

Zigbee를 이용하여 대기전력 절감을 위한 스마트 오피스 시스템의 설계 및 구현†

°강민석*, 박지원*, 김명규*, 김신우*, 장태민*, 박상조**, 강민섭*
안양대학교 컴퓨터공학과*, (주)다우엑실리콘**
e-mail:volof7lv@anyang.ac.kr, mskang@anyang.ac.kr

Implementation of Smart Office System for Reduction of Standby Power Using the Zigbee†

°Min-seok Kang*, Ji-won Park*, Myung-kyu Kim*, Shin-woo Kim*, Tae-min Jang*, Sang-jo Park**, Min-sup Kang*
Dept of Computer Science Engineering Anyang University*, Daouxilicon Co. Ltd**

요 약

본 논문에서는 Zigbee 통신을 이용하여 대기전력을 차단함 함으로써 전력 소비를 줄이기 위한 스마트 오피스 시스템의 설계 및 구현에 관하여 기술한다. 구현된 시스템은 Server를 통하여 각 Client의 전류에 대한 통제를 가능하게 하며, 전력 사용 상황과 전력량 정보를 통해 사용자에게 고지함으로써 기존의 전자기기의 대기전력의 소비를 줄일 수 있다. 또한 외부 장치에서 Server로의 접근을 통해 제어할 수 있도록 하여 공간적인 문제도 고려하였다. 실험 결과를 통해 시스템을 이용함으로써 대기전력 소비가 종전보다 작아짐을 확인 할 수 있었다. Server는 ARM과 C#, Client는 ATmega와 C를 이용하여 구현하였다.

1. 서론

세계 각국의 경제발전과 생활수준 향상에 따라 에너지 자원 고갈, 지구온난화 등 환경 문제에 직면하면서 범국가적으로 이를 해결하기 위한 움직임이 빠르게 확산되고 있다[1]. 특히 인터넷, 정보통신의 발달로 IT제품 소비가 증가함에 따라 전력 소비량도 급속하게 증가하고 있다. 우리나라의 경우 에너지 소비가 세계 10위, 석유 소비량은 세계 7위를 기록하고 있어 온실가스 배출 감축 및 자원, 에너지의 효율성 제고가 시급한 실정이다. 전력 소비량은 2000년 이후 매년 6.4%씩, 2002부터 2007년까지는 연평균 3.1%씩 증가하고 있으며 정책적으로 2012년까지 연평균 2.3%로 억제하는 것을 목표로 하고 있다[2,3].

대기전력이란 국제전기위원회에서 “일반적으로 가전 및 사무기기들이 전원과 연결되어 있고 임의의 시간 동안에 나타나는 최저전력모드로 사용자에게 의해 제어될 수 없는 모드”라고 정의 되어 있다. 한국전기연구원 자료에 의하면 2002년 대한민국 가정에서의 대기전력 소비 평균은 하루 57W로 가정 내 전체 소비전력 중 대기전력 소비 비중은 11%, 국가 전체에서의 가정 대기전력 소비 비중이 1.7%로 나타난다. 즉, 가구당 1년 전기세 중 1.5개월의 전력요금을 대기전력 비용으로 낭비하고 있음을 알 수 있다[1].

본 논문에서는 Zigbee 통신을 이용하여 대기전력을 차단함 함으로써 전력 소비를 줄이기 위한 스마트 오피스 시

스템의 설계 및 구현에 관하여 기술한다. 구현된 시스템은 Server를 통하여 각 Client의 전류에 대한 통제 및 제어를 가능하게 하며, 전력 사용 상황과 전력량 정보를 통해 사용자에게 고지함으로써 기존의 전자기기의 대기전력의 소비를 줄일 수 있다.

2. 관련 연구

현재 까지 다양한 종류의 에너지 절감 시스템이 개발되어 왔다. 대기전력을 절감시키기 위한 기기는 절약형 멀티탭, PC전원 인식 멀티탭, 인체감지센서형 콘센트, 타이머형 대기전력차단기, AMI 시스템 등으로 구분 할 수 있다. 절약형 멀티탭은 일반적으로 사용하는 기본형 멀티탭으로 사용자가 물리적인 전원 스위치를 차단시키는 대표적인 대기전력 절약기기이다. PC전원 인식 멀티탭은 멀티탭과 PC전원을 연결하고 주변기기는 연결된 멀티탭에서 전원을 공급받는 방법으로 PC전원이 대기전력 상태로 변했을 때 전류의 양을 감지하여 자동으로 차단해준다. 타이머형 대기전력 차단기는 사용자가 특정 시간에 차단되도록 설정하여 대기전력을 차단하는 시스템이다[1-3].

