

# 택내 에너지 관리 최적화를 위한 환경센싱 기반 제어 방법

은순기, 최원석, 최성곤  
충북대학교 정보통신공학부  
e-mail : eunsk@chungbuk.ac.kr, wschoi@chungbuk.ac.kr,  
sgchoi@chungbuk.ac.kr

## Energy Optimized Management algorithms base on Environment in Home Area

Soon-Ki Eun, Won-Seok Choi, Seong-Gon Choi  
College of Electrical and Computer Engineering, Chungbuk National University

### 요 약

최근 전력수요의 급증으로 에너지 소비를 절감하기 위한 연구가 급부상하고 있다. 하지만 대부분의 사물인터넷 서비스들은 사람의 편의성을 위한 방향으로 발전해왔기 때문에 에너지의 효율화에 대한 고려가 부족하다. 따라서 본 논문에서는 실내 환경 상태 센싱을 통한 에너지 관리 최적화 알고리즘을 제안한다. 에너지 관리 최적화 알고리즘은 실내에 설치된 센서를 통해 환경 정보를 모니터링하고 불필요하게 낭비되는 대기전력을 차단한다. 온도, 조도, 습도 등 센싱된 정보는 주어진 임계값 내에서 사용자 환경에 적응적으로 최적화하여 에너지 소모를 감소시킨다. 성능분석결과 기존의 소비전력환경 대비 LED조명의 경우 하루에 약 180W의 대기전력을 절약하였고, 에어컨의 경우 한달에 약 38,550kW의 대기전력을 절약하여 환경에 따른 에너지 절약효과를 보였다.

### 1. 서론

최근 전력수요가 급증하고 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 전력산업에서는 효율적인 에너지 사용을 이끌어내는 것이 화두가 되고 있다. 가정용 대기전력 연간 소모량 측정사례에서 기존선진국 수치를 호주, 일본, 미국 등에서 대기전력 소모량이 높은 것으로 나타났다. 한국의 경우도 소비전력이 증가하면서 대기전력 또한 크게 증가하고 있다. 이러한 대기전력의 낭비를 줄이기 위한 기술들이 존재한다. 대표적으로 스마트 그리드를 예로 들 수 있다. 스마트 그리드는 전력계통과 네트워크의 연계를 통해 효율적인 서비스를 제공하기 위한 기술이다.[1][2]

사물인터넷은 이런 시대적 흐름 속에서 기존전력망에 ICT를 융합시켜 기기 및 시스템의 지능화를 향상시키고 있다. 사물인터넷은 풍부한 기존의 인터넷 인프라를 통해 더욱 빠르게 일상화 되었다. 현재 우리 주변에서 흔히 사용하고 있는 IoT서비스들은 RFID 방식의 교통카드, 편의점에서 가격정보를 읽는 바코드, 택배 배송추적, ATM 기기, 공장/설비 관리 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.[1]

하지만 기존의 사물인터넷 관련 연구는 사용자의 편의성에 맞춰진 서비스들이 대부분이다. 이러한 서비스는 사용자의 편의성을 고려한 서비스를 주로 제공하기 때문에 에너지 소비효율성에 대한 고려가 부족하다.[3]

본 논문은 실내가전의 대기전력을 주변 환경 상태에 따라 동적으로 관리 할 수 있는 에너지 효율 최적화 알고

리즘을 제안한다. 실내에 장착된 센서는 실내의 환경을 감지하며 환경파라미터결과 값을 토대로 알고리즘을 결과를 도출한다. 이를 통해 실내기기를 제어하여 불필요한 대기전력을 절약하는 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다 먼저, 2장에서는 본 논문과 관련된 연구에 대해 소개한다. 3장에서는 본 논문의 제안에 있어 시스템의 개념도 및 에너지 관리 최적화 시스템의 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 알고리즘의 시나리오별 성능분석을 평가하고, 마지막 5장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 사물인터넷

