

# 그린ICT 융합 S/W 사례: 에너지통합최적 운영시스템 개발

유성민  
KT 융합기술원

## 요약

에너지에 대한 수요가 급증하게 되면서 에너지부족문제에 대한 크게 대두되기 시작하였다. 특히 에너지 사용급증은 에너지 부족문제 초래뿐만 아니라 화석사용연료 사용 급증으로 인한 이산화탄소 배출증가 및 에너지 비용증가가 국가적 이슈로 자리잡기 시작하였다. 따라서 이러한 문제를 해결하고자 여러 기관들에서는 에너지관리시스템 개발에 착수하기 시작하였다. 그러나 이러한 시스템은 별도의 관리자 및 운영비용이 들기 때문에 에너지 절감이익에 비하여 비용에 대한 혜택이 없는 중소형 건물 적용에 어려움이 있었다. 따라서 이러한 한계점을 극복하고자 KT 융합기술원에서는 에너지통합운영시스템이 개발하였으며, 중소형 건물에도 적용이 가능하다는 장점이 있다. 본 고에서는 다수의 건물 관리가 가능한 건물통합에너지관리 최적운영시스템 개발에 관하여 다루어 보고자 한다.

## I. 서론

에너지 증가에 대한 문제는 이미 전 세계적인 이슈로 자리잡은 지 오래다. 특히 비 OECD 국가들의 인구증가와 경제속도로 인하여 에너지 수요가 급증하게 되었다. 관련 국가들은 이를 해결하고자 여러 발전 시설들을 증축하고 신규로 공사하고 있지만 급증하는 수요를 따라 잡기 어려울 것으로 예측된다. 특히 중국의 GDP 성장보다 빠른 에너지 증가는 중국의 전력부족 야기뿐만 아니라 안정적인 전력공급에도 큰 위협을 가할 것으로 예상된다[1]-[4].

따라서 중국은 전력 공급량의 증가뿐만 아니라 급증하는 전력 수요문제를 해결하기 위하여 전력 효율화를 통한 전력 수요 감축을 목표로 하고 있다. 이러한 노력은 중국에서만 아니라 전 세계적인 추세로 진행되고 있는 실정이다. 중국과 미국과 같은 경우 전력의 송배전만 효율화를 목표로 하고 있으며, 세계적으로 이러한 추세를 따르고 있다. 그러나 국내의 경우 전

력 송배전망의 효율성은 세계 1위로서 전력 송배전망의 효율향상을 통하여 전력수요 감축이 어려울 것으로 보인다[5]. 따라서 국내의 경우 전력 송배전 수요감축이 아닌 건물 및 공장에서 사용되는 에너지의 낭비를 줄이기 위하여 에너지운영시스템과 같은 기술개발에 초점을 두고 있다[5]. 따라서 국내 여러 기관들은 건물에너지관리시스템, 건물자동화시스템, 설비자동화시스템 개발을 통한 에너지운영 최적화 기술개발에 초점을 두고 있다. 그러나 비록 건물에너지 시스템 고도화 및 개발은 건물들의 에너지 운영을 더욱 효율화 시켜준 측면이 있으나, 이러한 시스템들은 대규모 건물들에만 적용이 가능하다는 한계점이 있다. 다시 말하여 에너지운영관리자 및 시스템 운영비보다 에너지 절감이익이 큰 중대형 건물에 적용에 경제적으로 적합하며 동기가 일어난다. 그러나 중소형 건물에는 에너지 절감이익보다 운영비용이 크기 때문에 적용에 어려움이 있다. 뿐만 아니라 건물에너지 시스템 기술도입에 따른 추가 투자비용이 발생하게 된다. 즉 고정비용이 발생할 수 밖에 없으며 건물에너지운영시스템의 수명은 10년 정도 안팎이므로 10년 안으로 고정 비용 회수가 가능하여야 한다는 한계점이 있다[6][7]. 즉 아래와 같은 식의 이상 조건을 갖추어야지 건물에너지운영시스템 적용이 가능하다.

