



OpenADR 2.0b 기반의 양식장 펌프 제어를 통한 에너지 절감 시스템 설계 및 구현

김형수*, 김보균**, 곽윤식***

Design and Implementation of Energy Saving System Based on OpenADR 2.0b by Fish Farm Pump Control

Heung-Soe Kim*, Bo-Gyun Kim**, and Yunsik Kwak***

이 논문은 2017년 과학기술정보통신부의 재원으로 SW융합기술고도화 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.
(No. S0503-17-1005)

요 약

에너지 절감을 위한 KPX의 수요자원 서비스란 대형빌딩, 양식장 등 소비자 및 전력공급자간에 아낀 전기를 관리 및 판매하는 서비스로 2014년부터 시행하고 있으며 2016년 말부터 OpenADR 2.0b 프로토콜을 표준으로 정하였다. 육상양식장의 경우 24시간 펌프를 가동하고 있어 전력소모가 많아 이를 절감하고 전력을 거래함으로써 탄력적인 에너지 절감 시스템을 구현하였다. 이를 위해, 간만조 등의 데이터에 따라 인버터를 제어하여 펌프의 전력을 절감하는 시스템을 개발하였고, OpenADR 2.0b 표준 프로토콜을 적용하여 양식장에서 지능형 수요반응 자원거래가 가능하도록 구현 하였다. 본 시스템을 양식장에 설치하여 12시간 동안 시험하였고, 기존 시스템과 비교하여 292kWh, 40%의 전력량을 절감하여 수요자원거래 시장에서 활용 가능성을 확보하였다.

Abstract

DR Service for Energy Saving Resource is a service that manages and sells electricity stored in large buildings, factories, agricultural facilities and complex buildings by exchanging information between consumers and electric power providers since 2014 and this service mandates the OpenADR 2.0b protocol as a standard at the end of 2016. In the case of Fish farms, the pump is operated for 24 hours, which consumes much power. By reducing this and trading electricity, we have implemented a flexible energy saving system. For this purpose, we have developed a system to reduce the power of the pump by controlling the inverter according to data such as tidal flats and implemented the OpenADR 2.0b standard protocol to enable intelligent demand response resource trading in the farm. The system was installed in a farm and tested for 12 hours. The system was able to save 292kWh and 40% of electric power compared to the existing system.

Keywords

demand response, OpenADR, fish farm, pump, internet of things

* (주) 글로벌비트

- ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2708-4606>

** 제주한라대학교 정보통신과 교수(교신저자)

- ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2810-1447>

*** 한국교통대학교 컴퓨터공학과 교수

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2179-9862>

· Received: Oct. 24, 2017, Revised: Nov. 24, 2017, Accepted: Nov. 27, 2017

· Corresponding Author: Bo-Gyun Kim

Dept. of Information and Communication, Cheju Halla University, 38, Halladaehak-ro, Jeju-do, 63092, Republic of Korea,

Tel.: +82-64-741-7404, Email: kgb@chu.ac.kr

1. 서론

정부의 에너지 정책이 공급 위주에서 수요관리 중심으로 변화하면서 수요자원의 중요성이 부각되고 있으며, 기존 발전소 부지 고갈, 전력시설 기피, 환경규제 강화, 원전에 대한 안정성 우려 증가 등에 따른 전력공급설비 확충이 곤란하게 되었다.

이에 현재 우리나라에서는 2014년에 개설된 에너지 효율화와 보존을 통한 소비감량을 의미하는 네가와트(Negawatt)를 시행하고 있다. 네가와트라는 용어는 전력단위인 메가와트(Megawatt)와 네거티브(Negative)가 합쳐진 용어로 절전을 통하여 얻어지는 ‘아낀 전기’를 의미하며, 수요관리는 크게 수요반응(DR, Demand Response)과 에너지효율(EE, Energy Efficiency)로 나뉠 수 있으며, 네가와트는 수요반응 영역에서의 에너지 절감 활동을 의미한다[1][2].

스마트그리드 기술의 요소인 수요반응 기술은 기존의 전력시장에 전력 생산자와 소비자가 서로 정보를 주고받으면서 생산자는 필요만큼의 생산을 그리고 소비자는 자기에 맞게 시간대에 전력을 소모하게 하는 등 기존과 다른 새로운 패러다임을 제시하였다고 할 수 있다[3].

