

실시간·양방향 New Automatic Meter Reading Infrastructure 구축방안 연구

고종민[○] 진성일 유인협 정남준 김선익
한국전력공사 전력연구원, 충남대학교

kojm[○]@kepcoco.kr, sijin@cs.cnu.ac.kr, ihyu@kepri.re.kr, nijung@kepri.re.kr, sikim@kepri.re.kr

A Study on New Automatic Meter Reading Infrastructure of Real-Time and Both Direction

Jong-Min KO[○], Sung-Il Jin, In-Hyeob Yu, Nam-Jun Jung, Sun-Ic Kim

KEPCO KEPRI, Chungnam University

요 약

전력계통의 환경변화(분산전원 연계, 구역전기사업자 출연 등)에 능동적으로 대응할 소비자-공급자간 양방향 통신/서비스 인프라의 핵심으로 Consumer Energy Portal의 필요성이 점점 증대되고 있다. 이는 에너지 서비스 사업자와 수용가 설비 및 기기들 사이의 양방향 통신을 가능하게 하는 H/W 및 S/W의 결합 또는 수용가의 In-Building Network와 Wide-Access Network를 연결하는 물리적인 Link이자 논리적인 결합 등과 같은 의미를 지닌다. 즉, Consumer Energy Portal은 전력에너지 체인의 운영방식을 물리적인 것에서 웹 방식으로 전환한 것으로 전력사업자와 소비자 사이의 양방향 상호작용을 가능케 하고 최종 소비자의 모든 기기들을 서로 네트워킹하며 이를 통해 과거 물리적인 방식의 운영과는 차원이 다른 다양한 서비스와 운영이 가능하게 하는 Service Portal이다. 본 논문은 수용가의 실시간 원격검침 데이터를 지그비(ZigBee) 통신기술을 이용하여 수집하는 것과 물리적으로 연결된 설비들을 제어할 수 있는 양방향 Network Access 망을 구축하여 전력사업자의 통합자원관리, 수요관리, 부가서비스제공에 기여하고자 한다.

1. 서 론

전력산업의 환경변화에 따라 단일 공급자였던 한전을 비롯하여 전력판매사업자, 민간부하사업자, 에너지컨설팅사업자 등 에너지관련 서비스를 제공하는 주체자의 참여로 전력시장이 경쟁체제로 변화가 예상되고 있다. 따라서 이러한 주체는 전력에너지 관리 최적화를 위한 전력자원 및 정보의 통합관리와 수요 측 서비스 개선과 동시에 수익을 창출할 수 있는 부가서비스 개발이 절대적으로 요구될 것이다..

전력 선진국의 경우 수용가의 능동적 수요관리, 실시간 지능형 검침, 실시간 요금제, AMI(Advanced Metering Infrastructure), Itron사의 MDM(Meter Data Management), EEM Suite(Enterprise Energy Management suite) 등 전력에너지 - 통신 - 정보 융합 서비스 플랫폼을 기반으로 하는 새롭고 다양한 응용들이 개발되어 적용하고 있다. 그러나 국내의 경우 전력부가서비스를 지원하기 위한 전력사업자와 수용가 설비, 기기들 사이의 양방향 통신을 가능하게 하는 인프라(S/W, H/W)가 구축되어 있지 않으며 전력소비에 대한 데이터, 정보, 지식을 실시간 공유하는 환경이 마련되어 있지 않으며, 수요측 부하 분석과 평가, 응용의 기본이 되는 대용량 전력정보의 활용을 위한 기반이 마련되어 있지 않다.

