

Advanced Metering Infrastructure를 이용한 Consumer Portal 개발

論 文

56-11-5

A Development on Consumer Portal System based on Advanced Metering Infrastructure

高鍾旻[†] · 陳成日^{*} · 鄭南俊^{**} · 柳寅協^{***} · 金善翊[§]
(Jong-Min Ko · Sung-Il Jin · Nam-Jun Jung · In-Hyeob Yu · Sun-Ic Kim)

Abstract - As the electric power industry has been revolutionarily transformed such that the distributed energy resources have been interconnected with power systems and a variety of energy service providers have been appeared, the need of Consumer Energy Portal as a core of two-way communication and service infrastructure between power suppliers and consumers has been gradually increased. Consumer Energy Portal can be thought of as a combination of hardware and software enabling two-way communication between energy service providers and equipment within the consumers' premises or a physical and logical link between consumers' in-building networks and wide-area access networks. In other words, Consumer Energy Portal can make the way the power industry has been traditionally operated the web-based way, enabling two-way interactions between energy service providers and consumers and mutual networking between end users' equipment. Thus, Consumer Energy Portal can be a kind of Service portal that provides new value-added services and efficient power operations that in the past. In this paper, for ESPs' integrated resources management, demand side management and value-added service provision, we have established the two-way access network that can gather real-time metering data using ZigBee technology and control physically networked equipment.

Key Words : Consumer Portal, Advanced Metering Infrastructure, ZigBee, Two-Way Communication, Energy Service Provider

1. 서 론

전력산업의 환경변화에 따라 단일 공급자였던 한전을 비롯하여 전력판매사업자, 민간부하사업자, 에너지건설사업자 등 에너지관련 서비스를 제공하는 주체자(이하 ESP : Energy Service Provider)의 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. 또한 이러한 부가서비스를 위해 In-Building 네트워크와 최종 원격장비뿐만 아니라 외부 액세스 네트워크 기술이 통합된 전력에너지-통신-정보 융합서비스 플랫폼을 기반으로 하는 통합된 시스템이 필요하다 하겠다.

현재의 경우 전력사업자는 국한된 C&I(Commerical & Industrial) 고객에게 부하 프로파일과 간격 검침데이터를 확보하기 위해 AMR을 구축하여 활용하고 있지만, 최대

수요, 유효전력, 무효전력, 월별 전기요금 등 국한된 용도의 정보만을 제공하고 있다. 그러나 향후 전력사업자 또는 수요자의 수익모델로써 혁신적 요금제, 실시간 요금제, 수요반응, 원격장비 모니터링 및 제어 등 전력부가서비스 체계를 구축하기 위한 실시간·양방향 인프라의 필요성이 끊임없이 대두되고 있다. 그러나 수용가 최종 장비와의 통신을 가능하게 하는 양방향 통신 기반이 마련되어 있지 않아 다양하고 진보된 부가서비스의 적용 한계와 부정확한 전력사용 분석 및 예측 등에 의하여 에너지 효율향상을 위한 정책수립에 있어 많은 어려움이 존재한다.

본 논문은 이러한 문제점을 극복하기 위한 것으로, 전력사업자와 수용가 내 장비사이의 양방향 통신을 가능하게 하는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 수용가 소유 네트워크 및 지능형 장비와 데이터 또는 제어신호를 주고 받을 수 있는 기반을 구축하여 미래형 전력부가서비스인 수요반응, 혁신적 요금제, 실시간 에너지 정보서비스, 원격 모니터링 및 제어 등이 적용될 수 있는 수용가포털과 그 방법을 제공하는데 있다.

나아가서 본 논문은 미래 에너지 서비스의 비전에 있어 중요한 기술적 구성요소로서 수용가 소유 에너지관리시스템 및 지능형 에너지 소비 장비와의 통신능력을 활용함으로써 전력사업자 및 수용가의 니즈 및 응용에 따라 부하 피크관리, 에너지 효율 및 성능 최적화 또는 비용효과성 증대에 이바지할 것이며, 일별 부하피크를 평평하게 조절하여 신규 플

† 교신저자, 正會員 : 韓電 電力研究員 先任研究員

E-mail : kojim@kepco.co.kr

* 正會員 : 忠南大學校 教授

** 正會員 : 韓電 電力研究員 先任研究員

*** 正會員 : 韓電 電力研究員 先任研究員

§ 正會員 : 韓電 電力研究員 先任研究員

接受日字 : 2007年 7月 6日

最終完了 : 2007年 9月 10日

랜트 및 선로건설 투자의 효율성을 제고하기 위한 것이다.

2. 본 론

2.1 Consumer Portal 구성

본 논문이 제시하는 Consumer Portal의 목표는 전력사업자와 수용가설비 및 기기들 사이의 양방향 통신을 가능하게 하는 H/W 및 S/W의 결합을 의미하는 것이며, 또한 수용가의 In-Building Network와 Wide-Access Network를 연결하는 물리적인 Link이자 논리적인 결합 등과 같은 의미를 지닌다. 즉, 전력에너지 체인의 운영방식을 물리적인 것에서 정보전달체계인 웹 방식으로 전환하는 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 것을 의미한다.

