

XML 기반의 수요자원 관리 개방형 서비스 플랫폼에 관한 연구

(A Study On XML Based Open Service Platform For Demand-Side Resource Management)

윤재원* · 엄대진 · 최중인 · 이인규**

(Jae-weon Yoon · Dae-Jin Um · Jung-In Choi · Ingyu Lee)

Abstract

With the energy paradigm shift from supply side management to demand side management, many researches have been done on demand side resource management and demand response. At the same time, Obix, BacNet-WS and OPC-UA are popularly used in buildings and industry energy management system. However, it is not easy to interchange the data and information among the systems cause a variety of protocols are used in buildings and factories. Therefore, in this paper, we are proposing an open business platform not only to integrate and manage the demand resources using various protocols and standards, but also to allow to plug-ins a new business service on top of the platform.

Key Words : Open Service Platform, Demand-Side Resource Management, OpenADR

1. 서 론

에너지 패러다임이 공급위주에서 수요관리위주로 변화됨에 따라서 피크 수요 관리 및 에너지 효율화에 대한 관심이 증대되고 많은 연구들이 수행되었다 [1-3]. 하지만 oBix(Open Building Information

Exchange), BacNet-WS(Building Automation and Control Networks Web Services), OPC-UA(OLE for Process Control Unified Architecture) 등 다양한 프로토콜이 빌딩 및 공장관리에 사용되어 통합적으로 수요자원관리를 지원하는 시스템이 부재하다[4-6]. 본 논문에서는 그림1과 같이 다양한 수요자원을 통합 관리하고 새로운 비즈니스 서비스를 개발하여 제공할 수 있는 개방형 비즈니스 플랫폼을 제안한다.

개방형 수요관리 비즈니스 플랫폼은 그림 1에서 보여주는 것과 같이 1) 수요자원을 관리하는 기능, 2) 현재의 전력사용현황을 모니터링하는 기능, 3) 생산된 수요자원을 거래하고 이를 정산하는 기능과 4) 고객을 관리하는 기능 등이 있다. 또한 개방형 플랫폼으로 제 3의 개발자가 플랫폼에서 제공되는 데이터 및 라이브러리 API를 이용하여 새로운 비즈니스 서비스를 손쉽게

* 주저자 : (재)차세대융합기술연구원 선임연구원
** 교신저자 : (재)차세대융합기술연구원 책임연구원
* Main author : Principal Researcher, Advanced Institute of Convergence Technology
** Corresponding author : Principal Researcher, Advanced Institute of Convergence Technology
Tel : 031-888-9512, Fax : 031-888-9508
E-mail : inlee@snu.ac.kr
접수일자 : 2014년 6월 13일
1차심사 : 2014년 6월 19일
심사완료 : 2014년 8월 11일

게 개발하여 제공할 수 있도록 한다.

빌딩과 공장 관리에 널리 사용되는 BacNet과 OPC는 제품 간의 프로토콜이 서로 상이하여 상호 데이터 교환 및 통신에 어려움이 있다. 이를 극복하기 위하여 데이터 포맷을 변환하여 상호 호환성을 제공해주는 미들웨어가 개방형 비즈니스 플랫폼에 필수적 요소이다. 또한 제3의 개발자가 새로운 비즈니스 모델을 개발하여 서비스를 제공하기 위하여 개방형 비즈니스 플랫폼을 통하여 데이터를 액세스 할 수 있도록 API를 제공하고 공통적으로 사용되는 기능에 대한 라이브러리를 애플리케이션 형태로 제공하는 것이 개방형 플랫폼의 주요한 역할이다.

상호호환성을 보장하기 위한 미들웨어는 BacNet과 OPC를 사용하여 제어하는 수요자원을 관리하기 위하여 BacNet을 사용하는 빌딩에서는 BacNet wrapper를 이용하여 데이터를 변환하고, OPC(OLE for process control)를 사용하는 공장에서는 OPC wrapper를 사용하여 수요자원관리 표준 데이터 포맷으로 변환하여 서버로 송신한다. 공동 주택과 같은 주거공간에서는 REST(Representational State Transfer) 및 SOAP(Simple Object Access Protocol)을 이용한 방식으로 부하 및 전력사용 현황을 XML(eXtensible Markup Language) 형태로 제공한다. 이를 수요자원관리 서버가 빅데이터 시스템으로 저장하여 에너지 효율화 애플리케이션에 제공한다.

