

ESS기반 클린에너지, 스마트홈 IoT 플랫폼 연구

김희철*

A Study on ESS-based Clean Energy, Smart Home IoT Platform

Hee-Chul Kim*

요약

본 연구는 전력에너지 효율사용 분야의 주요 설비인 ESS(: Energy Storage System, 에너지저장장치)를 기반으로 한 공동주택의 수요관리 및 에너지절감 방안을 연구하고 제반 기술적 요소와 운용에 필요한 표준화를 제시함으로써 ESS 산업 확산에 기여한다.

또한, 공동주택 및 스마트 홈을 대상으로 ESS 시장의 창출을 위하여 주택 IoT 기술을 활용, 공동주택과 스마트 홈 기반 ESS를 통합하여 전력사용자의 이용 효율성과 경제성 확보가 실현되어 기존 ESS 보다 우월한 전력사용자의 수용성을 제고 할 수 있는 사업모델을 연구하고자 한다.

ABSTRACT

This study investigates the demand management and energy saving plan of the apartment house based on the ESS (: Energy Storage System), which is the main equipment in the field of electric power energy efficiency, and suggests standardization for various technical factors and operation. It contributes to the spread of ESS industry.

In addition, to create ESS market for apartment houses and smart homes, housing IoT technology is used to integrate apartment houses with smart home-based ESS and it is possible to achieve use efficiency and economic feasibility of power users, We will study a business model that can reconsider the acceptability of power users.

키워드

ESS, Renewable Energy, Home ESS, Big Data, Cloud
에너지 저장 장치, 신재생 에너지 에너지 관리, 가정용 에너지 저장 장치, 빅데이터, 클라우드

1. 서론

전 세계적으로 지구가 보유하고 있는 에너지자원의 한계, 지구온난화에서 기인되는 이상기후 등에 적극대응하기 위한 각 국의 자국적 노력이 가속화 되고 있는 추세로 에너지산업에 대한 국가적 차원으로 지원이 강화되고 있으며 에너지 관련 기술개발과 사업화를 통한 새로운 산업이 창출되고 있다. 그 중심에는

ESS(: Energy Storage System, 에너지저장장치)가 있으며 이들을 효과적으로 운용하기 위해서는 전력 소비자 입장에서 뚜렷한 기능과 목적을 갖는 ESS, 그와 더불어 편의성과 비용절감에 대한 구체적 사업모델이 필요하다.

공동주택의 전력공급체계에 대한 깊은 이해를 바탕으로 태양광, 풍력 및 연료전지 등과 ESS를 연계 적용한 System을 평시에는 최적 경제운전, 공용부 전력

* 교신저자 : 광주대학교 컴퓨터공학과
• 접수일 : 2018. 01. 01
• 수정완료일 : 2018. 01. 23
• 게재확정일 : 2018. 02. 15

• Received : Jan. 01, 2018, Revised : Jan. 23, 2018, Accepted : Feb. 15, 2018
• Corresponding Author :Hee Chul Kim
Dept. of Computer Engineering Gwang-Ju University,
Email : jaziri@daum.net

사용 및 EV 충전을 시행하고 정전 시에는 비상전원으로 활용함으로써 공동주택의 기존 비상발전기 단점인 진동, 소음, 매연과 같은 환경적 문제해결과 비상발전기의 설치 및 유지보수 비용을 절감하는 경제적 효과로 ESS설치에 대한 사용자의 투자에 대한 긍정적인 수용의사를 재고시킬 수 있으며 실제적인 ESS 경제성을 확보할 수 있다.

따라서 본 연구의 최종목표는 공동주택 및 스마트 홈을 대상으로 ESS 시장의 창출을 위하여 주택 IoT 기술을 활용하여 공동주택과 스마트 홈 연계 ESS 융·복합적으로 통합하고 전력사용자의 이용 효율성과 경제성 확보 등 전력사용자의 수용성을 재고 할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 본 서론에 이어 2장에서는 에너지 저장장치에 대하여 간단히 살펴보고자 한다. 3장에서는 IoT기반 클라우드 서비스의 성능 요건 및 실험 환경에 대하여 기술하고자 한다. 4장에서는 데이터 시뮬레이터 및 그 결과에 대해 고찰하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺고자 한다.

