

# 지능형 실시간 에이전트를 이용한 원격 에너지 관리 시스템 개발

김 정 숙\*

\*김포대학 IT학부 멀티미디어과

e-mail:kimjs@kimpo.ac.kr

## Development of the Remote Energy Management System Using Intelligent Real-Time Agent

Jung-Sook Kim\*

\*Dept of Multimedia, Kimpo College

### 요 약

현재와 미래 정보통신 기술의 눈부신 발달에 따라 홈 네트워킹 산업의 발전과 에너지 시장 환경의 변화가 소비자 중심으로 이루어지고 있는 향후 미래 디지털 사회에서는 부하관리와, 정전이나 과부하 같은 응급 상황을 대처할 수 있는 지능형 에너지 관리 시스템 개발이 필요하다. 따라서 많은 연구들이 인공지능 기법을 이용해 에너지 관리 시스템 개발이 진행 중이다. 그러나 대부분의 시스템은 에너지 관리 시스템에서 발생하는 대용량의 정보들을 고려하여 개발한 시스템은 거의 이루어지고 있지 않다. 이에 본 논문에서는 지능형 실시간 에이전트를 이용해 정기적으로 에너지 정보를 요구하는 이벤트와 비정기적으로 데이터를 요구하는 이벤트 및 계절별, 시간대별 및 요일별등으로 나누어, 요구되는 에너지 정보를 보다 효율적으로 처리할 수 있는 기법을 적용한 지능형 원격 에너지 관리 시스템을 설계하고 개발하였다.

키워드 : 에너지 관리 시스템, 지능형 실시간 에이전트, 정기적인 에너지 정보, 비정기적인 에너지 정보, 이벤트 기반

### 1. 서론

현재 정보통신 기술의 눈부신 발달로 홈 네트워킹과 같은 미래 디지털사회의 요구를 충족시킬 수 있는 에너지 시스템의 확보와 이를 제어하는 지능형 양방향 통신 네트워킹과의 통합 시스템 개발이 필요하다. 특히 에너지 시장 환경의 변화가 소비자 중심으로 변하고 있어, 소비자가 원하는 수요관리 및 부가적인 서비스 기능이 제공되어야 한다. 따라서 에너지 관리 시스템을 개발하고 이를 기반으로 에너지 소비자의 서비스 개선과 동시에 대수용가가 수익을 창출할 수 있는 부가 서비스 애플리케이션을 개발하는 일이 필요하다[1,2]. 여기에 에너지는 자연재해 등과 같은 예상할 수 없는 상황에서 정

과 과부하 같은 응급 상황이 발생할 수 있다. 이때 신속하게 대처하지 않으면 많은 피해가 발생할 수 있다. 따라서 이러한 응급 상황에 신속하게 대처할 수 있는 디바이스들과 에너지 관리 시스템간의 지능형 양방향 통신이 가능하여야 한다. 응급 상황이 발생된 디바이스들은 신속하게 응급 상황을 에너지 관리 시스템에게 전달하여야 하고, 에너지 관리 시스템은 발생한 응급 상황에 대해 정확하고 실시간으로 대처할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 뿐만 아니라 언제 어디서나 사용자가 원하는 정보 즉 에너지 사용량이나 부하 관리를 위한 정보등을 실시간으로 송·수신 할 수 있어야 한다. 이러한 에너지 관리 시스템 개발을 위해서는 먼저 표준화된 에너지 관리 시스템 아키텍처를 수립하고, 수립된 표준 아키텍처를 기반으로 양방향 통신을 가능하게 하는 시스템으로 개발되어

야 한다. 따라서 많은 인공 지능 기법들을 이용한 연구들이 개발되고 있다. 특히 에너지 정보를 정기적으로 제공하려고 하면 대용량의 데이터 전송 기법 개발이 필요하다(3,4). 그러나 아직 이런 대용량의 에너지 정보를 전송하기 위한 에너지 정보 및 관리 시스템 개발은 거의 이루어지고 있지 않다. 이에 본 논문에서는 지능형 실시간 에이전트를 이용해 정기적인 에너지 정보와 비정기적인 에너지 정보로 구분하고, 계절별 및 시간대별등을 고려한 지능형 원격 에너지 관리 시스템을 설계하고 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련 연구들을 살펴보고, 3장에서 지능형 에이전트를 이용해 원격 에너지 관리 시스템을 설계하고 개발한 내용을 기술하며 4장에서 개발한 결과를 제시하고 마지막으로 결론을 내리고 향후 연구과제를 제시한다.

