

빌딩 및 일반 대수용가용 통합관리 시스템에 대한 적용사례 소개 및 전력사용 데이터 활용연구

(A Study of Electric Power Usage Data Utilization and Application regarding Consumer Portal System for Building and Large Consumers)

최중인*

(Jung-In Choi)

Abstract

An utilization of electricity usage measured data by region and time through the consumer portal system for building and large consumer are suggested. Electricity usage data by region and time can't be measured by traditional approach. A measured data from smart meters which are installed various regions can be utilized to set up a management of electricity peak demand.

Key Words : Detailed Monitoring, Demand Side Management, Peak Reduction, Monitoring System

1. 서 론

2011년 9월 15일 대한민국에 전체에 정전사태가 발생하였다. 피해규모는 총 8,962건, 피해액은 610억원으로 집계되었다. 이는 그 동안의 전력사용규모가 가파르게 증가하였으며, 지난 10년 동안 최대전력수요 경신은 매년 이루어진 사례를 통해서 어느 정도 예견된 상황이었다. 또한 예비전력이 10[%] 이하로 감소한 지도 오래되었다. 이러한 국내전력수요의 증대로 인해 부하성장에 대응하기 위한 효율적인 전력에너지 관리 시스템이 필요한 실정이다. 따라서 수용가의 전력사용현황을 시간대별로 모니터링하고 그 사용패턴을 파악하여 제어요소를 확인할 수 있다면 최대수요에 대한 효과적인 관리가 가능할 것으로 판단된다.

수용가포털의 개념을 제시하여 새로운 전력서비스를 위한 XML(eXtensible Markup Language) 기반의 표준연구가 수행되어 이를 지능형분전반에 적용한 연구가 수행되었다[1]. 또한 전력소비 대수용가 내의 전력 설비 및 기기로부터 정보수집과 제어를 위한 디바이스 포털 및 에너지서비스공급자와 대수용가 사이의 양방향 통신/서비스 인프라인 수용가포털 개념 및 아키텍처의 기본모델 제시에 관한 연구가 수행되었다 [2]. 하지만 현재까지 사용되고 있는 자료들은 건물전체의 사용량 혹은 계량기 단위에 한정된 사용량을 파악하는 것이었으며, 최종사용량은 일별 부하를 기준으로 작성된 것이었다. 따라서 각 구역별, 시간대별 전력 사용량의 파악을 통해 좀 더 세분화된 전력사용량의 정보가 필요성이 요구되었다.

* 주저자 : 경원대학교 에너지IT학과 교수
Tel : 031-750-5349, Fax : 031-750-8571
E-mail : jichoi@kyungwon.ac.kr
접수일자 : 2011년 11월 4일
1차심사 : 2011년 11월 9일
심사완료 : 2011년 11월 25일

본 논문에서는 경기도 성남시에 위치한 경원대학교

비전타워에 설치되어 있는 빌딩 및 일반 대수용가용 통합관리시스템을 소개하고 해당시스템을 적용한 결과를 통해 일별부하사용량을 상세하게 나타낸 각 구역별의 시간대별 전력사용량을 계측하였고 그 결과를 활용하여 피크부하 절감에 적용할 수 있는 방안을 제시하였다.

