

RFID/USN 기술을 이용한 지능형 절전관리 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of a Intelligent Power-Saving Management System using RFID/USN Technology

정규석*, 서동민**, 박용훈***, 유재수***
 유비쿼터스 바이오 정보기술 연구센터*,
 한국과학기술원**,
 충북대학교***

Jeong kyu-seuck*, Seo dong-min**,
 Park young-hun***, Yoo jae-soo***
 Research Institute of Ubiquitous
 Bio-Information Technology*,
 Korea Advanced Institute of Science and
 Technology**,
 Chungbuk National University***

요약

최근 무선 통신 기술이 발달함에 따라 유비쿼터스 환경과 그와 관련된 실용화 기술에 대한 관심이 크게 고조되고 있다. 그리고 유비쿼터스의 개념이 기존 IT 분야에 접목되면서 유비쿼터스 환경을 근간으로 한 자동화 시스템의 필요성이 부각되고 있다. 본 논문에서는 RFID/USN 기술을 이용하여 전등, 난방기 그리고 에어컨과 같은 건물 내 전자기기의 전력 소비를 효율적으로 관리하는 절전관리 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 RFID를 이용하여 전자기기에 대한 자산 관리 및 상태 정보를 감시하고, USN을 이용하여 주변 환경 및 전력 소비에 대한 실시간 정보를 수집한다. 특히, 제안하는 시스템은 실시간 수집 된 정보를 분석하여 최상의 절전 효과를 가지는 지능형 스케줄러를 제공한다. 마지막으로, 제안하는 시스템은 실시간 사용자 인터페이스를 제공함으로써 기존 시스템과의 차별성과 현실성을 보인다.

Abstract

Recently, many interests on the ubiquitous environment and the practical technologies associated with it have been significantly increasing along with the rapid development of wireless technologies. The development of the automated systems based on the ubiquitous environment is required as the concept of the term "ubiquitous" is integrated into the fields of existing IT. In this paper, we design and implement a power-saving management system using RFID/USN technologies. It efficiently manages the power consumption of the electronic machine such as electric lights, electric heaters, and air conditioners in a building. The proposed system controls the electronic machines and monitors their status by RFID and collects the real time information about the surroundings and power consumption of the electronic machines by USN. Especially, it analyzes the real time information and supports the intelligent scheduler with the best power-saving. Finally, this paper shows the difference between the proposed system and the existing systems and the reality of our system through the real time user interface about the power-saving management.

I. 서론

태그와 센서로부터 사물 및 환경 정보를 감지, 저장, 가공, 전달하여 인간 생활에 폭 넓게 활용하는 네트워크

크인 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술은 2006년 외국 기술을 도입하여 센서노드, 싱크노드 개발을 진행하게 되면서, 대량의 센서 데이터를 수집, 필터링하는 미들웨어 기술과 다양한 산업 분야에 응용 서비스 제공을 위한 응용 플랫폼 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, USN 기술에 대한 적용 분야가 확대되어 홈 네트워크를 이용한 방법 서비스, 원격 진료 서비스, 대형 건물에서 이용 가능한 에너지 절약 서비스, 지능형 빌딩 서비스, 일상생활에서 이용 가능한 응급 구난 서비스, 어린이 및 노인 위치 추적 서비스 등 다양한 분야에서 응용 기술이 개발되고 있다 [1,2,3,4].