II. 시스템 구성

ESS 기능 시뮬레이션을 위한 시뮬레이터와 Smart Home 단말 명령을 대신 전송하여 시스템에 로드를 발생하는 Load Generator, 성능 측정을 위한 시스템으로 구성한다. 그림 1은 로드 생성기로 ESS 시뮬레이터의 통합관리 플랫폼이다[1-2].

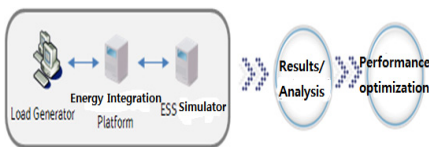


그림 1. ESS 로드 생성기
Fig. 1 ESS Load Generator

2.1 IoT 플랫폼 시스템 구성도

클라우드 기반의 국제표준규격(oneM2M)을 지원하는 IoT 서비스 플랫폼을 구축하고, 개방형 표준 oneM2M 프로토콜을 적용하여 상호 확장성 있는 프로그램 개발로 에너지 데이터를 안정적으로 저장 할

수 있는 Big Data Management 모듈을 제공하고자 한다.

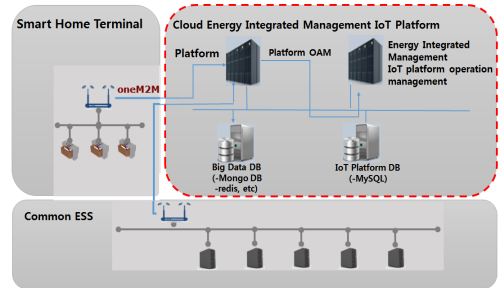


그림 2. 에너지 통합 관리 IoT 플랫폼 물리적 시스템 구성도

Fig. 2 System diagram of integrated energy management IoT platform

그림 2는 IoT플랫폼의 시스템 구성으로 스마트 기기를 이용하여 PCS, BMS, Battery 등 공용부 ESS 게이트웨이를 거쳐 통합 에너지 IoT플랫폼에 접속하여 oneM2M 표준 인터페이스 모듈, open API, ESS 데이터 관리를 한다[3].

2.2 공용부 ESS 모니터링 기능 개발

홈 에너지 모니터링은 스마트 홈 IoT 센서로부터 에너지 사용량을 실시간 수집하여 실시간으로 세대별 에너지 사용량 정보를 확인 할 수 있도록 하는 기능 제공한다. 공동 주택 에너지 모니터링에서는 전체 세대 에너지 평균 사용량을 통해 타 세대와 개인 세대 간의 평균 에너지 사용량을 모니터링 하는 기능 구현한다.

라이프 스타일 모니터링에서는 플랫폼에 사용자 라이프 스타일 정보 수집을 통해 저장된 사용자 라이프 스타일 정보와 세대 간 에너지 사용량 분석, 개인 세대 에너지 절약 방안을 제시하고 라이프 스타일 모니터링 정보를 통해 에너지 사용의 감소 효과를 제시한다.

스마트 홈 IoT 디바이스 데이터 모니터링 또한 스마트 홈 IoT 디바이스의 상태 정보 감시를 통해 단말의 이상 상태 여부를 확인 할 수 있는 기능을 제공한다. 플랫폼과 스마트 홈 IoT 디바이스간의 메시지 데이터 정보 저장을 통해 데이터의 오류 사항 정보 등을 모니터링 할 수 있는 기능을 구현한다[2, 4].