2. 본 론

2.1 사용자화면 및 서버시스템

“고부가 전력서비스용 통합자원 관리시스템 개발” 과제가 2005년 10월부터 2010년 9월까지 전력IT 과제로서 연구되었다. 해당과제를 통해서 연구 개발된 빌딩 및 일반 대수용가용 디바이스 포털(Device Portal) 시스템은 다양한 전력 설비에 단일한 인터페이스를 제공하여 빌딩 내의 전력 설비들을 관리함으로써, 전력 절약을 위한 방법들을 적용할 수 있도록 개발되었다. 해당 시스템을 통해 전력 사용의 효율성을 높일 수 있으며 문제가 되는 전력 설비를 즉시 확인하여 빌딩 관리의 효율성을 높일 수 있고, 전력의 최대 수요량이 예측 가능하여, 전력 수급의 참고자료로 활용이 가능하다. 이외에도 디바이스 포털내의 서비스 플랫폼을 통하여 대수용가용 전기 안전성 관련 서비스 등이 제공될 수 있으며 웹이나 무선인터넷 기반의 다양한 전력 IT 서비스 제공이 가능하도록 개발되었다. 해당과제의 개발물인 지능형분전반과 디바이스포털시스템설비를 포함한 시스템은 연면적 69,243.28[m²], 지하 4층/지상 7층의 규모인 경원대학교 비전타워에 약 5억5천만원의 규모의 설비를 설치하였으며, 2010년부터 현재까지 운영되고 있다.

표 1은 설치된 서버의 사양이며, 그림 1은 전력감시 HMI(Human Machine Interface) 화면이다. 그림 1은 비전타워에 설치된 사용자화면으로서, 화면 좌측에는 비전타워의 외관과 각 층 정보를 나타내고 있고, 우측에는 비전타워의 계약 전력, 해당일의 사용 전력량을 표시하고, 비전타워 전체의 실시간 전력과 관련된 정보로 전력 사용량, 전압, 전류, 역률, 무효전류, 불평형률을 그래프와 디지털 값으로 표현해 주고

있다. 또한 전력 관련 정보만이 아닌 현재 가스 사용량, 수도 사용량, 온수 사용량, 난방 사용량의 정보도 제공하도록 설계되어 있으며, 메인화면에 각 층의 사용에너지 정보를 확인할 수 있도록 사용자 인터페이스를 구성하였다.

표 1 설치된 서버 사양
Table 1. Server Specification

항 목	Server
CPU	QC Intel Xeon X5550 2.66[GHz]·2
OS	RedHot Enterprise Linux Standard
Memory	8[MB] L3 Cache, 2×4[GB], 800[MHz] FSB
Hard Disk	146[GB] 10[K] 6[Gbps] SAS 2.5"
DBMS	Oracle Standard Edition ONE Named
VGA	2 PCI-Express×16 Gen 2 Slots
Network	Ethernet, TCP/IP
etc	디스크 베어 : 6개 전원공급장치 - 675Watt



그림 1. 전력감시 사용자화면
Fig. 1. Power Monitoring HMI

주요 기능은 표 2에 나타내었다. 그림 2에는 종합감시 결과 중 비전타워의 층별 전력정보 화면을 나타내었다. 화면 좌측에는 지하 1~4층, 지상 1~7층, 그리고 옥상과 층 전체, 빌딩 전체 중 한 가지를 선택할 수 있도록 구성하여, 해당 항목을 선택할 경우, 해당 층의 전력 정보 중 전압, 전류, 역률, 유효전력, 그리고 CO₂ 배출량을 나타낼 수 있도록 구성되었다. 화면 우측에는 사용자편의성을 고려하여 각 층에 해당하는 단면도를 표시하였다.

표 2. 주요기능
Table 2. Primary Functions

종합감시	빌딩 / 전력 / 에너지 / 디멘드
보고서	전력보고서, 에너지보고서
정보분석	전력분석, 에너지분석, PQ 분석
정보예측	부하예측
감시 항목	전력, 전압, 역률, 무효전력, 전류
감시층 정보	층별사용량 정보 확인



그림 2. 각 층 전력정보화면
Fig. 2. Floor Power Usage Information

2.2 디바이스 포털 시스템

디바이스 포털 시스템은 모든 전력기기들을 네트워크하여 전력사용에 대한 정보 및 이들의 상태, 운영, 구성 및 관계와 같은 환경정보를 수집하여 수송가 포털에 전달하고 이를 기반으로 하여 전력부가 서비스를 활용할 수 있도록 수송가 포털로부터 대수송가 내의 전력기기에 설정/제어정보를 전달하는 통신/서비스 게이트웨이를 의미한다. 디바이스 포털은 스마트미터를 통해서 수집된 전력정보를 게이트웨이를 통해 관리할 수 있도록 구성되어 있다.