$$F(x)/10 + V(x) \leq E(x) \quad (1)$$

$F(x)$  = 건물의 에너지운영시스템 구축비용

$V(x)$  = 건물의 에너지운영을 위한 운영비용

$E(x)$  = 에너지 운영을 통한 에너지 절감이익

따라서 앞서 언급하였듯이 에너지최적 운영시스템은 대형 건물에만 적용이 가능하며 대형건물에 적용이 어려운 점이 있다. 실례로 한 중소형 공공건물의 연평균 에너지 사용량은 6,000만 원 정도이다. 그리고 에너지운영시스템 적용하여 10% 절감한다고 가정 하였을 시 600만원 정도 이익을 얻을 수 있다. 그러나 이러한 금액은 한달 운영비의 300만원에 못 미치는 수치로 어려운 점이 있다. 그러므로 이러한 한계점을 극복하기 위하여

KT 융합기술원에서는 건물에너지통합운영시스템 개발을 진행하게 되었다. 본 고에서는 중소형 건물에도 적용이 가능한 에너지통합 운영시스템에 관하여 다루어 보고자 한다. 본 고의 구성은 다음과 같다. 본문에서는 에너지 통합운영시스템의 기능과 구성에 관하여 다루어보도록 하겠다. 그런 다음 원격에너지운영시스템의 기대효과 및 사례에 관하여 소개하겠다.

## II. 건물에너지통합운영시스템

KT는 K-MEG (Korea Micro Energy Grid) 사업과제주실증사업을 통하여 해외사이트를 포함한 여러 지역에 에너지 운영센터들을 구축하였다. 에너지운영센터란, 각 건물 별 에너지 사용정보들을 수집하여 동시에 여러 건물들의 에너지 사용현황 모니터링뿐만 아니라 제어 할 수 있는 운영센터를 의미한다. KT 융합기술원은 이러한 실증사이트를 통하여 핀란드 VTT, 제주원격에너지운영센터, 세종시, 구로디지털단지, 코엑스, 북미 등 국내뿐만 아니라 해외 여러 실증사이트들과 연동하여 원격통합관리를 하고 있다.

이러한 에너지운영센터들은 최종 KT 마포지사에 구축된 KT 에너지통합운영센터로 통합된다. KT 에너지통합운영센터에서는 이러한 데이터들을 통합적으로 분석하여 각 실증사이트 별 혹은 건물 별로 에너지사용량을 분석하여 에너지 절감을 위한 최적운영시스템의 정확성을 높여줄 수 있다. 소개와 같이 에너지통합운영센터 통합운영이 가능한 것은 에너지통합 운영시스템의 개발 및 적용이 있었기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 이러한 본문에서는 에너지통합운영시스템에 관하여 다루어보도록 하겠다.



