

XML을 이용한 이벤트 기반 분산 전력 정보 시스템 개발

김정숙 *

Development a Distributed Power Information System Based on Event using XML

Jung-Sook Kim *

요 약

향후 에너지 환경에서 전력 관리 시스템은 예기치 못한 정전이나 과부하 같은 응급 상황 이벤트들이 발생하면 이를 실시간으로 대처할 수 있어야 하고, 원격 검침과 같은 소비자 서비스 이벤트들도 신속하게 제공되어야 한다. 뿐만 아니라, 시스템에서 발생하는 대용량의 정보들을 효과적으로 처리할 수 있는 기능도 필요하다. 이에 본 논문에서는 정보교환에 효율적인 XML(eXtensible Markup Language)을 이용하여 이벤트에 기반하며 대용량의 정보들을 부하 균형시키고, 핫 스팟(hot spot)을 줄일 수 있는 메타 데이터 처리 기법이 적용된 분산 전력 정보 관리 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 실험하기 위해 무선통신으로 전력 단말기들을 제어할 수 있는 축소된 미래 전력 시스템을 제작한 후, 이를 통해 실험을 수행하였다.

Abstract

In the future energy environment, a power information system will meet the real-time capability to process the emergency events, unexpected blackouts or over-load, and the high performance to provide the consumer service events such as remote meter reading. In addition to, it must have facility which is able to process a large information occurred on system effectively. In this paper, we developed a distributed power information system based on event with metadata processing technique which was both load balancing and decreased hot spot using XML that was efficient for information exchange. In order to experiment, we made a reduced future power system with controlling power device using wireless communications and we could do experiments through it.

- ▶ Keyword : 분산 전력 정보 시스템(distributed power information system), 이벤트(event), 메타 정보 처리 기법(metadata processing technique), 부하 균형(load balancing), 핫 스팟(hot spot), XML(eXtensible Markup Language)

• 제1저자 : 김정숙 교신저자 : 김정숙

• 투고일 : 2009. 07. 22, 심사일 : 2009. 08. 05, 게재확정일 : 2009. 08. 12.

* 김포대학 IT학부 멀티미디어과 교수

※ 이 논문은 2009년 한국컴퓨터정보학회 제39차 동계학술대회에 발표한 “지능형 실시간 에이전트를 이용한 원격 에너지 관리 시스템 개발”을 확장한 것임.

I. 서론

IT기술과 전력 기술의 융합으로 미래 전력 정보 시스템인 스마트 그리드의 중요성이 부각되고 있다. 전력 흐름을 지능적으로 제어하고 실시간으로 정보를 양방향으로 교환함으로써 송배전의 효율성을 제고하는 시스템이 스마트 그리드이다 [1]. 기존 중앙집중형 전력망은 소수의 대형 발전소에서 전력을 공급받아 수요자에게 전달하는 단일방향 시스템이며, 단전이나 정전 시 복구에 오랜 시간이 소요되었다. 뿐만 아니라 지금까지 전력수요는 밤에는 낮고 낮에는 모자라기 때문에 낮의 수요에 맞춰 필요발전설비들이 가동되고 있으나 스마트그리드를 적용하게 되면 소비자들의 능동적인 참여로 비효율적인 전력소비패턴이 바뀌어 필요 발전설비의 가동을 효율적으로 조절할 수 있다. 이러한 요구들을 수용하기 위해서는 스마트 전력 관리에 필요한 다양한 기술 개발이 필요하다. 즉 전력 인프라와 IT 인프라간의 통합 인프라와 표준화가 필요하다 [2-8].

먼저 표준화된 전력 관리 시스템 구조를 수립하고, 수립된 표준 구조를 기반으로 양방향 통신을 가능하게 하는 시스템으로 개발되어야 한다. 뿐만 아니라 변화되는 전력 시장 환경에 맞게 다양한 에너지원으로부터 전력이 생산될 것이며 이런 전력을 소비자가 원하는 시점에 수요관리 및 부가적인 서비스 기능이 제공되어야 한다. 그리고 자연재해 등과 같은 예상할 수 없는 상황에서 정전과 과부하 같은 응급 상황 이벤트가 발생할 수 있으며, 이때 신속하게 대처하지 않으면 많은 피해가 발생할 수 있다. 이에 응급 상황 이벤트가 발생한 장치들은 신속하게 응급 상황을 전력 정보 시스템에게 전달하여야 하고, 전력 정보 시스템은 발생한 응급 상황에 대해 정확하고 실시간으로 대처할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 또한, 향후 전력 정보 시스템이 개발되면 모든 가정과 사무실 및 대수용가 등에서 전력 정보 시스템을 도입하여 사용할 것이며, 따라서 발생하는 데이터 또한 대용량이 될 것이다. 이에 전력 정보 관리에서 발생하는 대용량의 정보들을 효율적으로 관리하고 검색할 수 있는 저장 및 관리 기술 개발이 필요하다 [9].

