

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.4.103>

JIWIT 2012-4-13

USN 기반의 산업용 전력관리시스템 구현

Implementation of Electricity Power Management System for Industries based on USN

김민호*, 이남길**

Min-Ho Kim, Nam-Gil Lee

요약 본 논문은 현재 급격히 증가하는 전력을 효율적으로 관리하고 낭비를 최소화하기 위한 전력 관리 시스템을 제안한다. 기업, 공장, 관공서, 학교 등의 환경에 최적화된 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 기반으로 한 산업용 전력관리시스템을 구현하였다. 콘센트에 직접 부착하여 전력량 측정 및 전력제어가 가능하다. 전력센서를 PLC(Power Line Communication)와 TCP/IP 통신을 통하여 하나의 네트워크로 구성하고 전력을 감시 및 제어한다. 수집된 데이터를 기반으로 전력을 효율적으로 유지관리 할 수 있으며, 또한 안드로이드 기반 앱을 통하여 언제 어디서나 서버에 접속하여 전력량을 관리하고 낭비되는 전력을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템을 구현하였다.

Abstract In this paper, We suggest electricity power management system which makes a good efficient and minimize wasteness of electricity power. We made electricity power management system based USN(Ubiquitous Sensor Network) for industries, factories, public offices and so on, with optimized system. Simply, we can measure and control electricity power as we plug it outlets. This system can monitor and control electricity power, organizing network of PLC(Power Line Communication) and TCP/IP with the sensor for electricity power. Through the acquisition data, this proposed system can manage and save the electricity power efficiently and also we can connect this system to server, anytime, anywhere with Android phone.

Key Words : USN, electricity power management system, PLC, Android phone

1. 서론

최근 사회적으로 다양한 분야에 걸쳐 전력 사용량이 급격하게 증가하고 있다. 또한 전력을 생산하면서 발생하는 이산화탄소 배출 역시 계속해서 증가하여 지구 온난화가 가속화 되어 대규모 환경제약이 예고되고 있다. 하지만 전력 수요의 가파른 증가에 비하여 전력 공급 능력의 증가는 한계가 있으며, 낭비되는 전력도 계속 증가

하는 추세이다. 전력 공급 능력을 증대하기 위해서는 대규모 투자와 시간이 필요하지만 전력 낭비를 최소화 하는 것은 이에 비하여 상대적으로 적은 비용과 시간으로 해결책을 찾을 수 있다. 일반 가정에 비하여 기업, 공장, 관공서, 학교 등 산업용 전력을 사용하는 곳은 통제와 관리가 상대적으로 쉽고, 특히 이 기관들은 전력판매량의 절반 이상을 차지하고 있다. 이러한 산업용 전력의 사용 효율을 극대화하여 낭비되는 전력을 줄일 수 있다면 전

*정회원, 한국폴리텍대학 울산캠퍼스

**정회원, 한국폴리텍대학 남원연수원

접수일자 : 2012년 7월 12일, 수정완료 : 2012년 8월 9일

게재확정일자 : 2012년 8월 10일

Received: 12 July 2012 / Revised: 9 August 2012

Accepted: 10 August 2012

**Corresponding Author: minho@kopo.ac.kr

Dept. of Information and Communication , Korea Polytechnic Colleges, Korea

체적인 전력 공급의 안정화에 상당히 이바지 할 수 있을 것이다.

본 논문은 산업용 전력의 효율적인 관리를 위하여 지능형 전력센서로 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반에서 전원선 통신으로 제어되는 코디네이터를 설계하였다. 또한 원격 감시서버를 구축하여 PC기반의 클라이언트 및 안드로이드 폰 기반의 클라이언트와 접속하여 실시간으로 전력량을 측정, 분석 및 제어가 가능하도록 하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시스템 설계, 3장에서는 시스템 구현, 4장에서는 실험 및 결과, 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 2장 시스템설계

1. OMC 서버

OMC는 Operation and Maintenance Center (운영관리국)의 약자로서 관리 대상이 되는 장비들을 하나의 네트워크로 구성하여 종합적으로 제어 모니터링 및 관리하는 시스템을 말한다. OMC 서버는 서비스별로 인증서버, 데이터관리서버, 통신서버로 구성되며 또한 별도의 프로세스로 동작하는 이들 서버의 상태를 동시에 확인하기 위해서 OMC 서버 뷰어(OMC Server Viwer)를 사용하도록 구성된다. OMC 서버 뷰어는 이들 서버와 프로세스와의 통신을 수행하여 모든 정보는 OMC 서버 뷰어에서 확인 가능하도록 설계하였다.^[1] OMC 서버는 코디네이터를 경유하여 지능형 전력센서와 연결되며 PC 어플리케이션 기반 클라이언트 및 안드로이드 기반 클라이언트와 실시간으로 통신하며 데이터베이스를 운영한다.