그림 1. KT 마포 에너지통합운영센터

## 1. 에너지운영시스템 구성요소

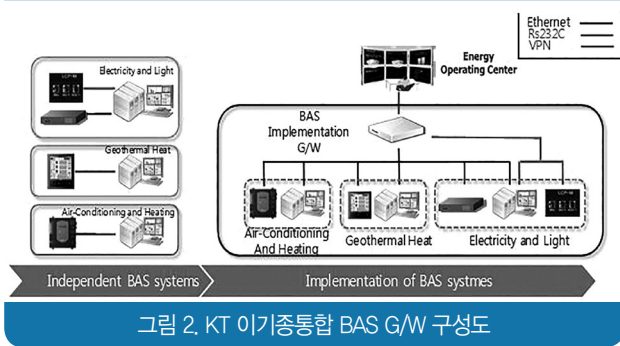
### 1.1 스마트미터기

스마트미터기 (혹은 디지털미터기)는 분전반 및 배전반에 설치되어 에너지 사용량을 측정하는 기기이다[8]. 참고로 스마트미터기와 디지털미터기의 차이는 에너지 사용량을 에너지 요금으로 환산하여 주느냐 않느냐 이다. 스마트미터기의 경우 에너지사용량을 바탕으로 에너지사용요금으로 환산하여 주지만 디지털미터기는 단순히 에너지 사용량만 측정하여 준다. 과거에 스마트미터기는 단순히 에너지 사용량을 실시간으로 측정하여 스마트디스플레이에 에너지 사용량을 실시간으로 표출하는 기능만 가지고 있었다. 그러나 현재의 경우 실시간 에너지사용량 정보표출뿐만 아니라 과거 데이터 분석 및 통계분석까지 다양한 서비스를 제공하는 역할까지 담당 하고 있다[9][10].

이처럼 건물에너지통합운영시스템에서 스마트미터기의 역할은 각 층별 혹은 실별로 에너지사용량을 측정하여 정보를 제공하는 역할을 한다.

### 1.2 이기종통합 BAS G/W

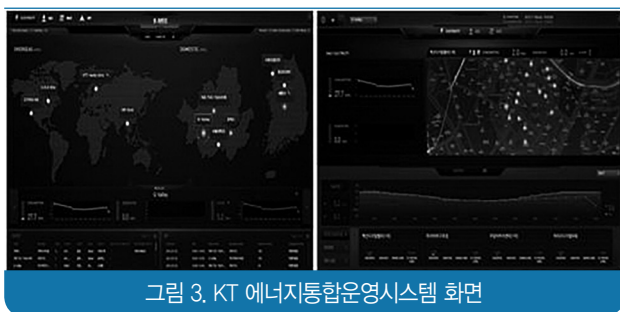
디지털미터기로 부터 오는 정보 그리고 기존건물에 설치된 건물관리시스템들을 통합하는 기능을 가진 이기종통합 BAS G/W 시스템을 개발하였다. 이러한 시스템이 개발 된 계기는, 여러 중소형 건물 실증사이트 연구를 진행 하던 도중 에너지 절감을 위한 에너지운영시스템 구축이 된 건물들은 많이 찾아 볼 수 있었다. 그러나 한 가지 문제점은 운영시스템의 복잡성 그리고 설비별로 각기 분리되어 구축된 시스템들이 혼잡 되어 있었다. 이러한 운영시스템의 경우 담당자가 별도로 지정되어 운영되어야 했지만 운영담당자도 없었을 뿐만 아니라 시스템의 복잡성으로 이를 운영할 수 있는 인력도 없었다. 특히 설비별로 시스템이 구축되어 있었기 때문에 운영하여야 할 시스템이 많은 한계점을 가지고 있었다. 따라서 혼잡한 운영시스템을 하나로 통합시키기 위하여 이기종통합 BAS G/W 시스템을 개발하였다. 이러한 기기의 역할은 건물내의 미터기에서 측정된 정보 그리고 기존에 설치된 건물관리시스템들을 통합하여 주는 역할을 담당한다. 특히 여기서 건물관리시스템들의 경우 각기 사용하는 프로토콜이 다르기 때문에 모든 프로토콜을 하나로 묶어주는 역할을 하여 데이터 보안강화 및 VPN을 구축할 때 많은 도모에 기여를 하였다. 이를 통하여 운영시스템의 단순화 시킬 수 있으며 복잡성을 줄일 수 있는 장점이 있다[11]. 실제로 여러 실증사이트에 이러한 기술을 적용하여 건물관리시스템 개발 운영을 위한 개별 PC 및 운영시스템 가동을 줄임으로서 시스템 간소화뿐만 아니라 기기가동률을 줄여 에너지 절감에 어느정도 기여하였다.