Consumer Energy Portal 시스템은 에너지 서비스 사업자와 수용가 설비 및 기기들 사이의 양방향 통신을 가능하게 하는 H/W 및 S/W의 결합 또는 수용가의 In-Building Network와 Wide-Access Network를 연결하는 물리적인 Link이자 논리적인 결합 등과 같은 의미를 지닌다. 즉, 전력에너지 체인의 운영방식을 물리적인 것에서 웹 방식으로 전환한 것으로 전력사업자와 소비자 사이의 양방향 상호작용을 가능케 하고 최종 소비자의 모든 기기들을 서로 네트워킹하며 이를 통해 과거 물리적인 방식의 운영과는 차원이 다른 다양한 서비스와 운영이 가능하게 하는 Service Portal이다. 이를 위해서는 수용가의 전력설비에 대해 실시간 제어와 관리를 위한 인프라 구축이 핵심이다. 본 논문은 수용가의 실시간 원격검침데이터를 지그비(ZigBee) 통신기술을 이용하여 수집하는 것과 물리적으로 연결된 설비들을 제어할 수 있는 양방향 Network Access 망을 구축하는 방안을 수립하고 이를 소개한다.

2. 본 론

본 시스템은 EPRI의 IntelliGrid 아키텍처를 적용하여 국제표준으로 구성하였으며, 미국 SCE사의 Advanced Metering Infrastructure를 분석하여 국내 환경에 맞게 적용하였다. 주요 기능은 빌딩 및 공장

의 전력사용 계량값, Event 정보 등을 실시간으로 수집하여 고객이 거의 실시간으로 자신의 에너지 정보를 얻고 실시간 전력요금을 산정하는 기능과 온도 조절장치 및 오토 등 원격으로 제어하고, 전력시장으로부터 관련된 정보를 제공받아 수요관리를 자동 및 수동으로 제어할 수 있는 기능을 수행한다.

본 논문에서 제시하는 시스템은 아래와 같이 구성된다.

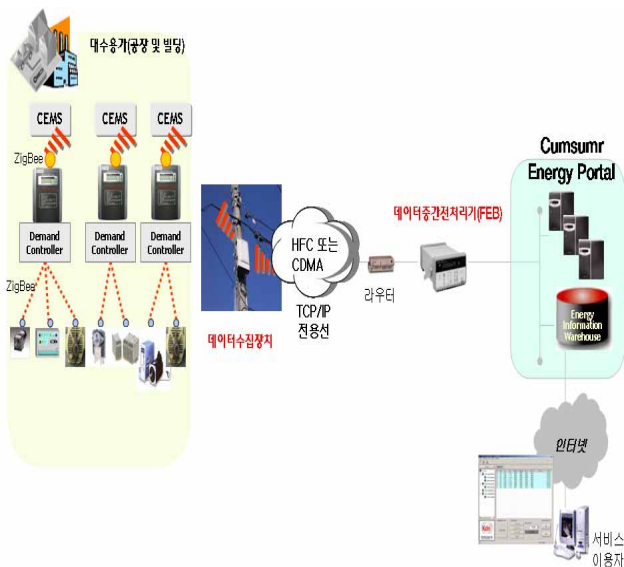


그림 1. AMI 전체구성도

2.1 주요 시스템 구성

2.1.1 전자식전력량계 내장 무선모뎀

ZigBee통신을 위한 통신 송수신장비로서 빌딩 및 공장에 설치된 표준형 전력량계와 전력량계에 내장된 무선 모뎀간 DLMS 프로토콜방식으로 통신하여 검침데이터를 송신하거나 분리하는 장치를 말하는 것으로, 본 시스템에서는 모자계량기중 자계량기의 표준형 프로토콜 데이터를 송수신한다.

2.1.2 Demand Controller

Device와 전자식전력량계(사이)에 위치하며 Device의 전력사용 계량값을 실시간으로 읽어 고객의 기본 Baseline를 기준으로 피크를 자동적으로 조절하는 기능을 수행한다.

2.1.3 Consumer Energy Management System

시장정보를 기반으로 한 수요측 부하의 분석 및 설비제어를 주요기능을 수행한다.

2.1.4 데이터 수집장치

다수 고객의 전자식전력량계 내장 무선모뎀과 통신

하여 상위 시스템인 데이터 중간전처리기와 상호 통신하여 수집된 정보를 전달하고 제어명령을 받아 하위 시스템인 CEMS에 전달하는 기능을 수행한다.

