

# 대기 전력 절감을 위한 에너지 절감형 스마트 홈네트워크 시스템 구현 및 개발

조용곤, 김연호, 신동일, 신동규  
세종대학교 컴퓨터공학과

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

## Implementation and Development of a Energy-Saving Smart Home Network System for savings standby power

Yong-Gon Cho, Yen-Ho Kim, Dong-Il Shin, Dong-Kyoo Shin  
Dept of Computer Science, SeJong University

### 요 약

자원의 고갈로 인한 에너지 부족으로 인해 전 세계가 IT의 역할과 가능성에 주목하고 있다. 24시간 방치하는 가전기기의 대기전력낭비가 이러한 에너지 부족의 주요 원인중 하나로 손꼽히고 있다. 이러한 대기전력의 낭비를 막기 위해 본 논문에서는 저 전력 통신 모듈을 이용하여 대기전력 절감을 위한 에너지 절감형 스마트 홈네트워크 시스템을 구현 및 개발 하였다.

### 1. 서 론

최근 전세계 적으로 자원 고갈로 인한 에너지 부족과 온실 가스 방출량 증가에 기인한 기후변화 등의 환경문제가 인류에게 현실적인 위협으로 등장함에 따라, 이에 대한 대응으로 전세계가 IT의 역할과 가능성에 주목하고 있다.

에너지 낭비의 주요 원인으로는 냉장고, TV, 셋톱박스 등 가전기기의 플러그를 꽂은 상태로 24시간 방치함으로써 야기되는 대기전력낭비가 우리나라의 경우 총 1300만 가구를 기준으로 연 3조 2500억 원 규모에 이르고 있다. 따라서 이러한 에너지소비를 절감하기 위해서는 각 가정마다 잘못된 에너지 소비패턴을 시정하도록 적극적인 홍보와 동시에 우선적으로 관련 가전기기의 에너지소비를 억제하는 새로운 제품을 개발하여 보급함과 동시에 이러한 제품의 사용 의무화가 절실한 실정이다.

홈 네트워크 시스템(Home Network System)이란 가정내 홈 네트워킹 인프라를 이용하여 지능형 서비스 및 자동화를 구현하기 위해 지능형 홈 네트워크에 연결되어 실내조명 및 각종 가전기기/설비들의 제어/ 감시/관리를 담당하는 자동 홈 제어 시스템을 의미한다.[1][2] 따라서 에너지 절감형 스마트 홈 네트워크 시스템이란 기존의 셋톱박스 기능 이외에 사용자의 현재 위치 및 가전제품 사용 상황을 자동으로 파악하여 지능적인 홈서비스를 제공하고, 동시에

불필요한 조명 및 가전제품 대기전력을 자동으로 차단하여 에너지 절약을 도모 하는 것이다. 본 논문에서는 상황 인식 기술에 관한 연구와 스마트 홈 네트워크 시스템을 구현하고 개발한다.

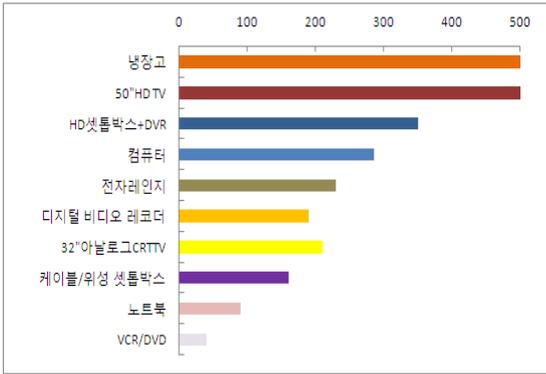
### 2. 관련 연구

본 절에서는 대기전력에 대한 관련 자료들을 살펴 보고 본 논문에서 사용하는 스마트 홈네트워크 시스템의 특성을 기술한다.

