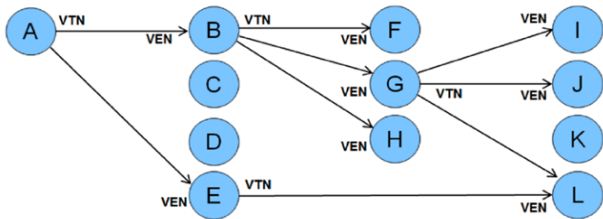


그림 1. OpenADR 아키텍처

VTN과 VEN간 메시지의 일반적 절차는 그림 1. 과 같다. VEN에서 VTN에 등록절차를 수행하고, 상호간 갖춰진 기능에 대해 교환한다. 이후 수요반응 이벤트가 발생하면 VTN에서 VEN으로 송신하고 이에 참여여부에 대해 VEN에서 회신한다. 이후 VEN에서는 수요반응에 대응하는 스케줄을 보내고 주기적으로 리포트를 생성한다. 또 다른 이벤트가 발생하면 앞의 절차와 마찬가지로 참여 여부부터 시작하여 동일한 절차의 메시지를 주고받는다.

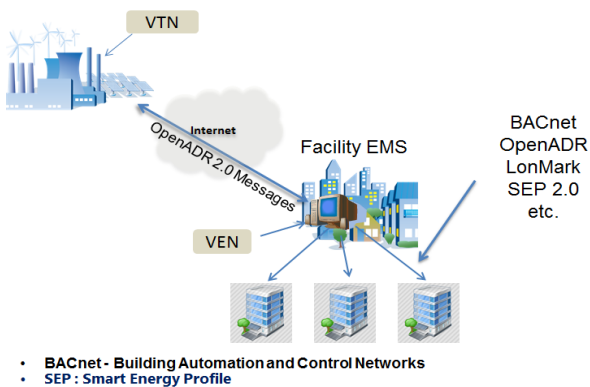


그림 2. 내부 제어 시스템과 연동하는 OpenADR

본 연구에서 구현한 OpenADR 2.0 프로토콜에 대한 상세 내용은 아래와 같다.

- 등록(EiRegisterParty): VEN이나 참여자 등의 실체들을 확인하기 위하여 등록부(Register) 사용. 이것은 행위자가 VEN, VTN, 입찰자, 등과 같은 다양한 역할을 갖는 다른 참여자들과 상호 작용을 행하기 이전에 필요
- 이벤트(EiEvent): 가격 응답 수요반응에 대한 핵심 DR 이벤트 기능 및 정보 모델. 이 서비스는 거래 중인 이행을 호출하는데 사용. 서비스 인자와 이벤트 정보가 서로 다른 형식의 이벤트들을 구분. 이벤트 형식에는 신뢰성 이벤트, 비상 이벤트 등이 포함. 이벤트들은 거래 중인

다른 행위들에 대해서 규정될 수도 있음

- 보고(EiReport): 자원의 상태에 관하여 주기적 혹은 1회용 정보를 설정하는 능력
- Opt(EiOpt): VEN에서 Opt-in 및 Opt-out 스케줄을 생성하고 VTN으로 전달하는 가용성의 단기간 변경을 다룸
- VTN 등록: VEN이 연결하고자 하는 VTN ID, VTN IP, VTN PORT, MARKET CONTEXT 등 정보를 등록 표준 프로토콜인 OpenADR 2.0 기반 클라이언트를 개발하고 인증을 완료하여 건물을 수요관리 사업자와 연동할 수 있는 기반을 마련하였다.