사물인터넷(Internet of Things)은 사물에 센서등을 부착하여 관련된 정보를 사물과 사물 또는 사용자와 주고받는 환경을 말한다. 이 기술은 사물을 통해 수집된 정보를 통해 사용자의 기호에 맞게 서비스를 제공해주기 위한 용도로 주로 이용된다. 여기서의 사물은 가전제품, 스마트 기기등을 다양한 기기들을 말한다.[1]

#### 2.2 스마트 그리드

스마트 그리드(Smart Grid)는 IT와 전력계통의 기술을 융합한 지능형 전력망으로 에너지 효율을 최적화 한 전력망의 진화된 형태이다. 스마트 그리드는 기존의 단방향 전

력방에 정보 기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양 방향으로 정보를 교환함으로써 에너지의 효율을 최적화한다. 스마트 그리드는 발전소, 스마트 홈, 스마트 팩토리, 스마트 빌딩, 마이크로 그리드 등의 분산 에너지 및 소비원이 결합된 형태로서, 그 중 스마트 홈은 유비쿼터스와 결합하여 소비자보다 하여금 보다 편리하게 전력을 절감할 수 있도록 네트워크와 IT, 전력사용이 결합된 형태이다. 스마트 홈은 에너지 효율 제고와 자발적 에너지 절약 유도, 피크 전력 감소에 따른 설비 투자 절감 효과, 신재생 에너지 확산 기반 등의 효과를 창출할 수 있다[1].

### 2.3. 대기전력에 따른 소비에너지

대기전력은 전력낭비의 주범으로 인식되어있으며 한국은 가정마다 사용되는 전력량의 증가 함께 대기전력 또한 크게 증가하였다. 그만큼 낭비되는 전력이 많은 것이다. (표 1)은 현재 국내에서 가정의 전기사용량 대비 대기전력량의 비율을 나타낸 것이다. 소비전력 대비 대기전력의 비율은 측정 시기별로 다르지만 약 6.65~ 9.45%로 상당한 수준의 에너지가 낭비됨을 알 수 있다. 이 대기전력 비율은 대가족이고 전자시기 구입시기가 오래된 가정일수록 대기전력의 낭비가 심해진다.[2]

<표 1> 전기사용량 대비 대기전력비율

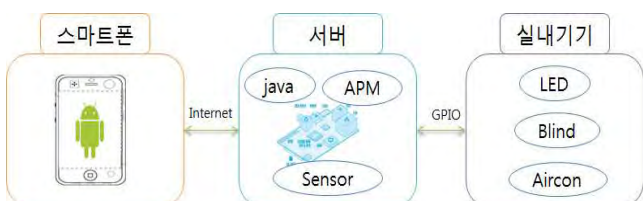
	전기사용량 (kWh)	대기전력량 (kWh)	비율(%)
2013.05	202	19.08	9.45
2013.08	381	27.94	7.33
2012.02	306	20.35	6.65

따라서 본 논문에서의 방법은 대기전력의 낭비를 줄이기 위해 실내 환경을 고려한 알고리즘을 제안하고 적용시 소비전력을 분석한다.

## 3. 제안방안

### 3.1. 실내에너지 관리 최적화 구현 개념도

본 논문에서 제안하는 실내 에너지관리 개념도는 (그림 1)과 같이 제안한다. 서버와 클라이언트 형태로 구성되어 있으며 서버는 사용자의 스마트폰에서의 요청에 따라 수동적으로 실내의 기기를 제어한다. 또한 환경센서를 이용하여 현재 실내의 환경상태정보를 확인하고 에너지 관리 최적화 알고리즘을 통해 실내의 기기를 제어한다.



(그림 1) EMS Smart Home 개념도

### 3.2. 에너지 관리 최적화 알고리즘

본 논문에서 제안하는 에너지 관리 최적화 알고리즘은 실내의 장착된 센서를 통해 알고리즘에 필요한 파라미터 값을 확인한다. (표 2)는 알고리즘에 사용되는 센서와 용도 그리고 얻을 수 있는 파라미터에 대하여 정의 하였다. P<sub>Lux</sub>(조도)는 실내의 조도센서를 통해 확인하는 조도 파라미터로 LED와 블라인드 제어에 관여한다. P<sub>Temperature</sub>(온도)는 실내의 온도센서를 통해 확인하는 온도 파라미터로 에어컨 제어에 관여한다. P<sub>Humidity</sub>(습도)는 실내 온도센서를 통해 확인하는 습도 파라미터로 에어컨 제어에 관여한다.