Consumer Portal은 그림 1에서와 같이 수용가내 빌딩 및 공장의 각 전력설비와 전자식 전력량계에서 발생하는 전력사용 계량값(전력사용량, 전압, 전류, 주파수, Event 등)을 무선통신(ZigBee)를 이용하여 실시간·양방향 데이터 전송 및 원격제어를 가능하게 하는 진보된 원격검침 인프라(AMI: Advanced Metering Infrastructure, 이하 AMI)와 이를 활용하여 전력사업자가 다수 고객의 전력자원을 실시간·양방향 관리하는 CEP(Consumer Energy Portal, 이하 CEP)와 웹 기반 미래형 전력부가서비스를 포함하는 Portal이다.

Consumer Portal의 구성도는 다음과 같다.

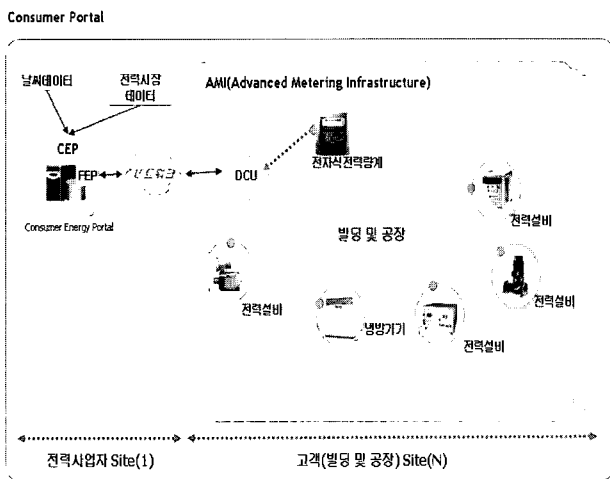


그림 1 Consumer Energy Portal 구성도

Fig. 1 Consumer Portal diagram

Consumer Portal의 구성을 세부적으로 나타내면, 수용가의 최종 전력설비에 대한 부하정보 및 제어신호를 실시간·양방향 송수신을 위한 ZigBee내장형 원격제어설비, 수용가내에서 발생하는 전력사용량에 대한 계량값 및 Event 정보를 전송하기 위한 ZigBee내장형 전자식전력량계, 상기 두

무선모뎀으로부터 취득한 정보를 TCP/IP를 통해 CEP로 데이터를 전송하는 기능을 가진 ZigBee내장형 DCU(Data Collection Unit, 이하 DCU), DCU에서 입력되는 대량의 데이터를 스케줄러에 의해 미리 가공하고 처리하여 CEP로 전달하는 FEP(Front-End Processor), 전력사업자가 다수 고객의 전력자원을 실시간·양방향 관리하는 CEP로 구성된다.

Consumer Portal은 산재해 있는 전력관련 데이터와 수용가의 최종 전력설비로부터 실시간으로 취득되는 검침데이터를 사용자관점에서 주제별로 통합하고 데이터의 다차원적인 분석방법을 통해 수요자의 장/단기 전력부하/비용/수익분석 및 예측이 가능하다. 또한 Web상에서 전력사업자와 최종수용가의 주요 전력기에 대한 네트워크 연계를 지원함으로써 새로운 양방향 실시간서비스가 가능하며, 대수용가측 전력자원 운용의 최적화를 통해 전력시장의 안정적 운영과 전력계통의 신뢰도 향상에 효과가 있다 할 수 있다.

2.2 Consumer Portal 표준전략

Consumer Portal의 표준전략을 수립하기 위해 조사분석한 내용은 다음과 같다. 먼저 IEC TC57의 일부분으로 Substation을 IT관점에서 자동화하는 IT변전소(SA)를 위한 표준인 IEC61850에 대해 검토하였고, 네트워크상의 다양한 디바이스를 Seamless하게 연결하고 관리하는 목적을 가진 UPnP(Universal Plug and Play)를 비교분석하였다. 검토한 결과 UPnP는 Internet 최신 표준안을 수용하여 대중성이 높고 구현이 용이하며, XML을 사용함으로써 확장성 높고 도구가 많으며, Internet Service와 쉽게 결합할 수 있으나 PC 및 Home Network 위주의 디바이스 정의와 다소 복잡한 XML구조와 Embedded Device에서 구현하기가 다소 어렵다. IEC61850은 전력 Domain에 최적화된 표준안이며 전력 Facility Maker들이 표준으로 채택하고 있는 반면, 주 Protocol은 MMS 기반의 Binary Protocol이어서 확장성에 문제가 있으며, Public 대상 Service와 보안관련 이슈가 정의되어 있지 않다. 따라서 XML Sematic은 유지하되 Embedded Device를 위해 Binary Encoded XML을 지원하며 이를 표준으로 채택하고 UPnP의 Discovery와 보안관련을 적용시킬 것이다.

