

AMI에서의 장치관리 기술 적용방안에 관한 연구

정회원 김 영 현*, 명 노 길*, 이 상 염*, 최 인 지*, 박 병 석*

Study on Device Management for AMI System

Younghyun Kim*, No-Gil Myung*, Sang-Youm Lee*, Inji Choi*,
Byungseok Park* *Regular Members*

요 약

본 논문은 M2M의 가장 큰 활용분야인 지능형 원격검침 시스템에 대해 소개하고자 한다. 특히 지능형 원격검침 시스템을 성공적으로 구축하기 위해서는 단말의 설치, 관리, 운영이 무엇보다 중요하다. 이를 해결하기 위한 방법으로 장치관리기술에 대해 설명하고 지능형 원격검침 시스템에 적용하기 위한 방안에 대해 논의하기로 한다.

Key Words : DM(Device Management), AMR(Automatic Meter Reading), AMI(Advanced Metering Infrastructure), Firmware & SW Upgrade

ABSTRACT

In this paper, we present the AMI System mentioned as one of the main application areas in the M2M. To enable the AMI, it is essentially required to install, deploy and manage all the devices. Especially, Device Management technology is considered to be suitable for these AMI due to its advantages like, easy installation, remote FW/SW upgradeability. We investigate the fundamental operation of the DM and the design of the DM in the AMI is presented.

I. 서 론

최근 정보통신 기술의 발달로 인해 언제 어디서나 통신이 가능한 환경이 구축됨에 따라 이를 기반으로 하는 사물통신(Machine to Machine, 이하 M2M)에 대한 관심이 고조되고 있다. M2M은 사람 대 사물, 사물 대 사물간 통신 서비스를 통해 언제 어디서나 편리하게 실시간으로 정보를 수집하고 상호 전달하는 네트워크 또는 제반 인프라를 일컫는다.^[1] M2M의 활용 분야로는 크게 개인맞춤형, 차량지능화, 스마트안심서비스, 공공 SoC 분야 등으로 구분할 수 있으며, 이 중 전국을 대상으로 단말간 통신을 수행하는 차세대 원격검침 시스템(Advanced Metering Infrastructure, 이하 AMI)은 M2M에서 가장 주목받고 있는 분야이다.

AMI는 기존 수용가의 전력사용량을 원격으로 검침

하는 기존 시스템(Auto Meter Reading, 이하 AMR)을 개량하여 양방향 통신, 센서, 컴퓨팅, 소프트웨어와 같은 지능형 정보통신기술을 접목하여 수용가에 다양한 서비스를 제공하고, 분산전원과의 연계를 수행함으로써 전력망의 효율성을 꾀하며 더 나아가 실시간 전력 품질을 관리함으로써 안정성을 높일 수 있는 차세대 기술로서 M2M 분야에서 중점적으로 논의하고 해결되어야 할 기술이슈, 즉 통신망 구성, 보안, 프로토콜 등이 다루어지는 특징을 갖고 있다.

M2M의 가장 큰 활용분야인 AMI는 적용범위가 확대됨에 따라 관리 단말수와 그 기능, 응용서비스의 수가 폭발적으로 증가하고 있으며, 특히 전력사의 정책과 사용자의 욕구 그리고 변화하는 네트워크 환경에 맞게 단말과 응용서비스를 설정, 운영하는 것이 점차 어려워지고 있다. 이를 해결할 수 있는 기술로

* 한전 전력연구원(yhkim@kepri.re.kr)

논문번호 : KICS2010-11-570, 접수일자 : 2010년 11월 30일, 최종논문접수일자 : 2011년 3월 7일

Device Management(장치관리기술, 이하 DM)이 존재하며, AMI 시스템에 DM 기술을 적용할 경우 전국에 산재해 있는 단말의 설치, 관리, 운영을 효과적으로 수행할 수 있을 뿐만 아니라 CAPEX와 OPEX를 최소화할 수 있다. 본 고에서는 DM 기술을 토대로 AMI 시스템을 관리할 수 있는 방안에 대해 알아보기로 한다.

