

대수용가 포털 시스템 아키텍처 설계 및 프로토타입 구현

論 文

57-11-35

Design of Portal System Architecture for Large Consumers and Its Prototype Implementation

梁日權* · 金善翊[†] · 宋在周** · 吳度垠*** · 李相鎬[§]

(Il Kwon Yang · Sun-Ic Kim · Jae-Ju Song · Do-Eun Oh · Sang-Ho Lee)

Abstract - This paper describes the portal system architecture of large consumers for ESP(Energy Service Provider) to provide customers with various value added services such as monitoring and controlling a wide variety of electric devices in consumer's premises for optimal energy management from both consumer side and ESP side, and the prototype implementation of 2 kinds of value added services. The architecture is composed of the device portal which gathers the information from electric devices and controls them and the consumer portal which can make ESP operate the optimal energy management with two-way communications. The demand side management and energy management functions was chosen and implemented for the prototype system as value added services. The prototype was designed to create, manage, and trace the events about services between ESP and customers.

Key Words : Portal System Architecture, Device Portal, Consumer Portal, Value-Added Service, Prototype, ESP(Energy Service Provider)

1. 서 론

전력산업 환경 변화에 따라 소비자(수용가) 중심의 전력서비스와 효율적인 에너지 소비를 위해 전력 수요정보의 정확한 취득이 중요한 요소로 떠오르고 있다. 특히 다양한 ESP의 등장은 에너지 소비 효율화 및 적정 전력공급 측면에서 전력 소비 대수용가 관리의 필요성을 더욱 가속화 시키는 계기가 되었다. 최근 호텔, 병원, 대학, 상업용 빌딩, 공장 등과 같은 전력소비 대수용가에서는 ICT(Information Communication Technology) 기술을 활용하여 빌딩자동화나 지능화를 위해 많은 투자를 하고 있으며, 이와 병행하여 에너지관리시스템과의 융합 및 통합도 꾀하고 있는 상황이다[1].

그러나 대수용가 내부의 다양한 통신 인프라나 IT 환경은 구축되어 있더라도, 전력 부가서비스 제공을 목적으로 하는 각종 전력 디바이스에 대한 데이터 취득 및 이들의 제어를 위한 표준화된 정보 및 이에 대한 교환 모델은 아직까지 없는 실정이다. 따라서 ESP가 대수용가 내에 위치한 전력 디바이스를 모니터링하고, 제어가 가능한 정보를 취득하여 다양한 전력 부가서비스를 제공하기 위한 대수용가용 포털 시스템 아키텍처의 개발이 필요하게 되었다.

이와 유사한 개발사례로 미국 EPRI의 IntelliGrid 컨소시

엄에서 추진하고 있는 수용가 포털 프로젝트가 있지만, 대수용가의 전력 디바이스 정보의 교환보다도 수용가 영역내의 전력기기와 에너지서비스 기관과의 양방향 통신이 가능하도록 WAN(Wide Area Network)과 In-Building 네트워크 간의 물리적 및 논리적 연결만 제공하는 게이트웨이 수준이며, 이는 분산 환경에서의 수많은 대수용가 및 대수용가 내 다양한 디바이스의 관리가 어려운 점이 있다[2].

본 논문에서는 이러한 대수용가 포털 시스템 구축을 목적으로 개방형 아키텍처를 위한 UML(Unified Modeling Language)[3], 객체지향 모델링 기술과 플랫폼 독립적 데이터 교환을 위한 XML(eXtensible Markup Language)[4] 기술을 활용하여 ESP와 대수용가 사이에 양방향 통신을 위한 디바이스 포털과 수용가 포털 아키텍처 설계내용을 기술하였고, 또한 설계된 아키텍처를 기반으로 부하관리와 에너지 관리를 위한 대수용가용 전력 부가서비스 프로토타입 시스템 구현 내용에 대해서도 설명하였다.

2. 대수용가 포털 시스템 아키텍처

본 논문의 대수용가 포털 시스템 아키텍처에서는 디바이스 포털(Device Portal)과 수용가 포털(Consumer Portal)의 개념을 도입하여 분산 환경에서의 계층적 관리가 가능하게 하였다. 디바이스 포털은 하나의 대수용가를 대표하는 물리적/논리적 장치로 대수용가 내 하부에 복수개의 디바이스 게이트웨이를 둘 수 있으며 외부 WAN을 통해 수용가 포털과 연계되도록 하였고, 수용가 포털은 ESP가 각종 서비스 프로그램을 운영하는 물리적인 플랫폼으로 다양한 전력 부가서비스에 따라 복수개의 디바이스 포털을 통해 대수용가 내 디바이스들의 정보 수집 및 이의 제어를 담당하도록 하

† 교신저자, 正會員 : 韓國電力公社 電力研究員

E-mail : sikim@kepri.re.kr

* 正會員 : 韓國電力公社 電力研究員

** 正會員 : 韓國電力公社 電力研究員

*** 正會員 : 韓國電力公社 電力研究員

§ 正會員 : 忠北大學校

接受日字 : 2008年 9月 4日

最終完了 : 2008年 10月 7日

여 ESP와 대수용가 사이에 양방향 통신이 가능하게 하였다. 본 논문에서 설계한 대수용가 포털 시스템의 아키텍처는 그림 1과 같다.