보다 능동적 시스템으로 인체감지센서형 콘센트는 콘센트에 각종 센서를 부착하여 사람이 전자기기 근처에 접근했을 때, 전원을 공급하고 전자기기에서 멀어지면 전원을 차단하는 기능을 가지고 있으며, 현재 시중에 설치되고 있는 AMI 시스템은 전등의 점·소등의 간단한 기능을 가지며 가정 내의 전력 사용량을 표시하여 사용자로 하여금 보다 전력을 절약할 수 있도록 유도하는 시스템이다[3,4].

† 본 연구는 중소기업청 “2010년도 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업”과 “IDEC 지원”으로 수행되었음

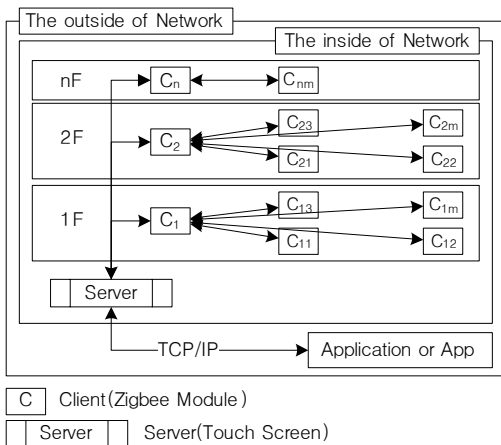
위의 예처럼 사무실에서 기본적으로 쓰이는 제품들은 사용자의 노력과 동선의 이동이 필요한 절약형 멀티탭을 포함한 절약기기로, 특별한 상황에서 제한적인 사용을 위해 설계된 경우가 많으며 그에 따른 사용에도 제약이 있음을 알 수 있다. 예를 들면, 사용자가 의도하지 않았음에도 동작을 하거나, PC등을 사용하지 않을 경우에는 그 주변기기를 사용할 수 없는 등의 부차적인 문제가 있다[1,2].

3. 제안하는 대기전력 절감 시스템

3.1. 시스템의 구성

제안하는 스마트 오피스 시스템은 지능적인 대기전력 감소를 위하여 초절전 CPU와 MCU, Zigbee 모듈을 사용한 스마트 오피스 시스템으로, 복층 구조의 건물에서 다수의 콘센트 혹은 멀티탭, 전자기기의 대기전력을 제어할 수 있는 시스템이다.

능동적으로 시스템을 운영할 수 있을 만큼의 충분한 하드웨어 사양을 가지고 있으면서도 ARM 프로세서를 비롯한 ATmega, Zigbee 모듈 등 시스템 모두가 소형 전자기기에 삽입되는 초절전 부품으로 구성되어 시스템이 동작·유지를 하고 있더라도, 대기전력의 절감 효과가 충분한 특징을 가지고 있다.

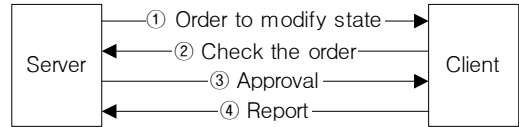


(그림 1) 전체 시스템 구성

전체 시스템 구성은 (그림 1)과 같이 Touch Screen Server와 각 층별 Client로 이루어져 있다. Server와 Client는 Zigbee 통신을 이용한 무선통신으로 각 Client와 연결된 전력의 제어를 하게 된다. Server의 Application을 Touch Screen으로 동작시킬 경우, 각 층에 Dongle로 존재하는 Client(C₁, C₂, ..., C_n)에 무선 신호를 전송하고 해당 Client는 각 층별 그룹이 되어진 Client와 해당 신호를 공유한다. 그 후, 각 Client는 해당 신호를 분석하여 디바이스 ID가 일치할 경우 (그림 2)의 Zigbee 무선통신 프로토콜에 의한 동기화 후 전력의 제어를 실행하고 결과를 Server로 통보한다.

