The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 14, No. 5, pp.167-172, Oct. 31, 2014. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.5.167
JIIBC 2014-5-23

# ICT를 활용한 스마트에너지관리시스템에 관한 연구

# A Study on Smart Energy Management System using Information and Communication Technology

이용수*, 허준**, 최용훈***

**Yong-Soo Lee*, Jun Heo**, Yong-Hoon Choi*****

**요 약** 근래 들어 세계적으로 에너지에 대한 관심이 날로 증폭되어 가고 있다. 세계경제계의 화두 역시 녹색 에너지이고 각국 정부 역시 녹색 에너지를 경제회복의 선봉장으로 두고 있다. 한 국제연구소는 2030년까지 전 세계가 이 녹색 에너지 분야에만 투자하는 돈이 7조 달러로 한화로 환산하면 대략 7,000조원에 이를 것으로 전망하기도 하였다. 이에 우리나라 역시 이러한 녹색 에너지에 동참하고 있다. 전력을 생산하기 위해서는 전력 생산 시설과 연료 공급이 필수적이지만 공급에는 한계가 있다. 생산량을 증가 하는 것보다 더 중요한 것은 생산된 전력을 효율적으로 절감하는 것이다. 현재 사용 중인 에너지관리는 에너지를 소모하는 장비들의 효율적인 제어를 위하여 환경을 측정하여 설치된 장비를 조절하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 에너지에 대한 절감 부분을 해결하기 위하여 국가나 기업체 등에서 많은 정책을 내놓았으나 번번이 해결되고 있지는 못하고 있는 현실이다. 본 논문에서는 에너지관리를 위하여 ICT기술을 이용하려고 한다. 에너지를 사용하는 환경의 변화를 최소화하면서 축적된 데이터를 활용한 방법으로 장비를 제어하는 스마트에너지관리시스템을 제안하고자 한다.

**Abstract** Recently interest in energy is becoming increasingly amplified in the world. Green energy is the buzzword of the world's business community as well as governments also leave a green energy seonbongjang of economic recovery. According to the International Institute for Energy, it will be expected to invest in the field of green energy about 7 trillion dollar traslated into 7,000 trillian won around the world by 2030. Thus production, supply, reduce and reuse policies and techniques for green energy came pouring out like a flood. But there is a limit to the fuel supply in order to produce a power generation facility and the power supply that is essential. Reducing produced power efficiently is more important than the increasing of power production. At present, using a method that controls the equipment installed by measuring the environment for efficient control of the energy management of energy-consuming devices that are in use. But the reality is that many policies of national and corporate to did not work to solve a part of the energy savings. In this paper, I proposes a smart energy management system to control the equipment by using the accumulated data obtained with minimal changes in the environment using the energy.

**Key Word :** Green Energy, Green Growth, Energy Management, Energy Saving

*종신회원, 여주대학교 컴퓨터정보과
**정회원, 경민대학교 정보통신과
***정회원, 광운대학교 제어계측공학과
접수일자 : 2014년 8월 29일, 수정완료 : 2014년 9월 29일
게재확정일자 : 2014년 10월 10일

Received: 29 August, 2014 / Revised: 29 September, 2014
Accepted: 10 October, 2014
*Corresponding Author: diclee@yit.ac.kr
Dept. of Computer & Information, Yeoju Institute of Technology, Korea

# I. 서 론

최근 우리나라는 에너지 소비의 증가와 전력 발전소의 부실로 심각한 전력난을 겪고 오고 있다. 전국적으로 대규모 정전사태가 일어나고 있으며 전력 수요량이 실제 발전 공급량을 넘어 예비전력이 제로인 전국적 블랙아웃이 발생하는 위급한 상황이 발생되었다. 국가에서는 향후 우리나라 주요 에너지원인 화석연료 의존에서 탈피해서 친환경 에너지 소비체계 구축, 에너지절약과 이용 효율의 제고, 신 재생에너지 이용 확대 등 다양한 방향으로 정책을 마련하고 있다.