#### 2.1 대기전력에 관한연구

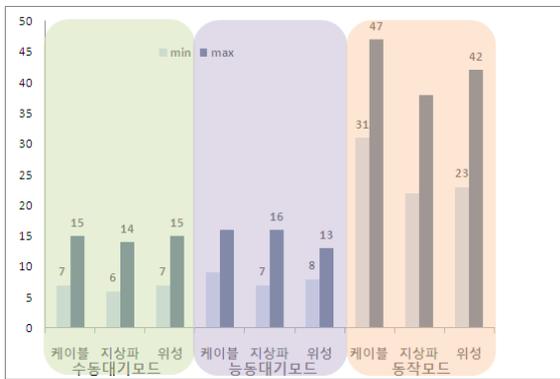
대기전력 문제는 2~3년 전부터 전력낭비의 주범으로 인식되면서, 미국 전자업계의 1W 대기전력 목표를 위한 노력을 시작으로 일본, 유럽 등이 자국의 대기전력 기준을 마련하는 등 관련 시장 제품의 판매여부가 대기전력의 효율에 따라 결정되는 상태이다. 우리나라에서는 연간 전력 소비량의 1.7%를 대기전력으로 낭비하고 있는 상황으로 세계적인 전자업체인 삼성전자, LG전자, 대우 일렉트로닉스 등이 대기전력프로그램에 동참하여, 현재는 가전기기의 평균대기전력이 3W 수준이지만 정부의 대기전력 1W 정책추진을 통해서 향후 1W 이하까지 대기전력을 줄이기 위한 노력을 하고 있다.

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(JP091000)의 지원을 받았습니다.



(그림 1) 가정기기별 연간 평균 에너지 소모량

현재 국내 셋톱박스의 예상 전력소비량은 2007년 시간당 1.27TWh이고 24시간 사용할 경우 30.1TWh에서, 2011년에는 시간당 2.43TWh에 24시간 사용할 경우 58.3TWh의 전력 소비량을 보일 것이며, 전 세계적으로는 24시간 사용할 경우 2007년 156TWh, 2011년에는 284TWh의 전력 소비가 예상된다[3]. [1대당 평균 전력소비량 26W로 추정 계산함] 따라서 가정에서 사용자가 셋톱박스를 사용하지 않을 경우(대기모드)에 대기전력으로 낭비되는 에너지는 상당할 것으로 예상되며, 이와 같이 급속도로 증가하는 셋톱박스의 사용에 따른 대기전력의 소모를 줄이기 위해서는 셋톱박스가 대기모드 상태일 때 전력 소모를 최소화할 수 있는 기술이 필요함을 알 수 있다.



(그림 2) 셋톱박스 종류별 동작 상태에 따른 전력 소모량

OECD 회원국 중 초고속인터넷 보급률이 인구 100명당 24.9명으로 1위인 한국은 디지털 정보가전 및 제어기기 연구와 시스템 개발은 세계적으로 주도하고 있으나 이의 확산 시 예상되는 전력소비에 대한 체계적인 연구와 대기전력 관리 기술에 대한 연구 및 대기전력 규정에 대한 준비는 거의 전무하다[4].

### 2.1.1 포항산업과학연구원(RIST)

포항산업과학연구원(RIST)는 국내최초 대기전력을 완전히 차단할 수 있는 대기전력 차단기를 개발하였다. 이는 대기전력 차단기에 전원플러그를 꼽기만 하면 대기전력차단을

위한 설정이 자동으로 완료되도록 구성되어 있으며, 전자제품에 부착되어있는 리모컨으로 동작시킴으로서 가전기기를 사용하지 않을 경우에도 플러그를 뽑는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 그러나 셋톱박스와 같이 대기모드 상태에서 전원공급을 위한 별도의 기능은 없다.