2.3 스마트 홈 IoT 디바이스 제어

디바이스 전력 제어는 에너지 전력량 소비를 감시하고 스마트 홈 IoT 디바이스 중 에너지 소비량이 많은 디바이스를 제어 할 수 있는 기능으로 이는 스마트 디바이스 전원 ON/OFF 제어 기능, 스마트 조명 밝기 제어 등을 하는 기능이다.

세대내 ESS 제어 에너지 모니터링을 통해 피크타임에 개별 세대내에서 홈 ESS 저장을 제어 할 수 있는 기능으로 가입자의 에너지 가격 효율화를 극대화 한다[5].

III. 스마트 홈 에너지 통합관리 플랫폼 구축

3.1 지능형 에너지 절감 기술

정형/반정형 데이터에 대한 수집/연계, 결합, 예측 분석을 통해 전력 사용량 추세 예측 및 전력 사용량 절감 가이드와 지표 생성은 표 1에서 보는바와 같다.

표 1. 단계별 서비스 구축계획
Table 1. Step-by-step service deployment plan

Division	Contents
Preparing the System	· Orthographic Data Collection
	· Unstructured Data Collection
Steps to build the system	· Collection linkage platform Hadoop ecosystem · Applying Service Data Platform Mixed Configuration
Data Analysis Phase	· Personalization Analysis information · Power consumption /external data analysis

3.1.1 연계·수집 시스템 구축

정형데이터 수집에는 데이터 연계·수집을 위해서 다양한 환경과 다양한 방식으로 데이터의 연계·수집이 가능한 기술을 적용한다.

반정형 데이터 수집에서는 라이프 스타일 데이터를 확보하는 방안은 거주민을 대상으로 설문 또는 포털과 앱을 통한 데이터를 수집하고 기상청에서 제공하는 지역별 날씨, 온도, 습도, 강수량, 일조시간 등의 정보를 실시간 수집 및 분석처리 한다.

데이터 연계내용 및 방안으로 가구별 전력 사용 정보, 가구별 라이프 스타일 정보 (설문 및 포털/스마트

앱), 기상청 기상관측자료, 지역별 상세 관측자료 등을 연계 수집하여 활용한다.

3.1.2 데이터 시스템 구축

수집 연계 플랫폼을 통한 빅 데이터 저장소를 NoSQL(Hadoop ECO 시스템)을 기반으로 한 분석 데이터플랫폼과, 서비스와 운영관리를 위한 서비스데이터 플랫폼으로 그림 3처럼 혼합하여 구성 적용한다 [6-7].

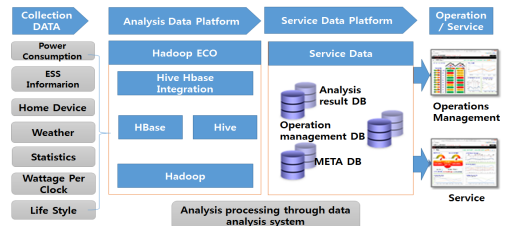


그림 3. 데이터 시스템 전체 구성도
Fig. 3 Overall structure of data system

3.1.3 분석 시스템 구축단계

그림 4는 수집·저장된 데이터를 크게 개인화 분석과 예측분석 영역으로 나누어 분석 플랫폼을 구축한다.

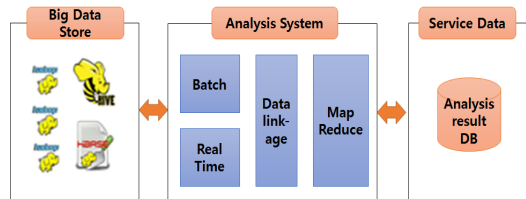


그림 4. 분석시스템 구성도
Fig. 4 Configuration diagram of analysis system

3.2 데이터 분석 기법

수집된 정형/비정형 데이터를 활용하여 배치작업으로 텍스트 분석 및 통계분석을 수행 하도록 구성하고 분석결과는 그림 5와 같이 서비스가 가능한 형태로 RDBMS 형태의 분석결과를 DB에 저장한다.