다음은 Core Network, Security, Network Management, 데이터 구조화 및 Presentation, Wan 기술, Lan 기술, 전력시스템 운영, Consumer Application 등 7가지로 분류하여 주요 표준과 쟁점사항을 분석하여 설계에 반영하였다.

- Core Network는 Consumer Portal의 기본 통신 프로토콜로 인터넷 프로토콜 사용할 예정이다. 이는 저비용, 폭넓은 사용 및 다양한 네트워크/디바이스와의 상호 운용성 때문이다. 또한 Portal Network가 IPv6를 전개해야 하는 지에 대한 지속적인 모니터링을 할 예정이다.
- Security는 IP 기반 네트워크 보안을 위해 다양한 기술들이 사용되고 있다. AMI시스템은 ZigBee하는 무선망을 사용하고 있으며, 이러한 무선 네트워크 보안 방법과 TLS(Transport Layer Security) 또는 IPsec(IP Security)를 고려하고 있다.
- 네트워크 관리는 SNMP(Simple Network Management Protocol) 및 CMIP(Common Management Information

Protocol)를 적용할 방침이다.

- 데이터 구조화 및 프리젠테이션은 IEC 61850-6 SCL(Substation Configuration Language)와 유사한 스키마를 사용하여 상용기술인 XML, HTML을 전력산업에 적용할 것이다.
- WAN 기술 : 성공적인 Portal 참조 설계를 통해 Portal이 WAN기술에 종속하지 않도록 구현할 예정이다.
- LAN 기술은 이더넷, 블루투스, Wi-Fi와 ZigBee를 포함하여 여러 상황에 맞게 적용할 수 있도록 구현할 것이다.
- 기존 전력시스템 연계부분에 대해서는 현재 어떤 기술을 채택하였는지 조사, 분석을 통해 연계하고자 하는 시스템의 속성을 파악하여 적용할 예정이다.
- Consumer Application 개발은 공통적인 모델을 제시하여 개발단계부터 시스템 Integration에 문제가 발생하지 않도록 적용할 예정이다.

2.3 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 구성

2.3.1 ZigBee 내장형 원격제어설비

ZigBee내장형 원격제어설비는 수용가의 최종 전력설비에 위치하며, 전력설비에서 발생하는 계량값을 ZigBee 무선통신방식을 이용하여 DCU로 전달하는 기능을 수행하고, CEP에서 발생하는 제어신호를 DCU를 통해 수신하여, 상기 제어신호에 따라 전력설비를 On/Off하는 기능을 수행한다.

ZigBee내장형 원격제어설비는 수용가내 최종 전력설비와 Control Chip 그리고 RF 무선모뎀 인터페이스로 구성된 RC Module와 RF 수신단 및 MCU, 증폭회로로 구성된 ZigBee Modem을 일체형으로 구현하였다.

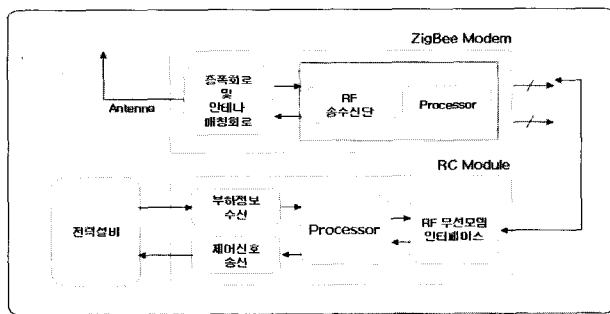


그림 2 ZigBee 내장형 원격제어설비
Fig. 2 Remote Control Equipment including ZigBee

2.3.2 ZigBee 내장형 전자식 전력량계

수용가내에서 발생하는 전력사용량에 대한 계량값 및 Event 정보를 ZigBee 무선통신방식을 이용하여 DCU에 전달하는 기능을 수행한다. 수용가의 전자식 전력량계와 ZigBee 모듈사이의 데이터 인터페이스를 위해 DLMS 신호처리 Chip와 RF 무선모뎀 인터페이스로 구성된 IR Board와 RF 수신단 및 MCU, 증폭회로로 구성된 ZigBee Modem을 일체형으로 구현하였다.