또한 일반 컴퓨터의 Application을 설치하거나, 또는 스마트폰의 App을 설치하여 외부의 네트워크인 Internet 환

경을 통한 TCP/IP 소켓 통신으로 Server에 접속할 수 있다. 이러한 방법으로 접속한 외부의 제어장치는 내부 Zigbee 네트워크로 연결된 모든 Client의 전력 제어가 가능하도록 설계함으로써 Server에서 전류를 제어해야 하는 번거로움을 방지할 수 있다.



(그림 2) 사용된 Zigbee 무선 통신 프로토콜

<표 1> 무선통신 프로토콜 명세

상태	패킷 명세
①,②	전송명령, 그룹ID, 디바이스 ID, 커맨드종류, 데이터크기, 데이터
③,④	전송명령, 그룹ID, 디바이스 ID, 커맨드종류

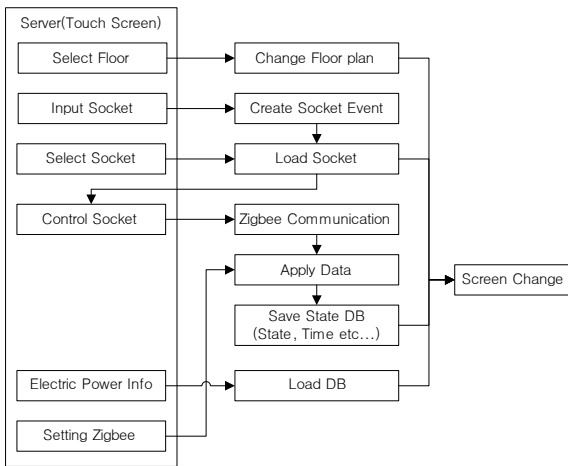
제안한 시스템에 사용된 (그림 2)의 Zigbee 무선통신 프로토콜은 ①Server에서 Client로 제어를 통한 동작 변경, 상태 전송 등의 제어 정보를 송출하면, ②Client에서는 수신된 명령에 대하여 Server측에 점검을 요구하고, ③Server는 확인된 정보를 실행하도록 송출하고, ④Client는 해당 명령대로 전력을 제어하고 해당 결과를 Server로 회신하는 절차를 따른다. 이 프로토콜과 패킷은 Server to Client 뿐 아니라 반대 상황인 Client to Server도 같은 알고리즘을 사용하여 구성되었다.

이 때, 사용되는 프로토콜의 패킷 명세는 <표 1>를 따른다. 패킷은 Zigbee를 동작시키는 동작명령과 각 층을 구성하고 있는 그룹 ID, 각 Client의 고유한 ID, Client가 실행해야 할 각종 커맨드 종류와 그 커맨드에서 필요한 데이터 크기, 그리고 데이터 집합으로 구성된다.

3.2. Server의 시스템 구성과 동작

(그림 3)은 전체 시스템 구성도 (그림 1)에 나타나있는 Server의 동작 흐름도를 나타낸다. Server의 사양은 ARM 11을 사용한 667MHz CPU와 128MB의 RAM, 4GB의 Flash 메모리, RS232 포트, LAN 포트, Backlight 절전모드가 지원되는 Touch Screen등의 저전력 Hardware 스펙으로 구성되었으며, OS로는 Windows CE 6.0이 사용한다.

서버의 주요 프로그램은 C#으로 작성되었다. Server에는 각 층별 평면도와 함께 평면도에 각 콘센트 및 멀티탭 등의 전력 제어를 하는 Client가 표시되어있고, 시스템을 동작·유지시키는 주요 기능이 포함되어 있다. 각 Client를 등록하고 구당 전자기기의 이름 등을 세팅하는 기능, Zigbee를 세팅하는 기능, 세팅된 전자제품의 합계 전력량을 표시하는 기능 등이 있으며 이는 모두 Server에서 (그림 3)의 각 동작별 흐름에 따라 동작된다.

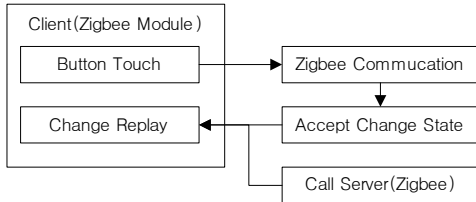


(그림 3) Server의 동작 흐름도

Server는 등록되는 Client에 대한 기기 정보, 상태 정보, 시간 정보, 동작 정보 등을 Server가 조작되거나 Client가 조작되는 등의 이벤트가 발생할 때 마다 저장하며 저장된 정보를 사용자가 요구할 경우 Client의 전력 제어 상태, 사용전력량 표시 등을 통하여 알려준다.