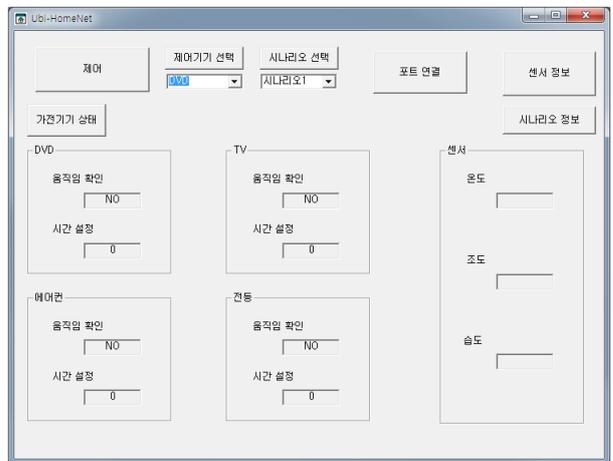
### 2.1.2 이지세이버

이지세이버는 기존 제품(자동절전멀티탭류)과는 달리 TV 본체까지 2극 전원을 모두 차단하여 플러그를 뽑은 효과를 내는 제품을 개발. HD셋톱박스, 디지털 TV 등 전원스위치를 OFF하면 자체시스템 종료기능이 있어 대기전력모드로 전환되는데 필요한 시간을 보장하기 위해 약 2분 정도의 타임 딜레이를 준 후에 전원을 차단한다.

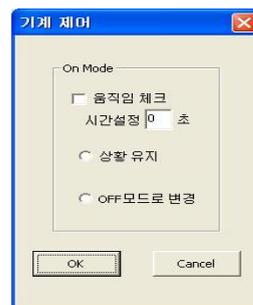
## 3. 설계 및 구현

### 3.1 자동 대기 전력 제어 기능

본 논문에서 제안하는 대기전력 절감 메커니즘은 호스트(Host)-에이전트(Agent)구조로 구성되었다. 에이전트는 내장된 여러 종류의 센서를 통해 현재 위치하고 있는 지역의 상황정보를 획득하고, 이를 호스트에게 전송한다. 호스트는 에이전트로부터 전송 받은 정보를 현재의 데이터베이스 정보와 비교한 후 대기전력 제어 메시지를 제어와 관련된 에이전트에 전송된다.



(그림 3) 대기전력 제어 절차 및 구성



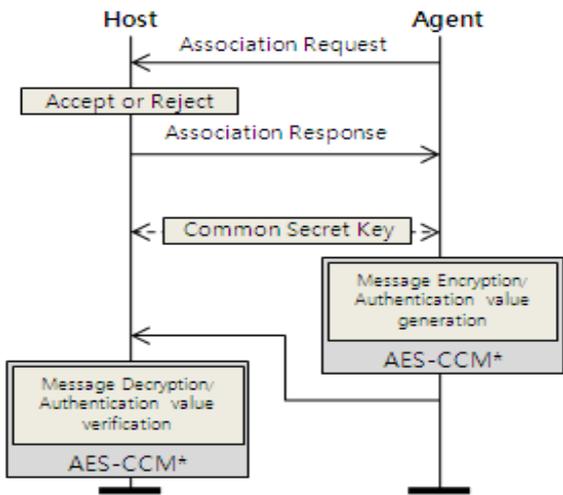
(그림 4) 가정기기 제어창

(그림 3)은 홈 네트워크 환경에서 대기전력 제어와 관련된 특정 상황이 발생했을 경우 호스트와 에이전트의 동작 절차 및 대기전력 제어 방법을 나타내고 있다. 가전기기, 콘센트 등에 부착되어 있는 에이전트는 상황 인지 정보를 통해 자체적으로 대기전력을 제어하거나 호스트가 보내는 제어 메시지를 수신한 후 Actuator 를 구동된다.

**3.2 저전력 통신 모듈 기능**

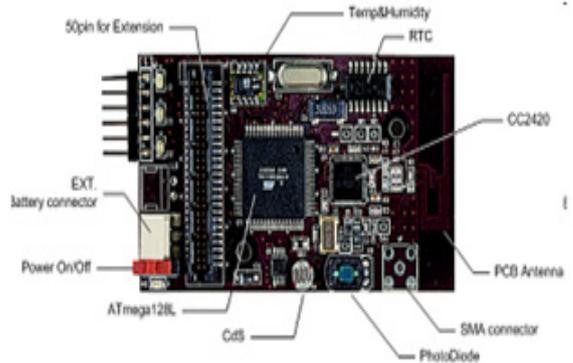
본 논문에서 제안하는 메커니즘은 호스트와 에이전트간의 상황인지 정보 및 제어 메시지 전송을 위하여 IEEE 802.15.4 기반의 ZigBee 기술을 사용한다. 또한, 전송 데이터 보안을 위하여 표준에서 정의하는 보안 기능을 구현하여 적용하였다. 대기전력 제어에 필요한 기능을 정의하고 이에 맞게 통신 기능 및 보안 기능을 개발하였다.