현재 제시되고 있는 에너지 정책 중에서는 에너지 절약과 이용 효율을 높이기 위하여 에너지 정보를 모니터링하고 이를 시스템과 연동하여 컨트롤 및 운영하고 이러한 일련의 과정을 최적화하는 자동화된 에너지관리시스템이 개발되고 있다.[1] 이 시스템은 에너지를 사용하는 환경에서 발생되는 데이터를 가지고 최적의 환경을 만들 수 있도록 에너지 사용기기를 제어하는 방식으로만 이용하고 있다. 에너지관리시스템이 에너지 사용 환경 설정에 대한 기준이 모호한 형태로 에너지 사용기기를 제어한다면, 에너지 절약과 이용 효율을 극대화하려고 하는 에너지 관리 정책이라고 할 수 없다.

본 논문에서는 에너지 절약과 이용 효율을 극대화하는 에너지 관리 정책으로 에너지 사용 환경에서 발생되는 다양한 데이터를 사용하여 에너지 사용기기를 제어하는 스마트에너지관리시스템을 제안하고자 한다.

제2장에서는 널리 사용되고 있는 에너지관리시스템과 에너지 사용 환경에서 발생되는 데이터를 처리하여 이용하는 ICT기술에 대하여 알아본다. 제3장은 본 논문에서 제안하는 ICT기반의 스마트에너지관리시스템에 대하여 소개하며, 제4장은 스마트에너지관리시스템을 적용한 시뮬레이션 결과를 도출해 본다. 제5장은 결론을 기술한다.

# II. 본론

## 1. 에너지관리시스템(Energy Management System)

현재 사용 중인 에너지관리시스템은 단순히 상황인지를 이용한 에너지 관리 시스템으로 실내온도 정보, 설정온도 정보 및 조도정보를 포함한 내부 환경정보와 외부 날씨 정보 및 시간 정보를 포함하고 있는 외부 환경정보를 수집하고 있다. 또한 에너지 이력 정보를 이용하여 에너지 소비량을 최소화하는 정도의 시스템을 운영하고 있다. 에너지관리시스템은 많은 분야에서 사용하고 있으며 특히 건축관련 분야에서 제일 많이 활성화 되어 있다.

에너지관리시스템이 가장 많이 도입하고 활용하고 있는 건축분야에서는 빌딩에너지관리시스템(Building Energy Management System)을 컴퓨터를 사용하여 건물 관리가 합리적인 에너지 이용이 가능하게 하고 쾌적하고 기능적인 업무 환경을 효율적으로 유지·보전하기 위한 제어·관리·경영 시스템이라고 정의하고 있다. 또한 건물관리자가 사용자의 쾌적하고 기능적인 업무환경을 효율적으로 유지·보전하기 위해 ICT 기술을 이용하여 합리적인 건물에너지 소비가 가능하도록 구현하는 건물 에너지 제어·관리·경영 통합시스템이라고 한다.

그러나 이와 같이 사전적 정의만으로는 건물에너지관리시스템에 대한 이해가 쉽지 않다. 따라서 건물관리에 있어 중앙집중형 관리는 정보 수집을 위한 센서와 제어기로부터 받은 지시를 수행하는 구동장치 또는 액츄에이터 및 이들 요소와 서버를 연결하면서 데이터 변환과 통신 및 제어기능을 수행하는 Director Digital Controller로 구성되어 있는 것이 일반적이다. 서버에는 Director Digital Controller 등의 단말장치로부터 받은 정보를 저장하고 이를 이용한 설비의 정상작동 여부를 운영자에게 알려주는 한편, 운영자가 입력한 제어 목표값을 설비별 제어기에 전달하는 기능을 수행하는 Human-Machine Interface 소프트웨어가 설치되어 있다.[2]

