

웹 기술을 이용한 전력 에너지 사용량 분석 프로그램 개발

김태권, 김태호, 한진희, 김병섭, 신용학
LG 산전

Development of Power Energy Usage Analysis Program using Web Technology

Tae-Kwon Kim, Tae-Ho Kim, Jin-Hee Han, Byung-Seop Kim, Yong-Hak Shin
LG Industrial Systems

Abstract - 매년 에너지 사용이 급증하고 있는 우리나라 현실을 고려하여 본다면 에너지 비용 상승에 대한 수용가의 능동적 대책이 절실히 요구된다. 단순한 에너지 감시 차원을 넘어서 수용가의 에너지 사용 계획 수립에 도움이 될 수 있는 전력 에너지 분석 정보가 요구된다고 할 수 있다. 본 논문에서는 당사에서 개발 중인 전력 에너지 사용량 분석 프로그램의 주요기능과 시스템 구성에 대하여 소개하고자 한다.

1. 서 론

국외에서는 GE Industrial, Silicon Energy, PWRM, RETX, Rockwell Automation 등의 국제적인 대기업들이 수요관리 시스템 및 솔루션 분야를 선도하고 있다. 각 기업들은 수용가의 부하 정보를 Web기반 시스템으로 제공하고 있으며, Internet을 통하여 현장 기기와의 데이터 통신을 수행하고 있다. 경쟁적 시장의 도입에 따라 SO/MO와 수용가를 연결하여 양방향 통신이 가능한 시스템이 구축되어 있으며 다양한 ESP들이 수용가에게 전력정보 서비스를 제공하고 있다. ESP(Energy Service Provider)의 주요 서비스로는 전력정보데이터관리 및 분석서비스, 에너지사용 전략 및 계획수립 서비스, 전기요금 청구/정산 및 검토 서비스, 계약 및 법률서비스, 리스크관리 서비스 등이 있다[1][2][3][4]. 현재 우리나라에서도 수용가 부하관리와 관련하여 다양한 부하감시 시스템(에너지 사용 감시 시스템, 전력품질 감시 시스템, 설비진단 시스템 등)이 개발 및 운영 중에 있다. 하지만 Demand Controller가 최대수요를 제어하는 것과 정부차원에서 부하관리 프로그램을 운영하는 것을 제외하고는 대부분의 시스템들이 수용가의 전기요금 절감과 관련된 기능은 수행하고 있지 않은 실정이다.

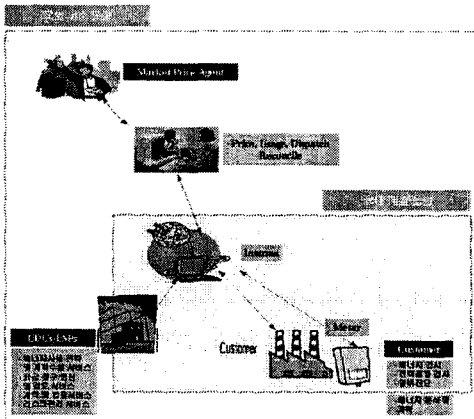


그림 1 국내의 부하관리 기술 동향

2. 본 론

2.1 시스템 개요 및 구성

본 시스템은 웹기반 전력 에너지 사용량 분석 시스템으로서 수용가의 에너지 사용 패턴을 감시 및 분석하여 에너지 사용 계획에 도움이 될 수 있는 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다. 시스템은 크게 수용가측 시스템과 전력정보센터시스템으로 구성되어 있다. 수용가측 시스템은 현재 직접부하제어 사업에 사용되고 있는 LCU와 EMD를 중심으로 구성되어 있고, 전력정보센터 시스템은 다수의 수용가 정보를 감시, 저장, 분석할 수 있도록 고성능 대용량 서버로 구성되어 있다. 전력정보센터 시스템의 주요 구성은 Database 전용 서버, WAS(Web Application Server), Web Server, DNS(Domain Name System) Server, 침입탐지 시스템(IDS), 방화벽(firewall), 전력 에너지 사용량 분석 프로그램으로 이루어져 있다.