본 논문은 다양한 USN 분야 중 하나의 응용 기술로 대형 건축물에서 사용하는 전자 제품과 전기 제품의 에너지 사용을 제어함으로써 절전 효과를 얻을 수 있는 지능형 절전 관리 시스템을 제안한다. 기존 중앙 제어식 절전 관리 시스템은 우선으로 모든 전자 기기와 연결하여 사용되는 시스템으로 설치비와 설치 공사의 어려운 점이 있었다. 뿐만 아니라, 기능상에서도 지능형이 아닌 관리자의 수동적인 관리 하에 시스템이 제어, 관리되었고 전자 제품(EHP 에어컨 등)과 하나의 패키지로 구성되어진 응용 제품이였다. 그래서 본 논문에서는 Zigbee 프로토콜을 사용하여 전등, 에어컨, 에어컨 실외기, 가로등, 계량기와 같이 기존에 설치되어 있는 전자, 전기 제품에 센서 모듈을 설치하고 무선 네트워크로 중앙 제어 서버와 실시간 통신하여 제어, 관리하는 시스템을 제안한다. 또한, 지능형 스케줄러를 제공함으로써 관리 및 제어의 편리성과 제어 방법에 따라 최대한의 절전 효과를 얻을 수 있는 기능을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성된다. 2장은 제안하는 지능형 절전 관리 시스템의 서비스 개념도와 주요 스케줄러 기능을 기술한다. 그리고 제안하는 시스템의 시스템 구조와 센서 모듈에 대한 운영 방식을 기술한다. 3장은 구현 환경과 제안하는 사용자 인터페이스에 대해 기술한다. 마지막으로 4장은 결론과 제안하는 시스템을 적용함으로써 얻은 효과를 기술한다.

II. 제안하는 지능형 절전 관리 시스템

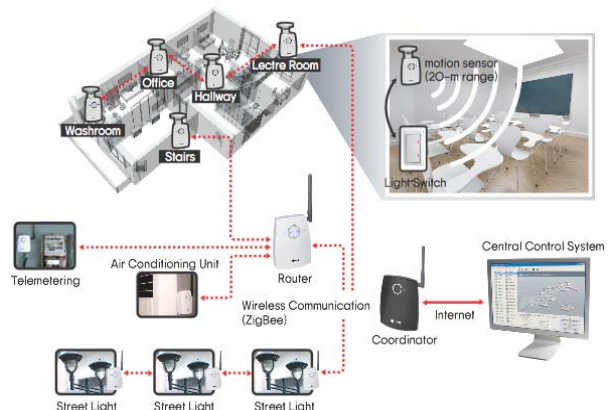
1. 서비스 개념도

본 논문에서 제안하는 시스템은 공공기관 및 대형 건축물에 설치되어 있는 모든 전등, 에어컨, 가로등 등의 전기 제품에 센서 모듈을 부착해 중앙에서 각 기기들을 실시간으로 모니터링하고 제어하는 기능을 제공한다. 제안하는 시스템의 가장 큰 특징은 센서를 통해 실시간 수집된 정보를 분석하여 최상의 절전 효과를 얻을 수 있도록 전자 기기들을 자동으로 제어하는 지능형 스케줄러 제공에 있다. 그림 1은 제안하는 시스템의 서비스 개념도를 보여준다.

1.1 기본 서비스

대형 건축물 및 공공 기관에서 사용하는 전등, 에어컨, 가로등 등의 전기 제품은 개별적으로 운영되고 관리되었다. 이로 인해 에너지를 소비하는 제품들이 무분별하게 사용되고 사람의 손에 의해 낭비되거나 절약되기도 한다. 절전 관리 시스템을 통해 중앙에서 제어하게 되면 개별적인 운영을 방지하여 에너지 소비를 줄일 수 있으며 통합 운영이 가능하게 된다는 장점을 가지게 된다. 본 논문에서 제안하는 절전 관리 시스템의 기본 서비스는 아래와 같다.

1) 중앙에서 관리자에 의해 전등, 에어컨, 가로등의 ON, OFF 제어 서비스를 제공한다. 이는 개별적으로 제어하거나 전체 제어가 가능하다. 2) 모든 건물에 있는 에어컨, 전등, 가로등, 전력 소비량에 대한 모니터링 서비스를 제공한다. 이는 관리자의 운영에 의해 모든 상황을 파악할 수 있다는 의미이며 필요 없는 구역의 에너지 소비를 방지할 수 있다는 의미이다.