국내외 빌딩에너지관리시스템에서는 수집된 데이터의 운영현황에 대하여 살펴보면, 미국에서는 단독주택의 에너지 소비패턴을 웹기반으로 간단히 분석하는 기능 제공, 건물 제원과 유틸리티 요금을 입력하면 에너지와 비용절감 방법을 제공하고 있다. 노르웨이외 기타국가에서는 주변 장치, 계량기, 로거, BAS, 그리드 회사, 에너지 브로커, 제어장치, 제조 데이터 등의 다양한 장치로부터 데이터를 수집을 한다. 실시간 자료수집과 경보, 시스템 제어, 전력품질과 신뢰성 분석등을 통해 에너지 비용을 절감하며 에너지 소비의 체계적인 분석, 개선방안 문서화, 개선방안별 에너지 비용과 소비에 미치는 영양 분석을 한다. 특정 지역의 과거 10분 간격의 유틸리티 사용량 추적을 통해 특정시기에 대한 절감방법 효과검증 기능을 수행한다. 공조 및 조명설비 분석 S/W로 구성되어 최소의 비용으로 데이터를 수집해서 대표적인 문제의 해결책

을 결정하는 기능을 제공하기도 한다.[3)]

### 2. ICT기술

우리가 살고 있는 공간에서는 다양한 기능의 센서를 통하여 데이터 수집이 가능하게 되면서 데이터의 규모는 폭팔적으로 증가하고 있다. 데이터 저장은 파일에서 데이터베이스, 데이터웨어하우스 규모를 넘어 빅데이터 환경으로 변화하고 있으며 빅데이터 기반의 분석과 처리가 요구되고 있으며, 인터넷의 보급은 초고속통신망을 기반으로 유무선 통신이 활성화 되면서 모든 기기들이 하나의 네트워크로 묶여지고 있다. 데이터와 통신의 발전은 인공지능적인 소프트웨어를 요구하는 현실이다. ICT기술의 발전은 에너지관리시스템에 적용하고자 한다.

우선적으로 센싱 기술은 전통적으로 온도, 습도, 열, 가스, 조도, 초음파 센서 등에서부터 원격 감지, SAR, 레이더, 위치, 모션, 영상 센서 등 유형 사물과 주위 환경으로부터 정보를 얻을 수 있는 물리적 센서를 포함한다. 최근에 물리적 센서는 응용 특성을 좋게 하기 위해 표준화된 인터페이스와 정보 처리 능력을 내장한 스마트 센서로 발전하고 있으며, 센싱 기능에는 무형 사물, 즉 이미 센싱한 데이터로부터 특정 정보를 추출하는 가상 센싱 기능도 포함되며 가상 센싱 기술은 실제 IoT 서비스 인터페이스에 구현된다. 기존의 독립적이고 개별적인 센서보다 한차원 높은 다중(다분야) 센서기술을 사용하기 때문에 한층 더 지능적이고 고차원적인 정보를 추출한다.

유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술은 사물인터넷의 유무선 통신과 네트워크 장치는 기존의 WPAN, WiFi, 3G/4G/LTE, Bluetooth, Ethernet, BcN, 위성통신, Microware, 시리얼 통신, PLC 등, 인간과 사물, 서비스를 연결 시킬 수 있는 모든 유무선 네트워크를 의미한다. 이에 사물인터넷의 보안 이슈를 유무선 통신 및 네트워크 인프라 관점에서 봤을 때 각 통신 방식과 프로토콜에 따라 다양한 보안 이슈가 있음을 알 수 있다.