대기전력을 제어하는 메커니즘을 제안하고 구성함에 있어서 무엇보다 중요하게 해결되어야 하는 것이 보안(security)문제이다. 호스트와 에이전트는 무선 통신 기술을 사용하게 되므로, 악의적인 공격자가 상황인지 정보 또는 제어 메시지를 변조 하거나 도청하는 경우가 발생할 수 있다. 이럴 경우 대기 전력 제어뿐만 아니라 홈 네트워크 전체에 큰 위협요소가 될 수 있다. 본 논문에서 제안하는 제어 메커니즘은 (그림 5)에서 설명하고 있는 보안 기술을 적용해 호스트-에이전트간 상황인지 정보 및 제어 메시지 암호화/복호화, 데이터 인증을 통한 무결성 보장, 보안 레벨에 따른 차등적인 보안 기술 적용 등을 제공하며, 보안 key는 대칭 키 방법을 사용하였다.



(그림 5) 호스트-에이전트 통신 시나리오

저전력 통신을 위한 ZigBee 통신 모듈 사진은 다음과 같다.



(그림 6) ZigBee X 1.4

**3.3 자동 조명 제어 기능**

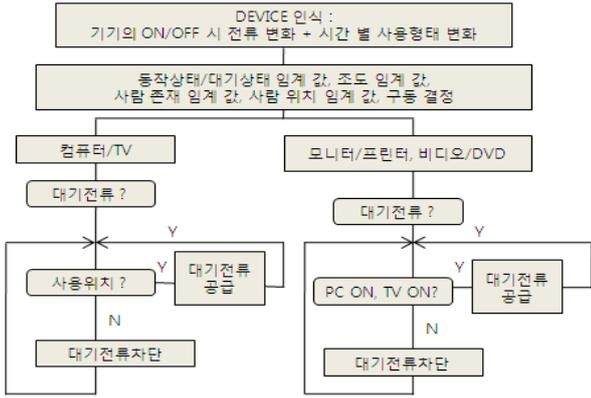
상황인지 기능을 적용하여 자동으로 조명을 제어하는 기능을 구현하였다. 은 상황 정보를 인지하기 위해 에이전트에 내장되는 센서의 종류와 하드웨어적인 관계를 설명하고 있으며, 에이전트에 내장되는 센서들은 아래와 같은 정보를 인지하기 위하여 사용되었다.

- 광(조도)/ 적외선 센서: 사용자의 동작인지를 위한 센서.
- 온도/습도 센서: 에이전트가 위치하고 있는 장소의 주변환경에 대한 정보를 얻기 위한 센서.
- 리모콘용 IR(적외선)센서: 가전용 리모콘이 사용될 이에 대응하기 위한 센서.

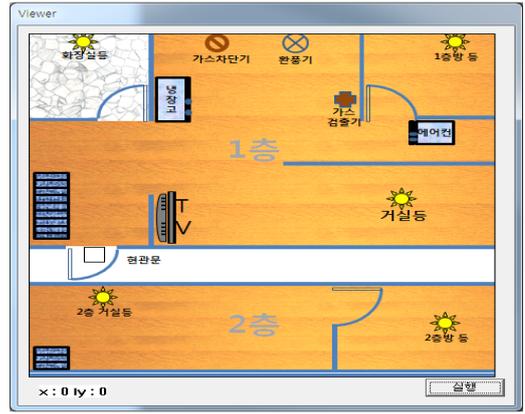
별도의 목적으로 기타 센서들이 추가될 수 있다. <표 1>은 대기전력 제어 메커니즘에서 획득하고자 하는 상황인지 정보에 따라 사용되는 센서의 종류와 용도 그리고 임계조건에 대하여 정의하고 있다.