### 1.3 GUI (Graphic User Interface)

단일 건물 내에 설치된 여러 에너지운영시스템들의 통합관리 그리고 여러 건물로부터 오는 에너지 정보들의 통합관리 기술은 매우 중요하다 할 수 있다. 그러나 이러한 운영기술 외에도 여러 다른 시스템들을 통합하였더라도 사용자에게 전달된 인터페이스가 간편하지 못하면 사용자가 이를 관리하기란 쉽지 않을 것이다. 따라서 사용자가 여러 시스템들을 한번에 운영하기 쉽도록 하기 위하여 친환경 GUI 기술을 개발하여 이를 에너지통합운영관리시스템에 적용하였다. 참고로 GUI란 사용자가 정보를 조작화 하기 위하여 가시화된 인터페이스를 뜻한다. 다시 말하여 GUI는 정보를 교환할 때에 텍스트 형식이 아닌 그래픽의 형태를 통해 정보를 주고 받기 때문에 정보의 이해를 더 쉽게 하여준다는 장점이 있다[12]-[15]. 건물에너지통합운영시스템 운영의 간편성을 GUI를 개발 적용을 통하여 간편하게 한 측면도 있지만 GUI 기술을 적용할 때 통합에너지관리에 맞게끔 설계한 측면도 있다.

그림 3~5 에서 알 수 있듯이 건물에너지와 관련된 정보들을 한 눈에 볼 수 있게 아래 부분에 현황을 표시하였으며, 이상이 있을 시 알람 기능을 추가하였다. 뿐만 아니라 시스템 인터페이스의 부분에서 건물마다 차이점이 크기 때문에 실증사이트 별로 분리하여 건물 에너지 사용량을 상세히 모니터링 할 수 있게 별도의 링크 기능을 추가하였다. 또한 실증사이트 내에서는 건물에너지 사용량에 따라서 색깔을 다르게 함으로써 사용자가 에너지 운영현황을 한눈에 파악 할 수 있도록 하였다. 또한 운영시스템의 경우 설비별로 다르기 때문에 다르게 표출 할 필요



가 있다. 따라서 설비별로 제어 및 모니터링을 할 수 있게 상세 구분 하였다.

또한 사용자가 에너지 운영현황을 쉽게 파악하게 하기 위하여 에너지분석 시스템을 설비별, 환경, 온도 및 다차원적으로 비교 분석할 수 있게 개발 하였다. 이를 다차원에너지분석시스템이라 하는데 다음 장에 다루도록 하겠다.

### 1.4 OLAP 기반 다차원에너지분석시스템

OLAP (On-Line Analytical Process) 기반 다차원에너지분석시스템은 (ARMS), 분석기법인 OLAP을 활용하여 에너지사용량을 다차원적으로 분석하여 소비자에게 알려주는 시스템이다. 이러한 분석시스템은 kt 융합기술원에서 개발된 시스템으로서 이미 여러 실증사이트들에 적용되어 활용되고 있다.

다차원에너지분석시스템에 적용된 OLAP은 최종사용자가 다차원정보에 직접 접근하여 정보를 분석하고 의사 결정에 활용하는 데에 도움을 주는 분석프로그램이다[15][16][17]. 이러한 분석프로그램은 데이터 모델에 있어서 데이터 큐브는 차원과 측정치라는 두 요소만을 사용하여 데이터의 다양한 특성을 나타낼 수 있어서 다차원정보가 필요 하는 시스템에 매우 유용하다[18]. OLAP 분석시스템은 데이터베이스 및 데이터 웨어하우스 시스템에서 사용자의 의사결정에 도움을 주는 시스템이라는 점에 공통점을 가지고 있다[19][20]. 하지만 데이터웨어하우스 및 데이터베이스는 사용자가 올바른 의사결정을 할 수 있도록 정보기반의 구축이었던 반면에 OLAP의 경우 정보의 활용측면에 초점을 맞추었다는 점에서 차이점이 있다[21]. 따라서 데이

터베이스 및 데이터웨어하우스는 정보의 일관성, 정확성 및 가용성등에 중점을 두었으며 OLAP은 분석적 모델링 및 데이터분석에 중점을 가졌다고 할 수 있다[21]. 현재의 경우 급속도로 데이터가 방대해짐과 동시에 컴퓨터 연산능력이 발달됨에 따라서 데이터웨어하우스 보다는 OLAP 시스템이 많이 활용되고 있다 [22]. 또는 이러한 두 시스템의 특성을 살려서 OLAP 및 데이터웨어하우스를 동시에 쓰는 경향에 있다(그림 6).