사물인터넷 서비스 인터페이스는 사물인터넷의 주요 3대 구성 요소인 인간, 사물, 서비스를 특정 기능을 수행하는 응용 서비스와 연동하는 역할을 수행하는 부분을 의미한다. 사물인터넷 서비스 인터페이스는 네트워크 인터페이스의 개념이 아니라 정보를 센싱, 가공, 추출, 처리, 저장, 판단, 상황인식, 인지, 보안(프라이버시 보호), 인증(인가), 디스커버리, 객체 정형화, 온톨로지기반의 시맨틱, 오픈 센서 API, 가상화, 위치확인, 프로세스 관리, 오픈 플랫폼 기술, 미들웨어 기술, 데이터 마이닝 기술, 웹 서비스 기술, 소셜네트워크 등 서비스 제공을 위한 인터페이스(저장, 처리, 변환) 역할을 수행한다. 예를 들어, Text analytics, Data fusion,m 데이터마이닝 등의 기술은 단순 센싱한 방대한 양의 데이터를 기반으로 사용자 수요에 따라 재조합 및 구성하여 그에 부합하는 의미 있는 정보를 새롭데 취할 수 있도록 한다. 즉, 연관성이 없어 보이는 무질서한 기존 센싱 데이터를 분류 및 가공, 처리함으로서 상황에 맞는 의미 있는 정보를 추출할 수 있다.

## III. 스마트에너지관리시스템

### 1. 메인 서버 시스템

시스템 구성은 추론엔진서버(Inference engine Server) 와 데이터마이닝서버(Data Mining Server)로 구성되어 있으며, 예를 들어 계약전력, 방문객수, 날씨, 사용전력, 피드백 결과, 이벤트 데이터 등과 같은 데이터들이 데이터베이스에 구축 수집되어 있다.

추론엔진서버는 이전의 추론 값과 피드백 결과의 비교를 통해 스스로 학습하고, 입력 값을 조합하여 월간, 주간 전력 사용량을 계산하는 기능을 한다. 수집된 데이터는 수집된 기간에 따라 월간, 주간 전력 구축되어져 있으며 입력되는 데이터의 종류는 계약전력, 방문객수, 날씨, 피드백 결과 등이다.

데이터마이닝서버는 에너지 사용 환경이 유사한 데이터를 찾아주는 기능을 한다. 입력되는 데이터는 계약전력, 방문객수, 날씨, 평형, 향, 위치 등이다. 현재 월간, 주간 전력 사용량을 계산하려는 데이터와 유사한 조건들을 비교 분석하여 유사성이 높은 데이터에 대한 패턴을 추출한다.

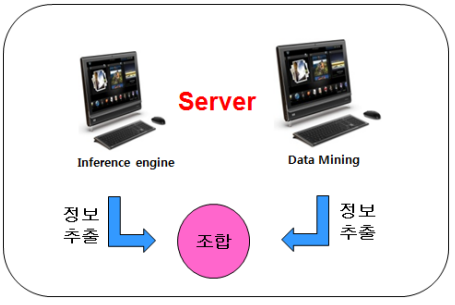


그림 1. 메인서버 시스템
Fig. 1. Main Server System

## 2. 메인 서버 시스템 기능도

메인 서버 시스템 기능도는 Server Comm. Thread, 관제 Server Comm. Thread, Inference Thread, Data Mining Thread라는 4개의 Thread로 나누워진다. 4개의 Thread로 나누워진다.

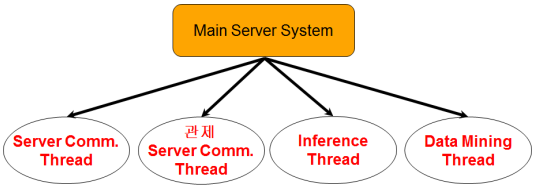


**그림 2. 메인서버 시스템 기능도**
**Fig. 2. Main Server System Function Diagram**

Server Comm. Thread는 초기 임계값 및 기본값을 저장하고 있는 상태로 Server 초기화 때 모든 임계값 및 기본값 데이터를 TCP/IP통신을 통해 Server에 송신한다. Server들로부터 수신되는 전체 데이터 즉, 월간, 주간, 일간, 시간 당 전체 사용전력, 전체 누진전력, 전체 예상누진전력을 취합하고 출력한다. Server들에 대한 상태 및 장애를 관리 한다. Server 중 1대에 장애가 발생하여 운용불가 상황 발생시 해당 Server가 관리하고 있는 데이터들로부터 현재 운용중인 모든 데이터를 수신 받아 해당 Server가 정상 가동될 때까지의 역할을 수행한다.