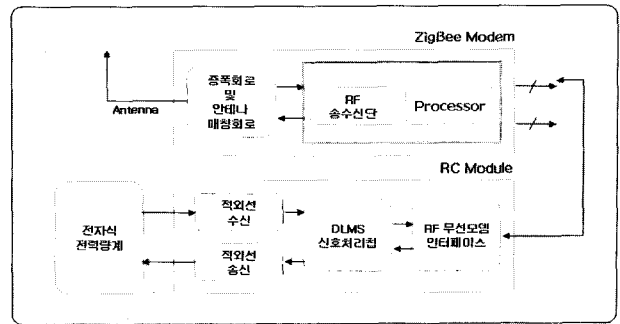


그림 3 ZigBee 내장형 전자식 전력량계
Fig. 3 Electric WHM including ZigBee

DLMS 클라이언트/서버 간 주고받는 메시지 구조와 형식 정의하여 표준화에 따른 "상호 운영성"을 보장하며 전기, 수도, 가스 등의 원격 검침, 원격 제어, 부가 서비스 등에서 애플리케이션 레벨 프로토콜로써 사용되며, 다양한 통신 계층을 지원한다(RS-232, PSTN, TCP/IP 등). 시리얼 포트 (RS-232, IrDA)를 통한 통신이 가능하며, HDLC 흐름제어 방식을 채택하였으며 패스워드 인증을 통한 보안 메커니즘을 지원하며 IEC 62056 에서 표준화 진행중이고 별도의 협의체로 (DLMS User Association)이 구성되어 있다. DLMS의 장점으로 Client와 Server 통신에서 재전송, 흐름제어, 통신 객체 표현을 계층별로 나누어 처리를 하여 애플리케이션 개발 복잡도를 감소시킬수 있다. 또한 Intermediate protocol layers의 경우 현재 널리 쓰이는 통신 계층을 그대로 사용하는데 이는 애플리케이션 개발에 집중할수 있어 개발효율을 높여준다.

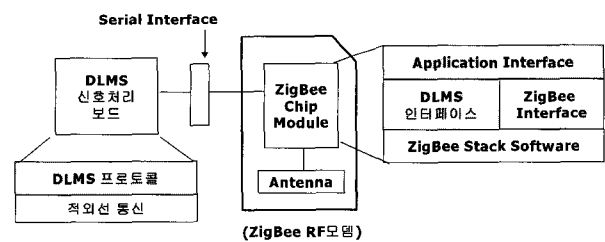


그림 4 ZigBee내장형 전자식 전력량계 소프트웨어구성
Fig. 4 Electric WHM S/W Structure including ZigBee

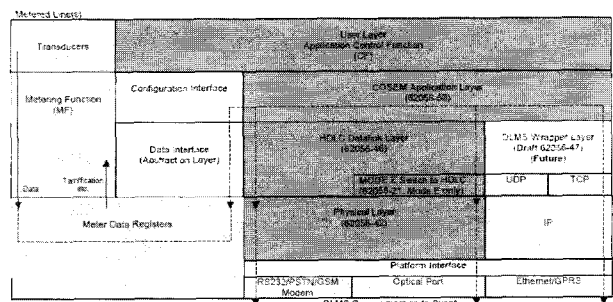


그림 5 DLMS/COSEM 프로토콜 스택 구조
Fig. 5 Stack Structure of DLMS/COSEM Protocol

본 무선통신(ZigBee) 기술은 표준단체인 ZigBee Alliance의 표준Spec.에 의거하여 양단간 저전력, 저속도의 제어신호 중심 데이터 통신기술이다. 또한 ZigBee 프로토콜 스택의 구조는 네트워크 계층에서는 네트워크, 보안, 그리고 라우팅을 관리하며, 응용 지원 부계층에서는 바인딩을 위한 테이블을 유지하는 기능을 갖는다. 여기서 바인딩은 ZigBee 코디네이터가 네트워크의 어떤 디바이스들이 서로 연결되어 있는지 인식함으로써 코디네이터의 모니터링과 제어기능을 향상시키는 역할을 하는 것을 의미한다. 그리고 연결된 디바이스들 사이에 메시지를 전달하는 동작을 서비스하며 디바이스의 주소와 서비스를 파악하는 Discovery 동작 및 APS 계층의 보안 관리를 지원한다.

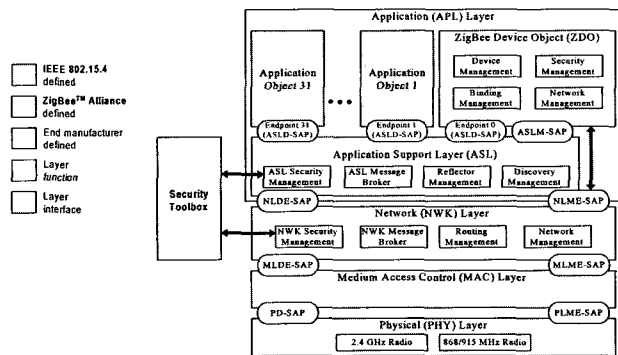


그림 6 ZigBee 프로토콜 스택 구조
Fig. 6 Stack Structure of ZigBee Protocol

ZigBee 네트워크 계층에서는 Reactive Routing Protocol인 AODV(Ad hoc On-Deamand Vector) 라우팅 알고리즘을 사용한다. AODV는 Ad hoc 네트워크에서의 요구기반(On-Deamand) 라우팅 프로토콜로써, Ad-Hoc 네트워크 내의 모든 노드들이 데이터 전달이 있는 라우팅 경로 정보만을 라우팅 테이블에 유지 및 관리하게 된다. 데이터 전달이 필요한 소스(Source) 노드는 요구기반 방식으로 목적지(Destination) 노드까지의 최단 경로를 라우팅 경로 탐색 과정을 통해 찾아낸다. 본 논문에서는 각 ZigBee노드(전력설비 및 전자식 전력량계)간 1:1이 아닌 1:N의 통신인 Ad-Hoc기법을 사용하였다.