▶▶ 그림 1. 서비스 개념도

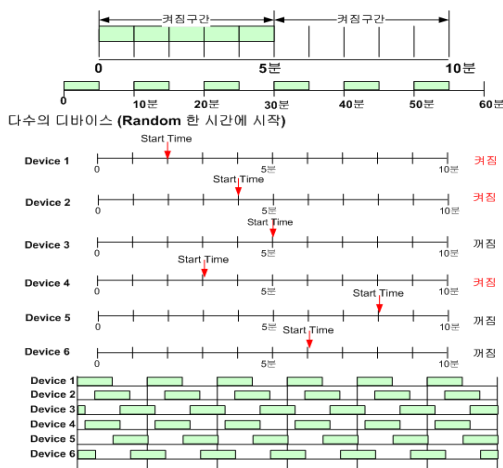
1.2 지능형 스케줄러 서비스

지능형 스케줄러 서비스는 관리자에 의해 설정된 정보를 기준으로 자동 관리되어 운영되는 자동화 서비스이다. 본 논문에서 제안하는 지능형 스케줄러 서비스는 시간별 절전률 스케줄러, 기준 온도 설정 스케줄러, 가로등 일출, 일몰 스케줄러, Peak 제어 운영 스케줄러 그리고 전동 제어 스케줄러로 구분된다.

1.2.1 시간 별 절전률 스케줄러

에어컨 실외기 장치에 사용되는 스케줄러로 절전률을 적용하여 절전률 만큼 실외기를 운영하도록 하는 서비스이다. 에어컨 장치는 실외기가 운영됨으로써 냉각되는데 사람이 인지하지 못 할 정도로 짧은 시간동안 실외기를 가동되지 않게 함으로써 전력 소모량이 높은 실외기를 제어한다. 절전률 만큼 실외기가 가동되지 않음으로써 에너지 낭비를 방지할 수 있는 자동화 스케줄러 기능을 제공한다. 제안하는 절전률 스케줄러는 관리자에 의해 설정되어 운영되기도 하지만 Peak 전력량에 따라 제어되는 스케줄러이다.

그림 2는 시간 별 절전률 스케줄러의 한 예를 보여준다. 예제는 총 운행시간이 60분, 기준 운행시간이 10분으로 설정된 6개의 실외기를 가정하고 관리자가 건물 전체의 절전률을 50%로 설정했을 때 각 실외기의 운행과정이다. 스케줄러는 절전률 50%를 달성하기 위해 5분을 주기로 3개의 실외기는 ON 그리고 나머지 실외기는 OFF 시킨다. 이때, 센서 모듈을 통해 실시간 수집된 각 실외기의 주변 온도 정보를 분석 후 설정 온도에 가장 가까운 실외기 3개를 선택해 OFF 시킨다.



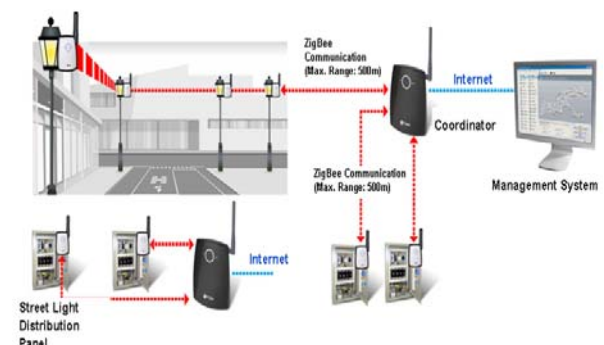
▶▶ 그림 2. 시간 별 절전률 스케줄러

1.2.2 기준 온도 설정 스케줄러

기존 에어컨의 운영 방식은 에어컨 개별적으로 기준 온도를 설정하는 기능이 적용되어, 에어컨 자체적으로 설정 값에 의해 ON/OFF 된다. 하지만 이 방식은 적절한 실내 온도에도 불구하고 많은 에어컨이 개별적으로 설정된 낮은 온도 값으로 인해 지나치게 에어컨 장치를 운영하는 문제가 발생한다. 제안하는 기준 온도 스케줄러는 중앙에서 에어컨 센서 모듈을 통해 에어컨 주변의 온도 정보를 실시간 수집할 뿐 만 아니라 수집된 정보를 기반으로 모든 에어컨 및 실외기의 전원을 ON/OFF 하는 자동화 서비스를 제공한다.