가입자/세대별로 설정한 목표 달성 지표에 따라서 실시간 상황 분석, 개인별 실시간 알람 및 가이드라인을 제공하고 실시간으로 가입자의 전력 사용량 조회 및 전국 또는 유사 라이프 스타일 군에서의 표준편차

정보를 제공한다.

예측 분석은 분석대상 데이터 중 변경대상 데이터에 대한 선택/제거/작성 등으로 연관검색 및 분석을 통하여 데이터를 빠르게 재혼합/재결합하여 예측 데이터를 추출하고 사용자가 UI환경에서 데이터를 변경/분석 명령할 수 있도록 구성하여 다양한 그래픽환경으로 분석결과를 볼 수 있도록 구현한다[8-9].

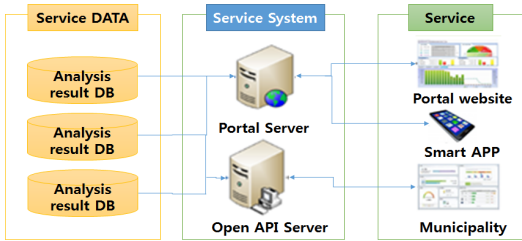


그림 5. 데이터 연계 방안
Fig. 5 Data linkage plan

3.3 데이터 활용 계획

수집데이터 특성에 따른 수집/저장 방안 결정으로 DB는 ESB, SOA 등을 통해 연계하고, 수집된 데이터는 원천포맷이 RDBMS이므로 정형 RDBMS를 구성하여 저장한다.

외부데이터 중 Open API(기상청, 통계청, 한국전력공사 등)를 제공하는 곳은 Open API Interface를 이용하여 수집하고, 설문을 통해 수집되는 Life Style 같은 데이터는 semiStructured, UnStructured 데이터 위주이므로 NoSQL DB 계열로 저장하여 기존의 데이터와 연계한다.

3.3.1 데이터 분석 및 활용

수집/저장 단계에서 저장된 기준 데이터(전력 소비자 데이터)와 스마트그리드 데이터 및 외부데이터를 모듈화(modularity)하여 사용 주체별 목적에 맞는 각 모듈(데이터)을 조합하여 빅데이터 분석을 통해 맞춤형 정보제공 위한 최적의 조합을 제시하고, 이러한 빅데이터 분석을 기반으로 현재 전력사용에 대한 절감 Point를 찾아내고 향후 전력 사용에 대한 목표치와 수요 예측에 활용한다.

3.3.2 전력 소비 정보 데이터 모듈화

빅데이터 분석에 필수적인 Data를 분류하고 이를 통합코드로 모듈화하여 사용 목적에 맞는 정보를 재조합/생성 제공하여 전력관리 체계의 혁신을 도모한다. 전력 소비정보(사용 전력량, 각종 센서 정보, 에너지 운용 정보, 지역 전력 소모량 등)를 필요 목적에 맞게 재분류를 하여 Data별 통합관리코드 부여하고 외부데이터 모듈화(modularity)는 한국전력공사, 통계청, 기상데이터(기상청, K-weather), Life Style Data 등 전혀 다른 방식의 데이터들을 빅데이터 분석을 위해 각 데이터들이 연계 될 수 있도록 재가공/생성하고 통합관리코드를 부여하여 필요 목적에 맞게 조합하여 제공한다. 전력 사용자 데이터 모듈화의 경우 빅데이터 분석의 기준데이터로서 직업현황(맞벌이, 전업, 자영업 등), 전력사용(TV, 냉장고, PC 등), 연령별 가구 구성원 현황 등을 인터뷰 및 방문조사를 통해 수집하고 페르소나[person]형태로 재분류하여 분석 가능한 데이터 형태로 모듈화를 진행한다[5, 8].