그러나 현재 [8]에서 개발되어 상용화되어 있는 시스템은 원격 검침이 가능하고, 수용가의 월별 사용량이나 일별 사용량 등을 분석하여 보여주고 있으나, 각 전력장치의 개별적 사용량을 알 수 없고, 운영 중인 각 전력 장치별 운영정보를 알 수 없을 뿐만 아니라 장치별로 각각 원격 제어가 가능한 시스템이 아니다.

이에 본 논문에서는 정보교환에 효율적인 XML을 이용하

여 이벤트에 기반하고 전력 장치들을 개별적으로 제어할 수 있으며, 대용량의 정보들을 부하 균형시키고, 핫 스폿을 줄일 수 있는 메타 정보 처리 기법이 적용된 분산 전력 정보 시스템을 개발하였다. 먼저 전력 정보 시스템에서 발생하는 이벤트들을 효과적으로 처리하기 위해 이벤트를 모델링하였다. 그리고 대용량으로 발생하는 전력 관리 정보들을 지역적으로 나누어 분산시켜 부하가 균형을 이루는 환경을 구성하고 발생하는 정보들을 영역별로 나누어 저장시킨 분산 파일 시스템의 메타 정보 구성 방법을 개발하였다. 이를 위해 정기적으로 발생하는 이벤트와 비정기적으로 발생하는 이벤트를 구별하여 비대칭형(asymmetry) 구조의 분산 시스템으로 설계하여 메타 정보 처리 기법은 정적 서브트리 분할 방식(static subtree partition)과 개별 캐시를 사용하여 특정 서버에 집중되는 핫 스폿을 줄일 수 있는 방안을 모색하였다. 그리고 무선 통신 모듈을 개발하여 전력 정보 시스템과 전력 장치들 사이에는 무선 통신이 가능하며, 이는 전력 장치들을 각각 제어할 수 있도록 개발하였다. 특히 전력 정보 시스템과 전력 장치들과 주고받는 정보를 효율적으로 교환하기 위해 XML을 사용하였으며, 본 논문에서 개발한 내용을 실험하기 위해 전력 장치 10개를 탑재한 미래 분산 전력 시스템을 축소하여 판넬에 작성하고, 이를 통해 실험하였다. 실험 결과 미래 전력 시스템의 정보들을 효과적으로 관리할 수 있었으며, 전력 장치의 개별 제어로 수요관리 등을 통해 전력 사용을 줄일 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 이벤트를 기반으로 대용량 메타데이터 처리 기법을 적용한 분산 전력 관리 시스템 개발 내용을 기술하고, 4장에서는 실험한 내용과 결과를 고찰하고, 5장에서 결론을 내리고 향후 연구과제를 살펴본다.

II. 관련 연구

기존의 개발된 전력 정보 시스템들 중 [8]은 이미 상용화되어 있으며 월별 사용량이나 일별 사용량 분석 등을 상세하게 고객에 맞추어 제공해준다. 그리고 [1]의 경우는 향후 전력 정보 관리 시스템의 표준화 모델로 제시되고 있다. 이에 본 절에서는 대표적인 [1]의 미래 전력 정보 표준화 모델을 제시하고, 메타 데이터 관리 기법들을 살펴본다.

2.1 수용가 포털(Consumer Portal)

정보수집의 표준화를 위해서 수립된 개념이 바로 수용가 포털이다. 이는 수용가 영역내의 장비와 전력 서비스 기관간의 양방향

통신이 가능하도록 하는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합을 의미하는 것으로, 국외 전력시장에서는 미국 EPRI(Electric Power Research Institute)의 주관으로 구성된 CEIDS(Consortium for Electric Infrastructure to Support a Digital Society) 프로젝트 중 하나로 2003년부터 미 정부, 전력회사, 정보통신 기술회사 및 프랑스 EDF 등이 참여해 5개년 계획으로 추진되고 있다. 이 프로젝트는 송전, 배전 및 수송가를 목표로 통신 기반 정보 시스템을 설계할 때 유틸리티가 사용할 수 있는 통합 구조 개발 및 구축을 중심으로 연구되고 있으며 분산 전원 및 배전 지능화 관련 기술 개발도 진행되고 있다. 그리고 전력 계통의 광역 모니터링을 위한 기술과 시뮬레이션 및 모델링 기술을 개발하고 있으며 ESP(Energy Service Provider)와 대수용가 사이의 지능형 양방향 통신을 가능하게 하는 기반 기술로 수요관리, 정전 관리 등 수송가 중심의 다양한 전력 부가서비스를 가능하게 하는 시스템 모델이다[1-6].

