

스마트 홈을 위한 지능형 에너지절약 시스템

김연호, 조용곤, 신동일, 신동규
세종대학교 컴퓨터공학과

e-mail : {yeahnia, ygon21c}@gce.sejong.ac.kr, {dshin, shindk}@sejong.ac.kr

Intelligent Energy Saving System for Smart Home

Yeon-Ho Kim, Yong-Gon Cho, Dong-Il Shin, Dong-Kyoo Shin
Dept of Computer Engineering, Sejong University

요 약

그동안 사회는 유한한 에너지의 과도한 사용으로 인해 온난화가 발생하고, 기상이변과 사회적으로 여러 문제점이 나타나고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 정부는 그린 ICT를 국가전략으로 내세우고 있다. 늘어난 전력량의 큰 원인중 하나는 가전 제품들의 불필요한 재 작동에 있는데, 본 논문에서는 스마트 홈 시스템을 위한 가전기기 재가동 제어를 통해 점점 낭비되는 에너지를 절약 할 수 있는 방법을 제시한다.

1. 서론

풍부한 인터넷 자원과 모바일 기술로 인해 넓은 인프라가 구축 되어가는 현재 우리는 가전제품의 네트워크화로 홈 네트워크라는 용어가 점점 일상화 되어가고 있다. 그러나 그동안 사회는 유한한 에너지의 과도한 사용으로 인해 온난화가 발생하며, 기상이변을 맞이하고, 사회적으로 여러 문제점이 나타나고 있다. 이러한 현 시점에서 정부는 화석연료에 대한 의존을 낮추고, 환경과 IT발전의 조화 및 저탄소 녹색성장을 목표로 하는 그린 ICT(Information & Communication Technology)를 국가 전략으로 내세우고 있다.[1]

그린 ICT는 2009년 5월 13일에 발표된 국가 녹색성장 위원회의 “저탄소 녹색성장을 위한 그린 IT 국가전략”에서 정의한 그린 IT는 녹색(Green)과 정보통신기술(IT)의 합성어로 규정하고, 정보통신(ICT)자체에 대한 그린화(Green of ICT)와 정보통신 기술을 활용하여 다른 영역에서의 그린화를 추진하는(Green by ICT), IT를 활용한 기후변화 대응역량 강화(IT for Green)분야 등 위의 분야들을 포함하는 포괄적 의미이다.[2]

스마트 그리드(Smart Grid)는 그린 ICT의 대표적인 영역으로 인식되고 있으며, 전력계통과 통신 네트워크의 융합을 통하여 각각 중앙 집중적 시스템과 다양한 분산시스템을 서로 연결하여 전력 및 통신이 양방향성을 이루며 독립적이고 유연한 형태를 가짐으로써 다양한 서비스를 제공할 수 있게 하는 기술이다.[3]

최근 늘어난 전력량의 가장 큰 원인은 가전 제품들의

불필요한 작동에 있다고 해도 과언이 아니다. 그중 가장 큰 비중을 차지하는 가전 기기는 에어컨, 온풍기 등과 같은 냉난방 기구이다. 본 논문에서는 스마트 홈 시스템을 위한 재가동 제어를 통해 점점 낭비되는 에너지를 절약 할 수 있는 방법을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 홈 네트워크(Home Network)

홈 네트워크는 크게 전송매체에 따라 유선과 무선 방식으로 구분할 수 있다. 오늘날 가정에 이미 설치되어 있는 전화나 전력선 같은 기본 인프라를 이용하는 방법을 유선에 의한 홈 네트워크 구성이라 한다. 이 방법은 기존의 설치 시설을 그대로 사용하기 때문에 비용이 저렴한 반면 이동성과 유동성이 부족한 단점을 가지고 있다. 이와 같은 단점을 보완하기위해 무선에 의한 홈 네트워크 구성은 설치가 용이하고 케이블 배선 등의 문제가 없으며 이동성이 보장되므로 현재의 네트워크 구성에 많은 부분을 차지하고 있다. 또한 그 응용범위도 점차 확대되고 있다.[4]