IV. 구현 및 성능평가

4.1 스마트 홈 에너지 통합관리 플랫폼 적용

4.1.1 시각화(visualization)

그림 6은 주거단지의 전력 소비 및 소비자 맞춤 수요/분석 예측 서비스를 이용하여 현재 평균 전력 사용량, 예상 전력 사용량, 온도 변화별 전력사용 통계청 전력 사용 분석, 가족별 전력 사용 분석 등의 서비스를 제공한다.

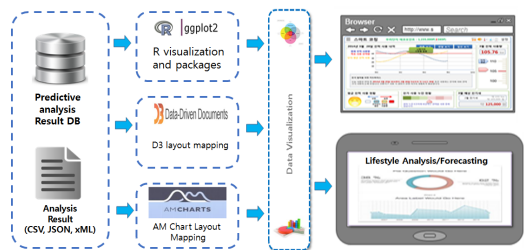


그림 6. 운전현황 시각화 방안
Fig. 6 Visualization plan for driving status

4.1.2 기계 학습 및 통계적 방법론 확대 및 개선

머 하웃을 이용한 cluster-analysis 시스템 구축으로 log-likelihood similarity, 패턴 추출 알고리즘

(principle component analysis)등 활용에 기상 요인과 각 과별 변이를 고려한 two-way fixed model 적용과 개별 자료와 요약자료를 통합하기 위한 multi-level model 적용이다.

표 2는 스마트 코칭 서비스에서 빅 데이터를 기반으로 사용자의 전력 사용 목표치를 기준으로 전력사용량을 가구별로 관리하는 서비스다.

표 2. 스마트 코칭 서비스
Table 2. Smart coaching service

구분	주요 기능
Smart coaching service	<ul style="list-style-type: none"> · Power usage target setting function · Power consumption analysis and management function · Custom power saving control function by individual / household
Smart eco service	<ul style="list-style-type: none"> · Intelligent power usage automatic control · Proper peak load management and emergency generator measures · Analysis of energy consumption pattern by lifestyle

4.2 전력사용 목표치 설정 기능

그림 7은 웹 페이지/모바일 단말을 통한 전력사용 목표치 설정 기능 제공으로 전력사용 목표치를 초과하는 경우 실시간 알림 메시지를 전달한다.

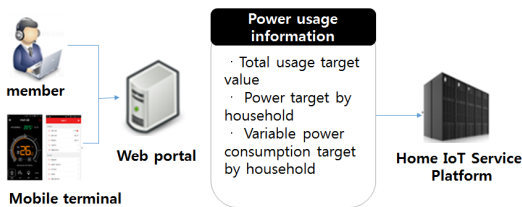


그림 7. 모바일을 활용한 시스템 운용 방안
Fig. 7 System operation plan using mobile

4.3 전력 사용량 분석 및 관리

목표치 대비 현재 전력 사용 금액(전력 사용량도 같이 표시)에 대해 일/주/월 별로 사용 패턴 UI 제공과 사용 패턴을 기반으로 사용량 절약에 대한 TIP을 제공하여 과거사용 금액(전력 사용량) : 일/월/분기/년 단위 별로 사용 금액과 전력 사용량을 제공함으로 개인/가구별 맞춤 전력 절감 제어 기능인 가구별 전기

수요 예측 제공, 지역별 전력 사용량 제공, 전력 수요 예측량을 제공한다.

4.3.1 적정 피크 부하관리

전력사용량을 분석하여 상시소비가전 및 가변소비 가전의 전력소비 비율을 제시하고 전력 피크 시 사용되는 가전패턴을 분석하여 사용량이 많은 가전을 추적하고 사용자에게 경보 알림과 설문시 작성된 가전 제품 목록을 바탕으로 제품의 사용주기를 설정하여 자가진단을 통한 전력소비 예측결과 금액 및 전력소비량을 제공한다.