2.2 메타 정보 관리 기법

분산 파일 시스템은 네트워크 기술을 이용하여 다수 컴퓨터들의 저장 장치들을 논리적으로 결합함으로써 사용자에게 통합된 저장 공간을 제공해 주는 파일 시스템이다. 분산 파일 시스템의 예로는 Lustre, Panasas, OASIS 등이 있으며, 이러한 시스템들의 구조는 크게 대칭형(symmetry) 구조와 비대칭형 구조로 구분할 수 있다. 대칭형 구조에서는 모든 노드들이 클라이언트와 서버 기능을 동시에 보유하고 있는 반면, 노드들 사이의 통신비용이 전체 클러스터의 확장성을 제약하는 것이 단점이다. 비대칭형 구조에서는 메타 정보 서비스를 제공하는 메타 정보 서버가 별도로 독립되어 있는 것이 특징이며, 메타 정보와 정보의 처리 경로가 독립됨으로써 클라이언트, 정보 서버 등을 대규모로 운영하는 경우에 입출력 성능 및 확장성이 증가하는 장점이 있다. 현재 분산 파일 시스템의 주도적인 구조는 비대칭 구조이다.

비대칭 구조에서는 클라이언트가 파일의 위치 및 사용 권한 등을 파악하기 위한 용도로 메타 정보 서버에게 질의하며, 실제 데이터 입출력 작업은 메타 정보 서버를 통하지 않고 클라이언트와 정보 서버 사이에서 직접 처리될 수 있다. 그러나 비대칭 구조에서 다량의 클라이언트의 요청이 발생할 때, 하나의 메타 정보 서버에서 정상적으로 처리할 수 있는 한계를 초과할 수 있다. 이러한 병목 현상 문제를 유연하게 해결할 수 있는 구조가 필요하며, 이러한 현상을 해결하기 위한 시도로 메타 정보 서버 클러스터를 고려할 수 있다. 메타 정보 서버 클러스터링 방법에는 하나의 메타 정보 서버에 부하가 집중되는 것을 방지하기 위하여 동일한 메타 데이터 이미지를

가진 별도의 메타 정보 서버를 유지하는 복제 방법이 있다. 그리고 관리자가 이름 공간(name space)을 수동으로 적절히 분할하고, 각 공간에 대하여 전담 처리를 수행하는 메타 정보 서버를 할당함으로써 메타 정보 관리를 수행하는 정적 서브트리 분할 방식과 해시 함수(hash function)를 이용하여 메타 정보 서버를 선택할 수 있는 해싱 방법 및 해싱과 정적 서브트리 분할 방법의 개념을 결합한 Lazy Hybrid와 동적 서브트리 분할(dynamic subtree partition) 방법이 있으며, 그 외에도 메타 정보를 여러 가지 관점으로 분류한 후, 전체적인 처리 효율을 높이기 위한 다양한 조합을 고려하는 방법 등이 있다[9-11].

III. 분산 전력 정보 시스템

3.1 전력 정보 시스템 구조

그림 1은 전력 정보 시스템의 개략적인 구성요소를 보여준다. 전력 관리 시스템은 크게 장치(Device), 게이트웨이, 서비스 제공자(Provider)와 서비스 수용자(Client, Consumer)로 구성된다. 서비스 제공자 내에 장치, 수송가 포털(Consumer Portal) 그리고 관리자(Administrator)로 구성되고 수송가 측에는 전달 받은 메시지를 사용자에게 보여주기 위한 인터페이스와 메시지를 처리하기 위한 모듈로 구성된다. 서버 측의 수송가 포털과 수송가 사이의 정보 전달을 위해 XML을 이용한다.