이러한 수요반응은 2016년 말까지 수동으로 전력 조절을 하였으나 현재에는 별도의 소비자 개입 없이 특정 기간 동안에 자동으로 전력 감축을 수행하는 시스템이 등장하였다. 이 수요반응 시스템의 운용은 에너지 관리 통신 표준인 OpenADR(Open Automatic Demand Response)이나 SEP(Smart Energy

Profile) 2.0을 사용해야 한다[4][5].

본 논문에서는 스마트 그리드 환경에서 육상수조식 양식장에서의 해수펌프 전력 절감을 위한 OpenADR 기반의 자동수요반응 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 OpenADR 2.0b를 기반으로 동작하며 수요관리 사업자가 수요반응 이벤트를 생성하면, 해당 사업자와 계약이 되어 있는 가입자의 수요반응 클라이언트로 수요반응 이벤트에 대한 정보가 전달된다. 육상수조식 양식장에서의 해수펌프와 연결되어 있는 수요반응 클라이언트는 수신된 수요반응 이벤트 정보를 확인하여 정해진 시간만큼 자동으로 전력소비량을 감축할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제주도 전력시장과 육상양식장 전력 수요 OpenADR 2.0b 개요를 소개하고 3장에서는 시스템 설계 및 구현된 시스템에 대해서 자세히 설명한다. 그리고 4장에서는 시스템의 동작 시험과 그 결과를 논하고 마지막 5장에서 결론 및 향후 계획에 대해 기술한다.

II. 관련 연구

2.1 제주도 전력시장 및 육상양식장 전력 수요

그림 1에서 제시한 바와 같이 2014년 기준 제주도 내 전력 소모량을 살펴보면 총 4,220,090MWh 전력을 소모하였으며, 순수서비스(39%), 어업(20%), 가정용부문(15%) 순으로 전력 소모가 많음을 확인할 수 있다.

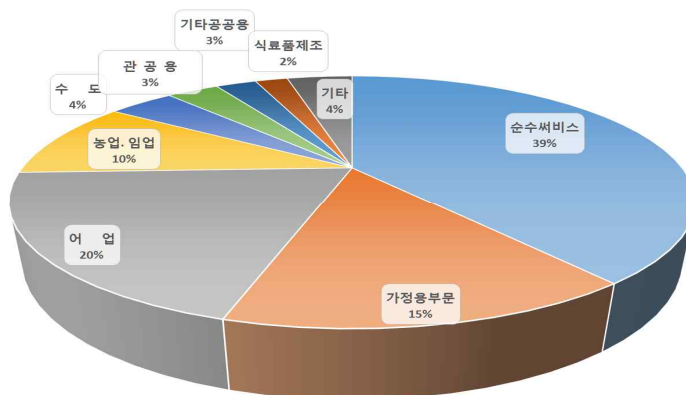


그림 1. 2014년 제주도 전력 소모 현황 (자료:한국전력공사 자료 인용)

Fig. 1. Electricity consumption in jeju island in 2014 (source: korea electric power corporation)

제주도 제주농림어업 전력수요 비중 30%로 전국 농림어업 3.1%에 비해 수요 비중이 매우 크며, 특히 제주도 어업 분야 중 양식 산업에서 사용되는 전기가 매우 많은 것으로 나타났다[6].

그림 2는 양식장내에서의 전기사용 비율을 나타낸 것인데 자세히 살펴보면 펌프의 비중이 80%로 아주 높게 나타났다. 이는 펌프가 전기를 절약할 수 있는 제어 포인트가 될 수 있음을 보여준다.