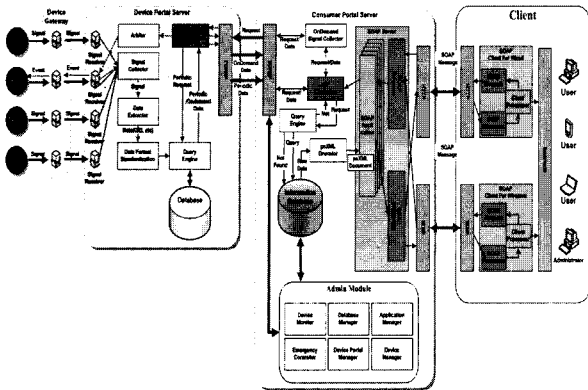


그림 1 대수용가 포털 시스템 아키텍처
Fig. 1 portal system architecture of large consumers

대수용가 포털 시스템은 디바이스(Device), 디바이스 게이트웨이(Device Gateway), 디바이스 포털(Device Portal) 서버, 수용가 포털(Consumer Portal) 서버 및 클라이언트(Client)로 구성되어 있으며 전체 시스템 내 데이터 교환은 psXML(power system XML)[5]에 의해 이루어진다. 디바이스 포털과 수용가 포털 서버는 실제 서비스를 제공하며 클라이언트는 사용자 인터페이스를 제공한다. 수용가 포털 서버와 클라이언트 사이의 정보 전달은 HTTP(Web)를 이용한다. 다양한 정보 수집 및 제어를 위한 디바이스와 디바이스 게이트웨이 사이의 통신은 디바이스 고유의 레거시 프로토콜(Legacy Protocol, 예, RS232C 직렬연결, RS485 전용선, 전력선, Zigbee 등)을 이용한다. 원래 디바이스 게이트웨이는 레거시 프로토콜과 psXML 간의 프로토콜 변환기이지만 본 연구에서는 단순한 데이터 중계 장치로 가정하였다. 디바이스 포털 서버와 수용가 포털 서버 사이의 통신은 psXML과 SOAP 등을 이용한다. 디바이스 포털 서버 및 수용가 포털 서버 내부에서의 데이터 전달은 SQL Query와 같은 데이터베이스 관련 명령어를 통해 저장되고 필요한 정보를 가져오게 된다. 그리고 기기 또는 관리 측면의 이벤트가 발생하는 경우 데이터베이스를 거치지 않고 대수용가 포털 시스템을 구성하고 있는 구성요소 사이의 통신도 제공한다.

2.1 디바이스 포털

일반적으로 디바이스 포털은 하나의 대수용가를 대표하는 물리적/논리적 장치로 대수용가 내 하부에 복수개의 디바이스 게이트웨이를 둘 수 있으며 외부 WAN를 통해 수용가 포털과 연계된다[6]. 디바이스 포털 서버는 디바이스로부터 정보를 수집하고 각각의 디바이스에게 제어 명령을 전달하는 역할을 담당하는데 이들의 일반적인 기능 및 역할은 다음과 같다.

- 디바이스 게이트웨이로부터 데이터를 주기적으로 수신
- 수신 데이터를 psXML Syntax에 맞게 표준화
- 데이터를 데이터베이스에 저장
- 수용가 포털 서버에 주기적으로 데이터 전송

- 수용가 포털 서버의 요청 수신 및 분석
- 수신된 요청에 맞는 데이터 전송
- 수용가 포털 서버에서 전달된 디바이스 제어 명령을 디바이스 게이트웨이로 전달

디바이스 포털 서버는 다음과 같은 모듈로 구성되어 있다.

(1) DP Controller(Device Portal 제어기)

독립된 하나의 디바이스 포털 서버를 관리하는 부분이며 수용가 포털 서버에서 전달되는 요청인 OnDemand 메시지를 Event인지 디바이스 포털 서버에 저장된 데이터베이스 정보 요청인지 분석한다. 분석된 요청에 따라 해당 구성 요소에게 작업을 지시하는 역할을 담당하고 요청이 없어도 주기적으로 디바이스에서 수집된 정보를 수용가 포털 서버에 전달하는 역할을 담당한다.

(2) Arbiter(디바이스 감시자)

사용자의 실시간 정보 요청이 있을 경우 해당 디바이스 게이트웨이를 통해 정보를 요구하는 역할을 가지고 있다. 여기에서 사용자는 클라이언트 또는 시스템 전체를 관리하는 관리자이다.

(3) Signal Collector(신호 수집기)

TCP/IP를 이용하여 디바이스 게이트웨이에서 전달되는 정보를 수집하는 역할을 담당한다. Communication Interface와 Alarm Interface를 통해 디바이스 게이트웨이에서 보내는 정보를 수집하여 Data Extractor로 전달한다. 그리고 사용자의 실시간 정보 요청이 있을 경우 해당 디바이스에게 정보를 요구하는 역할을 가지고 있다.

(4) Data Extractor(정보 추출기)

Signal Receiver에서 수집된 정보는 디바이스의 통신 프로토콜에 따라 다양한 형태(형식)로 수집된다. 다양한 형태로 수집된 정보에서 중요하고 필요한 정보와 해당 디바이스의 ID를 추출하여 Data Format Standardization에게 전달한다.

(5) Data Format Standardization(데이터 형태 표준화)

Data Extractor에서 전달받은 중요 요소 값을 기준으로 표준화(Format을 통일)하여 데이터베이스에 저장하는 역할을 담당한다. Format의 통일은 psXML에서 사용되는 데이터 타입(Object) 형태로의 변환을 의미한다. 또는 사용자 요청에 의해 실시간 수집된 정보를 수용가 포털 서버에게 전달하는 역할을 담당한다.