2. 개방형 비즈니스 플랫폼

2.1 플랫폼 설계

그림 2는 개방형 수요관리 시스템 플랫폼을 구성하는 소프트웨어 모듈을 보여준다. 개방형 수요관리 플랫폼은 전력 및 비전력 데이터를 저장하는 빅데이터 시스템과 이를 이용하여 비즈니스 및 서비스를 제공하여주는 비즈니스 엔진으로 구성되어 있다. 또한 대표적인 응용 프로그램으로 수요관리 이벤트를 담당하는 수요반응(AutoDR : Automated demand response) 서버 모듈과 에너지 효율 모니터링을 위한 MBCx(Monitoring Based Commissioning) 서버 모듈이 있다.

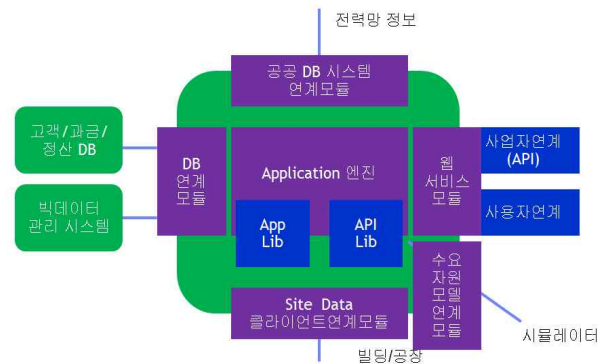


그림 2. 비즈니스 플랫폼 소프트웨어 구성
Fig. 2. Business platform software architecture

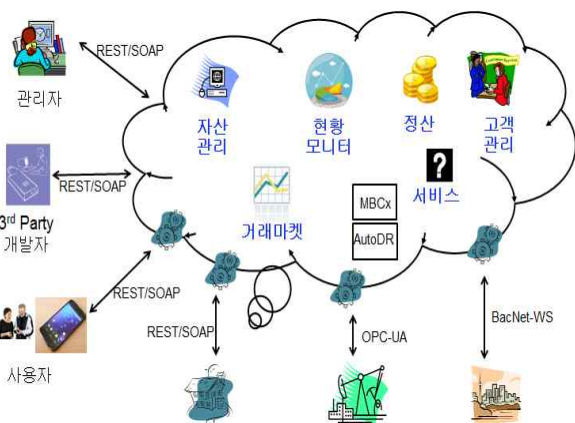


그림 1. 비즈니스 플랫폼 기능모듈
Fig. 1. Business platform functional module

비즈니스 엔진에는 수요자원관리를 위한 애플리케이션과 요금제 및 에너지 효율 등을 고려한 에너지 최적화 애플리케이션, 이를 사용자에게 그래픽으로 전달하는 시각화 엔진이 있다. 또한 제3의 사업자가 새로운 서비스를 개발하여 제공할 수 있도록 데이터 접근 API와 통계 및 기계학습을 위한 응용프로그램 라이브러리, 공통 기능에 대한 라이브러리로 구성되어 있다.

빅데이터 시스템에는 수요자원 뿐 아니라 전력 데이터 그리고 센서에서 수집한 비전력데이터와 수요관리 자원 및 관련 정보가 함께 저장되어 있다. 이를 기반으로 각종 통계처리를 하거나 기계학습을 수행하여 사용자에게 그래픽으로 시각화하여 서비스를 제공한