경원대학교 비전타워에 설치된 시스템은 29개의 게이트웨이와 1개의 디바이스 포털시스템으로 이루어져 있다. 게이트웨이는 스마트미터와 Modbus RTU over RS485 프로토콜로 연결되어 전력관련 정보를 수집하여 디바이스 포털에 데이터베이스로 저장한다. 표 3에 설치되어 있는 스마트미터 및 게이트웨이 현황의 일부를 나타내었다. 게이트웨이 번호 (GW No.)는 해당 게이트웨이를 설치한 구역과 번호를 의미하며 총 29

개의 게이트웨이가 설치되어 있다. 소속 SCP(Smart Cabinet Panel)는 스마트미터의 위치와 명칭을 의미하며 SCP ADDR는 각 스마트미터의 주소를 나타낸다. GW NO 1은 D구역 지하 1층에 위치하고 있으며 3개의 스마트미터와 통신하고 있음을 의미한다. 표 4에는 스마트미터의 사양을 나타내었다.

표 3. 스마트미터 및 게이트웨이 설치
Table 3. Smart Meter & Gateway

GW NO	GW위치	소속-SCP	테스트결과	SCP ADDR
1	D구역 지하1층 TPS실	MCP-BID-4	OK	74
		LN-1K/LE-1K	OK	33
		MCP-1K	OK	84
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
28	B구역 3층 TPS실	LN-B2A/LE-B2A	OK	3
		MCP-B2A	OK	10
		MCP-B3A	OK	54
29		MCP-B4A-1	OK	48

표 4. 스마트미터 사양
Table 4. Smart Meter

주요기능	기능상세
PQ 측정기능	역률, 주파수, 불평형, 고조파 등
AMR 기능	가스, 열 사용량 측정
계량기능	전압, 전류, 유효 무효 피상전력 등
DR 기능	요금제 적용, 전력사용량 예측
통신사양	MODBUS over RS485

그림 3은 설치된 장비의 전력사용정보를 볼 수 있도록 구현된 데이터베이스 연계화면으로서, 해당장비의 시간대별 전력사용이력, 장치설치현황, 전류, 전압, 역률 등의 정보를 취득할 수 있도록 설치되었다. 해당시스템을 이용하여 비전타워내의 구역별 사용량의 파악이 가능하게 되어 건물전체의 전력사용량뿐만 아니라 구역별 사용량의 파악이 가능하게 되어 전력수요예측에 상세한 자료로서 활용이 가능하게 하였다.

NO	Table Name	Table Comments	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO	PK_SEQNO
1	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	2	1	2	1	2	1	2	1	2
3	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	3	1	3	1	3	1	3	1	3
4	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	4	1	4	1	4	1	4	1	4
5	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	5	1	5	1	5	1	5	1	5
6	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	6	1	6	1	6	1	6	1	6
7	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	7	1	7	1	7	1	7	1	7
8	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	8	1	8	1	8	1	8	1	8
9	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	9	1	9	1	9	1	9	1	9
10	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	10	1	10	1	10	1	10	1	10
11	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	11	1	11	1	11	1	11	1	11
12	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	12	1	12	1	12	1	12	1	12
13	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	13	1	13	1	13	1	13	1	13
14	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	14	1	14	1	14	1	14	1	14
15	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	15	1	15	1	15	1	15	1	15
16	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	16	1	16	1	16	1	16	1	16
17	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	17	1	17	1	17	1	17	1	17
18	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	18	1	18	1	18	1	18	1	18
19	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	19	1	19	1	19	1	19	1	19
20	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	20	1	20	1	20	1	20	1	20
21	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	21	1	21	1	21	1	21	1	21
22	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	22	1	22	1	22	1	22	1	22
23	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	23	1	23	1	23	1	23	1	23
24	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	24	1	24	1	24	1	24	1	24
25	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	25	1	25	1	25	1	25	1	25
26	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	26	1	26	1	26	1	26	1	26
27	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	27	1	27	1	27	1	27	1	27
28	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	28	1	28	1	28	1	28	1	28
29	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	29	1	29	1	29	1	29	1	29
30	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	30	1	30	1	30	1	30	1	30
31	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	31	1	31	1	31	1	31	1	31
32	TRF_DP_AIR	실내외 공기조화기 전력정보	32	1	32	1	32	1	32	1	32