## II. 관련 연구

현재 에너지 정보 시스템은 수용가인 소비자에 초점을 맞추어 지능화되고 있는 상황으로 Zigbee 무선 통신, 첨단 전력량계 등 다양한 신기술들이 개발되고 스마트 에너지 관련 제품들이 시장에 출시되면서 매우 빠르게 진보하고 있는데 일반적으로 시스템에 대한 개요는 다음과 같다.

### 2.1 에너지 정보 시스템(Energy Information System)

에너지 정보 시스템은 수용가의 전체적인 에너지 데이터를 모니터링하고 수집하며 이에 대한 분석을 수행하면서 수용가 내 전력 디바이스를 전반적으로 제어하는 시스템이지만 일반적으로 에너지 정보 시스템은 좁은 의미의 에너지 정보 시스템으로 전력량계로부터의 데이터 획득, 관리 및 이를 시각적으로 제공하는 정도의 기능만 제공한다.

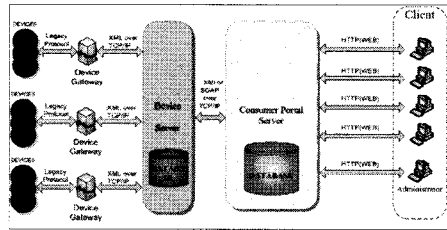
### 2.2 부하 관리 시스템(Demand Response System)

일반적으로 부하관리는 에너지 서비스 제공자가 부가서비스의 일환으로 제공하는 부하관리 프로그램에 수용가가 참여해서 실제 부하절감을 이룰 수 있도록 도와주는 에너지 정보 시스템으로 프로그램 관련 이벤트를 수용가에 통지하고 이벤트 관련 피드백 정보를 수집한다. 따라서 에너지 서비스 제공자와 수용가 간의 실시간 양방향 통신 게이트웨이의 역할을 한다고 볼 수 있다. 부하관리는 수용가 내의 전력 디바이스를 원격으로 제어할 수 있는 기능도 갖고 있고, 수용가가 실제 부하관리 프로그램 관련 이벤트에 참여하기 위한 필수 기능이며 수용가 내 전력 디바이스의 경우 이벤트에 따라 개별적으로 제어되거나 또는 디바이스별 특정 게이트웨이를 통해 제어될 수 있다.

## III. 본론

### 3.1 에너지 관리 시스템 구성도

[그림 1]은 에너지 관리 시스템의 개략적인 구성요소를 보여준다. 에너지 관리 시스템은 크게 디바이스(Device), 게이트웨이, 서비스 제공자(Provider)와 서비스 수용자(Client, Consumer)로 구성된다. 서비스 제공자 내에 Device, Consumer Portal 그리고 Administrators 로 구성되고 Client(Consumer) 측에는 전달 받은 메시지를 사용자에게 보여주기 위한 인터페이스와 메시지를 처리하기 위한 모듈로 구성된다. 서버 측의 Consumer Portal과 Client(Consumer) 사이의 정보 전달을 위해 XML을 이용한다.