<표 2> 센서정보에 따른 알고리즘 적용

센서	용도	알고리즘 파라미터
조도 센서	조도 감지	P <sub>Lux</sub> (조도)
온습도 센서	온도 감지	P <sub>Temperature</sub> (온도)
	습도 감지	P <sub>Humidity</sub> (습도)

센서를 통해 실내의 파라미터 값을 얻어오게 에너지 관리 최적화 알고리즘을 통해 실내의 기기들이 제어된다. 아래는 (그림 2)는 알고리즘을 코드 형태로 표현한 것이다. 알고리즘이 시작되면 필요한 파라미터인 P<sub>Lux</sub>(조도), P<sub>Temperature</sub>(온도), P<sub>Humidity</sub>(습도), Season(계절)을 확인한다. 여기서 기준파라미터와 다른 Season(계절) 파라미터는 센서를 통해서 가져 오지 않고 프로그래밍을 이용한 계절주기 에 따른 값을 나타낸다. 그 후 각 파라미터를 통해 기기를 동작시키게 된다. P<sub>Lux</sub>(조도)는 900~1000의 기준 값을 가진다. 기준 값에 해당할 경우 충분히 밝다고 판단하여, 조명을 끄고 블라인드를 올린다. 값을 충족하지 못할 경우 조명을 켜고 블라인드를 내린다. P<sub>Temperature</sub>(온도)와 P<sub>Humidity</sub>(습도)는 Season(계절)을 통해 기준 값이 결정된다. 여름일 경우 P<sub>Temperature</sub>(온도)는 26~28도를 기준 값으로 가진다. P<sub>Humidity</sub>(습도)는 상대습도 기준 20~40%를 기준으로 한다. 여름에 해당하는 두 값이 전부 해당할 경우 에어컨을 동작시킨다. 만일 그이하의 경우에는 에어컨동작을 정지시킨다. 겨울일 경우 P<sub>Temperature</sub>(온도)는 18~20도를 기준 값으로 가진다. P<sub>Humidity</sub>(습도)는 상대습도 기준 20~40%를 기준으로 한다. 겨울에 해당하는 두 값이 전부 해당할 경우 히터를 동작시킨다. 만일 그 이하의 경우에는 히터의 동작을 정지시킨다. 에너지 관리 최적화 알고리즘은 지속적으로 변하는 파라미터를 읽어와 동적으로 실내 기기의 동작에 반영시킨다.

```

START Energy Algorithm

READ PLux, PTemperature, PHumidity, Season

if(900<=PLux<=1000)
    {LED off , Blind up}
else if(PLux<900 )
    {LED on, Blind down}

switch(season){
case: winder
if(20<=PHumidity<=40
&&
18<=PTemperature<=20)
    {Heater on}
else
    {Heater off}
break;

case: summer
if(20<=PHumidity<=40
&&
26<=PTemperature<=28)
    {Aircon on}
else
    {Aircon off}
break;
}
    
```

(그림 2) 에너지 관리 시스템 알고리즘

알고리즘에 이용되는 P<sub>Lux</sub>(조도)의 값은 900~1,000으로 (표 3)은ANSI(American National Standard Institute)에서 지정한 조도 기준을 참고하였다.[5]

<표 3> 장소에 따른 조도적정기준

광원	조도(lux)
보름달, 밝은 밤	0.25
촛불	1
해돋이와 해넘이	400
한여름 대낮의 태양	100,000
인공조명, 우수한 조명의 사무실	1,000
인공조명, 평균적 거실	100
거리조명	5~30

조도 값에 의한 제어가 끝나면 계절의 값에 의한 제어를 한다. 계절은 계절주기를 계산하여 여름과 겨울로 구분하여 제어를 한다. 계절별 적정 온도 및 습도는 (표 4)의 에너지 관리공단에서 제안된 실내 온도 및 습도를 이용하여 작성되었다.[5]

알고리즘에 이용되는 P<sub>Temperature</sub>(온도), P<sub>Humidity</sub>(습도)는 에너지 관리공단의 적정실내온도에 대한 자료를 참고하였다. (표 4)는 에너지 관리 공단에서 제공한 계절별 적정 온습도의 수치이다.