4.3.2 에너지 소비패턴

택내 전력사용현황 및 이웃집 전력사용현황, 가구 단지의 평균 전기사용량을 비교하여 사용자에게 전력 사용량을 직관적으로 제시하고 생활패턴에 따른 전력 소비율 및 가전제품의 사용률 비교와 시범단지에 Smart home 에너지 통합관리 “Platform 적용 및 운영하고” 시범단지에 설치된 “ESS 운영모니터링 데이터 수집하여” 빅 데이터 분석이 용이하도록 분석용 데이터베이스에 저장한다. 그림 8은 Smart home 에너지 통합관리 Platform의 모바일 화면을 나타낸 것이다.



그림 8. 모바일 화면
Fig. 8 Mobile screen

V. 결론

본 연구를 통해 비상전원 대체용 하이브리드 시스템 ESS를 적용하여 가입자/세대별로 설정한 목표 달성 지표에 따라서 개인화된 실시간 상황 분석, 개인별 실시간 알람 및 가이드라인을 설계하였다.

분석대상 데이터 중 변경대상 데이터에 대한 선택/제거/작성 등으로 연관검색 및 분석하고 데이터를 빠르게 재혼합/재결합하여 예측분석 기능을 제공한다.

향후 연구과제로 효율적인 최적운영 알고리즘 기술 개발과 전력공급 방안제시를 위해 데이터 축적에 따른 서비스 결과 정보의 재분석 결과에 따른 수집 항목 변경 및 빅 데이터 분석 알고리즘 조정 등을 통해 서비스 고도화 및 최적화에 대한 설계기술의 확립이 필요하다.

감사의 글

이 연구는 2018년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음

References

[1] K. Ashton, " That 'Internet of Thing' Thing In the real world, things matter more than ideas, " *RFID J.*,vol. 12, no.3. 2009, pp.45-49.

[2] H. Lee and J. Oh, "Design and Implementation of a Small Server Room Environment Monitoring System by Using the Arduino," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 2, Apr 2017, pp. 386-387.

[3] H. Huh and J. Lee, "A Study on Development of H8 MCU IDB(Integrated development board) for Embedded Education," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 4, no. 1, 2009, pp. 51-57.

[4] K. Kim, C. By on, C. Lim, and S. Han, "Design of Electrostatic Monitoring System," *The J. of the korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences*, vol. 12, no. 11, 2008, pp. 2069-2076.

[5] D. Lee and W. Lim, "A Development Design Program and Test Module of the Carbon Dioxide Fire Extinguishing System," *Proc. Of the Korea Institute of Fire Science and Engineering Conf.*, Yongin, Korea, vol. 2012,no. 11, Nov. 2012, pp. 267-270

[6] H. Xu and C. Kim, "Design and Implementation of a Smart Home Cloud Control System Using Bridge based on IoT," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 5,Oct 2017, pp. 866-869

[7] K Yoo and D. Ko, "Study on the Performance Test Technique of Open SW-based Cloud computing." *J. Korean Institute of Information Technology*, vol. 10, no.7, 2012, pp.185-192

[8] H. Shin, "Characteristics of AC-DC Converter using Multilayer Piezoelectric Transformer," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1315-1320.

[9] H. Kim, "Development of d stand-alone solar street light controller intergrated," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2014, pp. 641-647.

저자 소개

김희철(Hee-Chul Kim)



1990년 조선대학교 대학원 컴퓨터 공학과 공학석사
 2003년 조선대학교 대학원 컴퓨터 공학과 공학박사
 1982년 ~1985년 육군통신장교 중위 전역
 현재 광주대학교 컴퓨터공학과 교수
 2012년 ~현재 광주광역시 사회적기업 네트워크 운영위원
 2012년 ~현재 광주광역시 지방건설기술심의위원회 평가위원
 2013년 ~현재 전라남도 지방건설기술심의위원회 평가위원
 ※ 관심분야 : RFID/USN, 임베디드시스템, IoT, 신재생에너지, 네트워크 분석 및 설계