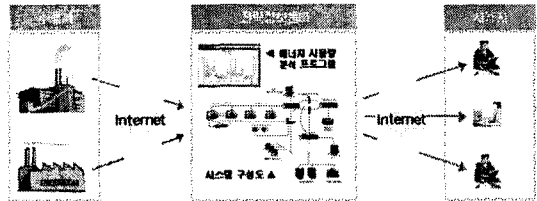


그림 2 웹기반 전력 에너지 사용량 분석 시스템 구성도

2.2 전력 에너지 사용량 분석 프로그램의 주요기능

당사의 전력 에너지 사용량 분석 프로그램은 웹기반 프로그램으로서 Java, JSP, JavaScript, Struts를 이용하여 개발하였으며, 주요기능은 크게 모니터링 기능과 분석기능으로 나누어 볼 수 있다.

구분	주요 기능
에너지/요금 모니터링	수용가 전체 및 부하별 수요전력 감시
	수용가 전체 및 부하별 전력사용요금 감시
에너지/요금 분석	기간별/부하별 에너지 및 요금 분석
	급변부하분석
시나리오분석	부하이전 시나리오 분석
	휴가보수 시나리오 분석
	자율절전 시나리오 분석
	비상절전 시나리오 분석
	직접부하제어 시나리오 분석

표 1 전력 에너지 사용량 분석 프로그램 주요 기능

본 논문에서는 에너지 사용량 분석 프로그램의 기능 중 시나리오 분석기능을 중심으로 기술하였으며, 보다 쉬운 설명을 위하여 전기요금이 산업용(을)/선택1/고압B인 대상 수용가에 적용된 사례를 통하여 기술하였다.

2.2.1 부하이전 시나리오

부하이전 시나리오 분석은 수용가의 기본요금 및 전력 사용량요금 절감을 목적으로 하고 있다. 기본요금은 기본요금 계산에 중요 요소인 요금적용전력을 감소시킴으로서 요금 절감 효과를 기대할 수 있으며, 전력사용량요금은 전력사용시간대를 전기요금이 비싼 시간대에서 전기요금이 싼 시간대로 이전함으로써 요금 절감 효과를 기대할 수 있다.

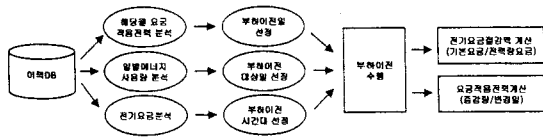


그림 3 부하이전 시나리오 순서도

대상 수용가는 산업용(을)/선택1/고압B인 수용가로서 전력량요금단가는 해당월별/시간대별로 차등 적용된다. 본 사례연구는 부하이전일(전력사용감소일)로 9월 요금적용전력이 발생한 8월 31일을 선정하였으며 부하이전 대상일(전력사용증가일)로 전력사용량이 적은 9월 5일을 선정하여 수행하였다. 8월 31일 과 9월 5일은 양일 모두 심야시간/주간시간/저녁시간의 3종류의 전기요금을 적용 받고 있으므로 부하이전일의 주간시간대의 사용전력을 부하이전대상일의 심야시간대로 이전하는 것으로 시나리오를 수행하였다.

구분	1년 사용전력(kWh)	시점	구분	1년 사용전력(kWh)	시점
총합	14,952	2004-09-31 10:00	11	14,481	2004-09-29 10:00
2	14,717	2004-09-31 10:15	12	14,481	2004-09-28 10:00
3	14,849	2004-09-30 10:30	13	14,481	2004-09-25 10:15
4	14,816	2004-09-29 10:00	14	14,481	2004-09-29 09:30
5	14,816	2004-09-25 12:45	15	14,481	2004-09-23 13:15
6	14,582	2004-09-18 10:15	16	14,414	2004-09-20 13:15
7	14,582	2004-09-18 09:45	17	14,414	2004-09-25 10:15
8	14,592	2004-09-19 00:45	18	14,414	2004-09-01 10:00
9	14,549	2004-09-19 10:00	19	14,414	2004-09-20 13:30
10	14,915	2004-09-28 10:15	20	14,361	2004-09-19 11:00