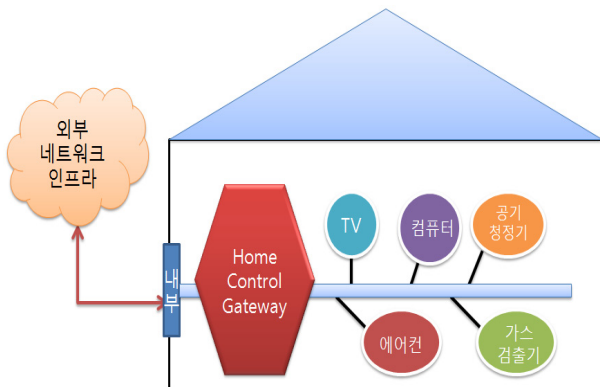
2.2 홈 게이트웨이(Home Gateway)

일반적으로 게이트웨이라 함은 다른 통신망과의 연동을 위한 시스템이다. 외부 액세스 망(광대역 서비스 네트워크)과 가정 내(홈 네트워크)의 이질적인 망간을 상호 연동 제어하기 위한 기능을 담당하는 시스템을 홈 게이트웨이라 한다.

대략적인 구성은 아래 (그림1)과 같고, 가입자 망의 종단역할을 수행하는 AGM(Access Gateway Module)과 홈 네트워크의 종단역할을 수행하는 PNM(Premise Network

1) 본 연구는 서울시 산학연 협력사업(J091000)의 지원을 받았습니니다.

Module), AGM과 PNM 기타 내부장치 또는 S/W사이의 중재역할을 수행하는 ID(Internal Digital Interface), 전체 시스템을 관리하는 운영체제, 기타 서비스 기능을 제공하는 SM(Service Module)등으로 구성된다.



(그림 1) 홈 게이트웨이 시스템

2.3 임베디드 시스템(Embedded System)

임베디드 시스템(Embedded System)이란 미리 정해진 특정 기능을 수행하기 위해 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어가 조합된 전자 제어 시스템이라고 할 수 있다. 생활에서 쓰이는 각종 전자기기, 가전제품, 제어장치들은 단순히 전자회로만으로 구성된 것이 아니라, 마이크로프로세서가 내장되어 있다. 마이크로프로세서를 구동하여 특정한 제한된 기능을 수행하도록 프로그램이 내장되어있는 시스템을 임베디드 시스템이라고 한다.[4]

2.4 스마트 그리드(Smart Grid)

스마트 그리드(Smart Grid)는 신재생에너지를 중심으로 다양한 분산 전원을 통해 양방향 전력 및 통신의 송수신이 가능한 독립적이고 유연한 형태를 가진다. 각 계통에 센서, 미터와 그것을 관리하는 전체 시스템이 유기적으로 결합하여 소비자의 요구에 실시간으로 반응하는 시스템으로 에너지원, 전력, 통신, 소프트웨어, 하드웨어, 컴퓨팅, 가전기기 반도체 등의 다양한 기술이 복합적으로 얽혀 있다. 스마트 그리드는 발전소, 스마트 홈, 스마트 팩토리, 스마트 빌딩, 마이크로 그리드 등의 분산 에너지 및 소비원이 결합된 형태로서, 그 중 스마트 홈은 유비쿼터스와 결합하여 소비자로 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.

2.5 상황정보 관리 기술

상황정보 관리 기술은 유비쿼터스 홈의 상황을 수집, 분석 추론하여 자율적으로 판단하여 이를 시스템 관리에 활용하고 서비스의 실행 기반 정보로 제공한다. 유비쿼터

스 홈의 상황정보를 자동생성하기 위한 상황 모델링 기술과 이 상황정보 관리를 위해서 유비쿼터스 홈의 상황을 저장하는 홈 네트워크 Repository와 상황정보를 사용자에게 사용하기 쉽게 지원하기 위한 EoU(Easy-of-Use) 프레임워크 지원을 위한 상황 정보 관리 기술이 포함된다.[5]

3. 설계 및 구현

3.1 가전기기의 전력량 측정

본 논문에서는 (그림 2)의 전력 측정 장비인 UT71E를 활용하여 가정에서 사용하는 전력량의 대부분을 차지하는 가전제품들을 (그림 3)과 같이 실생활에서 가장 자주 사용하며 대부분의 가정에서 보유하고 있는 냉난방 기구들을 선별하여, 최대 전력수치, 평균 전력수치, 기초가동시간을 측정하였다.