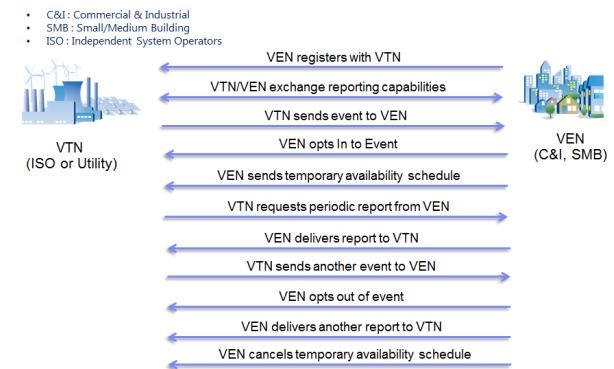


그림 3. OpenADR 메시지 플로우

2. 웹 기반 수요관리시스템

앞 절의 수요관리사업자와 자원간의 연결 그림을 보면 수요반응 이벤트 발생시, 이를 처리할 수 있는 자동제어시스템을 필요로 한다. 대표적인 건물 자동제어시스템은 BACnet 이지만 국내 설치 상황을 보면, BACnet 이 설치되어 있는 건물의 비율이 높지 않다. 따라서 기존 건물의 자동제어시스템을 OpenADR 클라이언트 VEN과 연계시킬 수 있는 수요관리시스템 개발을 필요로 한다. 일반적인 건물은 자동제어시스템과 이를 관리하는 중앙감시시스템(CCMS: Central Control & Monitoring System)을 갖추고 있다. 본 연구에서는 TCP/IP 기반 수요관리 시스템인 BACnet Gateway를 개발하여 VEN과 CCMS 사이에서 개별 기기의 상태 정보 수집 및 제어를 수행할 수 있도록 하였다.

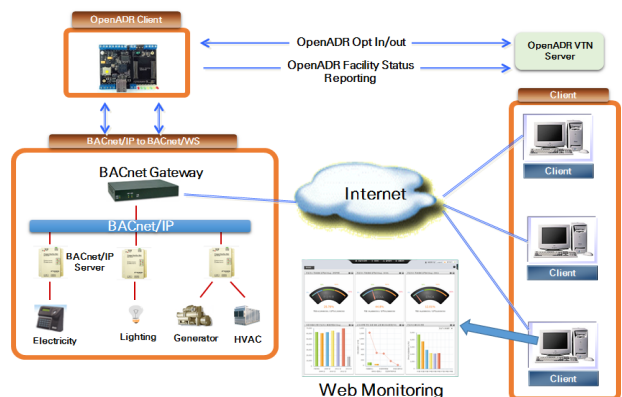


그림 4. 건물 수요관리 시스템 구성도

BACnet으로 되어 있는 건물 내 제어시스템을 웹 서비스 기반으로 모니터링 및 제어를 수행할 수 있도록 하였으며 인터넷을 통해 상시 접속이 가능하다. 또한 OpenADR 클라이언트에서 수신한 수요반응 이벤트에 대응하여 개별 기기의 부하를 줄일 수 있도록 전열, 조명, HAVC으로 구분하여 연결하였다. 단위 건물이 수요자원으로 활용되기 위해서는 자동제어시스템을 기반으로 한 건물에너지관리시스템이 구축되어 있어야만 수요반응 레벨에 따라 부하 감축을 수행할 수 있다[7]. 이를 위해 수요관리시스템을 개발하였으며 표준인 웹 기반 제어를 수행할 수 있도록 하여 자동제어 시스템의 프로토콜에 구분 없이 범용성을 확보하였다.

주요 기능은 온도, 습도, 풍량 등 센서 계측데이터와 전력량 등 계량데이터를 설정된 주기마다 OpenADR 클라이언트로 송신한다. 또한 실시간 데이터 및 운용 요청을 처리한다.

OpenADR 클라이언트와 수요관리시스템을 실 건물에 적용하여 검증하고 수요 반응 이벤트를 발생하여 실제 건물의 에너지 저감 효과를 확인하였다. 이 내용을 4장의 실증에서 기술한다.

IV. 실 증

본 연구의 실증을 수행한 건물은 지상 5층의 연구원 건물로 일반적 상용 건물과 유사한 운전 패턴을 보인다. 실증을 수행한 목적은 OpenADR 2.0 Profile b 표준을 도입함으로써 단순 시그널 기반의 피크제어가 아닌, 빌딩 공조, 냉난방, 전력 등 다양한 설비정보를 제공하고, 이를 기반으로 좀 더 정밀한 피크수요관리가 가능함을 증명해 보이는 것이다. 또한 자동수요반응(Automated Demand Response)을 적용하여 전력공급 상황, 피크 부하율 및 전력생산 공급가격에 따라 자동으로 반응해 전력사용량을 조절할 수 있음을 입증하기 위해서이다.

실증 대상이 되는 건물에 대한 규격은 아래와 같다. 본 실증은 실제 운용 중인 건물을 대상으로 하였기에 제한된 구역의 한정된 시간으로 하였다. 5층 건물 중 1개 층의 연구동을 대상으로 하였다.

- 5층 건물 연구소
- 전등 전력 측정: 32W 전등 (150개)
- 전열 전력 측정: PC (12대), 공유기 (3대), 기타장비
- 측정 주기: 15분

수요관리를 위한 빌딩 에너지 수집 데이터는 아래 표와 같다. 수집된 실시간 데이터를 기반으로 개별 설비에 대한 사용 상태와 전력 사용량 등을 확인 후 수요반응 이벤트에 대해 대응한다. 건물에서 사용하는 공조기와 전열, 조명 등의 사용량 등이 수집된다.