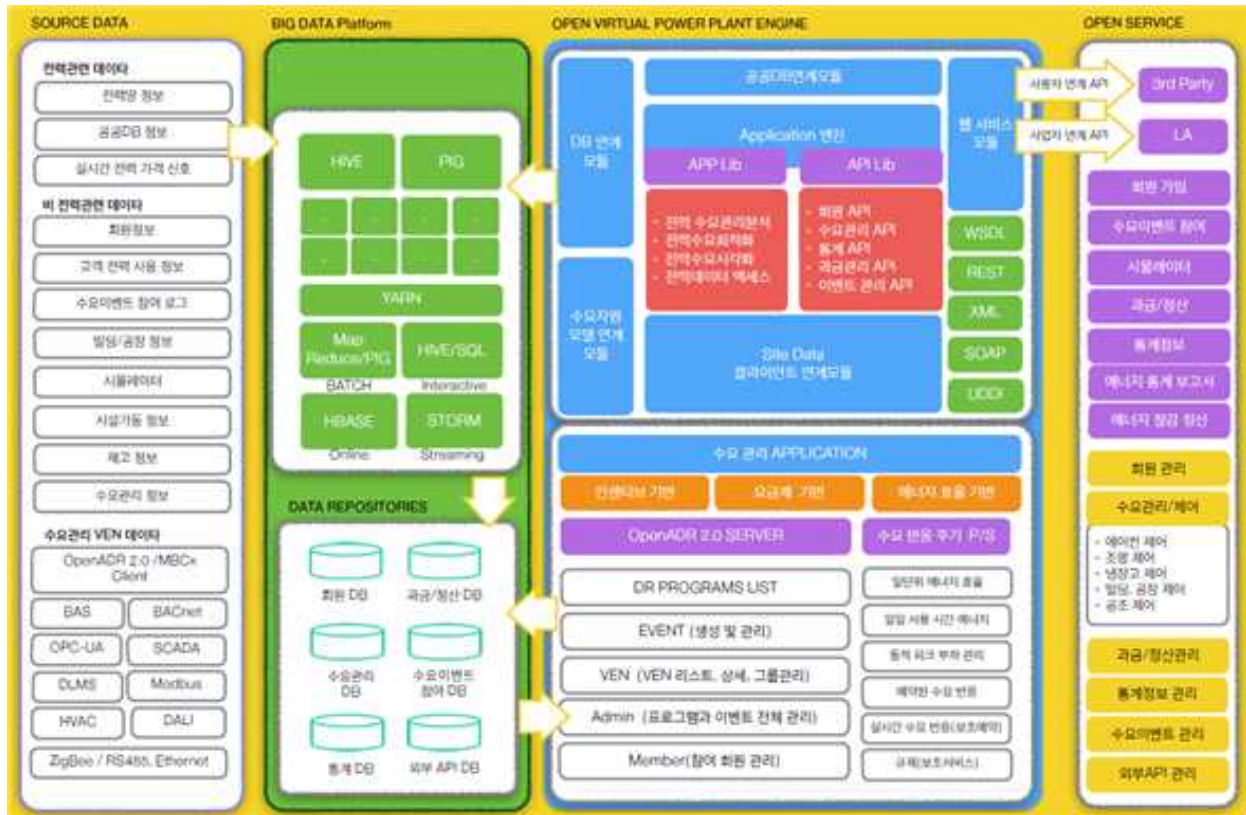


그림 3. 비즈니스 플랫폼 세부기능
Fig. 3. Business platform detailed functional module

다. 그림 3에 비즈니스 플랫폼의 이러한 세부 기능이 자세히 기술되어 있다.

2.2 서비스 프로그램

2.2.1 수요자원관리

비즈니스 플랫폼은 새로운 수요자원을 등록하고, 자원별 에너지 생산 및 사용내역을 시각화하여 그래프로 도시하는 기능을 제공한다. 또한 수요관리 이벤트 발령 시에는 마켓 정보를 관리하여 시간대별 거래 가격 및 거래량, 거래 내역 등을 시장 참여자가 모니터링할 수 있도록 한다. 진행 중인 또는 계획된 수요관리 이벤트 리스트를 제공하여 수요자원별로 참여할 수 있도록 제공되고, 수요자원별로 수요관리 참여 여부 및 정산 내역 등이 관리된다. 그림 4는 이러한 수요자

원 관리 세부기능을 보여준다.

2.2.2 수요반응 이벤트

수요반응 서버(VTN : Virtual top node)가 관리하고 있는 수요자원 및 예상 전력 소비량을 기반으로 필요시에 수요관리 이벤트를 발송하고 수요반응 클라이언트(VEN : Virtual end node)가 수요관리에 참여할 자원을 수집하여 수요반응 서버에 이벤트 참여를 통보한다. 수요반응 참여여부 이외에도 등록된 수요관리 자원에 관한 세부정보가 수요반응 서버에 의해서 관리된다.