2.1.5 데이터 중간전처리기(FEB)

상위로는 AMI System과 통신하여 수집된 검침정보를 전달하며 하위로는 데이터 수집장치와 통신하여 전기사용 검침정보 수집 및 각종 설정명령을 전송하는 기능을 수행한다. 데이터 수집장치의 각종 상태 정보, 전자식전력량계의 상태정보를 실시간으로 상위 시스템에 보고하고 시스템 관리자가 명령 수행시 하위 장치에 전달하는 장치를 말한다. 데이터 로드 부하를 조정하는 역할을 수행하며, 이하 'FEB'라고 한다.

2.1.6 AMI System

ZigBee을 이용한 원격검침시스템에 대한 전반적인 관리기능과 기타 연동된 시스템과의 인터페이스 기능을 제공하며 FEB에 취득된 각 고객의 검침정보를 실시간으로 Energy Information Warehouse에 저장하고 필요시 사용자에게 정보를 제공하는 기능을 수행한다.

2.2 통신 정의

지금까지 AMI시스템을 구축하기 위해 필요한 각 기기들의 구성 및 특징에 관하여 알아보았다. 본 장에서는 각 기기간의 안정적인 통신을 위해 필요한 통신의 정의에 대해 설명하기로 한다.

본 시스템은 빌딩 및 공장내에 설치된 표준형 전력량계와 전력량계에 내장된 무선 모뎀간 DLMS 프로토콜방식으로 통신하여 검침데이터를 읽고, 무선모뎀 또는 무선모뎀간 통신하여 CEMS와 데이터 수집장치로 전달한다. 또한 데이터수집장치는 수집한 데이터를 유·무선 IP 네트워크를 통하여 CEPS 내의 FEP장치로 전송한다.

- (1) AMI ↔ FEB장치 : 내부 LAN(TCP/IP)망을 이용한 고속데이터 전송방식 또는 Direct Communication 방식 이용
- (2) FEB ↔ 데이터 수집장치 : CDMA 및 HFC 등 기간전송망을 이용한 TCP/IP 데이터 전송방식
- (3) 데이터 수집장치 ↔ 전력량계 : ZigBee 통신방식을 이용한 DLMS 데이터 전송방식
- (4) 전력량계(DC) ↔ Device : ZigBee 통신방식을 이용한 DLMS 데이터 전송방식

2.3 전자식 전력량계 내장 무선모뎀

전자식전력량계 내장 무선모뎀의 하드웨어 구성방안은 아래 그림과 같다.

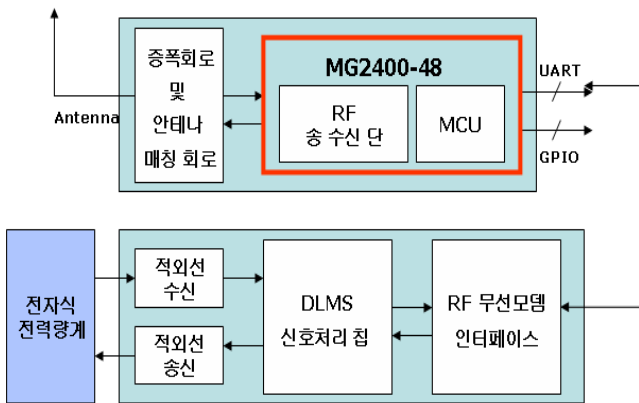


그림 2. 전자식전력량계 내장 무선모뎀 구성도

전자식전력량계와 DLMS 보드 및 무선모뎀간의 인터페이스는 아래 그림과 같다.



그림 3. 인터페이스 구성도

전자식전력량계 무선모뎀에 내장되는 무선통신 소프트웨어의 구성은 다음과 같다.

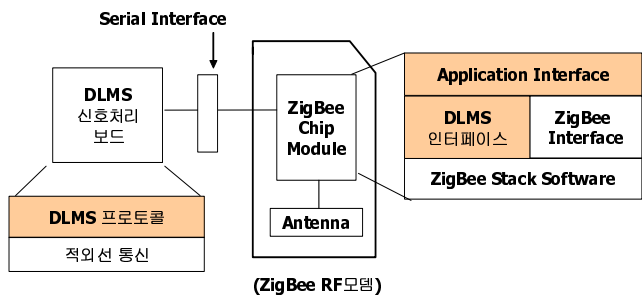


그림 4. 무선모뎀 소프트웨어 구성도

본 소프트웨어는 RF 모뎀 하드웨어 설계, ZigBee Stack 소프트웨어의 최적화 방안, DLMS 인터페이스 프로토콜 설계, DLMS 인터페이스보드 호환성 검증을 거쳐 각각의 기능을 통합 실험하는 과정을 수행할 예정이다.