〈그림 1〉 에너지 관리 시스템 구성도

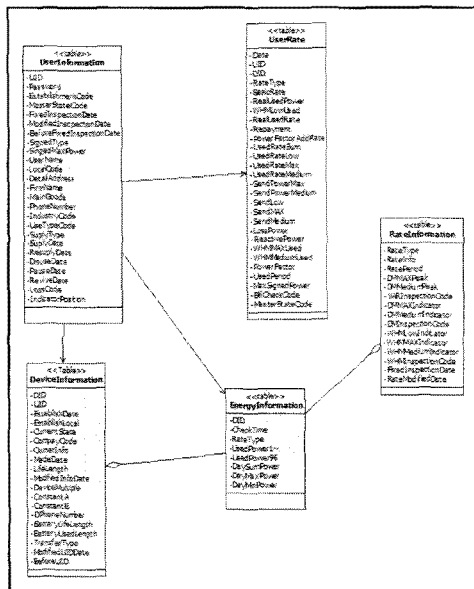
### 3.2 지능형 실시간 에이전트를 이용한 에너지 관리

에너지 관리 시스템에서 모든 제어는 이벤트를 기반으로 이루어진다. 즉 정전과 과부하 같이 응급상황이 발생한 경우, 신속하게 처리되어야 하는 에너지 관리 시스템의 기능이다. 이때 정전이나 과부하가 이벤트가 된다. 뿐만 아니라 사용자가 현재 사용중인 에너지 시스템의 사용량을 알고 싶어, 에너지 관리 시스템에 접속하여 사용량을 확인하는 이벤트를 발생시킨다. 이렇게 에너지 관리 시스템에서는 이벤트에 기반한 시스템으로 개발되었다. 즉 이벤트는 XML Document내의 element들과 연관되어 비동기적으로 발생하는 모든 것을 일컫는다. 예를 들어 마우스의 클릭, 이벤트가 잘못된 값을 가지는 경우와 다급한 이벤트가 발생한 경우 alarm을 발생시켜야 하는 경우, element에서 에러가 발생한 경우 등 모든 경우를 포함한다. 이러한 이벤트 발생 및 처리는 W3C의 권고안인 DOM 모델을 기본적으로 따른다. DOM 모델은 다음과 같은 단계를 거쳐 이벤트 발생을 감지하고 처리한다. Target이라 불리는 element에서 이벤트가 발생되면 observer라 불리는 element에서 감지하고 이벤트 처리 여부를 결정한다(5).

XML을 이용한 event model의 표현을 위해 발생 가능한 이벤트들을 계층적으로 분류하여 관리한다. 이벤트가 발생하는 위치 또는 발생시키는 객체에 따라 4가지 큰 그룹으로 분류하여 관리한다. 이는 향후 시스템 확장성에 따라 추가적으로 포함되어질 이벤트들의 확장성을 고려한 것이다.

이벤트 발생을 감지하는 observer라는 이벤트 감지 에이전트가 이벤트 속성을 보고 실시간으로 처리될 이벤트인지 비 실시간 이벤트 인지를 구분하여 속성을 설정한다. 물론 실시간 이벤트인 경우 우선순위와 데드라인을 확인하여 설정해 준다. 이때 실시간 이벤트 스케줄링 알고리즘은 이벤트 우선순위를 고려한 것이다. 즉 정전과 같은 이벤트는 실시간 속성을 가지며 비정기적인 정보를 요구하는 이벤트이므로 우선순위가 가장 높다. 이에 비해 원격 검침과 같은 이벤트는 비 실시간이며, 정기적으로 에너지 정보를 요구하는 이벤트로 우선순위는 실시간 이벤트들보다 낮다. 특히 실시간 에이전트는 각 이벤트들의 이벤트 내용을 감지하면서 처리해야 할 작업을 관련된 작업들과 지능적으로 그룹핑하여 처리한 후, 결과를 전달해 주어 사용자의 편의성을 도모한다. 즉 계절별로 사용되는 기기의 종류가 다를 수 있으며, 에너지가 사용되는 시간대별로 요구되는 이벤트가 다양하게 발생할 수 있다. 또한 장소에 따라서 다르고 정기적으로 발생하는 이벤트나, 아니면 비정기적으로 발생하는 이벤트에 따라 에너지 정보가 달라질 수 있다. 여기서 중요하게 고려해야 할 사항은 정기적으로 발생하는 에너지 정보 즉 매 15분마다 에너지 관리 시스템에서 각 디바이스의 정보를 읽어 오는 경우는 정보가 대용량 데이터가 필요하다. 하루 데이터가 필요하고, 일주일, 혹은 한 달 이나 일년의 데이터가 저장되어 있어야 한다. 이럴 경우 지능형 에이전트를 이용해 효율적으로 저장하고 접근할 수 있도록 계절별로 시간대별 및 장소별로 그룹핑하여 정보를 저장하여 효율적으로 에너지 관리 시스템이 되도록 개발하였다.