본 고에서는 M2M 활용분야로 많은 관심을 받고 있는 AMI 시스템과 DM에 대해 소개하고자 한다. 특히 AMI 특징 및 기술규격 분석을 통해 DM 기술을 어떻게 적용할 수 있을지에 대해 분석해 보고, 대표 활용 예로서 펌웨어 및 소프트웨어 업그레이드 기술을 제시한다.

II. 원격검침 시스템 및 장치관리 기술

2.1 원격검침 시스템

AMR은 전력회사가 고객의 전력사용량에 따라 사용요금을 부과하고 징수하기 위해 수행하는 검침 작업을 원격에서 자동으로 수행하는 시스템을 일컫는다. 기존 검침원이 직접 방문하여 검침을 수행하는 인력 검침의 문제점을 보완하기 위한 방안으로 사용되었으나, 최근 IT 기술의 발달로 단순 검침이 아닌 수도와 가스 통합검침, 양방향 통신을 통한 전력예비율에 따른 요금제 서비스(실시간 차등 피크 선불형 요금제), 수요관리(Demand Response), 수용가 전력정보 제공 등 기본 인프라를 토대로 다양한 분야로 확대되고 있다. 우리는 이를 AMI 시스템이라 부른다.

AMI 시스템은 그림 1-A에서 보는 바와 같이 검침 데이터 및 단말관리를 위한 운영시스템, 변대주에 설

치되는 데이터 전송장치, 전력사용량을 측정 기록하는 전력량계 및 수용가에 다양한 서비스를 제공하기 위한 홈 단말 장치로 구성된다. 각 각의 단말에 대한 기능은 다음과 같다.¹²⁾

2.1.1 운영 시스템

운영시스템은 수용가 및 전력사용량 정보를 관리하기 위한 검침서버, 현장에 설치된 단말의 등록, 관리, 운영을 위한 NMS(Network Management System)/EMS(Element Management System) 서버로 구성된다. EMS 서버는 단말이 현장에 설치되면 전송되는 단말 등록 요청 메시지를 수신하여 단말과 상호 인증 과정을 통해 단말 등록 업무를 수행한다. 등록된 단말은 단말 설정 등을 원격에서 수행한 후 Scheduling 명령에 따라 검침정보를 검침서버에 전달한다. 상기와 같은 현장에 설치된 단말의 통신상태를 확인하기 위해 NMS 서버가 활용되며, 좀 더 효과적으로 운영하기 위해 지리정보시스템을 활용하여 단말의 위치정보 및 상태관리를 수행한다.

더 나아가 원격검침 시스템은 최근 AMR에서 AMI로 진화가 됨에 따라 다양한 응용서비스 제공, 보안성 강화, 펌웨어 및 소프트웨어 업데이트 등이 필요하게 됨에 따라 DM 관리서버, SW 관리서버, 보안서버 등으로 추가 확장이 진행되고 있다.

2.1.2 데이터 전송장치

데이터 전송장치는 전력량계에 저장되어 있는 검침 데이터를 취합하여 이를 운영시스템에 전달하는 역할을 수행하며, 통신관점에서는 전력선통신과 전용회선 간의 미디어 변환을 수행하는 Gateway 기능역할을 한다.

특히 운영시스템이 직접 전력량계와 통신을 수행하고 데이터를 취득할 경우 회선트래픽 폭주, 회선 및 단말 관리의 어려움으로 인해 데이터 전송장치가 전력량계를 직접 관리하는 역할을 수행한다. 향후 홈 단말 장치가 대내에 설치될 경우 홈 단말 장치 관리 역할까지 추가로 수행하게 된다. 이를 위해 데이터 전송장치는 운영 시스템을 통해 하위 단말의 수행업무에 대한 스케줄링 및 작업명령에 대한 정보를 보유하고 이를 토대로 기능을 수행한다.