1.2.3 가로등 일출, 일몰 시간 스케줄러

기존 가로등의 운영 방식은 타이머 장치에 의해 시간 대별로 ON/OFF 시키는 방식을 채택한다. 이 방식은 일출, 일몰 시간이 변경될 때마다 관리자가 직접 모든 가로등의 타이머 장치에 설정 값을 변경해야 하는 문제가 있다. 제안하는 가로등 일출, 일몰 시간 스케줄러 서비스는 중앙에서 1년 동안의 모든 일출, 일몰 시간을 일주일 간격으로 설정한 값에 의해서 또는 가로등 센서 모듈을 통해 수집된 주변 조도 값을 분석해 일출과 일몰을 판별 후 가로등의 ON/OFF 작동을 하는 자동화 서비스를 제공한다. 그림 3은 가로등의 전원 장치에 센서 모듈을 설치하여 수집기를 통해 중앙 제어 서버와 연결됨으로써 일출, 일몰 시간 스케줄러 또는 조도 센서에 의한 자동 ON/OFF 제어되는 구조를 보여준다.



▶▶ 그림 3. 가로등 스케줄러 시스템 운영 과정

1.2.4 Peak 제어 운영 스케줄러

제안하는 Peak 제어 운영 스케줄러는 전력량계에서 측정된 데이터를 센서 모듈을 통해 중앙 서버에 실시간 전송한다. 그리고 전송된 값이 중앙 서버에 등록된 기준 Peak 값을 초과할 경우 설치된 전동, 에어컨, 난방

기 등의 사용을 제어함으로써 에너지 절감 효과를 얻을 수 있는 운영 프로세스이다. Peak 값의 Level은 3등급으로 나누어 설정하게 되며, 각 등급 별 Peak 기준 값을 초과하였을 경우 등록된 전등 모듈을 제어하고 에어컨 및 실외기의 절전률을 자동으로 높게 설정하여 에어컨의 사용량을 제한한다. 그리고 전력 사용량이 Peak 기준값 이하로 내려갈 경우 단계별 원상 복구 기능을 제공한다.

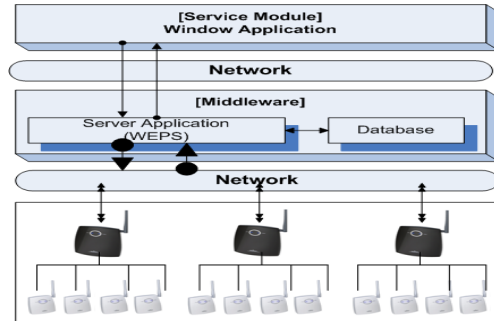
1.2.5 전등 제어 시간 스케줄러

제안하는 전등 운영 스케줄러는 대형 건축물이나 공공 기관에서 복도, 사무실 등 사용하지 않아도 되는 낮 시간동안에 강제적으로 전등을 제어함으로써 에너지 절감 효과를 얻을 수 있는 스케줄러이다. 제안하는 시스템에서 전등 센서 모듈은 센서의 인체 감지를 통해 전등을 자동으로 제어하는 첨단 시스템으로, 인체 감지 기능만으로도 절전 효과를 누릴 수 있다. 여기에 시간 강제 제어 스케줄러를 적용함으로써 관리자가 설정한 시간대에는 무조건 강제 제어하게 되어 불필요하게 전등을 켜놓지 않게 하는 효과를 얻을 수 있다.

