

DDNS를 이용한 개인 에너지 관리 시스템 구현

정낙주¹ · 이춘희² · 정회경^{1*}

Implementation of Personal Energy Management System Using DDNS

Nahk-Ju Jeong¹ · Chun-Hee Lee² · Hoe-Kyung Jung^{1*}

¹Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

²CC&B Co.,Ltd, Daejeon 305-510, Korea

요 약

지속적인 전력수급의 불안과 이에 따른 정부의 에너지관리 정책의 변화로 인해 효율적인 에너지 관리를 위한 에너지 관리 시스템에 대한 관심과 수요는 공공기관이나 빌딩뿐만 아니라 가정에까지 확대되고 있다. 그러나 가정 내 전기 소비 장치에 대한 관리는 신규 건축물에 적용되거나 가정 내 운용제품에 기반한 별도의 서비스 제공자를 통해서 주로 운용 된다. 본 논문에서는 가정 내 인터넷서비스 제공을 위해 설치되어 있는 유무선 공유기와 DDNS(Dynamic Domain Name Service)를 이용하여 가정 내 전기 소비 장치의 원격제어 및 모니터링을 위한 Personal Energy Management System을 구현하는 방법을 제안하고자 한다.

ABSTRACT

The amount of smart phones has increased exponentially. Due to the periodic release of high-performance smart phones and upgraded operating system, new smart phones become out-dated over 1 or 2 years. In order to solve environmental constraints of these smart phones, virtualization technology using Thin-Client terminal has been developed. However, in the case of Virtual Machine(VM), the applications associated with sensors and a GPS device can not run because they are not included. In this paper, by implementing the device driver for Android running in a virtual machine in the x86-based systems, it is to provide Android virtualization capabilities such as using the latest smart phones in the virtual machine environment. It would like to propose a method that the virtual device driver receives sensors and GPS information from the old Android smart phones(Thin-Client) that actually work and run as if the real device exists.

키워드 : 스마트 플러그, 에너지관리시스템, 전기소비장치, 전력, DDNS

Key word : Smart Plug, EMS(Energy Management System), Electricity Consumption Device, Electric Power, DDNS (Dynamic Domain Name Service)

Received 01 May 2015, Revised 30 May 2015, Accepted 08 June 2015

* Corresponding Author Hoe-Kyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.6.1321>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

2010년부터 전기사용량의 실제 수요가 예측수요를 5,000MW 이상 상회함으로써 전력 공급불안이 지속적으로 발생하고 있다. 2011년 국내최초의 대규모 정전 사태인 블랙아웃 사태이후 현재 우리나라의 전력 설비 예비율은 10% 이하로서 전력수급위기는 반복되고 있다. 그림1은 연간 전력 설비 예비율을 나타낸다[1].

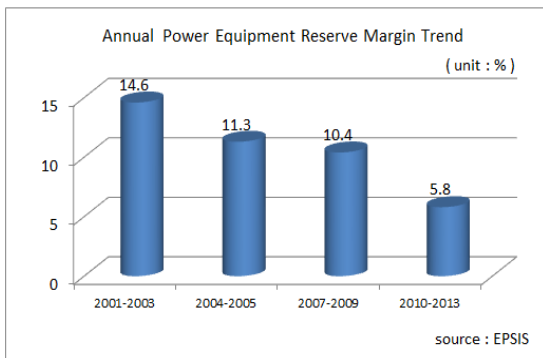


그림 1. 연간 전력설비 예비율 추이
Fig. 1 Annual Power Equipment Reserve Margin Trend

또한, 우리나라의 전력수요 증가('02~'11)는 연평균 4.3% 수준으로 연평균 12.4% 정도로 급증하는 중국에 비해서는 증가율이 낮은 수준이나 연평균 1~2% 증가하는 OECD국가와 비교해서는 높은 수준이다. 발전설비 규모면에서는 세계 13위 수준('10년 기준)으로 전력수요 규모(세계 8위)에 비해 설비규모가 작은 편이다. 그림2는 연도별 전력 수급 실적을 나타낸다.