그림 3. 기기별 전력정보 데이터베이스 연계화면
Fig. 3. Power Usage information of Each Device

2.3 전력사용데이터 및 분석

그림 4는 비전타워 전력계통도의 일부이다. 해당 전력계통도는 저압배선에 해당되는 구간으로 본 논문에서 사용되고 있는 계측 데이터 영역을 보여주고 있다. 그림 5는 비전타워 전력사용량 데이터 계측영역의 한달간 사용량 데이터를 나타낸 그림이다. 계측 날짜는 1일부터 31일까지이며, 전력사용형태는 일주일을 기준으로 반복되는 형태임을 보이고 있다. 토요일과 일요일에 전력사용량이 감소하고 있으며 월요일부터 금요일에 사용량이 증가함을 알 수가 있다. 최대전력 사용일은 14일이며, 당일 사용량은 5,366[kWh] 로 측정되었다.

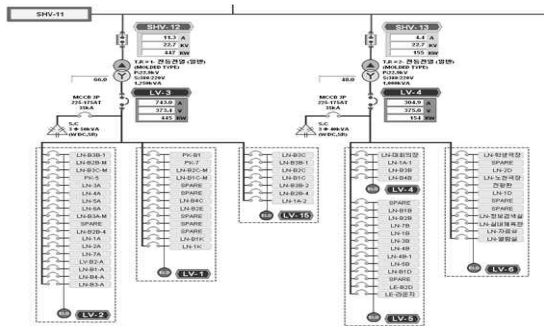


그림 4. 비전타워 계통도
Fig. 4. Electric Wiring Diagram of Vision Tower

그림 6은 비전타워 계측영역의 최대전력사용일의 일간전력 사용패턴을 보여주고 있다. 해당일의 사용

량 총합은 5,366[kWh] 이며, 15시에 330[kWh]로 피크로 측정되었다.