<표 1> 상황인지 정보에 따른 센서의 적용

상황인지	사용 센서	용도	임계조건
대기전력 상태감지	전류 센서	대기전력 차단 조건 감지	CT 에서 전류값 측정 기기의 대기전력대입
조도	조도 센서	대기전력 공급 조건 감지	조도 변위를 검출 대기전력 공급 임계 조도 결정
사람인지	PIR 센서	대기전력 공급 조건 감지	사람 움직임
사용형태 인지	센서 연동	대기전력 감지 조건 감지	컴퓨터 OFF/ON 조건 TV OFF/ON 조건



(그림 7) 상황정보에 따른 대기전력 자동 차단 및 공급



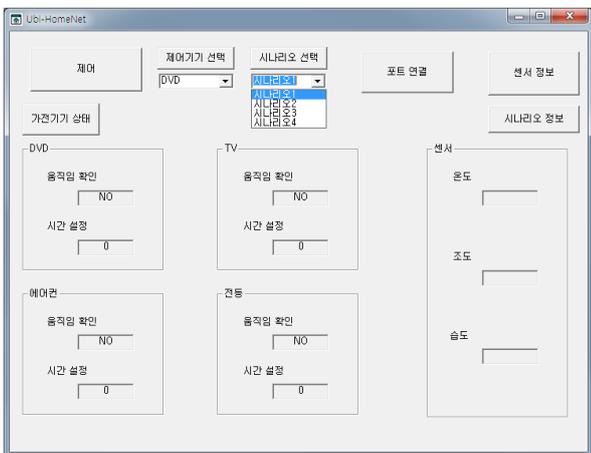
(그림 9) 시나리오 정보창

### 3.4 홈오토크메이션 기능 IrDA(적외선송수신) 방식에 의한 가전제품 자동제어 기능



(그림 8) IR\_Detecting\_v0.9

IR 리모컨 모듈은택내의 제어 대상 가전에 하나씩 부착이 되어 셋톱박스 내의 디바이스 manager 와의 WPAN 무선 통신을 통하여 부착된 가전에 대한 능동제어 명령을 수신하여 가전을 제어하고 제어결과를 feedback 하는 역할을 하는 platform 이다. 본 논문에서 구현된 IR 리모컨 모듈은 일반적인택내가전의 제어방식인 Consumer Infrared transmitter 를 내장하고 디바이스 manager 와의 통신을 위한 zigbee modem 이 통합된 Dongle 형상의 단말이다.



(그림 8) 프로그램 실행 창

가전기기의 제어 기능을 구현하였으나 실제 테스트에 너무 많은 시간과 노력이 소요되므로 이의 절감을 위하여 시뮬레이션 환경을 구축하여 제어 기능을 테스트 하였다.

### 4. 결론 및 향후연구

에너지 낭비의 주요 원인으로 두각 된 냉장고 , TV, 셋톱박스 등 가전기기의 플러그를 꽂은 상태로 24시간 방치함으로써 야기되는 대기전력을 절감하기 위해서는, 다양한 방법이 존재 한다. 본 논문은 그러한 해결책중 하나인 셋톱박스의 저 전력 통신 모듈을 이용하여 자동 대기전력 제어 기능에 대해서 알아보고, 효율적인 대기 전력 절감을 위한 에너지 절감형 스마트 홈네트워크 시스템을 구현 및 개발 하였다.

본 논문에서 구현한 홈오토크메이션 기능 IrDA방식에 의한 가전제품 자동 제어 기능은 단순 위치 이동 시나리오를 통한 시뮬레이션 환경으로 제어 기능을 테스트 하였고, 자동 대기 전력 제어 기능은 가전 기기들에 대한 프로파일링을 추가적으로 요하는 바이다. 향후 연구에서는 보다 많은 시나리오나 실제의 위치를 이용하고, 가전기기의 프로파일을 추가하게 된다면 보다 많은 대기 전력을 제어하는데 도움이 될 것이다.

### 참고문헌

- [1] Valtchev, D.; Frankov, I.; "Service gateway architecture for a smart home", Communications Magazine, IEEE, Volume 40, Issue 4, Page(s):126 - 132, April 2002
- [2] Stephen S. Intille."Designing a Home of the Future", IEEE Pervasive Computin. 2002. April. volum: 1. Issue 2. Page(s):76-82
- [3] IDC 2006 셋톱박스 시장 보고서,
- [4] 서길수·김남균·김은동(2003), 대기전력절감을 위한 OECD 국가들의 제도 및 정책(1), 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, 1383-1389.