(6) Query Engine(데이터베이스 질의 엔진)

수용가 포털 서버 및 DP Controller의 요청에 따라 데이터베이스에서 자료를 추출하기 위한 Query를 작성하고 DBMS에 전달하며 Database에서 얻어진 정보를 DP Controller에게 전달하는 역할을 담당한다.

2.2 수용가 포털

일반적으로 수용가 포털은 ESP가 각종 서비스 프로그램을 운영하는 물리적인 플랫폼으로 다양한 전력 부가서비스에 따라 복수개의 디바이스 포털을 통해 대수용가 내 디바이스들의 정보 수집 및 이의 제어를 담당한다. 기본적으로 수용가 포털 서버는 중앙 집중 방식으로 운영되며 상황에 따라 데이터베이스의 동기화를 전제로 분산 방식으로도 운영될 수 있다[7]. 통상적으로 수용가 포털 서버는 사용자의 요청을 받아 사용자에게 서비스를 제공하는 역할을 담당하며 전체 시스템 관리를 위한 Admin 모듈을 포함하고 있는

데 이들의 기능 및 역할은 다음과 같다.

- 사용자의 정보 저장 및 관리
- 사용자의 요청 수신 및 해당 정보 전달
- 요청된 정보를 psXML로 변환(필요시)
- 디바이스 포털 서버에 주기/비주기 데이터 요청 메시지 전달
- 디바이스 포털 서버에서 주기/비주기 데이터 수신
- 사용자의 디바이스 제어 명령 수신 및 디바이스 포털 서버로의 전달
- 수신된 데이터를 psXML Syntax에 맞게 표준화
- 수신되고 변경된 데이터를 데이터베이스에 저장

수용가 포털 서버는 다음과 같은 모듈로 구성되어 있다.

(1) CP Controller(Consumer Portal 제어기)

사용자 및 관리자의 서비스 요청을 Event인지 Data의 요청인지를 분석한다. 만약 사용자 및 관리자의 요청이 Event이면 빠른 처리를 위해 OnDemand Signal Collector에게 요청을 전달하고 만약 사용자 및 관리자의 요청이 Data를 필요로 하는 경우라면 먼저 Query Engine에 요청을 전달한다. OnDemand Signal Collector에게 받은 Data를 Event 처리에 대한 응답이면 사용자 및 관리자에게 Event 처리에 대한 결과를 전달하고 저장될 Data 이면 데이터베이스에 저장하기 위해 Query Engine에게 Data를 전달하는 역할을 담당한다.

(2) Query Engine(데이터베이스 질의 엔진)

CP Controller의 요청에 따라 데이터베이스에서 자료를 추출하기 위한 Query를 작성하고 DBMS에 전달하며 만약 사용자 및 관리자의 요청 관련 필요한 자료가 데이터베이스에 존재하지 않은 경우 실시간 정보 요청을 위해 CP Controller에 정보 요청 메시지를 전달하는 역할을 담당한다.

(3) OnDemand Signal Collector(실시간 제어 처리기)

데이터베이스에 저장되어 있지 않는 디바이스에 대한 정보를 실시간으로 얻기 위해 Device ID를 포함한 요청을 디바이스 포털 서버의 DP Controller에 전달하는 역할을 담당한다.

(4) psXML Generator(psXML 생성기)

클라이언트 환경에 영향을 받지 않는 표준화 형태의 정보 전달을 위해 XML 형태의 psXML로 변환하는 역할을 담당한다.

(5) SOAP Server

psXML을 이용하여 실제 서비스할 형태의 Application에서 가공하여 HTTP 또는 WAP를 이용하여 사용자에게 전달하는 역할을 담당한다. 이는 SOAP의 가장 큰 장점인 다양한 통신 프로토콜을 이용할 수 있는 기능을 활용한 것이다. SOAP Server는 Service Application, SOAP Request 그리고 SOAP Response로 구성되며 Service Application은 Query Engine에 정보를 요청하고 psXML 문서에 해당 서비스에 알맞은 헤더 정보를 추가하여 SOAP 메시지를 생성한다. SOAP Request는 Client의 서비스 요청을 받아 해당 Service Application에 전달하는 역할을 담당한다. SOAP Response는 통신 프로토콜에 맞춰 클라이언트에게 SOAP 메시지를 전달하는 역할을 담당한다[8].

(6) Admin Module(관리자 모듈)

디바이스뿐만 아니라 전체 시스템을 관리하는 역할을 담당하며 다음과 같은 요건을 충족시켜야 한다.

- 디바이스의 상태 정보를 실시간으로 모니터링 가능
- 관리자의 요청은 사용자의 요청 보다 높은 우선순위로 처리

- 손쉬운 시스템 및 데이터베이스 관리를 위한 사용자 인터페이스 강화
- 보안의 강화 필요

일반적으로 이는 효율적인 시스템 전체 관리를 위해 존재하는데 이들의 기능 및 역할은 다음과 같다.