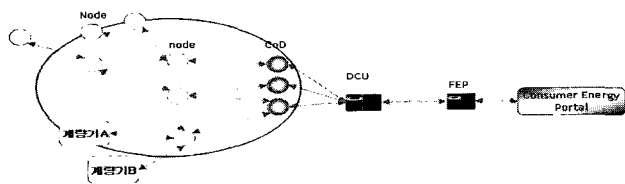


그림 7 ZigBee Ad-Hoc 기법
Fig. 7 Ad-Hoc Technique of ZigBee

2.3.3 DCU(Data Collection Unit)

DCU는 ZigBee내장형 원격제어설비와 ZigBee내장형 전자식 전력량계로부터 발생하는 데이터를 TCP/IP를 통해 CEP

에 전달하는 기능과 CEP의 제어신호를 각 전력설비에 전달하는 기능을 수행한다. 또한 각 전력설비 이상유무에 대한 모니터링 및 관리기능을 수행한다.

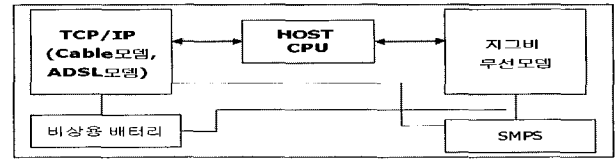


그림 8 Data Collection Unit 구성도
Fig. 8 Data Collection Unit Diagram

2.3.4 FEP(Front-End Processor)

FEP은 전력사업자내의 CEP에 존재하며, DCU에서 입력되는 대량의 데이터를 스케줄러에 의해 미리 가공하고 처리하여 CEP로 보내주는 장치이다. 즉, 상위로는 CEP(Consumer Energy Portal) System과 통신하여 수집된 검침정보를 전달하며, 하위로는 데이터수집장치(DCU)와 통신하여 전기사용 검침정보 수집 및 각종 설정명령을 전송하는 기능을 수행한다. 이는 데이터 수집장치의 각종 상태정보, 전자식전력량계의 상태정보를 실시간으로 상위 시스템에 보고하고 시스템 관리자가 명령 수행시 하위 장치에 전달하는 장치를 말한다. 수요측 계량값의 수집에 따른 로드부하를 조정하는 역할을 수행한다.

2.4 Consumer Energy Portal

2.4.1 Consumer Energy Portal 설계 요건분석

전력업자가 다수 고객의 전력자원을 실시간·양방향 관리하는 CEP의 설계요건으로 다음과 같다.

- 기능요건 : 관리노드(전자식 전력량계 및 전력설비)의 다양성 검토 및 모델링, ID체계 및 계층구조, User Interface, AMI Interface, Business Model 정의(생성, 서비스, Interface, 인스톨 등), IntelliGrid 및 CIM 요건 정의 및 적용
- 상호운용성 요건 : AMI와의 표준 연동체계, IEC61850지원 (MMS/GOOSE/SMV), UPnP 지원(HTTPPU / HTTPMU), 전력Operation Interface
- 실용화 요건 : 전력사업자 및 전력소비자 상호간의 Benefit Business Model 분석, 마케팅 전략 수립 지원, 정보가치성 및 정보활용성, 시장성 및 시급성, 현실적용 가능성, 전력공급신뢰도 향상기능 요건 등
- 확장성 요건 : Protocol상의 확장성 보장(End-Node 추가시 Protocol 변경 최소화, Plug-and-Plug 지원), BM 확장성(공통데이터모델 적용), 실시간 및 양방향 적용
- 보안요건 : End-Node 인증(UUID 및 Customer Code), End-Node 제어(Protocol 암호화 및 에러방지), 사용자 인증(사용자 권한부여, 인증), XML Service 보안(SSL 표준)

2.4.2 Consumer Energy Portal 기능분석

CEP는 수용가정보, 날씨데이터, 전력시장데이터, 지침데이터를 추출/정제/변환/적재하는 모듈, 대량의 집적 데이터를 효율적으로 관리하는 통합 데이터웨어하우스와 사용자중심의 업무요건분석을 통한 주제영역별 Data Mart, 수용가의 검침데이터와 외부데이터를 이용한 부하/비용/수익/패턴분석 및 예측을 담당하는 모듈, 이기종 네트워크 또는 데이터 전송망에 대한 모니터링과 관리를 수행하는 한편, 원격제어설비의 진단/감시/제어를 담당하는 원격제어설비관리모듈, 수용가포털 사용자를 관리하는 사용자관리모듈, 수용가에게 부하정보와 시장정보를 제공하는 인터페이스 화면과 수용가의 의사결정을 지원하는 수용가 에너지관리모듈, 첨단 수용가 전력부가서비스가 요구하는 실시간 데이터를 XML형태로 변환하여 제공하는 XML Service Provider와 SMS서버와 연동하여 휴대폰 및 모바일 데이터전송 서비스를 담당하는 인터페이스 모듈과, Device 관리 및 Portal 운영에 대한 전반적인 관리기능을 수행하는 포털관리 모듈을 포함한다.