관제 Server Comm. Thread는 Server 관제용 Server 1번이 Active 상태이고 Server 관제용 Server 2번이 Standby 상태로 상호 주기적(1일 1회)으로 Standby 관제용 Server는 Active 관제용 Server로부터 모든 운용정보를 백업 받아 Active 상태였던 관제용 Server 1번에 결함이 발생할 경우 Standby 상태이던 Server 2가 Active가 되어 Server들을 관제하고 Active 상태였던 Server1이 Standby로 천이되어 즉각적으로 Server1에 대한 정상화 조치가 취해 져야 한다.

Inference Thread는 날씨, POS, EMS, Meter, DR 데이터 DB&Server들로부터 TCP/IP를 통해 수신한 백 데이터들과 Controller로부터 올라온 피드백 결과 등을 이용하여 Inference Engine을 통해 최고/최적/최저의 결과를 도출하여 해당 데이터에 대한 월간 전력량 사용 계획을 도출한다.

Data Mining Thread로부터 제안된 유사데이터 중에서 월간 최대절전 값이 있다면 해당 값으로 월간 전력량 사용 계획ㄷ 수정 도출 후 해당 유사 데이터에 대한 백 데이터를 해당 점포의 candidate에 포함시킨다. Data Mining을 포함하여 추론된 최종 월간 전력량 사용 계획에 이벤트 일과 같은 특수 인자를 포함하여 주간 전력량 사용 계획을 도출한다. 최종적으로 해당 데이터의 Controller에게 매일 주간 단위로 전력량 사용 계획을 송신한다. 추론에 대한 결과를 피드백 받아서 그 결과를 통해 지속적으로 Self Learning 하여 데이터의 특성에 최적화된 Smart Self Learning 추론엔진을 지속적으로 진화시킨다. Data Mining Thread는 날씨, POS, EMS, Meter, DR 데이터 DB&Server들로부터 TCP/IP를 통해 수신한 백 데이터들과 여러 다른 데이터들 중에서 계약전력, 월간 전력사용 패턴, 평수, 향, 상권, 방문객 수 등이 유사한 데이터를 Data Mining 기법으로 추론엔진에게 유사 데이터 비교 결과를 제안한다.

## 3. 컨드롤

스마트에너지관리시스템에서 이용환경을 제어하는 디바이스를 컨트롤(Conroller)이라고 한다. 컨트롤은 서버로부터 입력 받은 전력 사용 계획, 온도, 습도, CCTV, 조도 등의 센서에서 수신한 값 등을 입력 받아 일간, 시간에 대한 전력 사용 계획 데이터를 이용하여 디바이스(예를 들어 냉온방기, LED 도는 형광등 등)를 제어하는 기능을 가지고 있다. 컨트롤에는 입력된 데이터를 추론하는 기능을 갖은 추론엔진컨트롤과 냉온방기, LED또는 형광등을 제어하는 시스템이 포함되어 있다.

**그림 3. 컨트롤 구성도**
**Fig. 3. Controller Diagram**

추론엔진컨트롤은 실시간으로 조도, 온도/습도 센서에서 얻은 데이터와 서버로부터 주간 전력 사용 계획, 이전 추론 값과 피드백 결과의 비교를 통해 스스로 학습하고 입력 값들을 조합하여 해당 데이터에 대한 일간 및 시

간 전력 사용량에 따른 온도, 습도 및 조도 제어 값을 계산한다. 추론엔진컨트롤에서 생성된 값을 이용하여 제어 시스템을 통해 보내져서 냉온방기와 LED도는 형광등을 제어한다.