- 디바이스의 상태 정보에 따른 디바이스 제어 명령 전달
 - 디바이스 추가 삭제에 따른 데이터베이스 확장 및 수정
 - 다양한 사용자를 위한 서비스 확장
 - DP 및 CP 데이터베이스에 접근하여 정보를 불러오거나 실시간의 정보를 요청
- 관리자 모듈은 다음과 같은 하부 모듈로 구성되어 있다.
- 디바이스 모니터(Device Monitor) : 실시간으로 디바이스 상태 확인
 - 디바이스 관리자(Device Manager) : 실시간으로 디바이스 제어
 - 디바이스 게이트웨이 관리자(Device Gateway Manager) : 디바이스 게이트웨이와 디바이스 사이의 통신 프로토콜 관리 및 DP 제어
 - 응용 프로그램 관리자(Application Manager) : 사용자 부가 서비스 확장 및 관리
 - 데이터베이스 관리자(Database Manager) : Database 백업, Table 생성, 삭제 및 변경, DB 최적화 기능
 - 긴급 제어기(Emergency Controller) : 디바이스의 위험 요소를 분석하고 위험 상황을 사용자에게 전달 및 디바이스 제어
 - SM 인터페이스(System Management Interface) : 시스템 관리의 효율성을 높이기 위한 관리자 인터페이스

3. 프로토타입 구현

3.1 가정

2장에서 기술한 대수용가 포털 시스템을 다양한 전력 부가서비스 중 부하관리와 에너지관리를 고려하여 프로토타입으로 구현하였는데 그림 2와 같이 우선적으로 디바이스 게이트웨이가 없다고 가정하였고 대수용가 내의 전력 디바이스 모니터링 및 제어를 위해 이를 대신할 수 있는 무선 데이터 송수신기 모듈을 사용하였다. 즉, 디바이스 게이트웨이를 통해 디바이스와 디바이스 포털 서버 사이에 통신이 이루어지는 대신 디바이스와 디바이스 포털 서버에 각각 장착되는 무선 데이터 수신기 모듈 및 송신기 모듈을 통해 통신이 이루어진다고 가정하였다. 디바이스 게이트웨이의 경우 실제 소프트웨어 형태의 에뮬레이터(Emulator)로 구현되든지, 아니면 물리적인 하드웨어 형태로 구현되든지 무선 데이터 송수신기 모듈과 같이 전력 디바이스 관련 정보 수집 및 제어에 사용될 수 있다.[9]

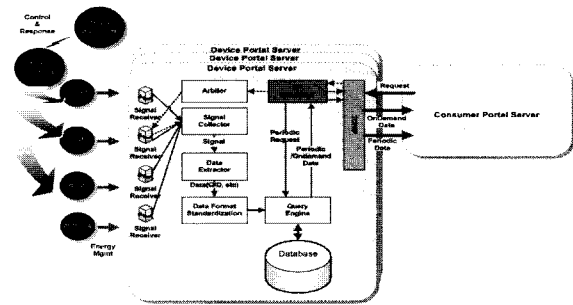


그림 2 프로토타입 시스템 구성도
Fig. 2 prototype system structure

대수용가 내의 전력 디바이스를 표시하기 위해 그림 3과 같이 수용가 내부의 조명과 에어컨을 나타낼 수 있도록 하였으며 무선 수신기 모듈을 장착하여 정보 수집 및 제어가 가능하도록 하였다. 또한 무선 송신기 모듈을 포털 서버에 병렬로 연결하여 실제 대수용가로부터 무선 수신기 모듈을 통하여 정보를 수집하고 전력 부가서비스 관련 제어 명령을 전송할 수 있도록 하였다. 판넬 우측에 2개의 디스플레이를 장착하여 한 개의 디스플레이를 통해서 실제 ESP를 대신하여 수용가 포털 서버에 접속함으로써 부가서비스 관련 이벤트 처리를 가능하도록 하였고 다른 디스플레이를 통해서 이벤트 관련 대수용가의 전력 디바이스의 정보를 볼 수 있도록 하였다. 즉, 대수용가 포털 시스템을 판넬 형태로 제작함으로써 부가서비스 관련하여 psXML 표준규격에 의해 대수용가 내 전력 디바이스의 모니터링 및 제어를 할 수 있도록 하였다.

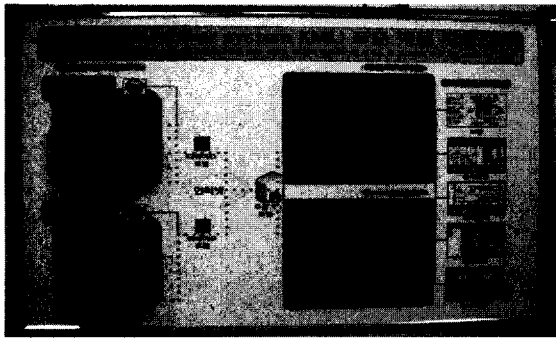


그림 3 프로토타입 시스템
Fig. 3 prototype system

3.2 개발환경

대수용가 포털 시스템 프로토타입을 구현하는데 있어 디바이스 포털과 수용가 포털의 개발 환경은 표 1과 표 2에 나타내었다.

표 1 디바이스 포털 시스템 개발 환경
Table 1 development environment of device portal system

구분	시스템 구성
운영체제	Red hat Enterprise Linux
서버	Apache Tomcat 6.0
개발 언어	C언어, XML, Java
개발 Tools	VIM - Vi Improved 6.3
데이터베이스	Oracle 10g

표 2 수용가 포털 시스템 개발 환경
Table 2 development environment of consumer portal system

구분	시스템 구성
운영체제	Windows 2003 Server
서버	Apache Tomcat 6.0
개발 언어	Flex 3.0, Java, JSP, XML
개발 Tools	Adobe Flex Builder 3 Eclipse, Ultra Edit-32
데이터베이스	Oracle 10g