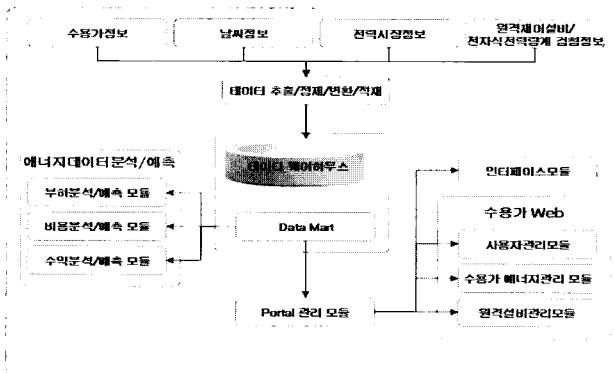


그림 9 Consumer Energy Portal 구성도
Fig. 9 Consumer Energy Portal Diagram

전력설비의 IT자동화 및 표준화를 위해서 사용되는 데이터 교환 및 Temporary 저장포맷으로서 XML을 사용하고, 본 시스템에서는 psXML(power system XML)이라 정의한다.

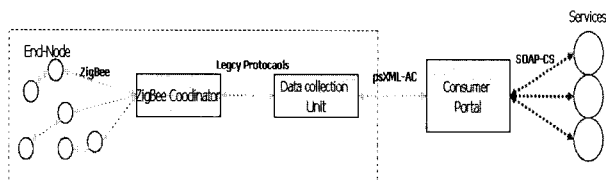


그림 10 구성별 연동 프로토콜
Fig. 10 Communication Protocol

psXML의 프로토콜 구성은 다음과 같다.

- psXML Transport 표준 : psXML을 안전하고 의도하지 않은 변형없이 전달하기 위한 암호화 및 에러방지 기능을 부가한 표준
- psXML Device Modeling 표준 : 관리대상 Device를 모델링하는 XML, SOAP의 Payload 및 XML Database 저장구조로 사용됨.

- psXML Operation 표준 : DCU(Device)에 Message를 보내고 응답을 보내는 명령에 대한 표준
- psXML Event 표준 : DCU(Device)에서 발생하는 Event를 XML로 모델링한 표준
- psXML Binary 표준 : Embedded Device에서 SAX기반으로 쉽게 Parsing하고, 대역폭을 절약할 수 있는 Binary Encoding 표준

Business Service System이 CEP의 데이터를 실시간 연동하기 위한 Framework는 SOAP 프로토콜로 처리할 예정이다. 이 Framework는 Full WSDL을 지원하는 XML기반의 Client API를 제공하고 어떠한 Message 교환방식도 지원이 가능하다. 또한 표준 Java Servlet 엔진상에서 동작하기 때문에 다양한 Web Server(Web Logic, Apache, iPlanet)를 사용할 수 있다.

데이터 추출/정제/변환/적재는 수용가정보의 실시간 수집, ZigBee 통신기술을 적용한 원격검침데이터의 실시간 수집, 기타 전력시장 및 날씨정보를 수집하고 데이터의 적합성 체크를 위한 Validation, Estimation, Edition 검증과정을 거쳐 데이터웨어하우스의 구조와 형식에 맞게 변환하고 적재한다. 또한 ODBC, Native API를 이용한 Plug-in, Sequential 파일, FTP Plug-in에 의한 Sequential파일 등 다양한 형태의 소스데이터를 추출하며, 데이터를 추출하기 위한 다양한 함수지원과 개발 및 관리를 위한 직관적인 사용자 인터페이스를 지원하며, 응용Application과의 실시간 Data Interface 기능을 수행하고 데이터의 XML변환 및 연계기능을 포함한다.

데이터웨어하우스는 수용가내의 고객정보 및 설비정보, 부하패턴 분석을 위한 날씨데이터, 실시간 요금계산 및 수익/비용분석에서 이용하는 전력시장데이터, 대용량 전력지침계량값으로 구성한다. 또한 CP의 표준화 및 기준정보 통합과정을 거친 다음, 정형 및 비정형을 포함한 다차원적인 분석과 사용자 중심의 업무요건 분석을 통한 주제영역을 도출하기 위한 Data Mart 생성을 포함한다. 크게 전력사업자의 Business 관점과 특별하게 요구하는 Application의 업무영역들에 대한 추가적인 Data Mart로 구성한다. Data Mart는 Query 성능의 향상과 다차원 분석을 위한 다차원 모델링 기법인 Star Schema & Snow-Flake Schema를 적용하여, 다양한 관점에서의 요구분석과 모델링을 통한 명확한 차원(Dimension)/사실(Fact)을 도출하고 각 차원별 Pivoting, Drilling 등 동작을 수행한다.