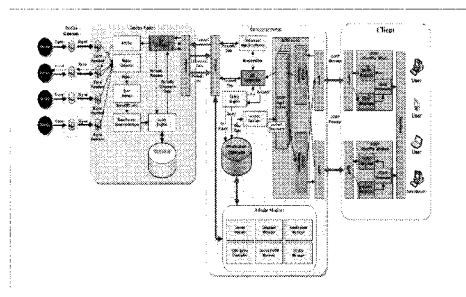


그림 1. 시스템 구조
Fig. 1. System Architecture

3.2 이벤트와 메타 데이터 기법 개발

3.2.1 이벤트 개요

전력 정보 시스템은 이벤트에 기반한 시스템으로 개발되었다. 즉 이벤트는 XML Document내의 element들과 연관되어 비동기적으로 발생하는 모든 것을 일컫는다. 예를 들어 마

우스의 클릭, 이벤트가 잘못된 값을 가지는 경우와 응급한 이벤트가 발생한 경우 알람(alarm)을 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[12]. XML을 이용한 이벤트 모델의 표현을 위해 발생 가능한 이벤트들을 계층적으로 분류하여 관리한다. 이벤트가 발생하는 위치 또는 발생시키는 객체에 따라 알람, 부가 서비스 등 4가지 큰 그룹으로 분류하여 관리한다. 이는 향후 시스템 확장성에 따라 추가적으로 포함될 이벤트들의 확장성을 고려한 것이다. 다음 표 1은 이벤트를 모델링한 것이다.

표 1. 이벤트 모델링
Table 1. Event Modeling

	속성(Attribute)	설명
	속성명	
event	ID	이벤트 식별을 위한 ID
	Type	이벤트의 종류를 표현하는 속성
	targetId	이벤트가 발생한 장치 ID를 표현하는 속성
	{observer}	이벤트를 감지하는 위치를 표현하는 속성, 선택가능하며 선택이 되면 기본적으로 디바이스 게이트웨이를 뜻함
	{handler}	이벤트를 처리하는 대상을 표현하는 속성 (user/administrator/device/devicegateway/deviceportal)
	{defaultAction}	이벤트가 발생되어 기본적으로 처리해야 하는 내용을 표현하는 속성, 선택 가능 (ignore/cancel/perform)
	{propagate}	이벤트의 발생을 다른 element에서 전달할 것인가를 나타내는 속성 (stop/continue)

3.2.2 무선 통신 모듈 개발

본 논문은 미래형 전력 정보 시스템에서 작동하므로 각 전력 장치를 개별적으로 제어하기 위해서와 각 장치의 정보를 신속하게 파악할 수 있어야하며, 또 장치의 전력 사용량을 실시간으로 파악하기 위해 무선 통신을 사용한다. 따라서 본 논문의 실험 환경에 적합한 무선 통신 모듈의 개발이 필요하다. 이에 본 논문에서 개발한 무선 데이터 송수신기 모듈은 무선

으로 원거리의 전기 및 전자 장치를 최대 10개까지 On/Off 할 수 있는 송수신기로 CPU 내장형 모듈을 사용하였다. 무선 데이터 송신기 모듈은 그림 2와 같다.

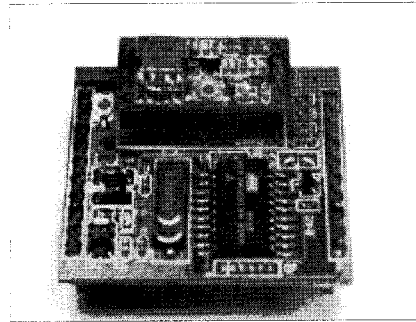


그림 2 무선 송신기 모듈
Fig. 2. Wireless Transmitter Module

3.2.3 정적 서브트리 분할과 개별 캐시를 이용한 혼합기법

전력 정보 시스템 개발이 이루어지면, 모든 가정과 기관 및 사무실과 대수용가 등에서 이 시스템을 도입하여 사용하게 될 것이다. 이에 본 논문에서는 각 지역별로 발생하는 데이터를 관리하는 서버를 분산시켜 부하를 균등하게 하였다. 물론 서울을 비롯한 수도권은 가정수와 기타 인프라 시설 및 산업 현장 등에서 필요로 하는 전력 소비량이 많으므로 많은 서버를 두는 방안을 모색하였고, 다른 지역들도 지역 특성에 맞게 서버를 구축한다고 하면 부하가 분산되어 질 것이다. 또한 대용량의 데이터를 각각의 응용에서 필요로 하는 전력정보, 예 방진단, 운영정보, 이벤트/이력 정보 및 정전이 발생되었을 때 발생하는 정보들을 각각 분리하여 저장하였다. 이는 대용량 정보들을 필요에 따라 분리하여 저장함으로써 정보 관리에 효율적일뿐만 아니라 한 곳에 집중되어 있어 발생하는 핫 스폿을 줄일 수 있다. 특히 실시간으로 정보를 처리해야 하는 정전인 경우 핫 스폿이 발생하거나 신속하게 응답하지 않으면 손실이 커질 수 있다. 따라서 이들을 신속하게 처리할 수 있도록 정보를 영역별로 나누어 저장하였다.