컴퓨터의 연산속도 발전뿐만 아니라 OLAP의 특성은 사용자에게 보다 더 직관적이고 보다 더 정확하게 데이터를 이해하게 만들었다[23]. 이러한 특성으로 인하여 에너지시스템을 단순히 데이터웨어하우스에 저장하는 것이 아닌 건물사용자들이 에너지 관리 및 사용에 보다 효율적으로 사용할 수 있게 OLAP 기술을 적용하게 되었다.

OLAP 기술이 적용된 다차원에너지분석시스템은 환경, 습도 및 온도와 같은 건물외부환경에 대한 데이터와 에너지사용량, 조도 및 설비현황과 같은 건물내부 환경들을 비교 분석 및 과거 데이터 분석을 통한 다양한 예측시뮬레이션을 하여 관리자가 에너지 절감을 할 수 있게 도움을 준다(그림 7). OLAP 분석시스템의 경우 데이터들을 비교 및 분석하는 처리시스템도 중요하지만 데이터들을 어떻게 사용자들에게 알기 쉽게 가공하는 것도 매우 중요한 이슈이다. 그 이유는, 아무리 좋은 데이터 분석이라도 관리자가 가공된 데이터들을 쉽게 이해하지 못하면 추상적인 에너지 절감에 큰 효과를 볼 수 없기 때문이다. 따라서 다차원에너지분석시스템을 개발 할 때에는 데이터 분석도 중요하지만 이러한 여러 데이터를 어떻게 표출할 지가 중요하다.

이렇게 다차원에너지분석시스템을 적용 함으로서 에너지운영

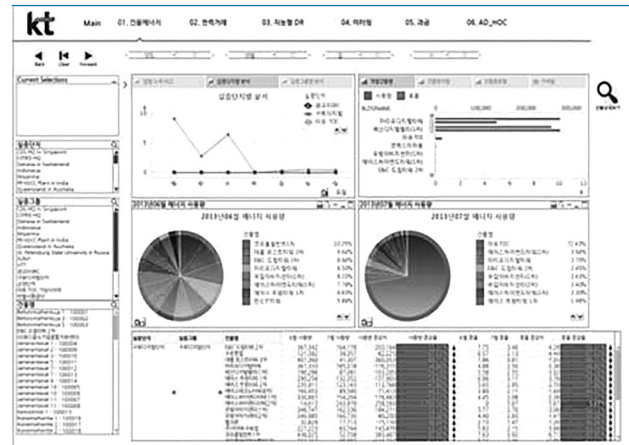


그림 7. ARMS 화면

센터의 관리자는 직관적으로 더 쉽게 에너지사용량을 이해 함으로서 다수 에너지 건물관리를 할 수 있게 하여준다.

## 2. 에너지통합운영시스템 적용사례

지금까지 에너지통합운영시스템 기술의 기능과 구성요소에 관하여 알아보았다. 이 번 장에서는 이러한 운영기술을 바탕으로 실제 적용사례에 관하여 소개하도록 하겠다.