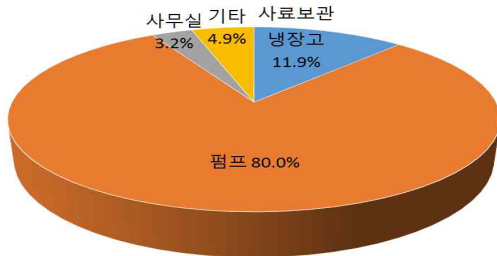


그림 2. 양식장 전기 사용 용도 비율
Fig. 2. Ratio of electricity used in the fish-farm

2.2 OpenADR 2.0b 개요

OpenADR이란 개방형 자동 수요반응 프로토콜의 국제 표준으로서 기존의 수동적인 수요반응에서 벗어나 새로운 자동 수요반응을 지원하고 있다. OpenADR 1.0과 OpenADR 2.0a/b가 있으며 OpenADR 2.0b는 그림 3과 같이 여러 DR어플리케이션을 실행하기 위한 DR시스템을 대상으로 한다. 2010년 OpenADR 얼라이언스(Alliance)가 상업용 OpenADR을 개발 배포하기 위해 설립되었으며 국내 기업도 가입되어 있다[7][8].

OpenADR 2.0b에서 제공하고 있는 주요 노드 및 장치는 크게 서버로 동작하여 그림 4와 같이 정보

를 제공하는 VTN(Virtual Top Node)과 정보에 응답하는 VEN(Virtual End Node)으로 구분된다. 또한 VTN과 VEN간 상호 정보 교환을 위해 기존 개방 표준(XMPP 또는 HTTP)을 사용한다[9].

한전의 자회사인 한국전력거래소(KPX, Korea Power Exchange)는 2014년 11월 수요자원거래시장을 개장하였고 수요자원거래를 위한 표준으로 OpenADR 2.0b를 2016년 11월 도입하여 전력감측 지시, 전력량 모니터링 등을 위한 필수 표준 프로토콜로 도입하여 모든 수요자원을 OpenADR 2.0b VEN 안내에 따라 수행되도록 시스템을 구성하여 시행하고 있다[10][11].

III. 육상양식장 자동 수요반응 시스템

3.1 시스템 구성

그림 5는 양식장에서의 전력절감 시스템 구조를 나타내며, 각 요소는 크게 SESIM 서버, SESIM 클라이언트(VEN), KPX로 구성된다.

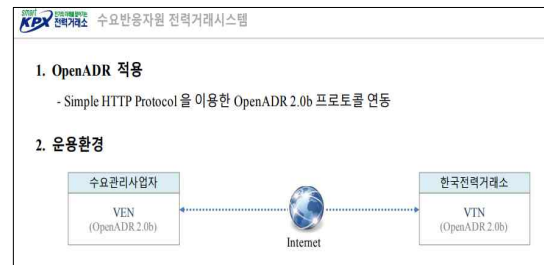


그림 4. KPX 수요 반응 자원 OpenADR 2.0b 기반 전력거래시스템

Fig. 4. KPX Demand response resources OpenADR 2.0b based power trading system

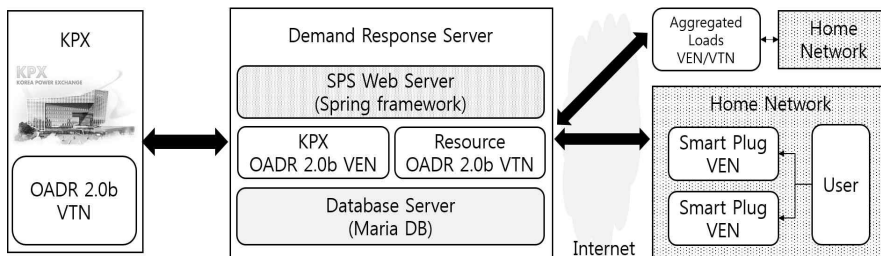


그림 3. OpenADR 2.0b 기반의 수요반응 서버 (SPS 서버) 프레임워크 및 전반적인 시스템 구성
Fig. 3. DR server framework & system architecture based on OpenADR 2.0b



그림 5. 양식장 OpenADR 2.0b 기반의 수요반응 서버 프레임워크 및 시스템 구성도
 Fig. 5. DR server framework & system architecture based on OpenADR 2.0b for aquaculture