그러나 분산 전력 정보 시스템은 많은 서버들로 구성되어 있으므로 사용자가 특정 데이터를 접근하고자 하면 먼저 지역적으로 분산되어 있는 서버를 찾아가야 하고, 다시 그 서버 내에서 전력 정보인지 또는 운영정보에 관한 정보인지에 따라 접근해야 한다. 따라서 이들을 효과적으로 처리할 수 있는 기술이 필요하다. 그래서 서버와 클라이언트 구조를 비대칭 구조로 구성하고 메타 데이터 서비스를 제공하는 메타 데이터 서버가 별도로 독립되도록 구성하였다. 이때 메타 데이터 서

버가 한 개 존재하면 메타 데이터 서버의 병목 현상을 유발하게 된다. 따라서 이들을 해결할 수 있는 방법이 메타 데이터 서버들을 클러스터로 구성하여 운용하고, 이러한 분산 환경에 적합한 메타데이터 처리 기법은 정적 서브트리 분할 방식과 특히 핫 스팟이 발생하는 시점에서는 각 정보영역별로 개별 캐시를 운영하여 미리 정보를 읽어올 수 있는 prefetching 방식을 혼합한 기술을 적용하였다. 정적 서브트리 분할은 관리자가 이름 공간을 수동으로 적절히 분할하고, 각 공간에 대하여 전담처리를 수행하는 메타 데이터 서버를 할당함으로써 메타 데이터 관리를 수행하는 방법이다. 우리가 제안하는 분산 시스템은 지역적으로 분리되어 있고 각 정보 영역별로 나누어져 있으므로 이러한 정적 서브트리 분할 방법이 적합하다. 즉 이름 공간을 각 지역별로 나누고, 그 지역별 내에서도 정보 영역별로 나누었으므로 사용자가 원하는 정보를 신속하게 검색하여 처리할 수 있다. 그러나 만일 정기적인 이벤트들 중에 특정한 시간대에 많은 사용자 접근이 시도될 수 있다. 예를 들어 월말이면 전력 사용량이나 사용 금액에 대해 많은 이벤트가 발생하게 되므로 이때에는 전력정보에 대해 핫 스팟이 발생할 수 있다. 이러한 문제 발생에 대해 캐시를 각 영역별로 개별적으로 운영하면서 필요한 정보들을 미리 읽어오는 prefetching 기법을 혼합하여 사용한다. 캐시에 미리 정보를 가져올 수 있는 근거는 전력은 시간대별 또는 요일별로 그리고 계절별로 사용되는 전력 장치가 다르고 전력 사용량도 다르기 때문에 과거 정보들을 기록하고 있다가 이들로부터 정보를 추출하여 능동적으로 이들의 이벤트에 대해 처리할 수 있도록 개발하였다.

3.2.4 시스템 구성 모듈

액터는 일반사용자, ESP 및 관리자로 구성되며, 유스케이스는 전력 정보 서비스, 정전 관리, 이력정보와 운영정보인 부하 정보 관리 서비스 및 소비자들을 위한 다양한 부가 서비스 등이 제공되도록 설계하였다. 다음의 그림 3은 시스템의 구성모듈을 나타내는 E-R 다이어그램으로 EnergyInformationManagement, IPBDR&CRMBDR, EBusinessService, UserManagement,

RateManagement, OutageN/D 등으로 구성되어 있다. 이 중 EnergyInformationManagement

함수들의 구성은 ListEnergyDate, CreateEnergyInfo, ListAvgEnergyDate등이며, 이들 중 ListEnergyDate 함수는 특정 기간 동안의 에너지 사용량을 리스트 형태로 변환하여 보여주는 함수를 나타낸다.