<표 4> 계절별 온습도 적정기준

종류	범위
쾌적한 실내온도	21.2 ~ 25.5 °C
겨울철 실내온도	18~20 °C
여름철 실내온도	26~28 °C
쾌적한 습도	28 ~ 40 %

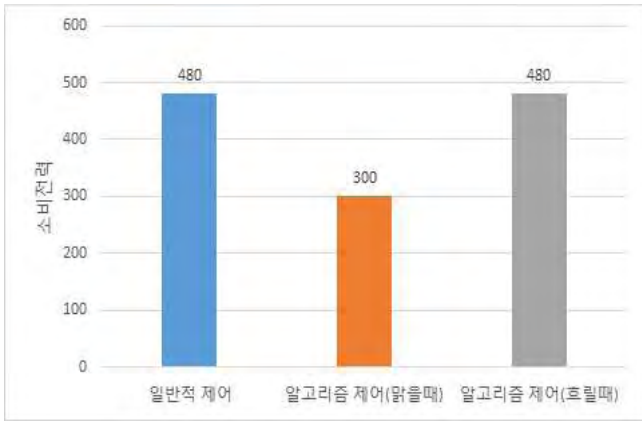
#### 4. 성능분석 및 구현결과

본 논문에서 제안하는 에너지 관리 최적화 알고리즘의 서비스 시나리오를 통해 성능분석결과를 도출하였다. 성능 분석의 시나리오는 맥내에 오랜시간 머무르는 주말을 대상으로 테스트하였다. 일반적으로 에너지를 소모한 경우와 제안된 알고리즘을 적용했을 경우로 나누어 진행하였다. 처음은 알고리즘의 조도를 통해 LED 조명에서 절약 할 수 있는 소비전력을 측정한다. (표 5)는 에너지 소비가 필요 예상 시간이다. 이 시간 동안에는 반드시 에너지를 소비 해야 된다고 가정한다. 조명이 필요한 시간은 약 16시간으로 가정하였다. 에어컨이 필요한 경우는 여름7월을 기준으로 약 6시간으로 가정하였다.

<표 5> 주말 에너지소비 시간

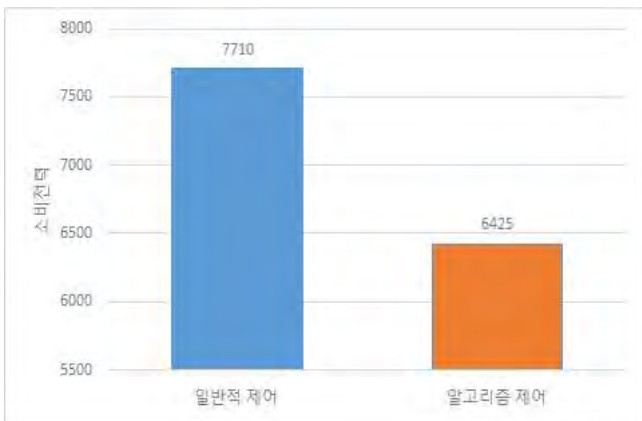
실내 기기	시간	소비 전력
조명	오전8시 ~ 오전12시(약 16시간)	480Wh
에어컨	오후1시~오후7시(약 6시간)	7,710kWh