전력설비 용량의 확충과 더불어, 국내의 전기요금체계는 생산원가보다 낮은 수준에 머무를 뿐만 아니라 전력생산 과정에서 발생하는 외부성을 충분히 반영하지 못하고 있는 실정이다[2].

위의 그림3에서 가정용 전기요금은 우리나라를 100으로 봤을 때, 미국은 140, OECD 평균은 188, 일본이 280 정도이며 산업용 전기요금도 우리나라를 100으로 봤을 때, 미국은 117, OECD 평균은 184, 일본이 266 정도로 우리나라가 OECD 평균에 비해서는 약 2배, 일본에 비해서는 약 3배 정도가 저렴하며, 이에 따른 전기요금의 현실화 요구가 지속되고 있다.

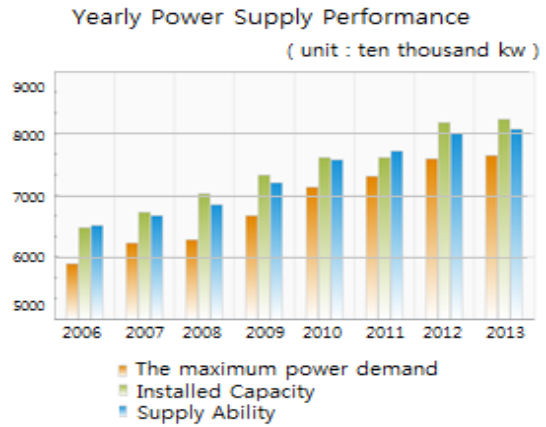


그림 2. 연도별 전력 수급 실적
Fig. 2 Yearly Power Supply Performance

Electricity Price Level Compared To OECD Countries

Country	Industry sectors		Housing sector	
	price(\$/wh)	level	price(\$/wh)	level
KOREA	0.058	100	0.083	100
ITALY	0.258	445	0.263	317
USA	0.068	117	0.116	140
CANADA	0.07	121	0.095	114
JAPAN	0.154	266	0.232	280
CHINA	0.121	209	0.199	240
OECD average	0.107	184	0.156	188

(Do South Korea with 100)

(source : KPX)

그림 3. OECD 국가 전기요금 수준 비교
Fig. 3 Electricity Price Level Compared To OECD Countries

공급관리 측면에서의 전기설비의 확충 및 전기요금 현실화와 더불어, 피크시간 및 피크시간대 전기요금을 높여 피크시간대 전력소비를 분산시키거나, 효율적인 수요관리를 통한 안정적인 에너지 공급을 위해 정부의 에너지관리 정책 또한 효율적인 에너지 관리로 변모하고 있다.

이에 따라 효율적인 에너지 관리를 위한 에너지 관리 시스템에 대한 관심과 수요는 공공기관이나 빌딩뿐만 아니라 가정으로까지 확대되고 있다[3].

본 논문에서는, 전기 소비 장치와 직접 연결된 스마트 플러그 가정 내 인터넷 서비스를 위해 설치되어 있는 유무선공유기, DDNS, 스마트폰 어플리케이션을 이용하여, 원격에서도 가정내의 전기 사용현황을

제어, 모니터링 할 수 있는 개인화된 에너지 관리 시스템을 제안하고 테스트 환경 구축과 구현방법을 제안한다.

II. 관련연구

현재 가정 내 전기절감을 위한 소비 장치의 관리는 사용자 개인에 의해 수동으로 제어하거나 개별 On-Off가 가능한 제품을 주로 사용하고 있으며, 에너지 사용량을 모니터링하고, 에너지 사용량 통계정보를 제공함으로써 효율적인 에너지를 관리할 수 있게 하는 에너지 관리시스템 (Energy Manage System) 은 주로 신규 아파트나 건축물에 적용, 구축되고 있다. 또는 가정 내 설치된 제품에 기반하여 별도의 서비스 제공자를 통해서 주로 운용이 된다[4-6]. 그림 4는 현재 상용서비스로 제공되고 있는 가정 내 보일러의 원격제어서비스인 스마트 톡 서비스 구조도이다[4].