에너지데이터분석/예측은 데이터웨어하우스의 데이터를 활용하여 전체 수용가 및 수용가 특성을 고려한 집단분류별 또는 수용가 개별적인 사용현황을 다양한 측면에서 전체 전력사용의 패턴을 산출하고, 대수용가 집단별 전력사용패턴과 비용 및 수익을 분석하여 적절한 전력구입단가와 잉여전력최소화를 위한 에너지소비 데이터의 결과를 산출하고 저장한다. 에너지데이터분석/예측에서 산출된 결과는 수용가 Web의 인터페이스화면의 선택기능에 따라 제공한다.

인터페이스모듈은 절차에 따라 첨단 수용가 전력부가서비

스가 요구하는 실시간 데이터를 XML형태로 변환하여 제공하는 XML Service Provider와 SMS서버와 연동하여 휴대폰 및 모바일 데이터전송 서비스를 수행한다. 수용가 Web은 수용가 최종 설비에 대한 네트워크 또는 데이터 전송망에 대한 모니터링과 관리를 수행하는 한편, 원격제어설비의 진단/감시/제어를 담당한다. 또한 수용가포털 사용자를 관리하며 상기 에너지데이터분석/예측의 결과를 수용가 인터페이스 화면에 제공한다. Portal 관리모듈은 네트워크, 데이터 경로, 사용자인증, 모니터링 등 Portal 운영에 대하여 전반적으로 관리한다.

3. Prototype 시스템 개발

본 논문에서 제시한 Consumer Portal 설계를 검증하기 위해 AMI의 Prototype과 고객에게 정보를 제공하는 Web 시스템을 개발하고 그 사례는 다음과 같다.

그림 11은 수용가내의 최종 전력설비에 대하여 부하정보 및 제어신호를 실시간·양방향 송수신을 위한 ZigBee내장형 원격제어설비 Prototype이다. 이 Prototype은 수도/온수/가스 검침 계량값을 실시간으로 계량할 수 있으며 조명제어와 도어제어가 Web상에서 가능하도록 구현하였다.



그림 11 ZigBee내장형 원격제어설비
Fig. 11 Remote Control Equipment Prototype including ZigBee

그림 12는 수용가내에서 발생하는 전체 전력사용량에 대한 계량값 및 Event정보를 전송하기 위한 ZigBee내장형 전자식 전력량계 Prototype이다.

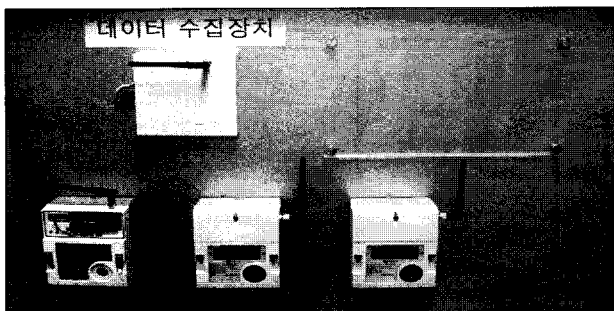


그림 12 ZigBee내장형 전자식 전력량계
Fig. 12 Electric WHM Prototype including ZigBee

이 방식은 고객의 15분 Load Profile(전력사용량)을 ZigBee무선통신을 이용하여 실시간으로 수집하는 시스템이며 그테스트결과는 그림 13과 같다.

00:15	00:30	00:45	01:00	01:15	01:30	01:45	02:00	02:15	02:30	02:45	03:00
226.62	231.57	233.1	233.5	225.72	228.24	229.14	228.26	224.28	223.28	219.51	218.57
03:15	03:30	03:45	04:00	04:15	04:30	04:45	05:00	05:15	05:30	05:45	06:00
218.34	222.03	221.67	221.13	221.48	211.58	223.02	225.47	229.5	218.63	218.34	220.41
06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00
223.56	225.53	223.23	230.15	234.45	240.29	242.57	248.94	262.26	268.01	315.18	316.63
09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00
317.24	317.43	315.72	308.25	297.93	298.25	317.79	315.9	307.8	298.26	300.69	288.72
12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00
285.12	282.71	288.83	294.3	321.03	320.04	316.35	317.88	317.34	317.88	300.65	305.27
15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00
308.69	309.61	311.13	308.68	323.28	321.57						
18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00
21:15	21:30	21:45	22:00	22:15	22:30	22:45	23:00	23:15	23:30	23:45	24:00

그림 13 데이터수집 테스트 결과
Fig. 13 Test Result of Data Collection

또한 데이터를 활용해서 최대수요(전일, 당월 평균) 비교 분석, 사용량(전일, 당월평균) 비교분석, 월/년 통계데이터를 검색해 볼 수 있으며 바로 EXCEL로 변환하여 고객 자신이 원하는 정보를 직접 가공할 수 있도록 사용자 Web 화면을 구현하였다. 이 시스템은 고객이 직접 실시간으로 자신의 전력사용정보와 최대수요 정보를 알 수 있으며 자발적인 수요 관리를 실행할 수 있도록 정보를 제공해 준다.