(그림 2) 전력량 측정을 위한 UT71E



(그림 3) 전력 소비가 심한 가전 기기들

본 논문에서 장비를 이용하여 각각의 가전 기기를 측정 한 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1> 장비를 이용해 측정된 결과

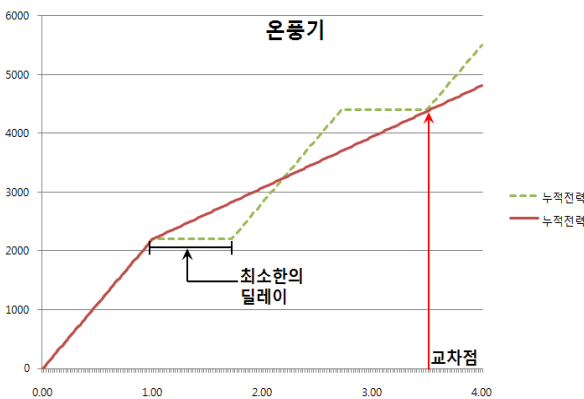
	선풍기	TV	온풍기	에어컨
최대 전력 수치	65	47	2200	38
평균 전력 수치	55	29	870	26

(단위 : W)

<표 1>에서 최대 전력 수치는 모든 전자 기기들을 작동시 기초 가동시간까지 올라가는 전력수치를 말한다. 최대 전력 수치까지 전력이 상승한 후에는 평균 전력 수치의 만큼씩 소비되는 것을 알 수 있다.

3.2 가전기기의 프로파일링 설계

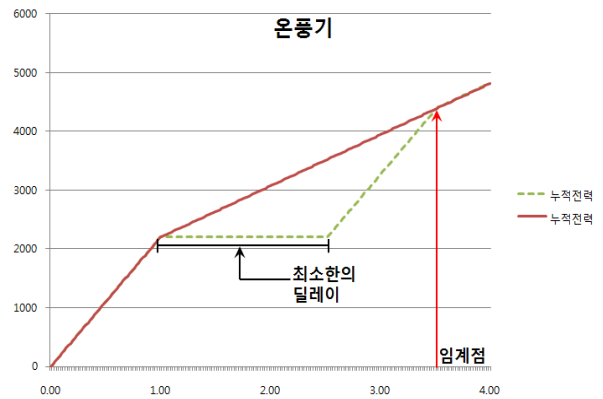
(그림 4)는 이 최대 전력 수치와 평균 전력 수치 사이에서 가전기들이 전력을 On / Off 시킴에 따라 차이가 나는 전력량을 비교하여 가정에서 가장 많은 전력량을 소비하는 대표적인 가전 기기들의 프로파일링을 설계 하기 위해 <표 1>을 이용하여 나타난 온풍기의 On / Off에 따른 전력량 변화에 대한 그래프이다.



(그림 4) 온풍기의 On/Off에 따른 전력량 변화에 대한 그래프

(그림 4)에서 처음 온풍기를 작동시켰을 때 기초 가동시간 도달 후 평균 전력 수치만큼씩 소비가 되는 전력량을 나타낸 것이 실선이고, 온풍기를 최소한의 딜레이 만큼 여러번 On / Off하여 소비되는 전력량을 나타낸 것이 점선이다. 점선은 꾸준히 진행이 되지만 여러번 On / Off시 한번의 On / Off에 기존의 On상태의 전력량을 넘어서는 최소한의 딜레이는 보는 바와 같고, 위의 딜레이보다 작으면 전력량은 더욱 빨리 증가 하게 된다.

(그림 5)는 한번의 On / Off하였을 때와 켜놓았을 때의 전력량이 같아지는 최소한의 딜레이를 표시한 그래프이다.