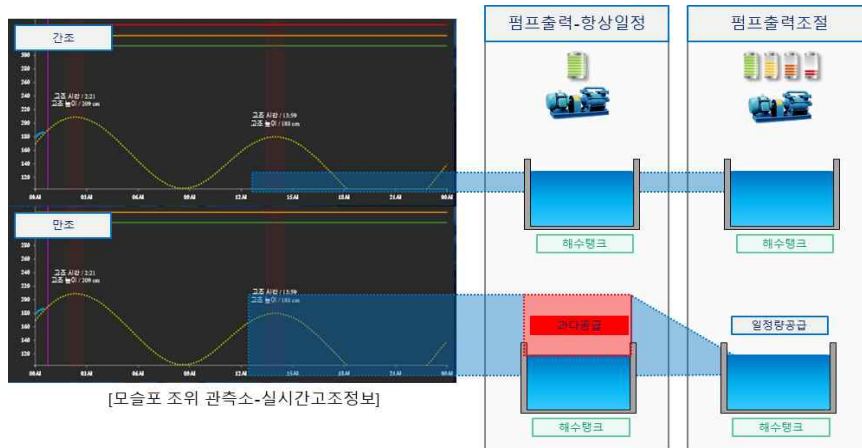


그림 6. 간만조 차이를 이용한 SESIM 펌프출력제어 알고리즘
 Fig. 6. SESIM pump output control algorithm using tidal difference

먼저 OpenADR 2.0b 기반의 SESIM 서버는 기본적으로 JAVA 기반 스프링 프레임워크로 구현되었으며, 웹 서버를 통한 사용자 웹 서비스를 제공하며 최상위 VTN인 KPX로부터 정보를 받아오기 위한 중간 단위 VEN과 하위 계층인 SESIM 클라이언트에 정보를 제공하기 위한 VTN기능을 포함하며 해양정보 및 전력정보를 수집하여 분석하고, 감축량 예측하는 등 수요자원 서비스를 수행하기 위한 다양한 기능을 하고 있으며, 데이터베이스를 통해 사용자, SESIM 클라이언트(VEN), 이벤트, 양식장 환경 등의 정보를 관리한다. 육상 수조식 양식장의 해수펌프에 부착될 SESIM 클라이언트는 사용자의 로

컬 네트워크를 통해 서버와 통신하며, 자신에게 발생한 DR 이벤트 수행을 담당한다. 사용자는 모바일 기기를 사용하여 SESIM의 기본적인 통신 환경을 설정할 수 있으며, SESIM 서버와 연결 후, 외부 및 양식장 내부의 환경, 상태 조회 및 디바이스 제어가 가능하다.

3.2 간만조 이용 육상양식장용 SESIM 설계

제주도 육상양식장의 수위는 평소 간조때에 맞추어져 있으며, 만조때가 되면 동일한 펌프출력임에도 해수탱크가 넘치고, 넘치는 물은 그대로 버려지게

된다. 그림 6의 내용을 보면 외부 조위 정보와 해수 탱크 수위정보를 이용하여 간조, 만조때에도 동일한 수위를 유지하면서 펌프출력량을 줄임으로써 기존 전력사용량의 20~30% 절감이 가능해 진다. 그러나 양식장에 사용되는 고압 펌프는 On/Off 기능만이 있어 전력량 조절이 어려우므로 인버터를 중간에 설치하여 간만조 정보에 따라 인버터를 제어하여 펌프의 유량을 조절하면 전력량을 절감할 수 있다. 이러한 원리를 반영하여 SESIM은 설계되었다.

SESIM은 SESIM 서버와 SESIM 클라이언트로 구성되어 있으며, 서버와 통신을 위한 모듈, DR 이벤트에 따라 부하를 제어하는 컨트롤러로 (주)글로비트에서 개발한 제품이며 간만조 차이에 의해 인버터를 조절하여 펌프출력을 제어하며 절약된 전력량, 펌프 정보 등을 전력거래를 위한 서버로 전송하는 구조로 설계되었다. SESIM 서버는 OpenADR 2.0b 기반으로 KPX의 전력감축 명령을 지시받아 스케줄을 생성하여 SESIM 클라이언트에 명령과 정보를 전달한다. SESIM 클라이언트는 SESIM 서버의 지시에 따라 PLC와의 Serial 통신으로 인버터를 제어함으로써 펌프의 전력사용량을 절감할 수 있도록 개발되었다.