3.3 구현 시나리오 및 결과

일반적으로 대수용가 포털 시스템은 대수용가 내 전력 디바이스를 제어하고 전력 디바이스 상태 정보를 수집 및 모니터링하며 전력 부가서비스에 따라 수집된 정보를 가공 및 제공한다. 예를 들어, 전력 디바이스 제어의 경우 시스템 내 제어 신호에 따라 가장 단순하게는 부하 스위치를 On 또는 Off할 수 있고 이외에 설정 가능한 특정 시간 간격에 따라 주기적으로 부하 스위치를 On 또는 Off할 수도 있으며 더욱 복잡하게는 설정 가능한 특정 제한값에 기초하여 디바이스의 부하가 제한값을 넘을 때 부하를 제어할 수도 있다. 전력 디바이스 상태 정보 수집 및 모니터링의 경우는 주기적 및 비주기적으로 수집 및 발생하는 디바이스 관련 데이터 및 상태 정보를 제공하는 것으로 전력 사용량을 측정 또는 모니터링할 수 있고 단순히 디바이스의 운영 모드, 즉 디바이스가 On 또는 Off 상태인지 또는 디바이스가 정상모드, 절전모드 등으로 작동하고 있는지를 모니터링할 수도 있다. 정보 가공 및 제공의 경우 시스템에서 수집한 데이터 또는 부가서비스에 따라 디바이스 제어, 계량 등을 위해 포털 시스템에 제공되는 외부 데이터를 그 목적에 맞게 가공 및 처리하여 원하는 사용자에게 제공할 수 있다.

본 연구에서는 다양한 전력 부가서비스 중 다음에 기술한 제어, 정보 수집 및 모니터링과 정보의 가공 및 제공이라는 측면을 대부분 포함하고 있는 부하관리와 에너지관리를 고려하여 프로토타입을 구현하였다.

[전력 디바이스 제어]

- 디바이스가 ESP가 생성하여 포털 시스템에 전달한 제어(예, 부하절감) 신호를 받는다.
- 디바이스가 포털 시스템으로부터의 On 또는 Off 제어 요청에 응답한다.
- 디바이스가 포털 시스템으로부터의 부하관리 이벤트 관련 제어 요청에 응답한다.
- 디바이스가 포털 시스템으로부터의 부하관리 이벤트 종료 후 원래 운영 모드로의 복귀 요청에 응답한다.
- 디바이스가 제어(예, 부하절감) 신호 수령에 대해 포털 시스템에 확인 메시지를 보낸다.
- 디바이스가 요청에 따라 이의 실행 여부에 대해 확인 메시지를 보낸다.
- 디바이스가 요청에 대해 예외 발생 등에 의해 실행을 할 수 없다는 확인 메시지를 보낸다.
- 디바이스 제어 요청에 대해 포털 시스템 내에서 수용가가 이를 거절 또는 무시한다.
- 이외에 수용가가 설정한 부하 관련 임계값, Thermostat의 온도 설정값 또는 실제 수용가에 시간대별로 전달되는 전기가격에 따라 디바이스에 운영 모드 변경을 요청할 수 있고 이에 대해 디바이스는 확인 메시지를 보낼 수 있을 것이다.

[전력 디바이스 상태 정보 수집 및 모니터링]

- 디바이스의 순간적인 전력소비(kW)를 측정한다.
- 디바이스의 누계(Accumulated) 전력소비(kW)를 측정한다.
- 설정 가능한 특정 시간간격(예, 15분 간격)에 대해 디바이스의 전력소비(kW)를 측정한다.
- 디바이스의 상태를 모니터링 한다. (예, 운영 중, 유지보수 중 등)
- 디바이스의 운영 상태를 모니터링 한다. (예, 정상운영 중, 부하절감 중 등)
- 디바이스로부터 전력품질 데이터를 측정한다. (예, 전력량계 등)
- 디바이스가 위치한 장소의 환경 상태를 모니터링 한다. (디바이스에 온도, 습도 등의 센서가 부착되어 있는 경우

- 디바이스의 환경 영향을 모니터링 한다. (예, CO2 가스 방출 등)
 - 향후 수용가에 분산 전원 등이 도입되는 경우 이와 관련된 발전량 등도 측정가능하며 유비쿼터스 센서 네트워크 (Ubiquitous Sensor Network, USN) 인프라 구축과 함께 각종 센서가 전력 디바이스와 맞물려 설치 및 운영되는 보다 국지적인 정보들이 수집 및 모니터링될 수 있을 것이며 이러한 정보들이 수용가에 제공될 수 있을 것이다.
- [정보의 가공 및 제공]
- 디바이스의 누계 전력사용량(kWh) 및 요금(원/kWh)을 계산한다.
 - 설정 가능한 특정 시간간격에 대해 전력사용량 및 요금을 계산한다.
 - 디바이스의 전력소비를 평가 및 예측하고 이와 관련된 요금을 계산한다.
 - 디바이스의 전력소비 및 비용을 최적화할 수 있는 방법을 제안한다.
 - 부하관리 등과 같이 부하절감에 사용할 수 있는 부하를 계산한다.
 - 향후 실시간 요금제 등과 같은 다양한 요금제도가 도입되는 경우 이와 관련하여 시간별 요금 등의 계산도 가능할 수 있으며 수용가에 분산 전원 등이 도입되어 발전을 제공하는 경우 이와 관련한 재무 정보도 계산할 수 있을 것이다. 또한 수용가 내 다양한 디바이스들의 에너지 효율; 환경에 미치는 영향 등도 계산할 수 있을 것이다[10].