2.1.3 전력량계

수용가의 전력사용량을 측정, 기록하는 기능을 수행하는 전력량계는 검침데이터를 효과적으로 관리하기 위해 OBIS Code를 토대로 정보모델링을 수행한 후 이를 HDLC 기반의 IEC62056(DLMS/COSEM)기

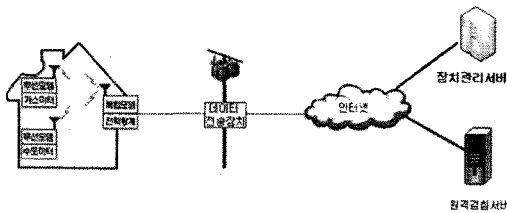


그림 1-A. 원격검침 시스템 구성도

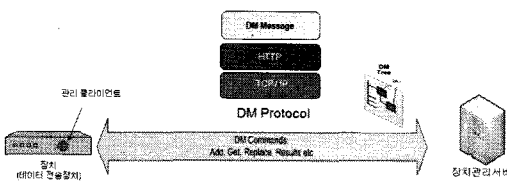


그림 1-B. 장치관리 기술 구성도

반의 통신프로토콜을 활용하여 데이터전송장치에 전송한다. 전력량계는 데이터전송장치의 요청정보에 대해 반응하는 형식으로 동작하며, 차등요금제, DR 서비스 제공을 위해 OBIS Code가 추가 확장되고 있다. 전력량계는 이러한 추가정보 객체 및 설정정보에 대한 업데이트를 원격에서 수행할 수 있어야 한다.

2.1.4 홈 단말 장치

고객에게 다양한 전력정보 제공 및 부가서비스 제공을 위해 사용되는 홈 단말 장치는 맥내에 설치되어 데이터전송장치와 통신을 수행하면서, 고객의 전력사용량 및 사용요금 정보를 취득하여 고객에 전달하는 역할을 수행한다. 더 나아가 기 구축된 AMI 통신인프라를 통해 다양한 부가서비스(예. DR 적용을 위한 전력기기 제어)를 제공할 수 있다.

2.2 Device Management

단말내에 존재하는 하드웨어를 제외한 모든 데이터를 원격에서 접근하여 효율적으로 제어 및 관리하는 기술을 DM이라 일컫는다.

초기 AMR 시스템에서는 전력사용량만을 원격에서 읽어오는 기능만을 수행하였으나, AMI 시스템으로 진화함에 따라 108가지의 OBIS Code를 기반으로 검침 데이터를 취득하고 더 나아가 변압기 감시, 고객 전력정보 및 부가서비스 등을 제공함으로써 데이터 전송장치 및 전력량계와 같은 현장 단말의 구성은 더욱 복잡해지고 있다. 특히 현장에 설치되어 무인 환경에서 운영이 되는 시스템 특성상 이를 효과적으로 유지보수 하는 것이 AMI 시스템의 핵심이다. 상기와 같은 문제를 해결할 수 있는 기술로는 앞에서 정의한 DM 기술이 존재하며, DM 기술을 AMI 시스템에 적용할 경우 전력회사가 단말을 관리하고 응용서비스를 시작, 개선, 관리하는 과정에서 겪는 문제점을 손쉽게 해결해 줄 수 있다. DM 관리 기술로는 맥내 홈 네트워크 장치들에 대한 관리방안을 정의한 TR-069 표준^[3]과 이동통신사업자를 중심으로 제정된 OMA 표준^[4]으로 크게 대표된다.

며 이를 자세히 알아보면 다음과 같다.

3.1 Bootstrap

Bootstrap은 단말을 관리 가능한 상태로 설정하는 기능을 일컫으며, 단말이 현장에 설치되어 전원이 연결될 때 기 등록된 서버 주소로 통신을 시도하여, 단말의 등록 및 인증 기능을 수행한다. 이를 위해서 단말에는 운영서버의 주소, 단말 인증을 위한 보안키 등이 사전에 단말에 내장되어야 한다.