2.4 데이터 수집장치

데이터 수집장치의 하드웨어 구성은 아래 그림과 같다. 데이터 수집장치는 수용가에 설치된 계량기와의

통신을 위한 무선모뎀과 FEP 서버와의 통신을 위한 CDMA 모뎀이 내장되어 있다.

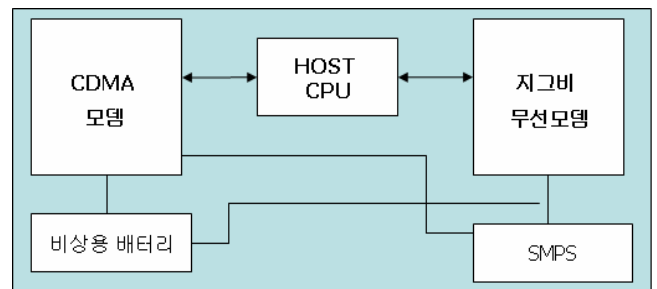


그림 5. 데이터 수집장치 하드웨어 구성도

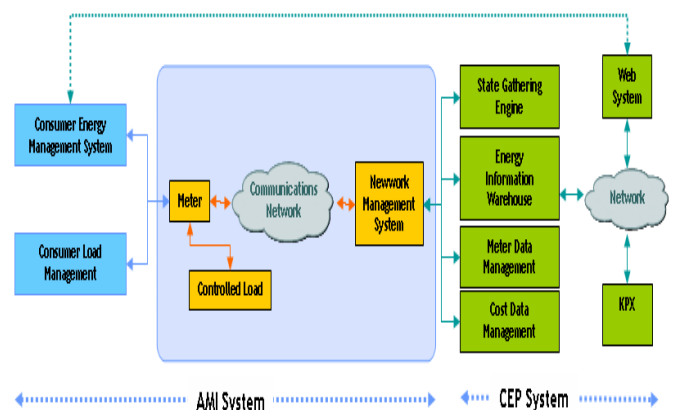
본 하드웨어를 구성하기 위한 소프트웨어는 RF모뎀 하드웨어 설계, ZigBee Stack 소프트웨어 최적화 방안, M2M 프로토콜을 개발하여 각각의 기능을 통합 실험하는 과정을 수행할 예정이다.

2.5 FEP 중간 전처리기

데이터 중간전처리기(FEP)는 PC급 서버를 이용하여 하드웨어를 구성하고 CEPS와의 연동 및 데이터 수집장치와의 통신을 위한 소프트웨어를 탑재할 예정이다.

2.6 AMI System

Consumer Energy Portal System을 구축하기 위해서는 빌딩 및 공장내의 수용가측 데이터를 수집하고 처리하는 인프라가 필요하다. 본 논문에서 제시하는 AMI 시스템은 수용가 Device와의 실시간·양방향 처리기능에 필수적인 요소이다.



그림에서와 같이 각 전력량계 및 Device를 연결하는 Network Management를 포함하며, 계량값에 대한 Data Concentrator 기능을 수행한다. 또한 CEPS에 연결된 CEMS 탑재해 수용가의 Load를 관리하는 역할을 수행한다.

2.6.1 AMI 주요 Functionality

본 시스템은 변동요금제를 기반으로 소비자의 수요

조절을 가능하게 하는 Demand Response을 적용하기 위한 기술적인 인프라를 동시에 구현하여야 한다. 이를 위해서는 소비자의 Device와 시스템간의 양방향 통신(On/Off 가능) 인프라가 구축되어야 하고, 수요기록을 위한 Metering 기능, 소비자 부하관리 시스템인 CEMS의 기능과 함께 전력사업자가 소비자의 모든 전력자원 및 정보를 통합관리하기 위한 Consumer Energy Portal system의 무선검침 인프라로서 역할을 수행하여야 한다. 다음은 주요 AMI의 기능을 나타낸다.