그림 7은 이러한 설계를 반영하여 KPX 서버, SESIM 서버, SESIM 클라이언트 및 양식장의 제어 요소와의 연동 로직을 보여준다. 통합관제 서버가 공공데이터 포털과 양식장의 환경 정보를 수집하여 분석하면 SESIM은 이 분석 내용에 따라 펌프를 제어한다. 감축된 전력은 OpenADR 2.0b 프로토콜을 이용하여 5분 단위로 전력데이터화 함께 KPX 서버로 전송된다. 그림 7은 전체적인 전력거래를 수행하는 방법을 설명하며, 그림 8은 실제 구현된 시스템 구성이다.

3.3 SESIM 시스템 설치

SESIM 시스템의 성능평가를 위하여 제주특별자치도 서귀포시 소재 육상 양식장에 펌프출력을 제어하고 전력을 감축하기 위한 시스템을 설치하였다. 양식장의 전기는 고압을 사용하기 때문에 전기 전문가의 도움을 얻어 설치하였다. 상시 전력과 펌프 중간단계에 인버터를 설치하였고 설치 완료 후 인버터 패널 내에 그림 8과 같이 SESIM과 PLC 통신 장비를 설치하였다.

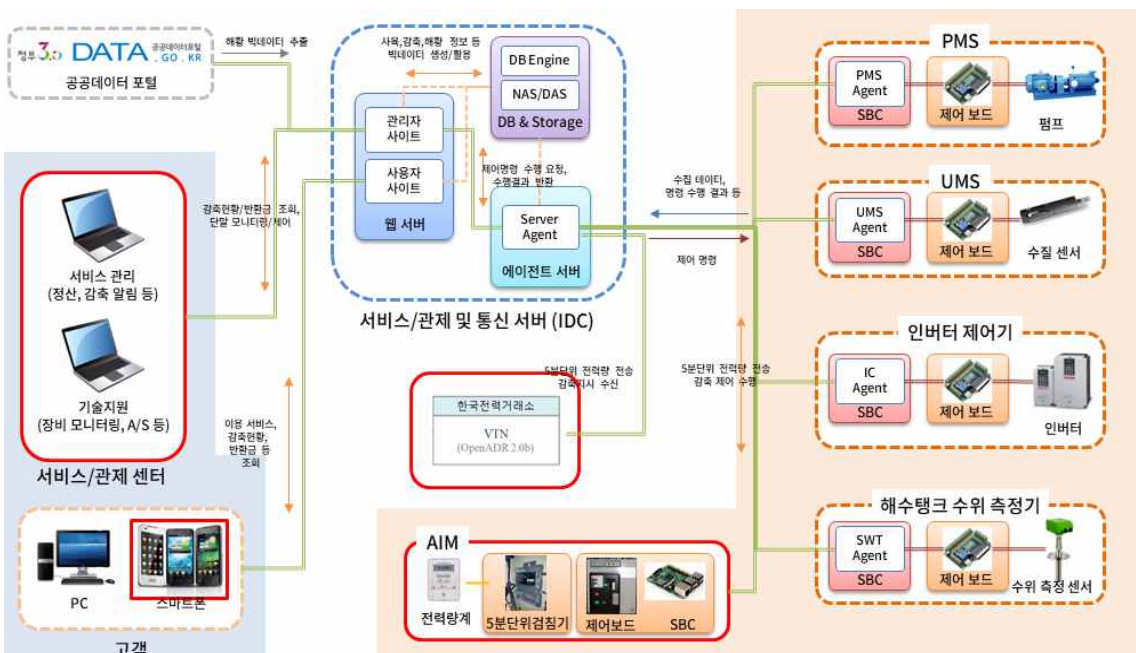


그림 7. SESIM 연동 로직
Fig. 7. SESIM logic



그림 8. 인버터 내부와 SESIM
Fig. 8. Inside the inverter and SESIM

IV. SESIM 동작시험 및 평가

개발된 시스템의 동작시험을 위해 SESIM 서버와 SESIM 클라이언트를 연결하였으며 SESIM 클라이언트는 모두 1개의 SESIM 서버에 연결하였다. SESIM 클라이언트의 정보는 모두 SESIM 서버에 전송되며 수집된 정보는 데이터베이스로 저장된다.

4.1 SESIM 스케줄링 시험

그림 9는 KPX에서 OpenADR에 의해 전력 감축 지시가 떨어지면 SEMIN 서버가 자동 스케줄링하는 시험이다.