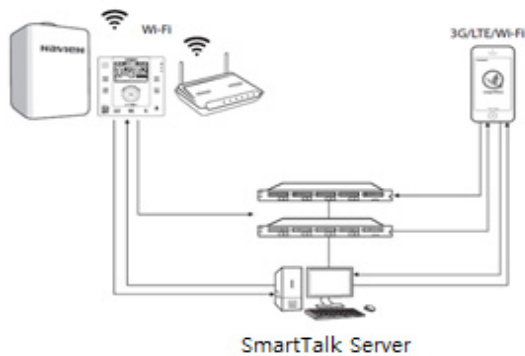


그림 4. 스마트 톡 서비스 구조도
Fig. 4 Smart Talk Service Structure

그림 4의 서비스는 외부에서 가정 내의 보일러를 원격으로 제어하는 스마트 홈 시스템으로, 홈 내에 있는 온도조절기 메인패널이 와이파이 연결기능을 가지고 있어서 집안 내 AP(Access Point)와 연결되며 원격지에서 제어하는 어플리케이션과 별도의 IP를 가진 서버로 운영하는 시스템이며, 스마트폰 어플리케이션의 등록은 미리 등록된 보일러의 Unique ID를 등록하여 구별한다.

III. 시스템 설계

본 논문에서는 전기 소비 장치와 직접 연결된 스마트 플러그(Smart Plug)를 이용하여 가정 내 인터넷 서비스를 위해 설치되어 있는 유무선공유기에 DDNS 설정하며, 원격 제어가 가능한 스마트폰 어플리케이션을 구현한다. 스마트 플러그는 다음 조건을 만족하는 하드웨어 인터페이스와 소프트웨어 기능을 제공한다. 표 1은 스마트 플러그 지원 기능을 나타낸다. 본 논문에서는 개발되어 있는 제품의 스마트 플러그의 하드웨어를 이용하여 소프트웨어적인 제어 요소를 개발한다.

표 1. 스마트 플러그 지원 기능
Table. 1 Smart Plug Support Functions

H W	Communication	Wifi	
	Load	Electricity-consuming devices connected to the load	
	Control	Hardware design for on-off control	
	Measurement	Support for the use of the power measurement circuit	
S W	Communication	TCP Server implemented	
	Message	On/Off	On/Off Control message
		Usage	Electricity usage measurement
	Status	Status information of the plug	

인터넷 서비스 제공을 위해 가정 내 설치되어 있는 유무선공유기는 DDNS를 설정하고, DDNS 서비스 사업자를 연동할 수 있어야 한다. 본 구현에서는 자체적인 DDNS 서비스를 제공하는 상용 유무선 공유기인 ipTime 의 N6004 모델을 이용한다. 스마트폰 어플리케이션은 스마트폰내의 Wifi 인터페이스를 통해 가정내의 스마트 플러그와 정보를 송수신하고 제어할 수 있는 표 2의 기능이 구현되어야 한다.

표 2. 스마트폰 어플리케이션 지원 기능
Table. 2 Smart Application Support Function

S W	Communication	TCP Client implemented	
	Message	On/Off	On/Off Control message
		Usage	Electricity usage measurement
		Status	Status information of the plug

본 논문에서 구축하는 테스트 시스템 형상과 플로우 는 다음과 같다.

- DDNS 서비스에 가입하여 Home 의 URL을 등록하여야 한다.
- Home 내의 DDNS Client 는 주기적으로 Home 의 Public IP를 DDNS 서버에 업데이트 하여야 한다.
- 스마트 어플리케이션은 Home에서 등록된 DDNS 의 URL 과 Port를 이용하여 접속한다.
- DDNS Server 에서는 스마트폰 어플리케이션이 요청한 DDNS URL 의 정보를 확인하여, 현재의 주소 정보를 리턴 한다.
- 스마트폰 어플리케이션은 Home 의 주소정보를 이용하여 에너지사용량 정보 및 제어 정보를 요청한다.
- 요청을 수신한 Home 내의 유무선 공유기는 Port 포워딩을 하여 홈내의 스마트 플러그에 정보를 전송한다.
- 스마트 플러그는 요청받은 정보(에너지 사용량, 제어)에 대한 응답을 전송한다.