Bootstrap을 구현하는 방법으로는 Customized 방식과 Server Initiated 방식으로 구분되며, 원격검침 시스템에서는 운영의 유연성 제공을 위해 Server Initiated 방식을 기반으로 하였다. Server Initiated 방식은 단말 인증을 위해 기 개발된 SSMP 프로토콜^[5]에 Bootstrap 동작을 위한 추가정보(그림 2)를 포함하며, 이를 토대로 운영시스템과 통신과정은 그림 3와 같다.

단말이 최초 부팅하는 시점에서 단말에 내장된 보안모듈이 실행되고, 보안모듈은 보안서버와의 정보 교환을 통해 DM Client 접속 정보를 전달한다. 기 정의된 SSMP 프로토콜을 통해 단말 인증 및 등록절차를 수행한 후 인증이 완료되면 단말의 인증클라이언트는 추가 정의된 데이터를 DM Client에 전달함으로써 Bootstrap 동작을 완료한다.

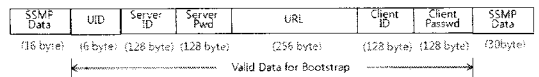


그림 2. Bootstrap 구현을 위한 추가 데이터 포맷

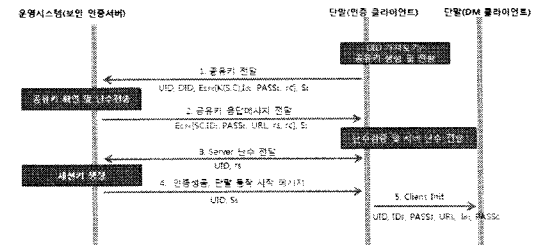


그림 3. 단말 인증 및 Bootstrap 동작 절차

III. DM Mechanism

앞 장에서 논의된 DM 관리 기술 중 AMI 시스템에서는 열악한 통신환경 및 보안 이슈, 향후 확장성을 고려하여 OMA DM 기술을 토대로 설계를 수행하였다. 적용방안으로는 크게 부트스트랩, Provisioning, 펌웨어 및 소프트웨어 컴포넌트 관리 등으로 구분되

3.2 Provisioning

Bootstrap 동작을 통해 운영 시스템으로부터 단말이 원격제어가 가능한 상태로 친이되면, 운영시스템은 단말 구성정보를 업데이트 하는 기능을 수행한다. 우리는 이를 Provisioning이라 일컫으며, 이를 위해 관리서버는 단말의 세션시작을 알리는 메시지인 DM Notification 메시지를 http push 기능을 통해 단말에

전달한다. 수신된 메시지는 단말에서 유효성을 검사한 후 이상이 없을 경우 운영시스템과 통신을 시작한다. 단말은 운영시스템과 상호 인증을 위한 HMAC 인증값과 Device Info. 정보를 보내며, 이를 수신한 관리 서버는 서버의 HMAC 인증값과 Device Info.에 대한 Status 및 Command를 보낸다. 단말은 운영시스템에서 보낸 Command에 대해서 처리를 하고 이에 대한 결과를 보냄으로서 단말정보에 대한 업데이트 기능을 수행한다. 이 때 데이터 보안을 위해 sha-256 알고리즘을 기반으로 데이터 기밀성을 보장한다. 상기와 같은 기능은 단말이 개발된 후 현장에 설치되기까지 상당한 시간이 소요됨으로서 발생 될 수 있는 단말의 버그 문제를 설치 후 업데이트하게 함으로서 개발기간 부족으로 인해 단말 버그 문제 등을 해결하고 더 나아가 기 설치된 단말 인프라를 활용하여 다양한 서비스로 확장할 수 있다는 장점을 갖고 있다.

IV. 운영 시나리오 및 적용 방안

지금까지 AMI 시스템 및 단말 관리방법으로서 DM 기술에 대해 알아보았다. 본 장에서는 이를 토대로 실제 AMI 시스템에서 DM 기술의 적용방안에 대해 알아보기로 한다.