2. 시스템 구성도

그림 4는 제안하는 절전관리 시스템의 구성도를 보여준다. 제안하는 시스템은 운영 프로그램, 중앙 제어 서버, 데이터베이스, 센서모듈 그리고 수집기로 구성된다. 윈도우 기반 응용 프로그램은 중앙 제어 서버의 서비스를 사용할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공한다. 중앙 제어 서버는 전자 기기들을 실시간 모니터링 및 제어한다. 센서 모듈은 전자 기기에 설치되어 중앙 제어 서버의 스케줄러 또는 사용자의 임의적인 조작으로 전자기기를 제어한다. 모든 센서 모듈은 라우터 역할도 병행하며 각 수집기를 통해 서버 시스템과 상호 통신하며 서버의 로직에 의해 제어된다. 센서 모듈과 수집기는 무선 네트워크를 이용하여 상호 통신하며 수집기와 서버는 유선 네트워크망을 통해 상호 통신한다. 각 수집기와 센서 모듈은 고유의 ID를 가지게 되고 ID를 통해 자신의 위치 정보와 상태를 서버에 전달하게 된다. 하나의 수집기는 최대 200개의 센서 모듈을 담당하며 설치 시 한 건물에 하나의 수집기를 설치하게 된다. 에어컨 모듈은 에어컨 전원부 또는 실외기 전원부에 설치되어 에어컨을 제어하거나 실외기를 제어한다. 전등 모

듈은 설치된 전등의 릴레이 부위에 설치되고 가로등 모듈은 기존 가로등을 제어하는 타임 장치에 설치되어 시간대 별로 제어한다.



▶▶ 그림 4. 시스템 구성도

2.1 중앙제어 서버

제안하는 중앙제어 서버는 센서 모듈의 정보를 수집기를 통해 모든 디바이스의 정보를 관리, 제어하고 디바이스의 정보와 사용자 정보, 스케줄러에 필요한 데이터를 저장하는 데이터베이스로 구성된다.

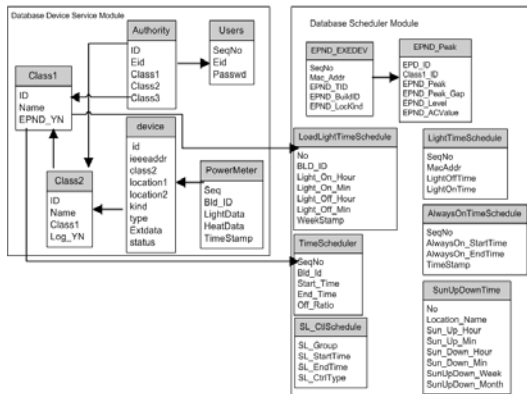
2.1.1 WEPS 시스템 서버

중앙제어 서버를 로딩하면 연결된 모든 수집기가 서버로 접속되며 각 수집기는 자신이 담당하는 모든 디바이스(센서 모듈)의 정보를 Java로 개발된 WEPS 서버에 전달하게 된다. WEPS 서버는 해당 정보가 데이터베이스의 기존 정보와 일치하는지를 검출하여 버퍼에 저장하게 된다. 접속된 정보는 계속 실시간으로 갱신되며 상태를 모니터링하게 된다. 각 수집기의 접속 유지는 UDP 통신을 통해 20초 단위로 교류하여 각 수집기와의 연결 상태를 파악하고 60초 동안 응답 신호가 없을 경우 소켓 통신을 중단한다.

2.1.2 중앙제어 서버를 위한 데이터베이스

데이터베이스는 My-SQL 또는 Ms-SQL로 구성된다. 그림 5는 데이터베이스 릴레이션 구성도를 나타내며 다음과 같은 정보를 저장한다.

- 1) 설치된 모든 디바이스(수집기, 센서 모듈)의 기준 정보를 저장한다.
- 2) 관리자 정보와 권한 정보를 저장한다.
- 3) 전등, 에어컨, 가로등, 검침기(Peak관리)에 대한 스케줄러 기준 정보를 저장한다.
- 4) 검침기에서 추출된 전력량 데이터를 저장한다.
- 5) 모든 센서 모듈에서 발생하는 이벤트에 대한 로그 데이터를 저장한다.