### 2.1 세종시 4개 공공기관 실증연구

세종시 첫마을에 4공공기관 (주민복합센터, 우체국, 119안전센터 및 경찰지구대)을 대상으로 통합운영관리 기술 실증연구를 진행하였다. 기존 4개 공공기관의 경우 공통적으로 3개 BAS 시스템들이 개별적으로 설치되어 있었다. 즉 각 건물에 지열, 냉난방 시스템 및 조명 BAS 시스템들이 개별적으로 설치되어 있었다. 모든 BAS 시스템들이 개별 회사에서 개발 및 구축되어 있었기 때문에 시스템간의 서로 호환이 되지 않았다. 뿐만 아니라 시스템 기능도 서로 많이 다르기 때문에 운영상의 어려움이 있었다. 이러한 이유 외에 도시의 치안을 담당하여야 할 경찰관뿐만 아니라 각종 공공서비스 업무를 담당하여야 할 공무원들이 이러한 시스템을 운영하기에는 전문지식이 부족하다. 결과적으로 이러한 시스템들이 구축 및 설치되어 있었지만 실질적으로 운영이 되지 않고 있었다. kt는 이러한 운영상의 어려운 점을 해결하기 위하여 kt 통합연동 BAS G/W 연동 개발 및 구축작업을 진행하게 되었다(그림 4)[24].

지열 및 설비의 경우 냉난방 설비와 연계되어 운영하고 있었지만 BAS 시스템의 경우에는 별도로 설치되어 있었다. 그리고 각 BAS 시스템들의 연동 프로토콜의 경우에도 서로다른 통신들을 이용하고 있었다. 그리고 전력 및 다른 설비의 경우 RS232C 통신을 이용하고 있었다. 결국 3개 업체의 동의를 얻

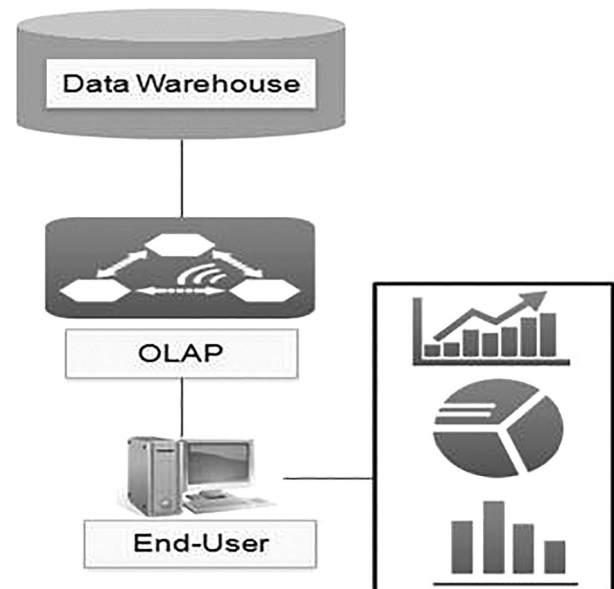


그림 6. OLAP 및 데이터웨어하우스 구성도

어 프로토콜 정보를 확인한 후 그림 4와 같이 각 BAS 시스템들을 통합 연동하였으며, kt 통합 BAS G/W를 개발하였다.

kt 통합 BAS G/W에 통합된 BAS 시스템 및 저장된 데이터들은 세종시 도시통합관제센터 내에 구축된 에너지운영센터 서버에 VPN을 통하여 전송되어 최종 저장된다. 이러한 시스템의 경우 각 기관에 설치된 BAS 시스템들의 통합연동뿐만 아니라 4개 공공건물들을 통합하여 한 시스템에 원격운영이 가능하도록 개발되었다. 다시 말하여 4개 공공건물에 설치된 BAS 시스템들을 운영하기 쉽도록 한 시스템에 설치하여 운영되도록 개발되었다. 이러한 시스템의 개발은 개별 BAS 시스템들의 복잡성을 간소화시켜 줄 뿐만 아니라 4개 공공건물을 개별 관리가 아닌 통합관리가 가능하게 함으로써 운영비의 절감이 가능하다. 그리고 전력 사용량의 상세 모니터링을 위하여 분전반에 에너지 사용량 측정장치인 스마트미터기들을 설치하여 층별 및 설비별 분석이 가능하도록 하였다[9].