(1) 부하관리

부하관리의 경우는 전력망 상황에 따른 부하 절감(자발적인 신뢰성 이벤트 및 강제적인 응급상황 이벤트)과 가격 신호에 따른 부하 절감 이벤트 처리를 가능하도록 하였고 이에 따라 전력 디바이스가 제어되며 이벤트 종료 후 피드백 정보를 얻을 수 있도록 하였다. 자발적인 신뢰성 이벤트 관련 메시징 시퀀스와 이벤트 시퀀스 다이어그램은 표 3과 그림 4에 나타내었다. 자발적인 신뢰성 이벤트에서는 ESP가 부하관리 이벤트에 대한 필요성을 결정한 후 부하관리 이벤트를 시작하며 수용가 모두의 참여를 강제할 만큼 위급 상황이 아니기 때문에 수용가 A의 경우 신뢰성 이벤트에 자발적으로 참여하는 반면 수용가 B의 경우 신뢰성 이벤트에 불참하는 것을 가정한다.

표 3 자발적인 신뢰성 이벤트 메시징 시퀀스

Table 3 message sequence of voluntary reliability event

설명	ESP에서 수용가 A와 B에 부하관리 정보 전송
사전 조건	ESP가 부하관리 이벤트에 대한 필요성 결정; 수용가 내 디바이스 포털 서버와 디바이스와 양방향 통신; 수용가 포털 서버와 수용가 내 디바이스 포털 서버와의 양방향 통신; 수용가 포털 서버에서 테스트 시스템에 대한 시간 동기화; 암호화 기법 등을 통해 데이터 전송에 보안적인 통신
메시지 흐름	ESP에서 신뢰성 이벤트 통지 후 수용가 내 부하절감까지의 단계 1. ESP가 신뢰성 이벤트를 생성, 스케줄링한 후 수용가에 통지한다. 2. 이메일 등을 통해 신뢰성 이벤트를 통지받은 수용가가 수용가 포털 서버에 로그인하여 부하관리 참여 여부를 결정한다. 3.1 수용가 A의 경우 신뢰성 이벤트 참여를 결정하고 ESP에 이벤트 수용 확인 메시지를 전달한다. 3.2 수용가 B의 경우 신뢰성 이벤트 불참을 결정하고 ESP에 이벤트 거절 확인 메시지를 전달한다. 4.1 수용가 A의 디바이스 포털 서버에 신뢰성 이벤트 실행 명령과 함께 이벤트에 따른 디바이스 제어(스위치

	Off 등) 명령을 전달한다. 4.2 수용가 B의 디바이스 포털 서버에는 이벤트 실행 명령과 제어 명령이 전달되지 않는다. 5.1 수용가 A의 경우 디바이스 제어 명령에 따라 디바이스가 제어되며 부하절감이 이루어진다. 5.2 수용가 B의 경우 부하절감은 실행되지 않으며 기존 사용 방식에 따라 부하를 사용한다.
교환 정보	신뢰성 이벤트 정보, 이벤트 참여/불참 확인 메시지, 이벤트 실행 명령 및 디바이스 제어 명령
사후 조건	수용가의 부하절감 유무를 확인하기 위해 이벤트 관련 피드백 보고
메시지 흐름	ESP에서 이벤트 피드백 요청 후 입수까지의 단계
	1. ESP가 수용가 포털 서버에 신뢰성 이벤트 관련 피드백 정보를 수용가 포털 서버에 요청한다.
	2. 수용가 포털 서버에서 디바이스 포털 서버로부터 이벤트 관련 수용가 반응을 수집한다.
	3. ESP가 신뢰성 이벤트 관련 각 수용가에 대한 피드백 정보를 입수한다.
교환 정보	신뢰성 이벤트에 따른 각 수용가의 피드백 정보(예, 부하 절감량, 디바이스 상태 정보 등)

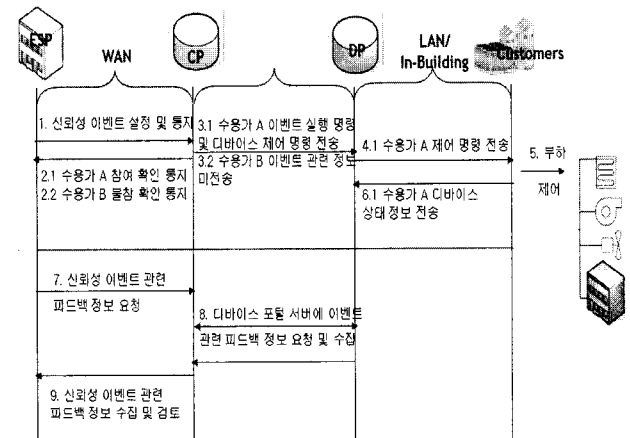


그림 4 자발적인 신뢰성 이벤트 시퀀스 다이어그램
Fig. 4 sequence diagram of voluntary reliability event

대수용가 포털 프로토타입 시스템에서 부하관리 이벤트를 설정하고 이를 실행하는 일련의 화면은 그림 5 ~ 7로 이를 통해 프로토타입 시스템 내에서 부하관리 이벤트를 실행하여 디바이스를 제어하였고 이에 따른 피드백 정보를 확인하였다.

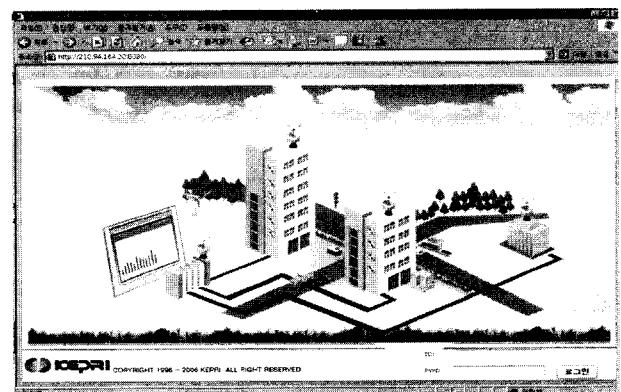


그림 5 초기 화면
Fig. 5 login screen

그림 5는 대수용가 포털 프로토타입 시스템의 로그인하기 전의 초기 화면으로 부하관리 이벤트를 설정하기 위해서는 관리자로서 로그인해야 한다. 일반 사용자의 경우는 이벤트 관련 정보를 볼 수 있고 이벤트 참여 및 미참여를 선택할 수 있다.