그림 4 해당월 요금적용전력 분석 화면

부하이전 시간 : 2004년 08월 31일 09시부터 11시까지 => 2004년 09월 05일 06시부터 08시까지				부하이전 전력 : 2000 [kW]			
부하이전 전액 (kW/월)	1,528.8	기본요금 (kW/월)	14,640	부하이전 전액 (kW/월)	1,528.8	기본요금 (kW/월)	14,640
부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8	부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8
부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8	부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8
부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8	부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8
부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8	부하이전 대상일 (8월 31일)	1,528.8	부하이전 대상일 (9월 5일)	1,528.8

그림 5 부하이전 시나리오 수행 결과 화면

그림5는 8월 31일 9시부터 11시까지 2시간 동안 시간당 2000[kW]를 소비하는 부하를 9월 5일 6시부터 8시로 부하이전을 수행한 결과를 보여주고 있다. 부하이전 수행결과 요금적용전력이 8월 31일 10시 14,885[kW]에서 235[kW] 적어진 8월 20일 10시 30분 14,649[kW]로 변

경되었다. 따라서 기본요금이 931,364[원] 절감되었으며, 전력사용 시간대 변경으로 인한 전력사용량 요금 또한 207,600[원] 절감되어 총 1,138,964[원]의 전기요금이 절감되었다.

2.2.2 휴가보수 시나리오

휴가보수 시나리오는 한전에서 시행하고 있는 휴가·보수기간 조정 지원제도에 참여할 경우 어느 정도의 경제적 이익을 얻을 수 있는가에 대한 분석정보를 제공한다. 휴가·보수기간 조정 지원제도는 여름철 전력수요의 피크기간 중 약정고객이 일시휴가 또는 설비보수를 실시하여 최대수요전력을 조정하는 경우 지원금을 지급하는 제도로서 시행기간 중 연속 3일 이상 주간시간대(08시~18시)에 최대수요전력을 50[%]이상 줄이거나 또는 50[%]미만일 경우에도 줄이는 전력이 3000[kW]이상인 경우에 지원금을 지급하는 제도이다. 휴가·보수기간 조정 지원금은 해당월 최대수요전력과 계약최대수요전력의 차이가 클수록 높게 계산되므로 휴가보수 조정기간 선정시 최대수요전력이 낮은 기간을 선정하는 것이 수용가에게 보다 유리하게 된다.



그림 6 휴가보수 시나리오 순서도

구분	1년 사용전력(kWh)	시점	구분	1년 사용전력(kWh)	시점
총합	14,952	2004-09-31 10:00	11	14,481	2004-09-29 10:00
2	14,717	2004-09-31 10:15	12	14,481	2004-09-28 10:00
3	14,849	2004-09-30 10:30	13	14,481	2004-09-25 10:15
4	14,816	2004-09-29 10:00	14	14,481	2004-09-29 09:30
5	14,816	2004-09-25 12:45	15	14,481	2004-09-23 13:15
6	14,582	2004-09-18 10:15	16	14,414	2004-09-20 13:15
7	14,582	2004-09-18 09:45	17	14,414	2004-09-25 10:15
8	14,592	2004-09-19 00:45	18	14,414	2004-09-01 10:00
9	14,549	2004-09-19 10:00	19	14,414	2004-09-20 13:30
10	14,915	2004-09-28 10:15	20	14,361	2004-09-19 11:00

그림 7 해당월 최대수요전력 분석 화면

본 사례연구는 부하조정기간 선정시 5일이상시행할 경우 지급되는 추가지원금을 고려하여 8월 23일부터 8월 27일까지 5일간 선정하여 휴가보수 시나리오를 수행하였다. 5일간 계약최대수요전력을 7000[kW]로 유지하였을 때 기대되는 대상수용가의 총 지원금은 추가지원금 2,562,470[원]을 포함하여 총 28,187,170[원]으로 산정되었다.