▶▶ 그림 5. 데이터베이스 릴레이션 구성도

2.1.3 디바이스 장치 구성

제안하는 지능형 절전 관리 시스템의 디바이스 구성은 제한된 영역에 설치된 센서 모듈의 데이터를 수집하는 수집기와 센서 모듈간의 원활한 통신 환경을 구축하기 위한 라우터 모듈 그리고 에어컨, 전등, 검침기 센서 모듈과 RF 신호를 이용하여 움직임을 감지하는 인체감지 센서 모듈로 구성된다. 모든 디바이스는 무선 네트워크 통신을 하며 Zigbee 표준에서 제정된 라우팅 알고리즘인 트리 라우팅 기법을 통해 네트워크 및 주소 할당을 가능하게 한다. 표 1은 제안하는 시스템에서 사용하는 디바이스 스펙을 보여준다.

표 1. 디바이스 스펙

Coordinator	
<ul style="list-style-type: none"> ·Function: collecting data ·Power: 6[Vdc], over 300[ma] ·Freq.badn: 2.405~2.480GHz ·RF output: 10mW below ·LOS TX/RX Dist: <800m 	
Aircon Controller	
<ul style="list-style-type: none"> ·aircon control & data transmission ·Power: 90~240[Vac] ·Freq.badn: 2.405~2.480GHz ·RF output: 10mW below ·LOS TX/RX Dist: <800m 	
Light Controller	
<ul style="list-style-type: none"> ·expanding the transmission range ·Power: 90~240[Vac] ·Freq.badn: 2.405~2.480GHz ·RF output: 10mW below ·LOS TX/RX Dist: <800m 	
RF Human Motion Sensor	
<ul style="list-style-type: none"> ·Specialty: RF motion detector ·Power: 90~240[Vac] ·Freq.badn: 2.405~2.480GHz ·RF output: 10mW below ·LOS TX/RX Dist: <800m 	

III. 구현 및 사용자 인터페이스

본 논문에서 제안하는 절전관리 시스템은 윈도우 XP 및 윈도우 2003 서버 환경에서 JDK 1.5.7, JRE 1.5.7 버전을 기반으로 운영 서버가 개발되었으며 데이터베이스 관리 시스템은 My-SQL Server 5.0 버전과 Connector 5.0.4 버전을 사용하여 구현되었다. 절전관리 시스템은 윈도우 기반 응용 프로그램으로 Visual C++ 6.0을 사용하여 개발되었다.

그림 6은 관리자에게 제공되는 절전 관리 시스템의 사용자 인터페이스를 보여준다. 실시간으로 데이터를 제공함으로써 현재 상태를 쉽게 파악 할 수 있는 기능을 제공하며, 설치된 장소, 설치된 모든 전자 및 전기 기기(전등, 에어컨, 실외기, 가로등, 검침기) 센서 모듈에 대한 리스트를 제공하여 모니터링 할 수 있는 기능을 제공한다. 그리고 건물 단위로 온도 설정 및 스케줄러 설정 기능을 제공하여 관리자에 의해 운영될 수 있도록 기능을 제공한다. 또한, 실시간으로 전달되는 모든 데이터에 대해 로그를 저장함으로써 분석 할 수 있는 기능을 제공한다. 그리고 이상 발생 시 경고 표시에 의해 관리자에게 알림 기능을 제공함으로써 즉시 조치를 취할 수 있도록 한다.



(a)



(b)

▶▶ 그림 6. 각 사이트 별 절전관리 사용자 인터페이스

IV. 결론

본 논문에서는 널리 상용화된 RFID/USN 기술을 이용하여 에너지 소비를 많이 하는 현대에 에너지 절감 효과를 얻기 위한 절전 관리 시스템을 제안했다. 제안하는 시스템은 인체 감지에 의해 전기 제품을 제어하고 모니터링하며 스케줄러를 통한 자동 제어를 통해 사용자의 편리성과 에너지 절감 효과를 얻을 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 제안하는 시스템을 통해 기존 시스템들에 비해 운영상에 있어 적게는 10%에서 많게는 30%까지의 절전 효과를 얻을 수 있음을 보였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] M. Weiser, "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing", Communications of the ACM, pp.75-84, 1993.
- [2] 노무라 연구소 보고서, *유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템*, 2003.
- [3] 정보통신부, IT839 전략, <http://www.mic.go.kr>, 2004.
- [4] 유승화, "RFID/USN 표준화 추진방향", TTA저널, 제94호, 2004.