2. PC 어플리케이션 기반 OMC 클라이언트

PC 어플리케이션 기반 OMC 클라이언트는 전체 시스템이 운용하는 모든 지능형 전력센서를 관리자가 직접 감시 및 제어할 수 있는 서비스를 제공하는 프로그램으로 전력 사용량 감시, 전력사용 차단, 복구, 통계 및 분석 기능을 제공하도록 설계하였다.

3. 안드로이드 기반 OMC 클라이언트

OMC 클라이언트의 핵심기능은 장비에 접속하여 지능형 전력센서의 상태를 조회하거나 제어하는 기능이다. 안드로이드 기반 OMC 클라이언트는 OMC 서버에 로그

인 한 뒤, OMC 서버를 경유하여 지능형 전력센서와 실시간으로 통신한다. 지능형 전력센서의 상태를 조회하거나 제어할 수 있다.^[2]

4. 코디네이터

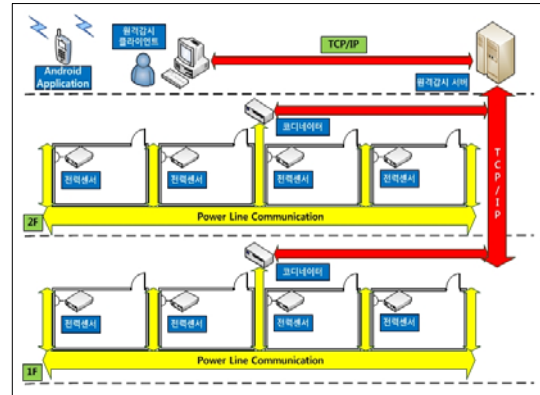


그림 1. 코디네이터의 연결 구성도

Fig. 1. Block diagram of connection for coordinator

그림 1은 코디네이터의 구성도 이다. 코디네이터(Coordinator)는 지능형 전력센서와 PLC(Power Line Communication)통신으로 실시간으로 데이터를 수집하며 관할 구역 내의 지능형 전력센서들을 관리한다. 또한 TCP/IP 통신 및 PLC통신을 연결하는 기능을 통하여 통신방식이 서로 다른 OMC 서버와 지능형 전력센서를 연결하도록 설계하였다.^[2]

5. 지능형 전력 센서

지능형 전력센서는 콘센트에 직접 연결되는 전력량 측정 및 제어가 가능한 USN 기반의 임베디드 시스템을 탑재한 센서이다. 본 시스템에서 OMC에 의하여 관리되는 대상이며, 코디네이터를 통하여 OMC에 연결된다. OMC와의 통신은 OMC에서 전송된 명령을 해석하여 응답하는 일반 운용 모드 (모니터링 및 제어 명령 등에 대하여 응답하는 과정) 와 지능형 전력센서 운용 중에 발생하는 문제를 실시간으로 OMC로 보고하는 이벤트 보고 모드로 나뉘어져서 동작하도록 한다. 역할별로 전력량 측정부분, 전력사용량 표시를 위한 LCD, 화재감시를 위한 온도센서, 전력 차단 및 허용을 위한 릴레이 구동부, PLC 통신을 위한 전력선 모뎀 모듈로 설계하였다.^[3]



그림 5. PC기반의 클라이언트의 관리 화면
Fig. 5. Main panel for OMC client based PC application

3. 안드로이드 기반 클라이언트

안드로이드 기반 클라이언트는 MS Windows 7에 Android SDK(Software Development Kit)를 설치한 후, Eclipse와 ADK(Android Development Kit)를 사용하여 JAVA로 구현하였다. 그림 6 a)는 로그인 화면이고, 그림 6 b)는 안드로이드폰으로 구현된 전력관리 화면이다.



a) OMC server logd in b) basic data

그림 6. 안드로이드 폰 기반의 전력관리 화면
Fig. 6. Electricity power Management panel based Android Phone

4. 코디네이터

코디네이터는 전체 시스템 제어를 위한 MCU(Micro Control Unit)부, PLC 통신을 위한 PLC 모뎀, TCP/IP 통신을 위한 시리얼-이더넷 컨버터로 구성된다. MCU는 ATMel사의 8bit MCU인 ATMega2560을 사용하였다. PLC 모뎀은 젤라인사의 XPLC23을 기반으로 한 XMLD-2300을 사용하였다. 그림7은 코디네이터의 구성도이고 그림8은 구현한 코디네이터이다.^[5]