그림 9와 같이 총 시험시간은 오전 4시 20분부터 오전 4시 40분까지 20분이며 약 3분 간격으로 수요 반응 이벤트 구간이 번갈아 나타나게 조절하였다. “[ADMIN] INVPR ->”는 SESIM 서버의 명령이며 “[ADMIN] -> INVPR”은 SESIM 클라이언트가 지시를 받았음을 확인하는 내용이다. 수요반응 관리 프로그램에서 시나리오에 따라 수요반응 이벤트를 이행하는 화면을 보여준다. 화면 중간에 수요반응 이벤트의 시작시간과 스케줄 생성을 보여준다.

동작 시험 후 그림 9의 중간에 DB 서버와 성공적인 감축 스케줄이 생성되었다는 결과를 확인하였다. 오전 4시 20분부터 오전 4시 40분까지 20분의 스케줄 생성을 확인 할 수 있다.

```

1 # [INFO] GET Pump Schedule : SUCCESS
2 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100 -----> 스케줄에 따른
3 # [INFO] GET Pump Schedule : SUCCESS                  자동 제어 명령
4 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100        전송 및 응답
5 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
6 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
7 2016-11-03 04:23:28 null 14.1
8 # [INFO] PUT Sea Info TO DB : SUCCESS
9 # HELO OK 232
10 # [INFO] GET Pump Schedule : SUCCESS
11 # [ADMIN] INVPR -> : 232 0011 100 100
12 # [ADMIN] -> INVPR : 232 0011 100 100 OK
13 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100
14 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
15 2016-11-03 04:26:47 null 14.1
16 # [INFO] PUT Sea Info TO DB : SUCCESS
17 # doAccept: java.nio.channels.SocketChannel[connected local=/192.168.10.19:8679 remote=/19
18 # HELO OK 0000
19 # [ADMIN] INVDRV -> : 0000 ICS04002202
20 # [ADMIN] -> INVDRV : ICS04002202 0000 OK
21 # [ADMIN] INVDRV -> : 0011 ICS04002202
22 # [ADMIN] -> INVDRV : ICS04002202 0011 OK
23
24 # [INFO] GET Pump Schedule : SUCCESS
25 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100
26 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
27 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100
28 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
29 2016-11-03 04:26:47 null 14.1
30 # [INFO] PUT Sea Info TO DB : SUCCESS
31 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100
32 # [INFO] GET Pump Schedule : SUCCESS
33 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
34 # [ADMIN] INVPR -> : ICS04002202 0011 100 100
35 # [ADMIN] -> INVPR : ICS04002202 0011 100 100 OK
36 2016-11-03 04:30:07 null 14.1
37 # [INFO] PUT Sea Info TO DB : SUCCESS
    
```

그림 9. 스케줄링에 따른 감축 명령과 수행
Fig. 9. Reduction command and execution according to scheduling

```

1 SESIM
2 1
3 --console
4 1
5 ..!log!w
6 =====
7 SESIM2 Started. Version : 1.0.0.0
8 =====
9 # LISTEN OK: sun.nio.ch.ServerSocketChannelImpl[0:0:0:0:0:0:0:8679]
10 # 8679 OK
11 # [INFO] DB CONNECT TEST SUCCESS
12 20161103 052100 28 120600 222 182300 86 234300 180
13 Thu Nov 03 05:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 06:21:37 KST 2016 100 60
14 # doAccept: java.nio.channels.SocketChannel[connected local=/192.168.10
15 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
16 Thu Nov 03 06:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 07:21:37 KST 2016 88 52
17 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
18 Thu Nov 03 07:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 08:21:37 KST 2016 76 45
19 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
20 Thu Nov 03 08:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 09:21:37 KST 2016 64 38
21 # HELO OK ICS04002202
22 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
23 Thu Nov 03 09:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 10:21:37 KST 2016 52 31
24 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
25 Thu Nov 03 10:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 11:21:37 KST 2016 40 24
26 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
27 Thu Nov 03 11:21:38 KST 2016 | Thu Nov 03 12:06:37 KST 2016 30 18
28 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
29 Thu Nov 03 12:06:38 KST 2016 | Thu Nov 03 13:06:37 KST 2016 30 18
30 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
31 Thu Nov 03 13:06:38 KST 2016 | Thu Nov 03 14:06:37 KST 2016 42 25
32 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
33 Thu Nov 03 14:06:38 KST 2016 | Thu Nov 03 15:06:37 KST 2016 54 32
34 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
35 Thu Nov 03 15:06:38 KST 2016 | Thu Nov 03 16:06:37 KST 2016 66 39
36 # [INFO] PUT Pump Schedule TO DB : SUCCESS
    
```