4.1 운영 시나리오

AMI 시스템은 앞에서 언급하였듯이 데이터 전송장치가 하위의 전력량계 및 홈 단말 장치를 관리하는 방식으로 운영되고 있다. 특히 전력량계의 검침표준인 IEC62056이 주기적으로 변경됨에 따라 기 운영 중인 데이터전송장치의 검침 프로그램도 주기적으로 변경되어야 한다. 그러나 현재의 시스템에서는 직접 현장에 나가 시스템을 업데이트해야 하는 단점으로 원활이 갱신을 하고 있지 못한 상황이다. 이에 지금까지 논의된 DM 기술을 AMI 시스템, 특히 데이터 전송장치에 적용할 경우 손쉽게 시스템을 관리 운영할 수 있을 것으로 보인다.

DM 기술을 데이터 전송장치에 적용할 경우 적용 가능한 시나리오는 다음과 같으며, 이를 토대로 운영 시나리오는 그림 4와 같다.

- 단말 자동 등록
- 단말 구성정보 갱신(Provisioning)
- 펌웨어 및 소프트웨어 갱신(FW/SW Upgrade)

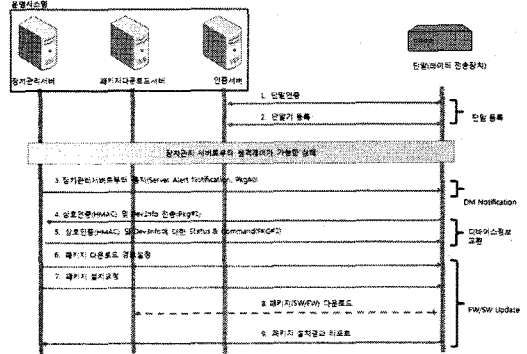


그림 4. DM 기반 AMI 단말설치, 운영절차

4.2 펌웨어 및 소프트웨어 업데이트

DM 기술을 활용하여 AMI시스템에 적용할 경우 단말의 설정, 모니터링 등에 활용될 수 있으나 가장 큰 활용범위로는 펌웨어 및 소프트웨어를 원격에서 업데이트 할 수 있다는 것이다.

펌웨어 업데이트는 단말의 단순 버그 수정 또는 새로운 기능 추가 등으로 인해 펌웨어를 교체할 경우 원격에서 수행하는 기능을 제공한다. 이를 정리하면 다음과 같다.

단말에 교체할 신규 펌웨어가 생성될 경우 운영시스템은 http push message를 단말에 보낸다. 단말 클라이언트는 운영시스템의 요청에 따라 장치의 세션을 시작한다. 운영시스템과 단말 클라이언트는 HMAC 인증을 이용하여 상호 인증을 수행한 후 양방향 상호 인증이 완료되면, 운영시스템은 단말 클라이언트에게 펌웨어 버전정보를 요청하고 단말 클라이언트는 현재 펌웨어 버전을 전송한다. 단말의 펌웨어를 업데이트 해야 한다면, 운영시스템은 업데이트 패키지를 단말

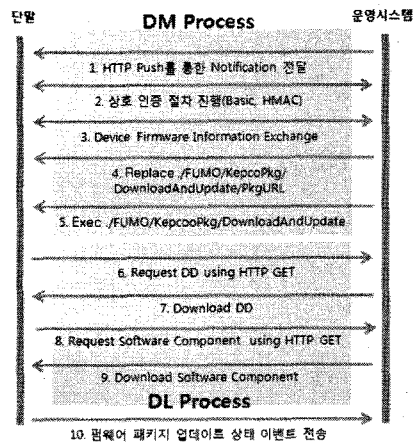


그림 5. 펌웨어 업데이트 동작 절차

클라이언트로 전송한다. 단말 클라이언트에서는 업데이트 패키지를 모두 수신하면 펌웨어 업데이트를 진행한다. 업데이트를 수행하기 위해서는 단말 부팅시 수신된 패키지의 유효성을 검사한 후 유효성이 정확한 경우에 한해서 업데이트를 진행한다. 펌웨어 업데이트를 완료한 후 단말 클라이언트에서는 업데이트 결과를 운영시스템에 전송한다. 상기와 같은 절차를 통해 패키지를 전송할 때 네트워크 회선의 문제로 인해 재전송을 진행해야 할 경우를 대비해 이어받기 기능을 DL 방식을 사용한다.