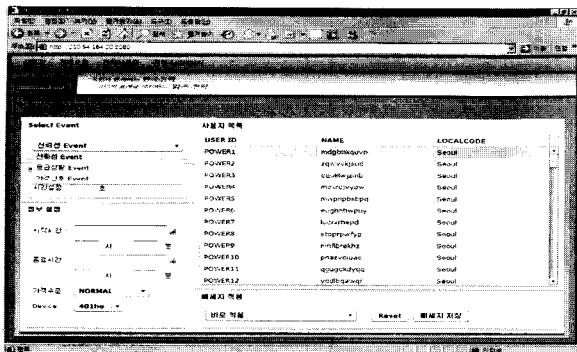


그림 6 부하관리 이벤트 설정 화면
Fig. 6 screen of event setting for load management

그림 6은 특정 수용가에 부하관리와 관련하여 신뢰성, 응급상황 및 가격신호 이벤트를 설정하는 화면으로 이벤트를 예약하거나 바로 실행할 수 있다.

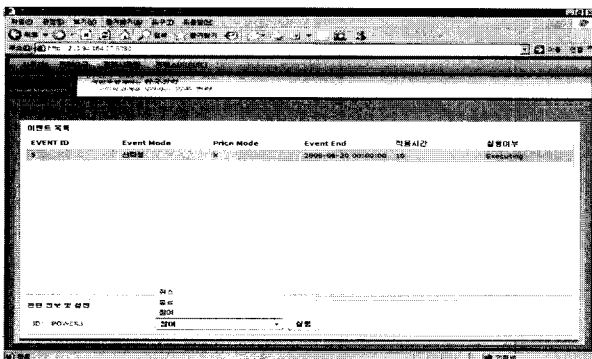


그림 7 부하관리 이벤트 정보 화면
Fig. 7 screen of event information for load management

그림 7은 수용가가 부하관리 이벤트 정보를 확인하는 화면으로 이벤트에 참여 또는 미참여를 결정할 수 있다.

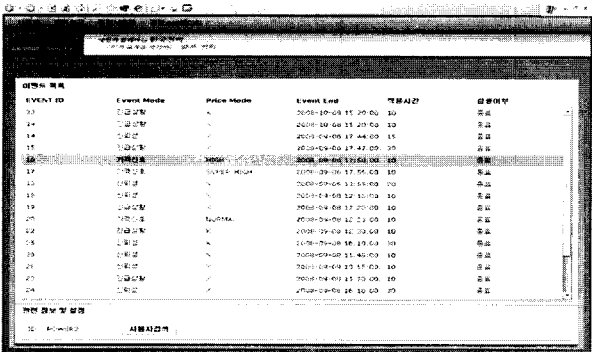


그림 8 부하관리 이벤트 목록 화면
Fig. 8 screen of event list for load management

그림 8은 부하관리 관련하여 신뢰성, 응급상황 및 가격신호 이벤트 목록을 보여주는 화면으로 진행되었던 이벤트와 현재 실행 중인 이벤트와 같은 이벤트 실행 여부를 볼 수 있다.

(2) 에너지 관리

에너지관리의 경우는 프로토타입 시스템 내에서 가상의 전력량계로부터 디바이스 포털을 통해 수집되어 수용가 포털로 전달되는 다양한 정보를 이용하여 수용가가 에너지 관리를 할 수 있도록 전력소비 데이터(kW), 전력사용량 데이터(kWh), 전력요금 등을 웹 브라우저를 통해 볼 수 있도록 하였다. 그림 9 ~ 11에 대표적인 구현 예를 나타내었다.

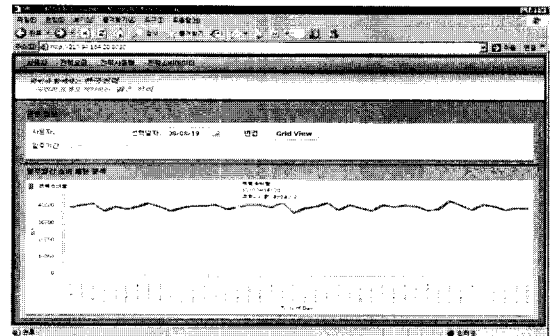


그림 9 일주일간 소비패턴 분석
Fig. 9 weekly power usage pattern analysis

그림 9는 일주일간 소비패턴 분석 화면으로 특정 수용가가 소유한 모든 디바이스에 대한 전력소비 데이터를 보여준다.

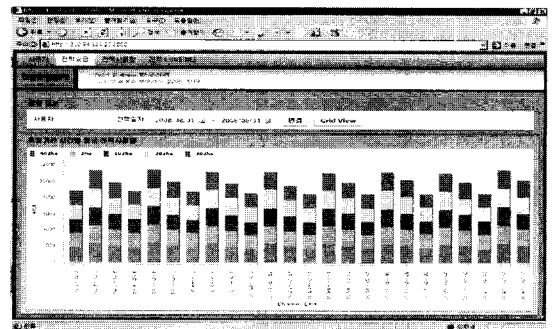


그림 10 특정기간 시간별 평균 전력사용량
Fig. 10 hourly average power usage

그림 10은 선택기간 동안의 디바이스의 시간별 평균 전력 사용량을 보여준다.