그림 10. 간만조 정보에 따른 감축 스케줄링 및 감축시험
Fig. 10. Scheduling and reduction based on tidal information

4.2 SESIM의 펌프 전력제어 시험

그림 10은 간만조 정보에 따라 인버터의 RPM (Revolutions Per Minute)을 제어함으로써 펌프의 전력을 조절하는 시험이다. 해수 펌프는 전격전력 60kW 용량을 사용하였으며 평상시 100%의 전력을 사용하고 있다.

시험은 오전 7시부터 오후 5시까지 수행되었으며 해수 간만조에 따라 예측된 스케줄 정보에 따라 SESIM 클라이언트가 육상수조식 양식장의 해수펌프 전력을 조절하여 전력량을 감축하는 구간이다. 이 테스트에서는 SESIM 클라이언트가 수요반응 이벤트를 수신하면 스케줄에 따라 전력량을 조절하도록 설계되어 있다.

그림 10은 수요반응 구간 동안에 수요반응 클라이언트에서 스케줄을 정상적으로 생성되는지 확인하는 명령 테이블이다. 위 그림에서 수요반응 구간을 살펴보면 수요반응 이벤트에 따라 정해진 시간 동안 명령을 수행 것을 확인 할 수 있다. 12번째 줄은 간만조 수신정보이며 13번째 줄은 간조, 29번째 줄은 만조를 의미한다. 간조와 만조는 6시간 단위로 변화 한다. 이에 따라 SESIM 클라이언트는 1시간 간격으로 감축명령을 전달하여 인버터를 제어함으로써 펌프의 전력량을 조절하였다.

13번째 줄의 맨 끝 숫자 ‘60’은 전력량을 의미하며, ‘100’은 인버터 가동율(%)를 말한다. 순차적으로 보면 SESIM이 해수펌프의 전력량을 05시 21분에 100%/60kW에서 10시 21분에는 40%/24kW, 12시 06분에는 30%/18kW, 16시 06분에는 78%/46kW까지 간만조에 따라 전력이 변화된 것을 확인 할 수 있다.

4.3 전력감축 평가

그림 10에 따르면 감축 수행은 한 시간 단위로 총 11시간 동안 시스템이 수행되었다. 간만조 시간에 따라 감축된 사용전력 데이터베이스를 정리하면 표 1과 같다. 기존사용 전력은 제어가 되지 않았을 경우 전력량이며 사용전력은 SESIM을 통하여 제어된 전력량이다.

표 1. 감축 수행에 따른 전력 사용 비교

Table 1. Comparing power usage by reduction implementation

Date	Prev Power (kW)	Power Ratio (%)	SESIM Power (kW)	Remarks
2016-12-03 05:21	60	100	60	Low tide
2016-12-03 06:21	60	88	52	
2016-12-03 07:21	60	76	45	
2016-12-03 08:21	60	64	38	
2016-12-03 09:21	60	52	31	
2016-12-03 10:21	60	40	24	
2016-12-03 11:21	60	30	18	High tide
2016-12-03 12:06	60	30	18	
2016-12-03 13:06	60	42	25	
2016-12-03 14:06	60	54	32	
2016-12-03 15:06	60	66	39	
2016-12-03 16:06	60	78	46	
Total	720kWh		428kWh	

표 1의 결과를 보면, 시험에 사용된 펌프의 전력은 60kW로 SESIM을 사용하지 않고 12시간 가동했을 경우, 사용전력량은 총 720kWh가 된다. 이에 비해 SESIM을 이용하여 펌프를 운영할 경우 전력량은 총 428kWh로 59.4%의 전력을 사용하는 것으로 나타났다. 양식장의 전력은 보통 ‘농사용’전력을 사용하는데 kWh당 단가 41원으로 산정하면 12시간 동안 이미 11,982원의 전기요금을 절감한 것으로 나타났다.