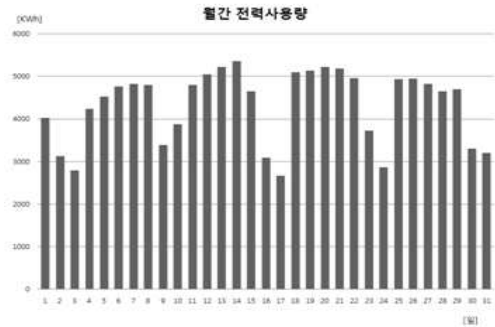


그림 5. 월간전력사용패턴
Fig. 5. Monthly Power Usage Pattern

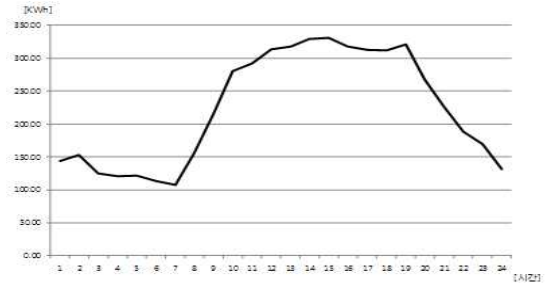


그림 6. 일간전력사용패턴
Fig. 6. Daily Power Usage Pattern

그림 7은 비전타워 A구역의 지하 1층에 위치하고 있는 대강의실, 그림 8은 B구역의 3층에서 계측한 전력사용패턴, 그림 9는 D 구역의 엘리베이터 전력사용패턴을 각각 나타내고 있다. 그림 7의 데이터는 학교의 특성을 반영하여 09시부터 06시까지 강의실이 활용되는 시간에 전력사용량이 집중되어 있고 그 이외에 시간에는 사용을 하고 있지 않음을 나타내고 있다. 그림 8은 비전타워의 B 구역에 3층에 해당하는 전력 사용패턴으로서 그림 7의 강의실 사용패턴과 달리 05시에 전력사용량이 나타나기 시작하며, 09시를 기준으로 하여 전력사용량이 증가함을 알 수가 있다. 또한 야간수업이 진행되는 21시까지 전력을 사용함을 알 수가 있다. 그림 9는 엘리베이터의 사용행태를 파악할 수가 있는 계측값으로서 전력사용량이 다른 구간에 비해 특별히 많은 날은 해당 건물에 행사로 인해 사람

들의 엘리베이터 사용량이 많음을 알 수가 있으며 전반적으로 오후 1시에서 3시 그리고 저녁 8시에서 9시에 사용량이 집중되어 있음을 파악할 수가 있다.