(그림 5) 한번의 On / Off시 온풍기의 전력량 비교

(그림 4)와 (그림 5)를 통해 가전 기기를 On / Off시키게 되면 최대 전력 수치만큼 전력량이 증가하게 되어 On 시킨 상태로 두었을 때보다 전력이 더 많이 증가하는 것을 알 수 있다. 최소한의 딜레이를 늘려주면 기기를 계속 가동한 상태와 On / Off상태의 임계점을 보이게 되는데, 아래의 (수식 1)을 통해 가전 기기를 On / Off 시키는 최소한의 딜레이를 알아 낼 수 있다.

$$T_{Delay} = T_{Critical} - (T_{Warmup} \times 2)$$

(수식 1) 최소한의 딜레이 측정

우선 최소한의 딜레이(T_{Delay})를 구하기 위해 기기의 임계시간과($T_{Critical}$) 기초 가동시간(T_{Warmup})과 최대 전력수치(W_{Max})와 평균 전력수치($W_{Average}$) 알아야 하는데 기초 가동시간, 최대 전력수치, 평균 전력수치는 장비를 통해 측정 할 수 있고, 기기의 임계시간은 (수식 2)와 (수식 3)을 통해 구할 수 있다.

$$\{ T_{warmup} \times W_{max} + W_{average} \times (T_{Critical} - T_{warmup}) \}$$

(수식 2) 임계시간 측정식1

$$T_{warmup} \times W_{max} \times 2$$

(수식 3) 측정식2

(수식 2)와 (수식 3)의 결과가 같다면, 자동적으로 기기의 임계시간을 구할 수 있고 그 값을 사용하여 최소한의 딜레이를 구할 수 있다.

위의 공식을 적용해 사용자에게 최대 전력수치, 평균 전력수치, 기초 가동시간을 입력받으면 임계시간과 최소한의 딜레이를 환산 할 수 있는 프로그램을 구현하였다. 가전 기기들 마다 최대 전력 수치와 평균 전력 수치 차이가 큰 기기일수록 최소한의 딜레이가 더욱 길어지는 것을 알 수 있었다.



(그림 6) 프로그램 실행 창

4. 결론 및 향후연구

네트워크 환경은 점점 대중화가 되어가며, IT발전분야는 에너지자원의 절약이 중요시 되고 있다. 지금도 낭비되고 있을 전력을 1W라도 아끼기 위해 본 논문에서는 기기 재가동시 필요한 최소한의 딜레이를 통해 낭비되는 에너지를 절약 할 수 있는 방법을 제안하고 구현하였다. 기기 전력이 가동 되는 동안 최대 전력 상승구간, 증가량과 평균 전력 상승구간, 증가량을 측정하여 최적의 딜레이 구간을 구하여 기기를 다시 재가동시 그 시간동안의 전력제어를 통해 낭비되는 전력을 알 수 있었다.

본 논문에서 구현한 스마트 홈 시스템을 위한 지능형 에너지절약 시스템은 기기의 전력량을 측정하여 재가동전력의 최소한의 딜레이를 구하는 데에서 그친다. 향후 연구에서는 위의 모듈을 이용해 가정뿐만 아니라 다른 장소를 통해 연구해야 할 것이며, 기기들을 스마트 홈 네트워크에 맞춰 다른 다양한 센서와 함께 대기전력 절감 시스템과 결합된다면 전력소비량을 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 예측된다.

참고문헌

- [1] 이근철, 오재영, 김윤기 “스마트그리드 홈 서비스” 한국통신학회지 제27권 제4호 3, 2010 pp. 38-42
- [2] ISO/IEC JTC1 N9690, “2009 JTC1 Long-Term Business Plan,” ISO/IEC JTC 1, 2009.
- [3] Pike Research “Smart Grid Networking and Communications” pp. 1-129, 2009.
- [4] 장필재, 박홍국, 최진규 “홈 게이트웨이를 위한 임베디드시스템의 설계에 관한 연구” 한국정보기술학회논문지, 제6권 제5호 10, 2008. pp. 35-41
- [5] 손영성, 구태연, 박준희, 문경덕 “유비쿼터스홈 적응형 미들웨어 기술” 한국통신학회지, 제23권 제8호 8, 2006. pp. 55-64