번호	부하조정기간	계약최대수요전력(kW)
2004년 08월 23일	08월 23일 ~ 08월 27일	7,000
휴가/보수 요청 지원제도 참여 실적	기간	지원금(원)
1	5 일	2,562,470
추가지원금	월 이상 (원) 추가지원	2,562,470
지원금합계		28,187,170

그림 8 휴가보수 시나리오 수행 결과 화면

2.2.3 자율절전 시나리오

자율절전 시나리오는 한전에서 시행하고 있는 자율절전 지원제도에 참여할 경우 어느 정도의 경제적 이익을 얻을 수 있는가에 대한 분석정보를 제공한다. 자율절전 지원제도는 여름철 전력수요의 피크기간 중 14시~16시 사이에 약정고객이 소정의 전력사용을 줄이는 경우 지원금을 지급

하는 제도로서 부하조정 당일 14시~16시 사이에 30분 이상 평균전력을 10시~12시의 평균전력보다 20[%] 이상 줄이거나 또는 20[%] 미만일 경우에도 줄이는 전력이 3000[kW] 이상인 경우에 지원금을 지급하는 제도이다. 자율절전 지원제도의 지원금은 10시~12시의 평균전력과 14시~16시 사이의 평균전력의 차이가 클수록 높게 계산되므로 부하조정기간 선정시 10시~12시와 14시~16시의 평균전력의 차이가 큰 날짜를 선정하는 것이 수용가에게 보다 유리하게 된다.

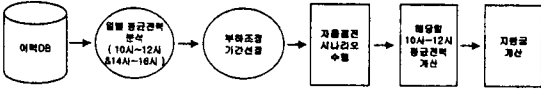


그림 9 자율절전 시나리오 순서도

본 사례연구는 부하조정기간을 8월 31일과 8월 20일로 선정하였으며, 각각의 부하조정률은 30[%], 25[%]로 선정하여 자율절전 시나리오를 수행하였다. 수행결과 기대되는 대상 수용가의 총지원금은 2,401,291[원]으로 산정되었다.

번호	부하조정기간	부하조정률[%]
1	2004년 08월 31일 10시 00분 부터 14시 00분 까지 2004년 08월 20일 14시 00분 부터 16시 00분 까지	30
2	2004년 08월 31일 10시 00분 부터 14시 00분 까지 2004년 08월 20일 14시 00분 부터 16시 00분 까지	25

자율절전 지원제도 상세 결과					
번호	날짜	10시~12시 사이의 평균전력(kW)	부하조정기간별 평균전력(kW)	조정률[%]	지원금(원)
1	2004년 08월 31일	11,936	7,956	33	302,170
2	2004년 08월 20일	13,001	10,251	25	1,045,100
지원금합계					1,407,270

*세부계산내역
 *지원금(1원) : (당일 10시~12시 사이의 평균전력(kW) - 부하조정기간별 평균전력(kW)) * 조정률[%] * 지원단가(원/kWh)
 → (11,936 - 7,956) * 33 * 146 = 302,170(원)
 *지원금(2원) : (당일 10시~12시 사이의 평균전력(kW) - 부하조정기간별 평균전력(kW)) * 조정률[%] * 지원단가(원/kWh)
 → (13,001 - 10,251) * 25 * 1,463 = 1,045,100(원)
 *지원금 합계(원) : 지원금(1원) + 지원금(2원) = 2,401,270(원)

그림 10 자율절전 시나리오 수행 결과 화면

2.2.4 비상절전 시나리오

비상절전 시나리오는 한전에서 시행하고 있는 비상절전 지원제도에 참여할 경우 어느 정도의 경제적 이익을 얻을 수 있는가에 대한 분석정보를 제공한다. 비상절전 지원제도란 전력수급 비상시 한전의 요청에 응하여 약정 고객이 소정의 전력사용을 줄이는 경우 지원금을 지급하는 제도로서 비상절전시간 중에 30분 이상 평균전력을 기준평균전력보다 20[%] 이상 줄이거나 또는 줄이는 전력이 1000[kW] 이상인 경우에 지원금을 지급하는 제도이다. 비상절전 지원제도는 수급비상시 한전의 요청에 의해 시행되므로 상기에 기술된 휴가·보수기간 조정 지원제도와 자율절전 지원제도와는 다르게 수용가가 부하조정기간을 선정하여 수행할 수 없는 지원제도로써 시나리오 분석 수행시 비상절전기간은 임의로 선정하여 수행하여야만 한다.