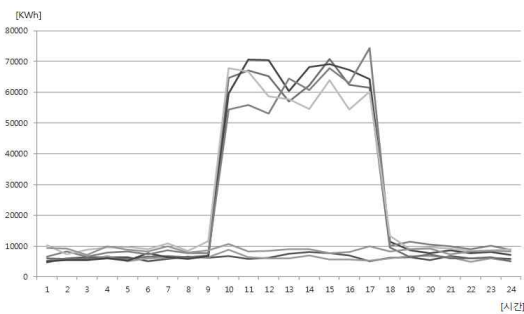


그림 7. A 구역 대강의실 전력사용패턴
Fig. 7. Region A, Auditorium Power Usage Pattern

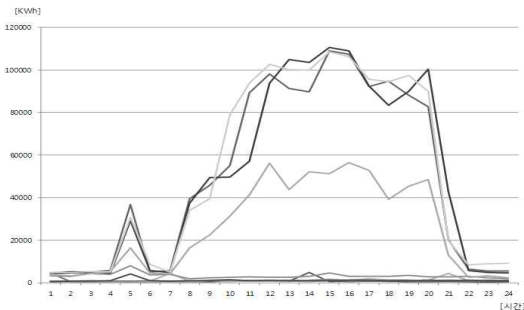


그림 8. B구역 3층 전력사용패턴
Fig. 8. Region B, 3rd fl. Power Usage Pattern

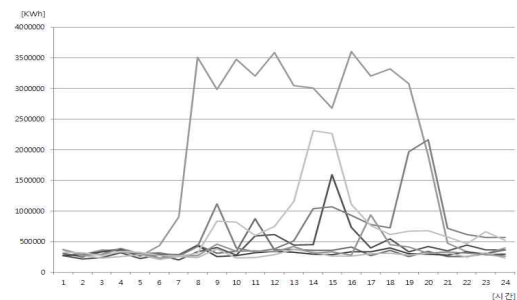


그림 9. D구역 엘리베이터 전력사용패턴
Fig. 9. Region D, Elevator Power Usage Pattern

2.4 해당데이터의 활용

효율적인 수요관리를 위해서는 사용량을 세분화하여 파악해야 하며, 세분화된 데이터를 기준으로 전력

사용계획을 수립하면 피크의 분산이 가능해지므로 피크부하를 저감할 수 있다. 계측데이터는 전력수요규모를 파악하고 향후 전력수요를 예측하는 기초자료로서 활용될 수 있다. 그림 10은 계측영역의 일별사용량 데이터와 부하이전을 통해 기대할 수 있는 전력사용량 곡선을 표현한 그림이다. 해당 계측일의 피크는 오전 10시에 169[kWh]로 측정되었다. 기존에는 피크부하발생시 피크부하를 구성하는 전력사용요소를 파악하기가 어려워서 전체적인 전력사용량을 줄이거나 임의의 특정기기 작동을 중단하는 방법을 사용하였다. 하지만 사용시간별로 기록된 기기별 전력데이터 베이스에 기록된 10시에 데이터 분석을 통해 피크부하 발생시 3층에 해당하는 계측기인 51번에서 39[kWh]가 기록되었으며, 7층에 해당하는 계측기인 69번에서 38.5[kWh]가 측정되어 전체 사용량의 45.8[%]를 사용하고 있는 것으로 표시되었다. 따라서 해당 측정일의 3층과 7층에서의 수업 혹은 이벤트를 분산한다면, 피크감소효과를 기대할 수 있다.

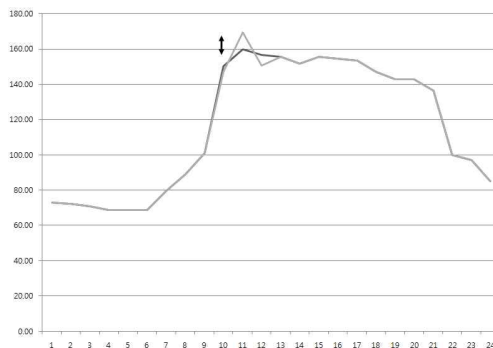


그림 10. 피크부하 절감방안
Fig. 10. Peak Reduction Method

3. 결 론

기후변화 및 산업발달에 따른 전력사용량의 증가로 해마다 전력사용량이 지속적으로 증가하고 있는 상황이다. 하지만 발전자원의 증가는 한계가 있으므로 수요자원의 효율적인 관리를 통해 전력을 운영하여야 할 것이다.

본 연구는 경원대학교 비전타워에 설치된 “고부가

전력서비스용 통합자원 관리시스템”을 통해 계측된 전력사용량데이터 활용방법을 제시하였다. 시스템을 통해서 계측된 실데이터를 기반으로 해당건물의 월간 사용량과 일간사용량을 나타내었고 설치되어 있는 스마트미터의 개별적인 측정값으로서 일간사용량의 피크부하의 구성요소를 파악할 수 있음을 보였다. 기존에 설치되어 있는 전력사용량의 측정으로 건물의 구역별, 시간별 사용량을 파악할 수 없기 때문에 본 연구에서 제시된 각 구역에 설치된 스마트미터의 시간별 사용량을 기준으로 한 전력수요계획을 수립할 경우보다 효율적인 건물의 전력운영이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원('09 첨단도시A01)에 의해 수행되었습니다.

◇ 저자소개 ◇



최중인 (崔重仁)

1956년 10월 7일생. 1979년 서울대학교 공과대학 원자핵공학과 졸업. 1987년 미국 MIT 졸업. 1993년~현재 경원대학교 에너지IT학과 정교수.

References

- [1] 홍준희 외, psXML:서비스 중심적 개방형 아키텍처를 가지는 수용가 포털을 위한 XML 기반의 표준화. 한국조명전기설비학회 논문지, 제21권 제10호, pp108-117, 2007.12.
- [2] 양일권 외, 대수용가 포털 시스템 아키텍처 설계 및 프로토타입 구현, 대한전기학회논문지 제57권 제11호 pp1897-2146, 2008.11.
- [3] 빌딩 및 일반 대수용가용 통합자원관리시스템 개발 최종 보고서, 지식경제부, 2010.10.
- [4] 고부가 전력서비스용 수용가포털 통합관리시스템 개발 최종보고서, 지식경제부, 2010.10.
- [5] 김대복 외, 빌딩 및 일반 대수용가용 자원관리 시스템 개발, 대한전기학회 추계학술대회 논문집, 2010.11.