그림 4는 수요반응서버의 이벤트 관리 기능을 보여준다. 수요반응 클라이언트(VEN)를 등록할 수 있고, 이로 관리되고 있는 수요자원을 등록하여 수요관리자원 현황 및 용량 정보를 수요반응 서버(VTN)에서 관



그림 4. 수요관리 이벤트
Fig. 4. Demand response event management

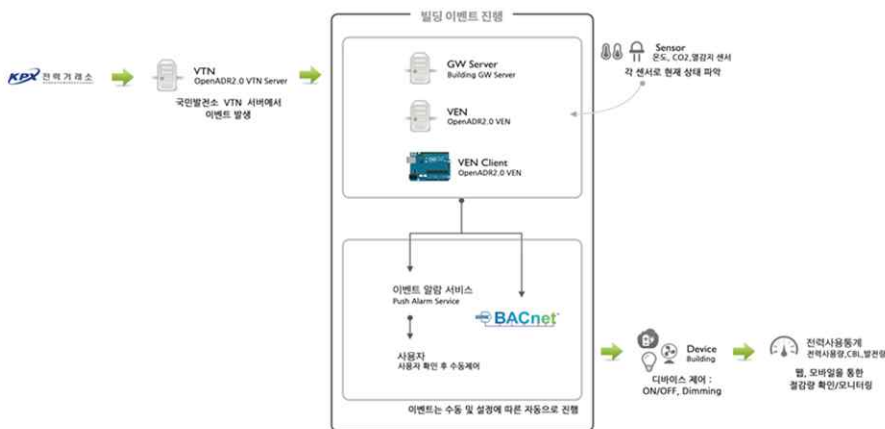


그림 5. 수요반응 이벤트 제어
Fig. 5. Demand response even flow

리한다. 이를 바탕으로 필요시에 수요반응 서버가 그림 5에서처럼 수요반응 클라이언트에 특정 수요관리 자원을 통제하도록 요청하고 수요반응 클라이언트에서 수요관리자원을 제어한다[7-9].

2.2.3. 수요관리 데이터 포맷

수요관리 자원에 관한 정보는 수요반응 클라이언트 (VEN)로부터 수요반응 서버(VTN)로 전송된다. 이때

수요반응 클라이언트와 수요자원을 제어하는 게이트웨이 사이에 데이터 포맷이 상이하하여 상호운용성이 저하되는데, 이를 방지하기 위하여 게이트웨이에서 사용되는 데이터 포맷 및 프로토콜을 수요반응 클라이언트(VEN)에서 통용되는 포맷으로 전환하는 미들웨어가 필요하다. 그림 5는 수요반응 서버와 수요반응 클라이언트 간, 수요반응 클라이언트와 게이트웨이 간의 데이터의 흐름을 표현한다.

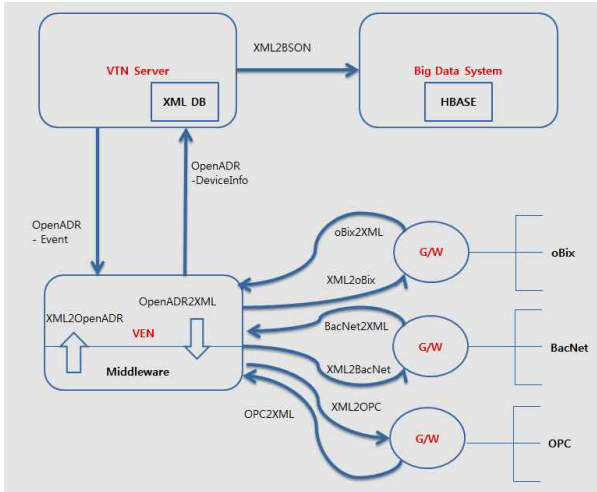


그림 6. 수요관리 데이터 흐름
Fig. 6. Demand response data flow

BacNet 또는 OPC로 운영되는 수요자원은 해당 게이트웨이가 제어하고 이에 대한 정보를 XML 포맷으로 수요반응 클라이언트(VEN)에 보내면 미들웨어가 OpenADR 포맷으로 변환하여 다시 수요반응 서버(VTN)로 전송한다. 이렇게 전송된 수요자원 관련 데이터는 수요반응 서버(VTN)에서 저장 운용되고 JSON(Java simple object notation) 포맷으로 변환되어 빅데이터 시스템에 저장된다. 수요반응 서버(VTN)에서 수요반응 이벤트를 발생하면 이를 OpenADR 포맷으로 수요반응 클라이언트(VEN)에 보내고 이를 다시 XML 포맷으로 변환하여 미들웨어에 보내면 미들웨어는 수요자원에 따라서 BacNet 또는 OPC 포맷으로 변환하여 게이트웨이에 보낸다. 새로운 디바이스나 프로토콜이 추가되어도 미들웨어가 XML로부터 해당 프로토콜로 변환시키는 모듈이 추가되면 새로운 디바이스나 프로토콜도 손쉽게 수요관리 및 제어가 가능하다.