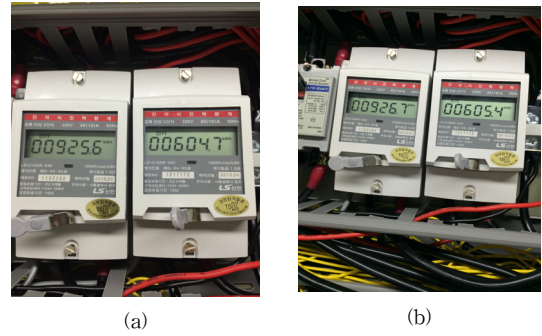


그림 5. 설치된 전력량계

본 실증을 위해 층별 전력사용 측정이 되지 않는 것을 개선하기 위해 1개 층을 대상으로 전력계량기를 설치하여 실측하였다. 스마트그리드 표준 전력량계가 15분 단위 계량을 표준으로 하고 있어 본 실증에서도 15분 단위로 측정하였다.

표 1. 공조, 전기, 조명 에너지 사용 데이터

Classification	Data Range
Supply Air Temperature	-25~75℃
Solution Temperature	-25~75℃
Ventilation Temperature	-25~75℃
Ventilation Humidity	0~100%RH
CO2 Concentration	0~2000 PPM
Static Pressure	0~30 mmAq
Supply Air Volume	0~20000 CMH
Ventilation Air Volume	0~15000 CMH
Supply Fan Status	On/Off
Ventilation Fan Status	On/Off
Electric Heater Status	On/Off
Smoke Detection Alarm	On/Off
Filter Differential Pressure Alarm	0~100%
Supply Inverter Alarm	On/Off
Ventilation Inverter Alarm	On/Off
Electric Meter (4th Floor)	0~9999999Wh
Lighting Meter (4th Floor)	0~9999999Wh
Electric Usage Status (4th Floor)	On/Off
Lighting Usage Status(4th Floor)	On/Off
Electric Meter (Building)	0~9999999Wh

실증을 위한 수요반응 이벤트는 전력거래소의 빌딩용 수요관리 이벤트를 활용하였다. 이벤트 발생시 부하 감축은 전열과 전등을 제어하여 이루어졌다.

* EVENT정보 (KPX 기준)

- Signal Name: LOAD_CONTROL
- Signal Type: x-LoadControlSetpoint
- Payload Value: kWh

아래 그림은 15분 단위의 실측된 전등에 대한 사용량을 나타내고 있다. 15분 이후 전력 사용량이 감축되었음을 확인할 수 있다.

TR_REG_TIME *	TR_ITM_ID *	TR_ITM_VALUE *
2015-06-11 오후 5:30:00	21791	1055.56
2015-06-11 오후 5:15:00	21791	1206.31
2015-06-11 오후 5:00:00	21791	1215.19
2015-06-11 오후 4:45:00	21791	1215.19

그림 6. 조명사용 전력 (단위: Wh)

부하 감축은 32W전등 20개의 전원을 꺼서 시험하였다. 32W전등 20개를 OFF하면 1시간당 약 600Wh 전력이 감소한다. 단, 전구의 대기전력은 사용량의 10% 수준으로 상시 존재한다. 실증 대상인 1개층의 연구동에 대해 자동수요반응을 점심시간(12시~1시)에 적용하여 전등을 껐다. 이를 통해 기대할 수 있는 효과는 다음과 같다.

- 1층 연구실의 전등(32W 전등 약 156개)에 자동수요반응을 적용하여 점심시간(12시 ~ 1시) 동안 전등 OFF를 하여 하루 약 4.5kWh 전력 감소 효과를 볼 수 있음
- 1년 전력 감소 : 940.5kWh(= 4.5kWh × 209(1년 근무일수))
- 1년 전력 감소금액 : 108,872원(= 940.5kWh × 115.76원/kWh)
- * 2013년 전력 단가 115.76원/kWh 적용

V. 결론 및 향후 연구방향

정부의 에너지신산업 육성 정책에 따라 건물, 공장 등 일정량 이상의 부하가 있는 수용가를 대상으로 수요관리 사업이 확대되고 있다. 이는 기존 에너지관리의 개념을 공급 중심에서 수요관리로 변화하는 것이며 더불어 개별 건물의 에너지 효율 관리를 함께 수행할 수 있다. 따라서 건물을 수요관리의 자원으로 활용하기 위해 자동화된 수요반응 시스템과 건물 자동제어시스템과 연동하기 위한 수요관리시스템을 개발하였다.