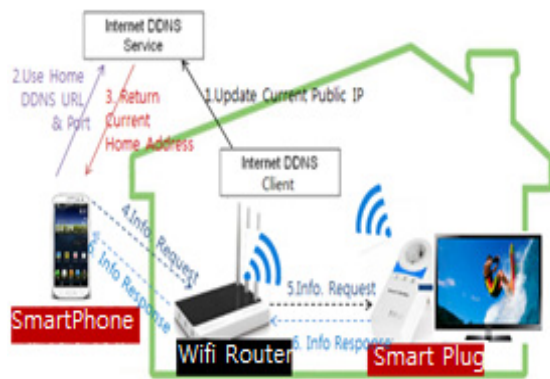


그림 5. 서비스 구성도
Fig. 5 Configuration For Service

IV. 시스템 구현 및 성능평가

본 논문에서 소프트웨어적으로 구현해야 할 시스템 은 다음과 같다.

- 스마트 플러그 통신 소프트웨어
TCP 서버로 동작하여야 하며, 정의된 메시지를 송수신하고, 스마트 플러그에 연결된 전기소비장치의 전기사용량을 획득할 수 있어야 한다. 개발환경은 표 3과

같다.

표 3. 스마트플러그 펌웨어 개발 환경
Table. 3 Development Environment For Smart Plug FW

OS	Window Series
Development Environment	Eclipse
Language	C

- 스마트폰 어플리케이션
TCP 클라이언트로 동작하여야 하며, 정의된 메시지를 송수신하고, Home 내의 스마트 플러그의 정보를 요청할 수 있어야 한다. 개발환경은 표 4와 같다.

표 4. 스마트폰 어플리케이션 개발 환경
Table. 4 Development Environment For Smart Application

OS	Window Series
Development Environment	Android ADT, Eclipse, JDK
Language	JAVA

스마트 플러그와 스마트폰 어플리케이션 상호 정보 전송을 위한 정의 메시지는 표 5와 같다.

표 5. 송수신 메시지 정의
Table. 5 Define For Send And Receive Messages

Message	Description
plug_info_req	Plug Info. request
plug_info_rsp	Plug Infi. response
plug_status_req	Plug status request
plug_status_rsp	Plug status response
plug_control_req	Plug On/Off control request
plug_control_rsp	Plug On/Off control response
plug_usage_power_req	Plug electricity usage request
plug_usage_power_rsp	Plug electricity usage response
plug_interval_setting_req	Plug reporting period setting request
plug_interval_setting_rsp	Plug reporting period setting response
plug_power_usage_not	Periodic report Plug electricity usage

구현될 스마트 플러그와 스마트폰 어플리케이션의 원격 통신을 위해서는 DDNS 서비스의 가입과 스마트 플러그의 Port 설정이 필요하다. 본 구현에서는 ipTime 의 N6004 모델을 이용한 설정사례이다.

서비스 공급자는 ipTime DDNS를 선택하고, 호스트 이름과 사용자 계정을 입력하여 등록한다. 호스트이름은 스마트폰 어플리케이션에서 연결한 URL로 사용된다. 그림 6은 ipTime DDNS 설정을 나타낸다.

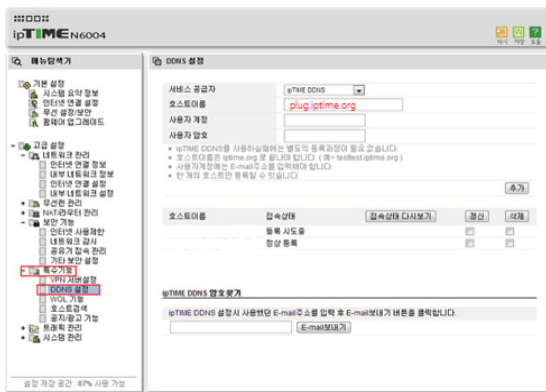


그림 6. ipTime DDNS 설정
Fig. 6 Iptime DDNS Settings

택내의 공유기 접속을 위한 Port를 설정해야 한다. 보안기능의 공유기 접속관리를 통해 외부에서 접근하기 위한 포트를 설정한다. 그림 7은 공유기 접속 포트 설정 방법을 보여준다.