2.2.4 통계 및 기계학습

수집된 전력 및 비전력 데이터는 비즈니스 플랫폼 내에서 빅데이터 시스템으로 저장되고, 이렇게 저장된 빅데이터는 사용자 그룹 및 장비별 전력 사용 형태를 분석하여 비슷한 유형의 수요관리 자원 에너지 사용 형태 또는 기준사용량(CBL : Customer Baseline

Load)과 비교 분석한다. 건물 또는 공장의 경우 비슷한 유형의 건물 또는 공장과 에너지 효율성을 비교 분석하여 최적의 에너지 사용 패턴을 추천한다. 또한 기계학습 알고리즘을 이용하여 수요전력을 예측하고 수요관리 이벤트 참여에 따른 예측 정산 가격을 시뮬레이션을 통하여 계산한 후 사용자에게 제시함으로써 수요관리 이벤트의 참여를 독려한다.

3. 결 론

본 논문에서는 수요자원 관리를 위한 개방형 비즈니스 플랫폼을 제안하였다. 제안한 플랫폼은 수요자원에 대한 관리 뿐 아니라 데이터에 접근할 수 있는 API를 제공하여 제3의 개발자가 새로운 서비스를 추가할 수 있는 구조로 되어있다. 또한 기본적인 라이브러리를 API로 제공하여 손쉽게 애플리케이션을 제작하여 새로운 비즈니스 서비스를 추가할 수 있도록 구성하였다.

제안된 수요자원 관리 개방형 비즈니스 플랫폼은 전력 및 비전력 데이터를 관리하는 빅데이터 시스템과 이를 활용하여 비즈니스를 가능하게 하는 비즈니스 엔진으로 구성되어 있다. 주요한 애플리케이션으로 피크 수요관리를 하는 수요반응(AutoDR)과 상시 에너지 효율을 담당하는 MBCx가 있다.

현재 제안된 시스템은 스마트그리드 및 한전에서 사용하는 시스템 등 외부시스템과 연계되어 있지 않아 상황에 따른 최적화 에너지 효율을 계산하는데 무리가 있다. 향후 외부 시스템과의 연결로 이러한 환경요수를 고려하여 사용자 경험을 향상할 계획이다.

감사의 글

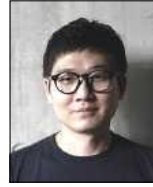
본 연구는 2013년도 산업통산자원부의 재원으로 한국 에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No. 20132010101800)

References

- [1] Smartgrid website, <http://www.smartgrid.or.kr>, Korea smart grid association, 2013.

- [2] Demand Reductions from the Application of Advanced Metering Infrastructure, Pricing Programs, and Customer-Based Systems - Initial Results, SmartGrid.gov, 2013.
- [3] Demand management using ICT and technologies, Ministry of Trade, Industry and Energy, August, 2013.
- [4] Ultra Large-Scale Power System Control Architecture, SmartGrid.gov, October 2012.
- [5] Web Services in Building Automation with focus on BACnet/AWS, S. Szucsich, Technical Report, Vienna University of Technology, 2010.
- [6] Demand response architecture and load management algorithms for energy-efficient power grid: a survey, Y. Law, T. Alpcan V. Lee, A. Lo, M. Palaniswami, 2012 Seventh International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems, 2012.
- [7] OpenADR Open Source Toolkit: Developing Open Source Software for the Smart Grid, Charles McParland, 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting, July 2011.
- [8] OpenADR Alliance, <http://www.openadr.org>
- [9] EnerNOC, <http://www.enernoc.com>

◇ 저자소개 ◇



윤재원(尹戡元)

2003년 세명대 전자공학과 졸업.
2011년 건국대 정보통신공학과 석사.
2013년 10월~현재 차세대융합기술원 스마트그리드 연구센터 선임연구원.



엄대진(嚴大振)

2008년 서울디지털대학교 졸업.
2011년 건국대 기술경영 석사.
2013년~현재 차세대융합기술원 스마트그리드 연구센터 책임연구원.



최중인(崔重仁)

1987년 메사추세츠 대학교 박사.
1987년~2014.2 가천대학교 교수.
2013년 6월~현재 차세대융합기술원 스마트그리드 연구센터 센터장.



이인규(李仁奎)

2007년 펜실베이니아 주립대 박사.
2007년 1월 ~ 2013년 5월 미국 알라바마주 트로이 주립대 교수.
2013년 8월~현재 차세대융합기술원 스마트그리드 연구센터 책임연구원.