자동화된 수요반응 시스템은 OpenADR이 보편적으로 사용되고 있으며, 건물 자동제어시스템은 BACnet IP를 BACnet Web으로 전환하고 있다. 본 연구에서는 OpenADR 2.0 클라이언트와 기존 자동제어시스템을 웹 기반으로 연동하기 위한 시스템을 개발하여 실증하였다.

실제 운용 중인 건물을 대상으로 조명, 전열에 대해 직접 제어를 수행하여 수요반응 이벤트에 부하 감축을 수행하였다. 이를 통해 전력피크시 부하감축이 이루어지고 감축량을 실측하였다. 따라서 본 연구의 결과물은 향후 수요관리 사업자나 개별 건물에서 활용될 수 있으며 국가 전체의 효과적 전력 에너지 수요관리에 기여할 수 있다.

본 논문은 일반 가정에 적용될 수 있는 에너지 자립형 스마트 홈 시스템 개발에 대해 기술하였다. 최근 신기후체제 출범으로 온실가스 감축에 대한 요구는 더욱 커지고 정부의 에너지신산업 정책에 따라 새로운 가치창출을 할 수 있는 제

품과 서비스에 대한 개발이 활발하다.

본 연구의 주요 성과는 태양광 발전과 에너지저장시스템을 가정에 도입할 수 있도록 통신 프로토콜 개발과 실시간 요금제에 기반을 둔 수요관리 사업자와 연동할 수 있는 시스템을 개발하였다. 특히, 전력사용량, 발전량, 요금 등의 변수를 토대로 최적 운용 알고리즘을 개발해 전력 사용 요금을 최소화할 수 있도록 하였다. 해외에서는 이미 이와 같은 시스템이 상용화 수준에 이르고 있으며 국내에서는 한전에서 실증 사업을 준비 중이다.

이제는 주택이 단순히 에너지 소비 주체가 아니라 생산을 통해 남은 전력을 판매할 수 있는 프로슈머로 발전해 나가고 있다. 아직까지 이러한 새로운 기기들이 가정에 도입될 때 인터페이스 등의 표준이 완료되지 않아 호환성 확보에 어려움이 있다. 따라서 국내에서도 신재생발전시스템, 에너지저장장치, 전기차 등이 가정에 유입될 때 손쉽게 연결하고 비용을 줄일 수 있도록 표준이 시급히 마련되어야 할 것이다. 또한 대규모 실증을 통해 경제성을 확보하고 부가서비스 창출을 통해 투자 대비 회수기간을 최소화하도록 노력해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Korea Government, "Policy for Making New Energy Industry Response to Climate Change", 2014.
- [2] S. D. Smitha, J. S. Savier, F. M. Chacko, "Intelligent control system for efficient energy management in commercial buildings", 2013 International Conference on Microelectronics, Communications and Renewable Energy (AICERA/ICMiCR), pp.1-6, 2013.
- [3] S. Lee, B. Kwon, S. H. Lee, "Joint Energy Management System of Electric Supply and Demand in Houses and Buildings", IEEE Transactions on Power Systems, pp. 2804-2812, Vol. 29, Issue. 6, 2014.
- [4] M. P. Fanti, A. M. Mangini, M. Roccotelli, "A Petri Net model for a building energy management system based on a demand response approach", 22nd Mediterranean Conference of Control and Automation (MED), pp. 816-821, 2014.
- [5] L. Zhang, B. Liu, Q. Tang, L. Wu, "The development and technological research of intelligent electrical building", 2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED), pp.88-92, 2014
- [6] D. Tsiamitros, D. Stimoniaris, N. Poulakis, M. A. Zehir, A. Batman, M. Bagriyanik, A. Ozdemir, E. Dialynas, "Advanced energy storage and demand-side management in smart grids using buildings energy efficiency technologies", IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies, pp.1-6, 2014.
- [7] N. H. Tran, C. Pham, S. Ren, C. S. Hong, "Coordinated Energy Management for Emergency Demand Response in Mixed-Use Buildings", 2015 IEEE International Conference on Ubiquitous Wireless Broadband (ICUWB), pp.1-5, 2015

저자

이 상 학(Sanghak Lee)

정회원



- 1993년 2월 : 전주대학교 수학과 학사 졸업
- 1997년 8월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업
- 2005년 3월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 박사 졸업

<관심분야> : 스마트그리드, 효율향상