V. 결론 및 향후 과제

지능형전력망의 수요반응 시스템을 구축하기 위해서는 소비자와 공급자 간 정보를 송수신하여 탄력적 전력 소비형태를 가능하게 만들어 주는 시스템이 필요하다.

개발된 자동수요반응 시스템은 육상 수조식 양식장의 해수펌프 에너지 정보를 수집하는 SESIM과 통신 프로토콜인 OpenADR 2.0b를 기반으로 실시간 전력을 제어함으로써 전력절감이 가능하게 되었으며, 사용자와 관리자 모두 수요반응 관리 프로그램에서 사용 중인 전력량을 실시간으로 확인할 수 있었다. 위 실험을 위해 제주도 표선의 한 양식장에 테스트베드를 구축하였으며 시험 결과, 수요반응 이

벤트 구간에서 정확하게 전력감축이 이루어짐을 확인할 수 있었다.

본 시스템은 KPX(전력거래소)에 시스템을 등록하고 본격적인 전력거래가 이루어질 경우 바로 도입될 수 있도록 구성되어 있어 즉시 활용이 가능하고, 향후 제주도 및 국내 육상 양식장에 도입을 통해 전력 사용량을 절감할 수 있으며, 절감된 전력을 거래하여 수익으로도 창출 할 수 있는 기반 시스템으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

References

[1] S. Y. Kim, H. W. Jung, J. D. Park, S. M. Baek, W. S. KIM, K. H. Chon, and K. B. Song, "Weekly Maximum Electric Load Forecasting for 104 Weeks by Seasonal ARIMA Model", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 28, No. 1, pp. 50-56, Jan. 2014.

[2] H. W. Jung and K. B. Song, "Daily Maximum Electric Load Forecasting for the Next 4 Weeks for Power System Maintenance and Operation", The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 63, No. 11, pp. 1497-1502, Nov. 2014.

[3] SungMin Rue, "Micro Energy Grid Technology Policy Trend Analysis: the Case Study of DR Technology and Suggestion", Journal of KIIT, Vol. 12, No. 3, pp. 163-173, Mar. 2014.

[4] IEEE Std, "IEEE Adoption of Smart Energy Profile 2.0 Application Protocol Standard", 2013.

[5] OpenADR Alliance, <http://www.openadr.org/>, [Accessed: Aug. 03. 2016]

[6] Korea Electric Power Corporation, "Electricity Consumption in Jehu Island in 2014".

[7] Korea Smart Grid Association, "Smart Grid standard issue report : Introduction to OpenADR International Standards", Jul. 2014.

[8] Korea Smart Grid Association, "Smart Grid standard issue report : DR(Demand Response) Field", Mar. 2014.

[9] Youngwoo Jeon, "Implementation of Demand Response System based on OpenADR 2.0b for Elastic Power Consumption", KCC Proceedings, p. 1847, 2015.

[10] Korea Power Exchange, "Rules for Operation of Electricity Market", pp. 497-498, Dec. 2014.

[11] Korea Power Exchange, "OpenADR 2.0b VEN Guide", pp. 1-3, Nov. 2015.

저자소개

김 형 수 (Heung-Soe Kim)



2000년 : 경희대학교
전자계산공학과(공학사)
2005년 ~ 2010년 : (주)인투비
솔루션개발부 이사
2010년 ~ 현재 : (주)글로비트
대표이사
관심분야 : 수요자원, 네가워트,
빅데이터, 수산업, 기계학습 알고리즘

김 보 균 (Bo-Gyun Kim)



1994년 2월 : 경희대학교
전자공학과(공학사)
1996년 2월 : 경희대학교
전자공학과(공학석사)
2005년 8월 : 경희대학교
전자공학과(공학박사)
1996년 1월 ~ 2002년 2월 :
현대전자산업(주) 통신연구소 주임연구원
2002년 3월 ~ 현재 : 제주한라대학교 정보통신과 교수
관심분야 : Mobile IP, 통신시스템, USN

곽 윤 식 (Yunsik Kwak)



1984년 2월 : 청주대학교
전자공학과(공학사)
1986년 2월 : 경희대학교
전자공학과(공학석사)
1994년 2월 : 경희대학교
전자공학과(공학박사)
1991년 5월 ~ 현재 : 한국교통
대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 센서 네트워크, 인터넷 통신등