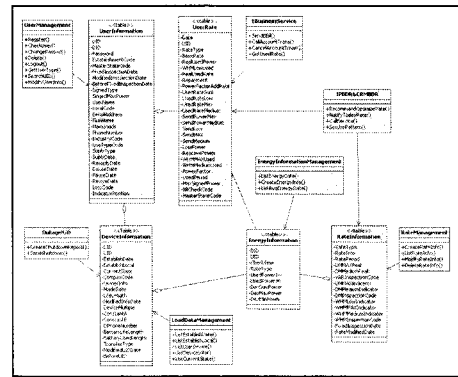


그림 3. E-R 다이어그램
Fig. 3. E-R Diagram

IV. 실험 환경과 결과

4.1 실험 환경과 내용

본 논문에서 개발한 내용을 실험하기 위해서는 향후 전력 시스템을 전제로 개발된 내용이므로 먼저 전력 장치들을 개별적으로 정보를 알 수 있을 뿐만 아니라 직접 제어할 수 있는 무선통신 기능과 장치들이 필요하다. 이에 본 논문에서는 미래 전력 시스템을 축소한 판넬을 제작하였다. 제작된 시스템은 10개의 전력 장치를 탑재하고 있으며, 무선 통신을 통해 장치와 전력 정보 시스템간의 통신을 수행한다. 그리고 전력 정보 시스템은 웹에서 동작하며, Oracle과 JAVA 및 Flex를 사용하여 개발하였다. 전력 정보 시스템은 이벤트 기반으로 동작하므로 장치들의 각각을 제어할 수 있는 이벤트를 발생시킬 수 있고, 또한 각 장치의 정보를 가져올 수 있을 뿐만 아니라 직접 수요관리를 위해 장치들의 전원을 공급 및 차단할 수 있는 기능을 제공한다. 동작 방법은 먼저 장치에서 발생한 이벤트인 경우, 필요한 정보가 XML로 표현되어 장치 게이트웨이를 거쳐 전력 정보 시스템으로 전달된다. 전력 정보 시스템에서는 수신된 정보를 데이터베이스에 저장하고, 이를 처리한다. 반대로 전력 정보 시스템에서 발생한 경우, 전송해야 할 정보를 XML로 표현하여 디바이스 게이트웨이로 전송하면, 장치 게이트웨이에서 각 장치로 전송한다. 특히 장치에서 발생한 이벤트들 중 응급 상황 이벤트인 경우, 장치 게이트웨이에서 처리하고, 처리된 결과를 전력 정보 시스템에게 전달할 수도 있다. 다음의 표 2는 JAVA로 구현한 클라이언트측 소스로 기본적으로 소켓을 이용하여 통신을 수행하며, XML 형태의 정보를 교환하면서 이벤트를 처리한다. 따라서 소켓을 처리하기 위한 과정을 보여주고 있다.

표 2. Client측 소스
Table 2. Client-side Source

```

package client;
import java.io.*;
import java.net.*;

public class TCPClient implements Runnable {
    private String serverIP = "";
    private int serverPort = 0;
    private String deviceId = "";
    private char isOnValue = '\0';
    private String sendByServer = "";

    public synchronized void setServerIP( String serIP, int port ) {
        serverIP = serIP;
        serverPort = port; }

    public synchronized String sendElecPowInfo( String devId, char
isOn ) throws Exception {
        if ( "" .equals( serverIP ) )
            throw( new Exception("SERVER IP is NULL.") );
        else {
            if ( devId != null && !"".equals(devId) && ( isOn ==
'0' || isOn == '1' ) ) {
                deviceId = devId;
                isOnValue = isOn;
                run(); }
            else throw( new Exception("Input device ID OR ON/OFF
Value.") ); }
        return sendByServer; }
}
    
```

아래의 표 3은 이벤트를 처리하는 부분으로 중간에 “이벤트실행설정”에서 “중단” 목록을 선택해도 “executing”이 “.”으로만 변경될 뿐 “중단” 되지 않고 이벤트 종료 시간이 지난 후에야 “종료”로 변경하는 과정이다. LoaderPanel 객체에서 load하는 Flex파일을 직접 연결 할 수 있도록 EventExecute Flex파일에 연결을 가능하게 하고, 변경시에는 예전 것을 가비지 콜렉터(garbage collector)로 넘기는 것이 아니라 메모리에 그대로 남긴다. 그렇기에 EventExecute 안에 실행되고 있던 Timer까지도 그대로 실행중이 되므로, EventExecute 안의 StopEvent() 메소드를 실행하고 나서 다시 ReLoad를 하여 이벤트를 다시 실행한다.

표 3. 이벤트 처리
Fig. 3. Event Handling

```

public function
loadAppWithMainRef(swfApp:String,main:Object,isEvtRef:B
oolean):void {
    mainApp = main;
    stopEvent();
    isRef = true;
    isEvent = isEvtRef;
    myLoader.initialize();
    myLoader.source = swfApp; }
    
```

```

public function refApp():void {
    if( isRef ) {
        loadedApp = SystemManager(myLoader.content);
        if( isEvent == false )
            loadedApp.application("mainApp") = mainApp; }

    public function stopEvent():void {
        bEventExe = false;
        timer = null; }
    
```

4.2 실험 결과

본 논문에서 개발한 전력 정보 시스템은 이벤트 기반 시스템으로 사용자가 원하는 전력 장치에 필요한 이벤트를 선택하고, 선택한 이벤트에서 요구되는 정보를 설정해 주면 된다. 다음의 그림 4는 이벤트 설정을 위한 화면으로 이벤트 종류를 선택한 후, 이벤트 적용시간을 설정하고 이 이벤트를 바로 적용할 것인지 아니면 예약을 할 것인지 등을 선택하도록 개발하였다.