그림 7. 공유기 접속 포트 설정
Fig. 7 Router Connected Port Settings

마지막으로 내부에서 동작하고 있는 스마트 플러그와의 통신을 위해서 스마트 플러그의 통신 포트 포워딩을 설정해야 한다.

스마트폰 어플리케이션에서 접속하는 외부포트와 스마트 플러그가 TCP 서버로 운용중인 내부포트를 매핑하여 등록한다. 그림 8은 포트 포워딩을 설정하는 것을 나타낸다.

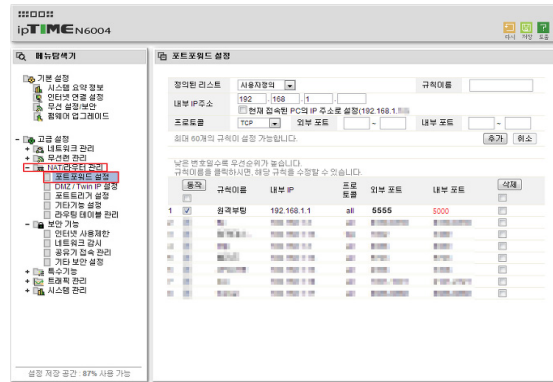


그림 8. 포트 포워딩 설정
Fig. 8 Port Forwarding Settings

스마트폰 어플리케이션은 그림6에서 등록된 호스트 이름(plug.ipTime.org)과 그림7에서 설정된 포트주소(5555)를 사용하여 TCP 통신을 시도하며, 공유기는 요청된 정보를 내부에서 5000 포트를 사용 중인 스마트플러그에 포워딩하게 된다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서 제안하는 방식은 별도의 외부서버 없이 스마트 플러그와 스마트폰 어플리케이션만으로 택내의 전기 소비장치를 원격으로 제어하고 모니터링 할수 있는 장점이 있으나 본 구현에서는 장비제조사에서 제공하는 자체 서비스를 사용하였으나 DDNS 서비스 가입이라는 별도의 절차가 필요하다.

향후는 원격제어 및 접속에 대한 사용자의 설정을 최소화할 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요하며, 허브의 구성을 추가하여 택내의 여러 스마트 플러그에 대한 관리 원격 제어에 대한 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work (Grants No.C021813) was supported by Business for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Small and Medium Business Administration in 2014.

REFERENCES

[1] Kim, C. S., Jo, M., & Koo, Y. (2014). Ex-ante Evaluation of Economic Costs from Power Grid Blackout in South Korea. *Journal of Electrical Engineering & Technology*, 9(3), 796-802.

[2] <http://www.oecd-ilibrary.org/>

[3] Rotering, N., & Ilic, M. Optimal charge control of plug-in hybrid electric vehicles in deregulated electricity markets. *Power Systems, IEEE Transactions on*, 26(3), 1021-1029, 2011.

[4] Tie, S. F., & Tan, C. W. A review of energy sources and energy management system in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 82-102, 2013.

[5] Zhou, H., Bhattacharya, T., Tran, D., Siew, T. S. T., & Khambadkone, A. M. Composite energy storage system involving battery and ultracapacitor with dynamic energy management in microgrid applications. *Power Electronics, IEEE Transactions on*, 26(3), 923-930, 2011

[6] <http://www.kdnativen.co.kr>



정낙주(Nahk-Ju Jeong)

1992년 충남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1995년 충남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2015년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
2014년 ~ 현재 (주)한백전자 기술연구소 소장
※ 관심분야 : 임베디드 시스템, IoT, 모바일 보안



이춘희(Chun-Hee Lee)

1994년 목포대학교 전산통계학과 (이학사)
1994년 ~ 1999년 정보처리 직업훈련 전문교사
2001년 ~ 2013년 (주)가인정보기술 부장
2014년 ~ 현재 (주)씨씨앤비 개발이사
※ 관심분야 : SmartGrid, Smart Plug, 모바일 서비스, 통신 프로토콜



정회경(Hoe-Kyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, XML, SVG, Web Services, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous Computing, USN