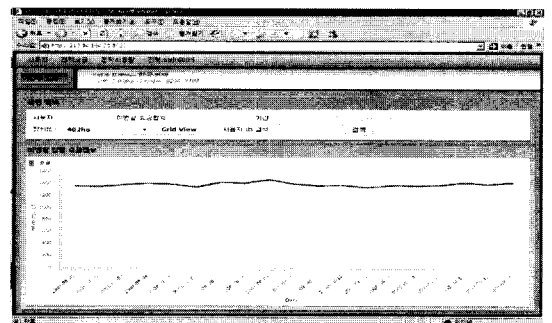


그림 11 당월 일별 요금정보
Fig. 11 daily price information

그림 11은 선택한 당월의 일별 전력요금 정보를 보여준다.

4. 결 론

본 논문에서는 전력소비 대수용가 내의 전력설비 및 기기로부터 정보 수집과 제어를 위한 디바이스 포털 및 ESP와 대수용가 사이의 양방향 통신/서비스 인프라인 수용가 포털 개념을 도입하여 대수용가 포털 시스템 아키텍처의 기본 모델로 제시하였으며, 또한 아키텍처 모델을 기반으로 ESP가 대수용가에게 다양한 전력부가서비스를 제공할 수 있도록 프로토타입 시스템 개발 내용에 대해서도 기술하였다.

디바이스 포털과 수용가 포털을 서로 독립적이고 계층화된 구조로 분리하는 것은 대수용가나 ESP에게 다양한 디바이스 관리의 용이성 및 확장성을 확보하는데 있어 중요한 고려사항이었다. 디바이스 포털은 대수용가에게 자체적으로 전력기기 정보취득 및 에너지 관리 등의 기능을 가능하게 하였으며, 수용가 포털은 ESP에게 복수개의 디바이스 포털을 통해 대수용가내 디바이스들의 정보수집 및 제어가 가능하도록 하여 다양한 전력 부가서비스를 제공할 수 있도록 구현하였다.

전력 디바이스에서 취득한 정보의 각 포털간 교환을 위해 개방형 표준기술 언어인 XML 및 SOAP 기반으로 psXML 표준모델을 제시하였으며, 이를 통해 ESP가 관련 대수용가 포털 시스템 구축시 호환 및 확장성을 위해 고려대상인 플랫폼, 개발언어, 애플리케이션 연계 등에 무관하게 개발이 가능하도록 데이터를 구조화하여 서로 공유될 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제시한 대수용가 포털 아키텍처는 향후 수용가 중심의 전력 부가서비스 시스템 개발에 따른 표준 모델로 활용이 가능하며, 디바이스 포털 및 수용가 포털간 정보 교환 및 호환성 문제 해결을 목적으로 제시한 psXML 정보 모델은 관련 애플리케이션 개발시 표준규격으로 활용이 가능하도록 구현하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] EPRI, "IntelliGrid Consumer Portal Telecommunications Assessment and Specification", EPRI Technical Report, 2005. 12
 [2] EPRI, "Profiling and Mapping of Intelligent Grid R&D Program", 2006. 12
 [3] UML for the IT business analyst : a practical guide to object oriented requirements gathering, Podeswa, Howard, Thomson Course Technology PTR, 2005
 [4] Enterprise application integration with XML and Java, Morgenthal, J. P., Prentice Hall PTR, 2001
 [5] 한국전력공사 전력연구원, "대수용가 Total Solution 표준 및 관련 기술 개발" 최종보고서, 2008
 [6] EPRI, "Energy Service Portal Development Draft Assessment and Recommendations", 2003. 12

[7] EPRI, "Consumer Portal Frequently Asked Questions and Survey", 2005. 3
 [8] Programming web services with SOAP, Snell, James, O'Reilly & Associates, 2002
 [9] Galvin Electricity Initiative, "The Perfect Power: New Technologies Advance Consumer Control", 2007. 1
 [10] EPRI, "IntelliGrid Architecture Application Guide: Metering and Consumer Systems", 2006. 12

저 자 소 개



양 일 권 (梁 日 權)

1954년 4월 24일생
 1976년 조선대 전기공학과 졸업
 1992년 미국 Indiana대 컴퓨터과학과 졸업
 현재 전력연구원 정보통신그룹장
 E-mail : ikyang@kepri.re.kr



김 선 익 (金 善 翊)

1964년 3월 5일생
 1990년 충남대 계산통계학과 졸업
 1999년 충남대 컴퓨터과학과 졸업(석사)
 현재 전력연구원 근무
 E-mail : sikim@kepri.re.kr



송 재 주 (宋 在 周)

1967년 5월 25일생
 1991년 충북대 전산통계학과 졸업
 2004년 충북대 전자계산학과 졸업(석사)
 현재 한국전력공사 전력연구원 근무
 E-mail : jjsong@kepri.re.kr



오 도 은 (吳 度 垠)

1970년 4월 10일생
 1993년 명지대 전산학과 졸업
 1002년 충남대 컴퓨터과학과 졸업(석사)
 현재 전력연구원 근무
 E-mail : hifive@kepri.re.kr



이 상 호 (李 相 鎭)

1953년 3월 15일생
 1976년 숭실대학교 전자계산학과 졸업
 1981년 숭실대학교 전자계산학과 졸업(석사)
 1990년 숭실대학교 전자계산학과 졸업(박사)
 현재 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부(교수)
 E-mail : shlee@chungbuk.ac.kr