소프트웨어 업데이트는 펌웨어 이외의 모든 유형의 소프트웨어, 응용소프트웨어, 실행 가능한 파일, 라이브러리, 인증서 등을 관리하도록 설계하였으며, 서버와 단말간의 데이터교환방식은 앞서 설명한 펌웨어 업데이트의 절차와 유사하다. AMI 시스템에서는 단말 설정 부분을 파일 패키지로 구분하여 이를 소프트웨어 업데이트로 전송하게 함으로서 좀 더 손쉽게 단말설정을 할 수 있다.

4.3 Management Object

지금까지 설명한 DM을 AMI 시스템에 적용하기 위해서는 단말의 특징을 표현하는 표준 관리객체(Management Object, 이하 MO)가 필요하다. 이를 통해 서버와 단말간 응용 서비스의 파라미터를 생성, 변경하고, 응용 소프트웨어 설치 및 실행을 효과적으로 수행할 수 있다.

관리 객체는 기존 OMA 표준에 정의된 MO를 기반으로 standard object와 extension object로 구분하였으며, AMI 시스템의 특징을 고려하여 MO로 표현되는 정보에 대해 단순화 또는 추가 정의를 수행하였다. 이를 정리하면 다음과 같다.

- DM Acc: DM 클라이언트와 DM 서버간의 인증 정보
- DevInfo: 단말의 기본적인 정보
- DevDetail: 단말의 펌웨어/소프트웨어 버전, 하드웨어 버전, 단말 타입 등과 같은 단말의 상세정보
- FUMO: 펌웨어 관리객체의 세부정보 및 상태정보, 다운로드 정보
- SCOMO: 소프트웨어 컴포넌트 패키지 세부정보 및 상태정보, 소프트웨어 다운로드 정보 및 실행정보
- SCHED: 패키지 스케줄링을 위한 Task ID, 스케줄링 설정정보 및 상태정보

상기와 같이 정의된 MO는 계층적 트리구조로 표

현, 관리됨으로서 중복성을 제거하고 응답속도를 빠르게 하는 장점을 갖고 있으며, 더 나아가 XML(또는 WBXML)을 기반으로 메시지를 표현함으로써 직관적이고 확장 유연성을 제공한다.

4.4 적용 예

지금까지 설계된 DM 기술을 원격점점 시스템에 적용하기 위해 데이터전송장치에 FUMO/SCOMO 기술을 구현하였다. 데이터전송장치는 기본적으로 리눅스 2.6커널 환경에서 동작하며, DM 구현을 위해 그림 6에서 보는 바와 같이 크게 DM Client와 Update Agent로 구분하였다. DM Client는 서버와 통신을 수행하며, 단말 인증, 새로운 업데이트 유무 확인 및 패키지 수신 등의 기능을 수행한다. Update Agent는 수신된 펌웨어 패키지를 기 보유한 펌웨어 패키지로 교체하는 역할을 수행하며, 업데이트 이상발생시 기존 펌웨어로 백업하는 기능을 수행한다.

상기와 같이 구현된 DM 기술은 앞에서 정의한 동작절차에 의해 서버와의 단말인증, 업데이트 정보 교환, 업데이트 실행 및 결과 리포팅을 수행하며, 이는 그림 7을 통해 확인할 수 있다.

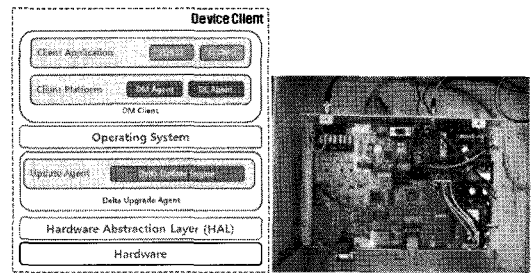


그림 6-A. 단말 내부 구조 그림 6-B. 개발 단말

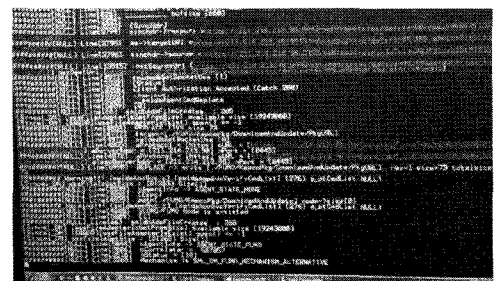


그림 7. DM 구현 예(FUMO 실행화면)