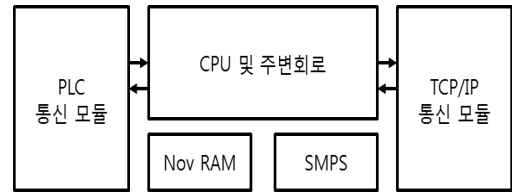


그림 7. 코디네이터의 구성도
Fig. 7. Block diagram of Coordinator



그림 8. 코디네이터
Fig. 8. Coordinator

5. 지능형 전력센서

지능형 전력센서는 전체 시스템 제어를 위한 MCU로서 ATMel사의 ATMegal28을 사용하며 Allegro사의 ACS712를 사용하여 전력을 측정하였으며 이를 이용하여 사용자가 설정한 전력수치를 넘어서면 릴레이를 구동하여 자동으로 콘센트로 연결되는 전원을 차단하는 기능을 구현하였다. 또 온도센서를 내장하여 현재 감지되는 온도가 설정된 온도 이상일 경우 경보를 나타내도록 구성하였다. 그림9는 지능형 전력센서의 구성도이고 그림 10은 구현한 지능형 전력센서이다.^[6]

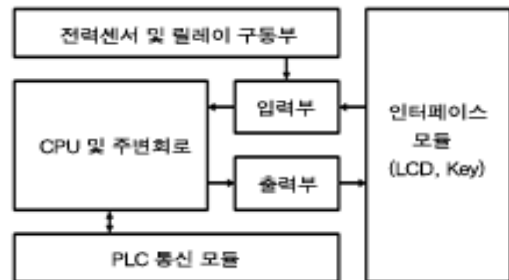


그림 9. 지능형 전력센서의 구성도
Fig. 9. Block diagram of Intelligent Power Sensor



그림 10. 지능형 전력 센서
Fig. 10. Intelligent Power Sensor

IV. 실험 및 결과

본 연구에서는 10MB 속도의 LAN 환경에서 PC기반의 OMC 클라이언트를 이용하여 지능형전력센서를 조회 및 제어하고 이에 대한 결과를 지능형전력센서의 LCD와 PC기반 OMC 클라이언트 및 안드로이드 기반 OMC 클라이언트에서 확인하였다. 중계기의 상태 항목 중 표 3의 항목을 선별하여 실험을 다음과 순서로 진행하였다.

- 가. 로그인(PC 및 Android Phone)
- 나. 지능형전력센서 조회 및 제어 데이터 전송
- 다. PC 기반의 OMC 클라이언트에서의 응답 데이터 측정
- 라. 지능형전력센서에서 응답 데이터 측정
- 마. Android Phone 에서 응답 데이터 측정
- 바. 실험반복횟수 100회

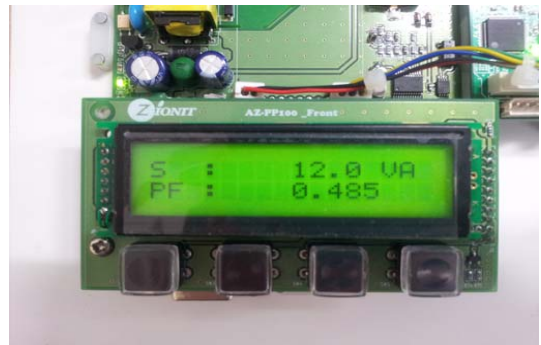
표 3. 안드로이드 폰과 OMC 클라이언트의 전력관리 데이터 요구 및 응답 측정값
Table 3. The Measurement on Request and Reply Data for Intelligent Power Sensor Based on Android Phone and OMC Client

Control Item	Initial Data	Request Data	Reply Data
Power(W)	(지능형전력센서의 현재측정치) 12W	(측정치 조회) -	(조회응답결과) 12W
Relay On/Off	Off	On	On
High Temperature Limit	22 'C	30 'C	30 'C
High Power Limit	32W	12W	12W



그림 11. OMC클라이언트의 초기값과 응답값
Fig. 11. Measurement on Initial and Reply Data based On OMC Client

그림 11은 PC 기반의 OMC클라이언트에서의 요청 및 응답 데이터 측정값이다. a)는 초기의 값이며 b)는 요청 값에 대한 응답 값이다.



a) Reply data



b) Reply data

그림 12. 지능형전력센서의 응답데이터
Fig. 12. Measurement on Reply Data in Intelligent Power Sensor

그림 12는 지능형전력센서에서의 응답 데이터 측정값이다. a)는 측정된 전력이며 b)는 측정된 온도알람한계치이다.