### 3.3 E-R 다이어그램



〈그림 2〉 E-R 다이어그램

### 3.4 데이터베이스 테이블 구성

〈표 1〉 디바이스 테이블

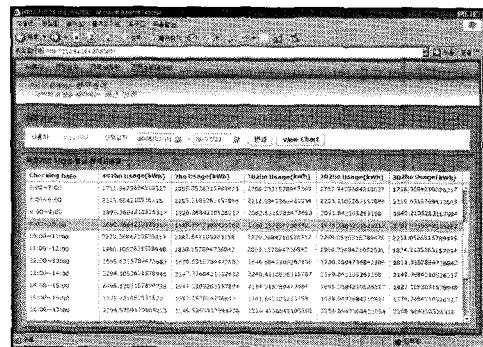
열 이름	데이터 유형	설명	널 가능	기본 값	기본 키
DEVICEID	VARCHAR2(50)	계량기ID(번호)	NO	NULL	1
CHECKTIME	DATE	날짜	NO	NULL	2
RATETYPE	VARCHAR2(50)	요금 정보	NO	NULL	없음
USEDPOWER1	VARCHAR2(50)	24시간을 15분단위로	NO	NULL	0
USEDPOWER96	VARCHAR2(50)	사용 전력량을 체크 (1~96)	NO	NULL	0
DAYSUMPOWER	VARCHAR2(50)	하루 중 사용 전력량	NO	NULL	0
DAYMAXPOWER	VARCHAR2(50)	하루 중 최고 사용 전력량	NO	NULL	0
DAYMINPOWER	VARCHAR2(50)	하루 중 최저 사용 전력량	NO	NULL	0

### IV. 실험 결과

에너지 관리 시스템 개발 환경은 웹에서 동작하고, Linux 환경에서 Oracle과 JAVA 및 Flex 3.0을 사용하여 개발하였다.

다음의 〈그림 3〉은 특정기간 시간 별 평균 에너지 사용량을 나타낸 것이다.

- time : 선택기간 내에서 해당 시간



〈그림 3〉 특정 시간대별 에너지 정보

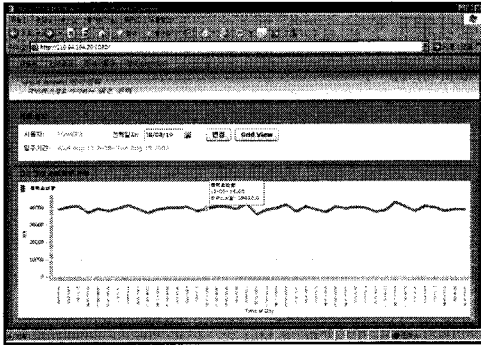
-XML 형식 예제

〈표 2〉 특정 시간대에 대한 XML 표현

```
<?xml version="1.0" encoding="utf 8" ?>
<items>
  <item>
    <time>0:00~1:00</time>
    <v5ho>1874.842105263158</v5ho>
  </item>
  <item>
    <time>1:00~2:00</time>
    <v5ho>2205.8947368421054</v5ho>
  </item>
  <item>
    <time>2:00~3:00</time>
    <v5ho>1876.0</v5ho>
  </item>
</items>
```

참고문헌

- [1] Intelligrid Consortium within EPRI, "Phase I of the Intelligrid project white papers : Integrated Energy and Communications System Architecture, Communicationns Architecture for Distributed Energy Resourced in Advanced Distribution Automation, Consumer Portal, Fast Simulation and Modeling", Intelligrid Consortium within EPRI, pp. 1-300, 2005.
- [2] Serena Lee, A. VALENTI, Ivan BEL, "Distribution Fast Simulation and Modeling(D-FSM) High level Requirements", Intelligrid Consortium within EPRI, pp. 1-70, 2003.
- [3] Lori Hogg, "Business Intelligence for Enterprise Energy Management", Itron White Paper, pp. 1-5, 2007.
- [4] Ian Gorton, "Data-Intensive Computing in the 21st Century", IEEE Computer, Vol 41, No. 4, pp. 30-32, 2008.
- [5] W3C, <http://www.w3.org/TR/>



〈그림 4〉 일별 사용량 분석

V. 결론과 향후 연구과제

본 논문에서는 지능형 실시간 에이전트를 이용해 이벤트 기반 에너지 관리 시스템을 개발하였다. 에너지 관리 시스템에서 발생하는 정보는 대용량이다. 즉 정기적으로 매 15분마다 정기적으로 에너지 사용량을 요구하는 예처럼, 많은 정보들의 관리가 요구된다. 이에 본 논문에서는 에너지 정보 중 정기적으로 필요한 정보인지, 비 정기적으로 필요한 정보 이벤트를 구별하고, 계절별, 시간대별 및 요일별등으로 나누어, 요구되는 에너지 정보를 보다 효율적으로 처리할 수 있는 기법을 적용한 지능형 원격 에너지 관리 시스템을 설계하고 개발하였다.

향후 연구과제는 에너지 산업 발달과 더불어 추가로 발생하는 이벤트들을 실제 구현하고, 확장하는 일이다.