V. 결 론

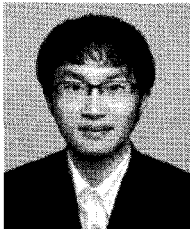
본 논문에서는 M2M의 최대 활용분야로 논의되고

있는 AMI 시스템과 AMI 시스템의 가장 중요 관심사로 원격에서 단말을 관리할 수 있는 DM 기술에 대해 설명하였다. 특히 전국에 산재해 있는 수 천 만개의 단말 설치를 효과적으로 수행하기 위해 Bootstrap 및 Provisioning 기술을 적용하여 자동등록 기능을 수행할 수 있게 하였을 뿐만 아니라, 단말의 버그 및 신규 서비스 확장을 위해 펌웨어 및 소프트웨어 업데이트 기술을 개발하였다. 본 논문을 통해 제시한 DM 관리 기술은 AMI를 성공적으로 구축할 수 있는 기초를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 남동규, “사물통신(M2M) 서비스 현황 및 전망,” *KT경제경영연구소, DIGIECO Focus*, Nov. 2009
- [2] 한국전력공사, “원격검침용 전력선통신시스템,” Jan. 2009.
- [3] DSL Forum, “CPE WAN Management Protocol,” (<http://www.dslforum.org/techwork/tr/TR-069.pdf>)
- [4] OMA DM (http://www.openmobilealliance.org/Technical/release_programs)
- [5] 주성호, 최문석, 임용훈, 백종목, “전력선통신 통합망 관리시스템 및 융합부가서비스 기술개발,” *한국전력공사*, Nov. 2010

김 영 현 (Younghyun Kim) 정회원



2002년 2월 한국항공대학교 정보통신공학과(학사)
 2004년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과(석사)
 2004년 1월~현재 KEPCO Research Institute 녹색성장연구소 선임 연구원

<관심분야> 통신시스템, 무선메쉬, 스마트그리드

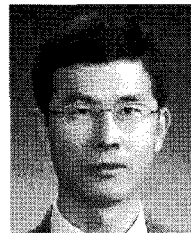
명 노 길 (No-Gil Myoung) 정회원



2003년 2월 충북대 전기·전자공학부(학사)
 2006년 2월 KAIST 전기·전자공학과(석사)
 2006년 1월~현재 KEPCO Research Institute 녹색성장연구소 선임보 연구원

<관심분야> RFIC, 무선메쉬 네트워크, 스마트 그리드, 전자식 전력량계

이 상 열 (Sang-Youm Lee) 정회원



1996년 2월 동국대학교 전자공학과(학사)
 2007년 2월 충남대학교 정보통신공학과(석사)
 1984년 1월~현재 KEPCO Research Institute 녹색성장연구소 책임 연구원

<관심분야> 통신시스템, 스마트그리드

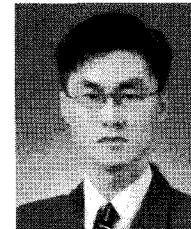
최 인 지 (Inji Choi) 정회원



2002년 2월 충북대 전파공학과(학사)
 2005년 2월 충남대 정보통신공학과(석사)
 2005년 2월~현재 KEPCO Research Institute 녹색성장연구소 선임보 연구원

<관심분야> 스마트 그리드, AMI, 전력프로토콜

박 병 석 (Byoung-Seok Park) 정회원



1993년 2월 한남대학교 전자공학과(학사)
 1995년 2월 한남대학교 전자공학과(석사)
 1995년 2월~현재 KEPCO Research Institute 녹색성장연구소 선임 연구원

<관심분야> 전력선통신, 통신망 성능분석