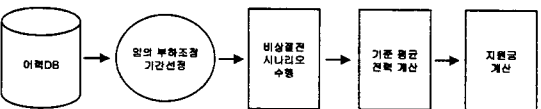


그림 11 비상절전 시나리오 순서도

본 사례연구는 비상절전시간을 8월 23일 12시부터 14시까지로 선정하여 수행하였다. 절전률 25[%]로 선정하여 비상절전 시나리오 수행결과 기대되는 대상수용가의 총 지원금은 1,753,140[원]으로 산정되었다.

비상절전 시간				절전률[%]	지원금(원)
2004년 08월 23일 12시 00분 부터 14시 00분 까지				25	4

비상절전 지원제도 상세 결과			
기본평균전력(kW)	절전률[%]	절전량(kWh)	지원금(원)
4,400	4.00	270	1,753,140

*세부계산내역
 *지원금(1원) : (기본평균전력(kW) * 절전률[%]) * 지원단가(원/kWh) * 지원단가(원/kWh)
 → (4,400 * 4.00) * 25 * 1,753,140(원)

그림 12 비상절전 시나리오 수행 결과 화면

2.2.5 직접부하제어 시나리오

직접부하제어 시나리오는 한전/에관공에서 시행하고 있는 직접부하제어 지원제도에 참여할 경우 어느 정도의 경제적 이익을 얻을 수 있는가에 대한 분석정보를 제공한다. 직접부하제어 지원제도란 전력수급 비상시 한전/에관공이 고객의 약정부하를 직접제어하고 지원금을 지급하는 제도로서 제어방식에 따라 자동 및 수동제어, 제어 시행 통보 시간에 따라 전일예고제어, 당일예고제어, 긴급제어로 구분되어 있다. 직접부하제어 지원제도는 수급비상시 한전의 통보에 의해 시행되므로 상기에 기술된 비상절전 지원제도와 같이 수용가가 부하조정기간을 선정하여 수행할 수 없는 지원제도로써 시나리오 분석 수행시 제어기간은 임의로 선정하여 수행하여야만 한다.



그림 13 직접부하제어 시나리오 순서도

본 사례연구는 제어시간을 8월 23일 12시부터 16시까지로 선정하여 수행하였다. 제어종류는 전일예고제어, 계약제어전력은 1,500[kW], 계약이행률은 100[%] 이상으로 선정하여 직접부하제어 시나리오 수행결과 기대되는 대상수용가의 총 지원금은 4,800,000[원]으로 산정되었다.

제어시간				제어종류	계약제어전력(kW)	계약이행률[%]
2004년 08월 23일 12시 00분 부터 16시 00분 까지				전일예고제어	1500	100[%] 이상

직접부하 제어제도 상세 결과				
기본지원금(kWh)	제어지원금(kWh)	기본지원금(원)	제어지원금(원)	지원금합계(원)
600	600	1,200,000	3,600,000	4,800,000

*세부계산내역
 *기본지원금(원) : 계약제어전력(kW) * 기본지원단가(원/kWh) * (1500 * 1500) * 1.000(원)
 *제어지원금(원) : 계약제어전력(kW) * 제어지원단가(원/kWh) * (1500 * 600) * 1.000(원) * 2(원)
 *지원금합계(원) : 기본지원금(원) + 제어지원금(원) = 4,800,000(원)

그림 14 직접부하제어 시나리오 수행 결과 화면

3. 결론

본 논문에서는 국내의 전력기술 동향, 당사의 전력 사용량 에너지 분석 프로그램의 주요기능 및 시스템 구성을 중심으로 기술하였다. 본 시스템에서 제공하는 에너지/요금 감시, 에너지/요금 분석 기능을 이용하여 수용가들은 자신들에 적합한 전기요금 절감 방안을 수립하는데 필요한 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 향후 부하예측 알고리즘을 이용한 향상된 시나리오 분석 연구 및 전력거래에 대한 연구가 계속 진행될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] URL : <http://www.pwrn.com>
- [2] URL : <http://www.retx.com>
- [3] URL : <http://www.geindustrial.com>
- [4] URL : <http://www.ab.com>