위와 같은 시나리오를 이용하여 맥내의 소비에너지를 측정하였다. (표 5)의 소비전력의 수치는 테스트로 사용한 조명과 에어컨의 소비전력을 뜻한다. 조명으로 사용한 장비는 소비전력 30W인 LED전등을 이용하였다. (그림 3)의 LED의 시간당 전력을 그래프로 나타내었다. LED전등은 조도를 통하여 제어된다. 조명의 동작시간은 일반적인 제어와 날씨가 흐린 경우 약 11시간에 해당하게 된다. 그렇게 때문에 총 소비되는 전력은 약 30W\*16h=480Wh이다. LED는 제안하는 알고리즘을 통하여 제어 할 경우 날씨가 맑을 경우 약 오후6시간 정도의 조명이 가동시간을 절약 하기 때문에 총 소비되는 전력은 30W\*10h=300W이다. 그래서 실내의 에너지 관리 최적화를 통해 가장 최적의 상태로 상태가 맞춰질 경우 LED에서 절약할 수 있는 대기 전력은 약 180W이다.



(그림 3) 시나리오(LED) 에너지 소비단위(단위 : W)

다른 파라미터인 계절, 온도, 습도를 통해 절약할 수 있는 소비에너지를 측정하였다. 측정기간은 여름으로 실내 적정온도는 26~28도이다. 사용한 에어컨은 1285kW의 소비전력을 가진다. (그림 4)는 7월 동안 에어컨의 소비전력량을 비교한 그래프이다. 일반적 제어의 경우 에어컨의 가동시간은 약 6시간으로  $1,285kW \times 6h = 7,710kWh$ 의 에너지를 소비한다. 제안된 알고리즘을 통해 제어할 경우 실내가 설정되어 있는 온도에 도달하면 기기를 정지시키는 기능을 가지고 있다. 7월 한 달 동안 매일 1시간씩 적정온도에 도달하여 에어컨이 가동이 정지해 있을 경우 절약할 수 있는 에너지는  $1,285kW \times 5h = 6,425kWh$  만큼을 절약 할 수 있다.



(그림 4) 시나리오(에어컨) 에너지 소비단위(단위 : kW)

## 5. 결론

최근 전력수요가 급증하는 환경에 따라 전력산업에서는 에너지 사용에 대한 절약이 중요시 되고 있다. 본 논문에서는 낭비되는 대기전력을 관리할 수 있도록 실내 환경 파라미터를 이용한 실내 에너지 관리 최적화 알고리즘을 통해 낭비되는 소비전력을 줄이는 방법을 제안 하였다.

최적화 알고리즘은 실내 환경에 따라 동적으로 기기를 제어하도록 설계되었으며, 구현한 맥내 환경센싱을 이용하는 에너지 관리 최적화 알고리즘 방식을 통해 단순히 기기를 제어하는 것이 아닌 환경의 변화와 필요에 따라 제

어 될 수 있는 기능을 고려하여 제안한다. 테스트한 결과 본 논문에서 제안한 알고리즘은 기기의 특정한 조건에 맞게 제어하여 일부 낭비될 수 있는 대기전력을 절약할 수 있다.

\* 교신저자: 최성곤(sgchoi@cbnu.ac.kr)

\* 본 연구는 2015년도 산업통상자원부 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (NO. 2014020901)

## 참고문헌

- [1] 김연호, 조용곤, 신동일, 신동규(2011), 스마트 홈을 위한 지능형 에너지절약 시스템, 한국정보처리학회 춘계학술대회 논문집, 제18권 1호
- [2] 황현정, 전영석 (2013), 가정용 전자기기의 대기전력 측정에 따른 에너지 절약 방안, 에너지기후변화교육학회, 127~132
- [3] 조용곤, 김연호, 신동일, 신동규(2011), 대기 전력 절감을 위한 에너지 절감형 스마트 홈네트워크 시스템 구현 및 개발, 한국정보처리학회 춘계학술대회 논문집, 제18권 1호
- [4] 이성희, 정설영, 강순주, 이우진(2014), 실내 위치기반 사물인터넷 채팅 서비스 설계 및 구현, 한국통신학회 논문집, Vol.39C No.10
- [5] ANSI(American National Standard Institute), <http://webstore.ansi.org/>
- [6] 에너지관리공단, 에너지절약 적정실내 온도에 대한 이해