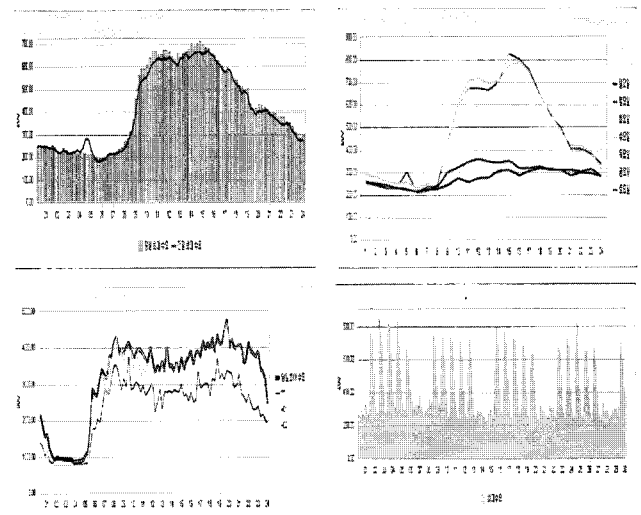


그림 14 사용자 인터페이스 화면
Fig. 14 User Interface

4. 결론

본 논문에서 제시하는 Consumer Portal은 전력산업과 관련된 많은 데이터(Meter, Billing, Device 정보와 수요정보 등) 및 외부데이터(Weather, Market 정보)를 전력사업자와 수용가 관점에서 주제별(Subject-Oriented) 통합하고, 데이터의 다차원적인 분석을 통해 수요자의 장/단기 전력사용량, 비용, 수익 예측정보를 즉시 제공하며, 온라인상에서 전력사업자와 최종 수용가의 주요 전력기기에 대한 네트워크 연계가 지원됨으로써 새로운 실시간·양방향 서비스제공이 가능하게 할 것이다.

또한 전력산업의 변화와 함께 전력사업자에게 점차 가해지는 압력중의 하나는 경쟁으로 인하여 신규설비에 대한 투자를 최소화하고, 기존의 설비에 대한 효율적인 이용으로 가격에 대한 통제를 필요로 하고 있다. 이에 따라 Consumer Portal은 보다 정확한 정보 분석으로 경영 정책의 결정, 보유 설비의 효율 향상, 시스템 비용의 감소, 보다 나은 수요자 서비스를 제공을 가능하게 한다. 또한 수용가의 에너지 소비를 보다 더 효율적으로 사용하게 함으로써 부하평준화를 유도할 수 있으며 보다 경제적인 급전계획을 수립할 수 있고 국가적으로 에너지비용에 대한 절감에도 기여할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

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
- [5] CEIDS Steering Committee Meeting December 2003 "Energy Service Portal Development Draft Accessment and Recommendations"
- [6] EPRI Techinal Report December 2005 " IntelliGrid Consumer Portal Telecommunications Assessment and Specification"
- [7] 한국전력공사 전력연구원 "ESP용 고부가서비스 및 통합자원관리시스템 개발" 중간보고서, 2006. 8

저 자 소 개



고 종 민 (高 鍾 旻)

1967년 11월 30일생. 1993년 충남대 공대 전산학과 졸업. 2006년 동 대학원 정보통신공학과 졸업(석사). 현재 한전 전력연구원 근무

E-mail : kojim@kepco.co.kr



정 남 준 (鄭 南 俊)

1966년 04월 21일생. 1989년 조선대 전산기공학 졸업. 2005년 충북대 전자계산학과 졸업(석사). 현재 한전 전력연구원 근무

E-mail : njjung@kepco.co.kr



진 성 일 (陳 成 日)

1955년 05월 17일생. 1983년 충남대학교 전산학과 조교수. 현 충남대학교 교수. 현 충남대학교 소프트웨어 연구센터 소장. 현 대전광역시 정책단 자문교수. 현재 정보처리학회 실시간시스템 연구회 부위원장.

E-mail : sijin@cs.chungnam.ac.kr



유 인 협 (柳 寅 協)

1953년 01월 26일생. 1972년 한양공대 기계공학과 졸업. 1987년 U. Texas at Arlington Mechanical Engineering, M.S. U. Texas at Arlington Mechanical Engineering, Ph. D. 현재 한전 전력연구원 근무.

E-mail : inhyu@kepco.co.kr



김 선 익 (金 善 翊)

1964년 03월 05일생. 1993년 충남대 공대 전산학과 졸업. 2006년 동 대학원 정보통신공학과 졸업(석사). 현재 한전 전력연구원 근무

E-mail : sunrise@kepco.co.kr