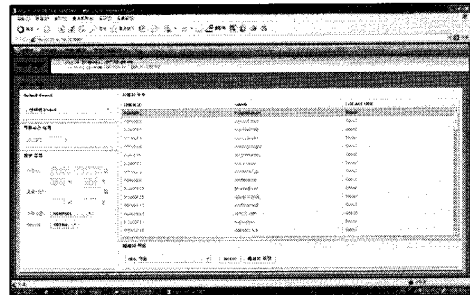


그림 4. 이벤트 설정
Fig. 4. Event Setting

그림 5는 이벤트를 실행한 결과를 보여주고 있다.

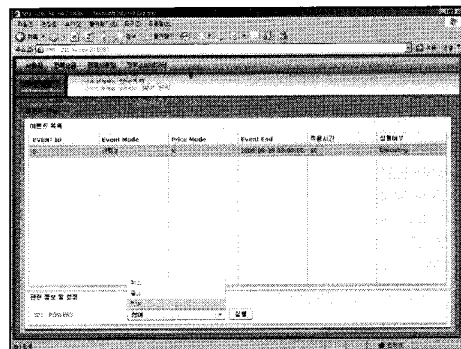


그림 5. 이벤트 실행 결과
Fig. 5. Event Execution Result

다음 그림 6은 전력 정보 시스템에서 각 전력 장치들을 각각에 대해 상세 정보를 확인할 수 있는 기능을 보여주고 있다. 장치의 위치와 장치를 선택하면 장치의 ID와 사용자의 ID, 장치의 설치 지역, 및 회사 코드 등의 정보를 확인할 수 있다.

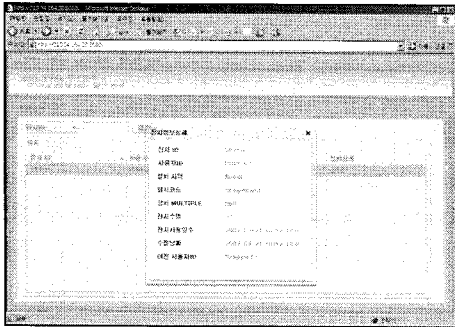


그림 6. 장치 정보
Fig. 6. Device Information

다음의 표 4는 특정 시간대의 전력 사용량을 XML로 표현한 것이다.

표 4. XML 스키마
Table 4. XML Schema

```

<?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>
    
```

그림 7은 하루 24시간 동안 전력 장치별로 사용되는 전력량을 그래프 형태로 보여주고 있다.

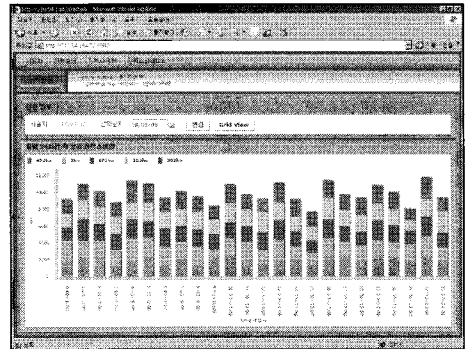


그림 7. 장치별 전력 사용량
Fig. 7. Power Usage per Device

다음의 그림 8은 미래 전력 시스템에 설치되어 운영 중인 각 전력 장치들을 무선 통신을 통해 원격으로 제어할 수 있음을 보여준다.

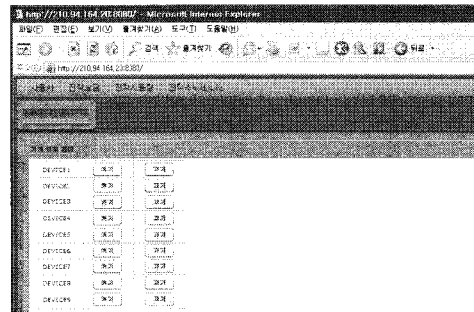


그림 8. 디바이스 원격 제어
Fig. 8. Device Remote Control

V. 결론과 향후 연구과제

본 논문에서는 정보교환에 효율적인 XML을 이용하여 이벤트에 기반하고 전력 장치들을 개별적으로 제어할 수 있으며, 대용량의 정보들을 부하 균형시키고, 핫 스팟을 줄일 수 있는 메타 정보 처리 기법이 적용된 분산 전력 정보 시스템을 개발하였다. 먼저 전력 정보 시스템에서 발생하는 이벤트들을 효과적으로 처리하기 위해 이벤트를 XML을 사용하여 모델링 하였다. 그리고 대용량으로 발생하는 전력 정보들을 지역적으로 나누어 분산시켜 부하가 균형을 이루는 환경을 구성하고 발생하는 정보들을 영역별로 나누어 저장시킨 분산 파일 시스템의 메타 정보 구성 방법을 개발하였다. 이를 위해 정기적으로 발생하는 이벤트와 비정기적으로 발생하는 이벤트를 구별 하였고, 또한, 응용에서 필요로 하는 각 정보를 영역별로 나