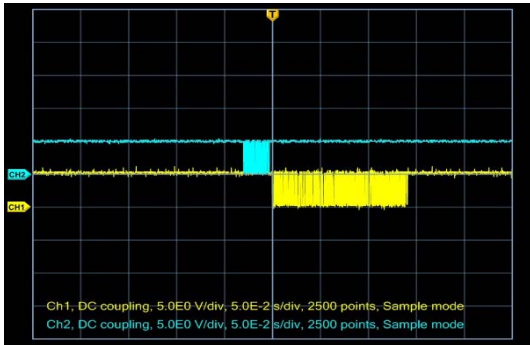


그림 13. 지능형 센서의 송수신 신호 파형
 Fig. 13. Measurement on signal wave in Intelligent Power Sensor

그림 13는 제작된 지능형전력센서의 USART에서 측정된 신호파형이다. Ch1는 수신된 제어명령 파형이며, Ch2는 OMC에서 전송된 제어 명령에 대하여 응답하는 제어응답 송신 파형이다. 이때 오실로스코프의 시간 분해능은 50ms 이다.



a) Initial data b) Reply data

그림 14. 안드로이드 폰 기반의 초기 및 응답 측정 값
 Fig. 14. Measurement on Initial and Reply Data based On Android Phone

그림 15는 안드로이드 폰에서 지능형전력센서의 초기 및 응답 데이터 측정값이다. a)는 초기의 값이며 b)는 요청 값 대한 응답 값이다. 정상적인 네트워크환경에서 100회의 반복 실험은 100% 클라이언트 요청값과 응답값이 일치하였으며, 산업현장에 안정적으로 적용 시킬 수 있음을 확인하다.

V. 결론

본 연구에서는 기업, 공장, 관공서, 학교 등의 환경에 최적화된 USN(유비쿼터스 센서 네트워크)을 기반으로 한 산업용 지능형 전력관리시스템을 구현하였다. 콘센트에 직접 부착하여 전력량 측정 및 전력제어가 가능한 전력센서를 제작하였고, PLC 통신을 통하여 하나의 네트워크로 구성하여 최소한의 장비로써 안정적으로 전력을 관리 할 수 있는 시스템을 구현하였다. 원격감시 서버와 클라이언트를 통해 전력센서의 상태 조회 및 제어를 할 수 있어서 전력감시를 효과적으로 할 수 있다. 이로 인하여 전력효율이 대폭 높아짐에 따라 산업용 전력의 낭비되는 전력이 줄어들어 국가 전력 공급의 안정화를 가져다준다. 이 연구를 활성화하기 위해서는 기업, 공장, 관공서, 학교 등 적용할 곳의 운용환경과 운용방식, 운용을 위한 업무 체계 등에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Dong Ho Leek, "Sensor Network" About This Issue, Korean Institute of Information., pp7. Vol.25, 2007
- [2] Ho Joong Lee, "A Process to Design and Implement Service-based Android Applications", Korea Information Processing Society, pp 245 ~ 260, Vol.18, No.4, 2011
- [3] Park Jae Ho, "Embedded Linux", pp 33 ~ 34, Hanbit media, 2003,
- [4] In Shin Park, "An Improved Identity Management Protocol for Internet Applications in Mobile Networks", Korea Information Processing Society, Vol.19, No.1 pp29~38, 2012
- [5] Choi Sung Su, "Study on Very High-Rate Power Line Communications for Smart Grid," pp1255~1260, KDI, 2011
- [6] Min Tae Hwang , "Performance Test and Analysis of Master-Slave Based PLC Modem in General Building", Korea MultiMedia Society, Vol.8, No.5, 2005

저자 소개

김 민 호(정회원)



- 1992년 : 경남대학교 전자공학과 학사
- 1994년 : 동아대학교 전자공학과 석사
- 1999년 : 동아대학교 전자공학과 박사
- 1999년 : 동아대학교
- 1997년 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 울산캠퍼스 정보통신시스템과 부교수

<주관심분야 : 유비쿼터스, 무선통신>

이 남 길(정회원)



- 1992년 : 전남대학교 전자공학과 학사
- 1996년 : 전남대학교 전자공학과 석사
- 1999년 : 전남대학교 전자공학과 박사
- 1997년 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 부교수

<주관심분야 : 전기전자정보시스템>