(1) Consumer Energy Management System

기본 기능은 시장정보를 기반으로 한 수요측 부하의 분석 및 설비제어 등이다. 이를 위해서 Application 및 Process 구조 설계가 선행되어야 하고, 부하측 Device, Device와 CEMS서버간의 통신 네트워크의 구성이 이루어져야 한다. 이에 따라 데이터 취득에 의한 분석 모듈, 가격신호와 연계하여 부하 관리의 연동 모듈 개발이 필요하다. 또한 관리 모듈의 출력을 판단하여 제어 시스템에 연계하여 제어 스케줄에 연동한 제어신호를 발생하게 해야 한다. 한편 비상시에 대비하여 경보발생의 기능이 있어야 하고, 발생한 경보를 관리자에게 신속하게 전달 할 수 있는 Module 개발, 이를 CEMS 화면에 표현하는 기능, 그리고 e-mail, 문자메시지 등으로 전송하는 기능도 필요하다.

- 전력Usage에 대한 Instantaneous, Historic 관리
- 전력Usage에 대한 실시간 요금계산
- Critical Peak Pricing Signal
- 전력사업자 및 전력시장의 Message 관리/처리
- 기본 BaseLine에 따른 자동 수요관리
- 부하절체 기능 등

(2) Meter Data Management

- 연결된 Device의 15분 및 1시간 계량값 수집처리 기능
- 매1분 계량값을 가능하게 하는 전력량계 처리용량
- Voltage Monitoring 기능 수행
- 15분 kW Interval Data 수집 및 전송기능

(3) Rate Data Management

- 전력사업자가 제공하는 TOU Tariff를 처리하기 위한 Embedded Time of Use Rates 기능
- Critical Peak Pricing 및 Real Time Pricing 실시간 제공 및 처리
- Power Quality Monitoring 기능

(4) Reports/Alarms

- Outage Monitoring
- Device 및 전력량계 event 처리 및 관리
- Real time Restoration Detection
- Low Voltage 관리

(5) Manager Functionality

- Remote software upgrade - AMI

- Dynamic Load Research

(6) Customer Service

- On-Demand Customer Usage Profiles 제공
- 다양한 Energy Information 제공(chart, Historic)
- 수용가내의 모든 Device의 Connect/Disconnect 기능
- Remote Prepay Functionality

(7) Demand Response

- Remotely manage smart thermostats
- Remotely monitor equipment activity
- Economic dispatch of load control
- Load Reduction Verification

3. 결 론

최근 전력산업의 구조개편뿐만 아니라 안정적인 전력공급을 위해 수요 관리에 관한 필요성이 점차 증가하고 있다. 또한 Load Profile 또는 인터벌 데이터는 향후 전력산업의 부가가치를 높일 수 있는 무한한 잠재력을 지닌 전략적 자산으로써 그 활용성과 중요성이 더욱 커지고 있다. 따라서 본 논문에서는 전력 사용량을 자동적으로 검침 및 관리할 수 있는 시스템인 AMR(Automated Metering Rating)보다 진보한 AMI시스템을 소개하였다. 이 시스템은 소비자와 전력사업자(Energy Service Provider)간의 양방향 통신이 가능하게 하여 실시간 기반의 수요관리 기술 및 변동 요금제로 인한 부하감소에 따라 전력공급의 신뢰도를 증가시킬 수 있는 기반을 제공할 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] 한국전력공사 전력연구원 "고객서비스 선진화를 위한 검침정보의 실시간,고효율처리 연구" 최종보고서, 2005. 8
 [2] Autovation 2006 "SCE AMI Program Update", 2006. 10
 [3] AMI Stakeholder Forum "Advanced Metering Infrastructure Project" 2007. 4
 [4] SCE "Advanced Metering Infrastructure Final Feasibility Report" 2007. 1