누어 저장하였다. 이를 비대칭형 구조의 분산 시스템으로 설계하여 메타 정보 처리 기법은 정적 서브트리 분할 방식과 개별 캐시를 사용한다. 그리고 특정 서버에 집중되는 핫스팟을 줄이기 위해 캐시를 각 영역별로 운영하면서 필요한 정보를 미리 읽어오는 prefetching 기법을 도입하였다. 뿐만 아니라 무선 통신 모듈을 개발하여 전력 정보 시스템과 전력 장치들 사이에는 무선 통신이 가능하며, 이는 전력 장치들을 개별적으로 제어할 수 있도록 개발하였다. 특히 전력 정보 시스템과 전력 장치들 사이에 주고받는 정보를 효율적으로 교환하기 위해 XML을 사용하며, 본 논문에서 개발한 내용을 실험하기 위해 전력 장치 10개를 탑재한 축소된 미래 전력 시스템을 판넬에 제작하였다. 이를 통해 본 논문에서 개발한 내용을 실험하였다. 가격 이벤트, 응급 상황 이벤트 등을 설정하여 이벤트에 효과적으로 대처할 수 있는 미래 전력 시스템의 정보들을 효과적으로 관리할 수 있었고, 전력 장치의 개별 제어로 수요관리 등을 통해 전력 사용을 줄일 수 있었다. [1]은 아직 개발되지 않았으며, 기존의 [8] 시스템에 없는 전력 장치 개별 제어 기능 등이 보강된 본 시스템을 향후 연구과제는 실제 사용될 수 있는 시스템이 되도록 확장하는 일이다.

참고문헌

[1] Intelligrid Consortium within EPRI(Electric Power Research Institute), "Phase I of the Intelligrid project white papers : Integrated Energy and Communications System Architecture, Communications Architecture for Distributed Energy Resource in Advanced Distribution Automation, Consumer Portal, Fast Simulation and Modeling", Intelligrid Consortium within EPRI, pp. 1-300, 2005.

[2] D. Von Dollen, "Intelligrid Consumer Portal Telecommunications Assessment and Specification", EPRI, pp. 1-122, 2005. 12.

[3] Joe Hughes, CEIDS, "The Integrated Energy and Communication Systems Architecture Volume I: User Guidelines and Recommendations", EPRI, pp. 1-116, 2004.

[4] Joe Hughes, CEIDS, "The Integrated Energy and Communication Systems Architecture Volume III: Models", EPRI, pp. 1-48, 2004.

[5] Joe Hughes, CEIDS, "The Integrated Energy and Communication Systems Architecture Volume

IV: Technical Analysis", EPRI, pp. 1-218, 2004.

[6] Joe Hughes, CEIDS, "The Integrated Energy and Communication Systems Architecture Volume IV: Technical Analysis, Appendix D: Technologies, Services, and Best Practices", EPRI, pp. 1-882, 2004.

[7] Kurt Yeager, Stephen Gehl, Brent Barker, "The Role of Smart Power Technologies in Global Electrification", Proc. of the World Energy Congress, pp. 1-20, 2004.

[8] Lori Hogg, "Business Intelligence for Enterprise Energy Management", Itron White Paper, pp. 1-5, 2007.

[9] 차명훈, 이상민, 김준, 김영균, 김명준, "대규모 분산 파일 시스템 환경의 메타 데이터 관리", 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제 22권 제 3호, 154-165쪽, 2007년 6월.

[10] 김영진, 김지홍, "에너지 및 성능 효율적인 이중 모바일 저장 장치용 동적 부하 분산", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 14권, 제 4호, 9-17쪽, 2009년 4월.

[11] 나민영, "군 정보통합을 위한 메타데이터 기반의 데이터 그리드 시스템", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 13권 제 2호, 95-103쪽, 2008년 3월.

[12] W3C, <http://www.w3.org/TR/>.

저자소개



김정숙

1999: 동국대학교 공학박사
 2000 - 현재: 김포대학 IT학부 멀티미디어과 부교수
 관심분야: 분산 유전 알고리즘, 지능형 에이전트, e-Learning, 스마트 그리드, IT 융합