3.3. Client의 시스템 구성과 동작

(그림 4)는 (그림 1)에 나타나있는 Client의 동작 흐름도를 나타낸다.



(그림 4) Client의 동작 흐름도

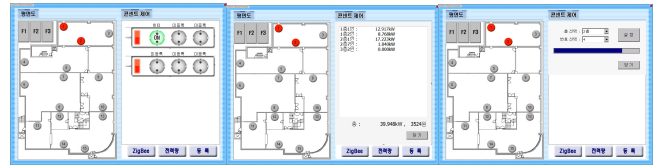
Client는 Zigbee모듈과 Replay모듈, ATmega MCU 모듈, 버튼 모듈, 전원부 등 Server와 같이 저전력 부품으로 구성된다. 시스템 제어 프로그램은 C로 구현하였다.

사용자가 Button을 터치하면 (그림 2)에 나타난 알고리즘과 반대 방향 진행된다. Client는 Server로 상태변경 요청을 하고, Server는 해당 내용을 승인, Client는 상태변경을 통하여 Replay를 제어하여 전력의 통과 또는 차단을 동작시킨 후 해당 정보를 Server로 전송하여 반영시킨다. 또한 Server에서 신호가 올 경우에는 MCU에서 Interrupt가 발생하여 처리한다.

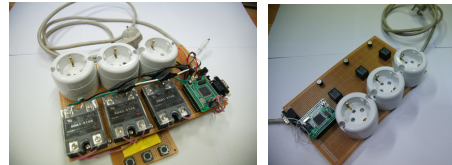
4. 스마트 오피스 시스템 구현 및 검증

구현된 시스템은 (그림 5)와 (그림 6)에 나타내었다. 1개의 Server와 3개의 Client에 몇가지의 전자제품이 연결되어 있으며 Server에서 각 Client가 동기화 되어 Server to Client, Client to Server 모두 동작됨을 확인할 수 있다. (그림 5)는 Server에서 확인하고 제어할 수 있는 화면으로

좌측부터 차례대로 기본 뷰, 전력사용량 뷰, Zigbee 세팅 뷰의 동작 화면을 나타낸다.



(그림 5) Server(Touch Screen)의 동작 화면



(그림 6) Client Module(Zigbee Module)

Client는 (그림 6)의 우측 사진으로 Client의 MCU, Zigbee, 콘센트, Relay, 버튼, 전원부 등으로 구성되어 있다. Server의 평균 시간당 소비전력량은 6Kwh이고, Client의 1Slot은 0.5Kwh이다. 1가구당 대기전력 소모량을 14개 제품 56.79W로 보았을 경우 현재 시스템을 도입하여 절전을 기능을 동작시켰을 경우 13W의 소비전력이 사용으로 77%의 대기전력 절감 효과가 있다. 콘센트를 여러개 사용할 경우에도 18W의 소비전력으로 기존 대기 전력보다 68%의 대기전력 절감 효과가 있다.

5. 결론

본 논문에서는 Zigbee 통신을 이용하여 전력 소비를 줄이기 위한 스마트 오피스 시스템의 설계 및 구현에 관하여 기술하였다. 구현된 시스템은 Server를 통하여 각 Client의 전류에 대한 통제를 가능하게 하며, 전력 사용 상황과 전력량 정보를 통해 사용자에게 고지함으로써 전자기기의 대기전력의 소비를 줄일 수 있다. 이를 통하여 기존의 대기전력이 높은 제품들의 전류를 능동적으로 제어하고 전력의 사용량을 소비자가 인지하면서 보다 쉽게 전력 소비비용을 감축시킬 수 있을 것으로 기대한다.

[참고문헌]

- [1] “에너지 이용 합리화 제도 개선을 위한 공청회”, 한국에너지기술협회, 2009.
- [2] J. Heo, CS. Hong, SB, Kang, SS. Jeon, “Wireless Home network Control Mechanism for Standby Power Reduction,” Proceedings of WINSYS 2007, JULY 2007.
- [3] 김만건, “대기전력 차단으로 절전과 전기화재예방”, 한국전기공사협회, 전기설비지, 2006.
- [4] 강민석, 김신우, 강민섭, “대기전력 차단 및 제어를 통한 스마트 홈 시스템 설계”, 대한전자공학회, 하계학술대회 제 33권 1호, 2010.