## IV. 성능평가

본 논문에서는 에너지관리를 위하여 서버와 컨트롤에서 에너지관리를 하게 된다. 성능평가를 위하여 다음과 같은 시나리오를 설정하여 일일 전력량과 월간 전력 사용량에 대하여 비교한다. 성능평가는 전국에 유사한 규모의 소매점포를 운영하고 있는 프랜차이즈 형태로 존재하는 소매점포를 설정한다.

본사에서는 소매 점포에 대한 모든 데이터를 관리하며 본사에서 관리하는 데이터 중 고객 수, 날씨, 월 사용 전력량은 최대 5년간의 데이터를 보유하고 있다. 해당 소매 점포의 규모는 실 평수 15평이다. 본사의 역할은 날씨 DB, POS DB, EMS DB, Meter Data DB, DR DB등의 빅데이터와 소매 점포로 부터 수신한 피드백 결과를 이용하여 추론과 온톨로지를 통해 각 소매 점포에서 사용할 시간 별 전력사용량을 큰 범주에서 수립 후 시간 당 그리고 주간 전력사용량을 소매 점포용 컨트롤로 매일 누적하여 송부해 줌으로써 본사와 소매점포간의 네트워크 단절과 같은 상황에서도 최대 1주일간 소매 점포에서는 전력관리를 할 수 있다.

소매 점포에서는 본사로 부터의 시간 별 전력 사용량, 온도, 습도 센서와 조도센서에서 수신한 값, 인터넷을 통한 실시간 날씨 그리고 피드백 결과 등을 이용하여 추론을 통해 세부적인 범주에서 시간 단위 또는 분 단위로 해당 점포의 장비들에 대한 온도, 습도 및 조도 제어 값을 계산하여 장비들에 적용한 결과를 피드백 받아 자신의 추론에 재 입력하여 Self-Learning을 하며 본사에도 적용한 결과를 피드백하여 본사에서의 추론에서도 Self-Learning을 함으로써 시간이 지나면 지날수록 본사와 소매 점포에서 수행되는 추론이 점차 고도화되며 최적화 될 수 있다.

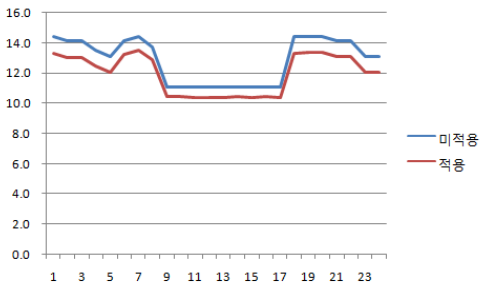


**그림 4. 일일 전력 사용량**
Fig. 4. Daily electricity consumption

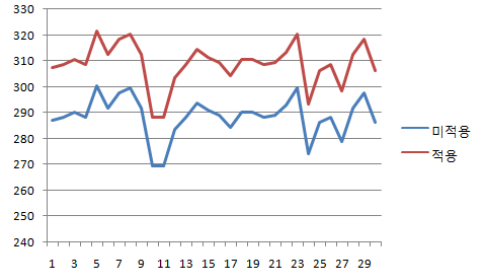


**그림 5. 월간 전력 사용량**
Fig. 5. Monthly electricity consumption

## V. 결 론

본 논문에서는 스마트에너지관리시스템에 대하여 제안하였다. 스마트에너지관리시스템은 에너지관리시스템에 ICT 기술을 이용하여 에너지관리하게 되었다. 기존 에너지관리시스템은 센싱된 데이터를 이용하여 에너지 사용 환경을 제어하는 시스템으로 여러 가지 환경 변환에는 대처할 수 없으므로 에너지 절약에 한계를 가지고 있다. 본 논문에서 제안한 시스템은 에너지 사용 환경에서 수집되는 데이터를 구축하여 추론엔진을 통하여 최적의 데이터를 추출하여 에너지 사용 장비에 사용하게 된다. 또한 데이터마이닝에서는 유사한 데이터로 구축되어 있는 에너지 데이터 사용 환경을 추출하여 에너지 사용 장비에 사용하게 된다. 위와 같은 방법으로 제어된 에너지 사용 장비로 인하여 에너지 절감을 할 수 있었다.

마지막으로 스마트에너지관리시스템에서 사용하는 입력데이터는 본 논문에서는 냉온방기, 조명으로만 시험하였지만 향후 여러 가지 에너지 사용 환경에서 사용되는 변수를 사용하여 연구되어야 한다.

## References


[1] H.J. Moon, K.A. An, and M.S. Choi, A simulation-based control approach in a mechanical ventilation system, Proceedings of ASim, Shanghai, China, 2012

[2] H.j. Moon and M.S. Choi, The effect of weather data in an integrated real-time building simulation connected to a monitoring system, Proceedings of ISOEN, Daegu, Korea, 2013.

[3] M. Wetter, Building control virtual test bed user manual version 1.1.0, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2012.

[4] X. Pang, M. Wetter, P. Bhattacharya, P. Haves, A framework for simulation-based real-time whole building performance assessment, Building and Environment 54, 100-108, 2012.

[5] Z, O'Neill, M. Shashanka, X. Pang, P. Bhattacharya, T. Bailey, P. Haves, Real-time model based energy diagnostics in buildings, Proceedings of Building Simulation, Sydney, Australia, 2011.

[6] A. K. Dey., "Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications", PhD thesis, Georgia Institute of Technology, Noember, 2000.

[7] S. Sigg, S. L. Lau, S. Haseloff, "Approaching a definition of context prediction", In Proceedings of the Third Workshop on Context Awareness for Proactive Systems, 2007.

[8] Matthew Horideg, Horrideg, Holger Knublauch, Alan Rector, A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Proteget-OWL Pluging and CO-oDE Tools, The University of Manchester, 2004.

[9] Wang, W., Dong, J.S., Chin, C.Y., "Semantic Space: an infrastructure for smart spaces", Pervasive Computing, IEEE, Vol. 3, Issue 3, pp.32-39, 2004.

[10] Minsu Jang, Joo-chan Sohn, "Bossam: AnExtended Rule Engine for OWL Inferencing", Proceeding of RileML(LNCS Vol. 3323), 2004.

[11] Y. S. Lee, J. Heo, Y. H. Choi,"A Study for Space-based Energy Management System to Minimizing Power Consumption in the Big Data Environments", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC) Vol. 13 No.6, 2013.

[12] K. Y. Lee, M. J. Lim, J. J. Kang, J. J. Kim,"An Efficient Spatial Index Structure for Main Memory", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 9, No. 2, 2009.


## 저자 소개


**이 용 수(종신회원)**

- 1986년 : 명지대학교 컴퓨터공학과 공학사.
- 1989년 : 건국대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2013년 : 광운대학교 제어계측공학과 박사수료
- 현 재 : 여주대학교 컴퓨터정보과 교수

<관심분야 : 센서 네트워크, 빅데이터>

- Email : diclee@yit.ac.kr

**허 준(정회원)**

- 2000년 : 서강대학교 컴퓨터공학과 공학사.
- 2002년 : 서강대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2013년 : 광운대학교 제어계측공학과 공학박사
- 현 재 : 경민대학교 정보통신과 교수

<관심분야 : 민간 및 군 통신 네트워크>

- Email : heojun9@chol.com

**최 용 훈(정회원)**

- 1995년 : 연세대학교 전자공학과 공학사.
- 1997년 : 연세대학교 전자학과 공학석사.
- 2001년 : 연세대학교 전기전자공학과 공학박사
- 현 재 : 광운대학교 로봇학부 교수

<관심분야 : 차량 통신 시스템, 네트워크 관리, 그린이동통신>

- Email : yhchoi@kw.ac.kr