이렇게 통합된 시스템은 기존에 개별로 설치된 개별 BAS 시스템보다 시스템이 통합되었음에도 불구하고 에너지 모니터링 및 분석이 더 쉽게 시스템이 운영될 수 있도록 개발되었다. 이러한 간편성이 가능했던 이유는 Graphic User Interface (GUI) 개발의 결과라고 할 수 있다. 여기서 GUI란 사용자가 정보를 조작화 하기 위하여 가시화된 인터페이스이다[12]-[15]. 그림 5에 서도 알 수 있듯이 4개 공공건물들로부터 전송된 데이터들을 GUI 화면에 표출하게 함으로써 사용자는 개별 건물, 개별 설비가 아닌 통합으로 전체 상황의 모니터링 가능하며 관리자는 한번에 통합관리가 가능하다.

## 2.2 세종시 4개 공공기관 실증연구

외산 BAS 시스템의 경우 국내 시장의 70%를 점유하고 있기 때문에, kt는 국내 BAS 시스템들뿐만 아니라 해외기업에서 개발된 외산 BAS 시스템들과 연동을 위하여 코엑스 실증을 대상으로 kt 통합 BAS G/W 기술이 개발 연구를 진행하였다[17]. 실증대상으로 코엑스가 선정된 배경은 다양한 외산 BAS 시스템들이 구축되어 있었기 때문이다. 외산 BAS 시스템과 통합 연동하는 기술을 얻고자 코엑스가 실증 건물로 선정된 이유도 있지만, 여러 외산 BAS 시스템들이 설치되어 있으므로 관리하기가 복잡하여 통합적으로 시스템 전체를 파악하기 힘들어서 운영상의 복잡성을 해결하기 위해서이기도 하다. 다시 말하여 kt 통합 BAS 시스템 기술의 효용성을 검증하고자 코엑스 실증사이트가 선정되었다. 코엑스 실증사이트의 경우에도 세종시 실증과 마찬가지로 kt 통합 BAS G/W 기술을 적용하여 코엑스에 설치된 BAS 시스템들을 통합하여 최종적으로 서울 kt 마포지사 에 구축된 에너지통합운영센터로 데이터가 전송 된다.

코엑스의 경우 기존 BAS 시스템들을 통합하여 건물 설비들의 관리의 간편성의 목적도 있지만, 이러한 관리 설비들을 효율적으로 관리하여 10~15% 에너지 절감을 시키는 것이 최종 목표이다. 따라서 에너지통합운영센터에 저장된 데이터들을 분석하는 시스템인 에너지 절감 시스템도 개발하였다(그림 8). 뿐만 아니라 M2M 기반으로 하여 kt 통합 BAS G/W와 건물간의 상호 연동을 통하여 스스로 시설장비의 효율적인 관리가 가능하게끔 스마트센서들을 설치하였다. 이러한 센서들을 설치하여 건물 내부의 여러 정보들을 모으게 된다. 그리고 이를 OLAP 분석기법 (On-Line Analytical Process)을 기반으로 건물에너지 관리시스템에 건물 내부 정부가 표출되도록 개발 되었다.

코엑스 에너지 분석 시스템에 사용된 OLAP 분석기법은 최종사용자가 다차원 정보에 직접 접근하여 정보를 분석하고 의사 결정 활용하는 데에 도움을 주는 분석 시스템이다[18][19]. OLAP은 데이터베이스 및 데이터 웨어하우스 시스템에서의 다차원 데이터에 대한 요약, 통합, 관찰, 공식 적용과 같은 특성을 갖는다[21][22]. 이러한 분석 기반으로 하여 에너지데이터 분석 시스템은 환경, 습도 및 온도 센서들로부터 오는 정보들 그리고 층별 및 설비로 오는 에너지사용량 데이터들을 위의 그림과 같이 분석이 가능하다. 시간대별로 달라지는 에너지 요금 반영 및 기존대비 에너지 사용량 설비별 에너지 사용 비중과 같은 기능도 있어 사용자는 쉽게 에너지 절감달성이 가능하다.

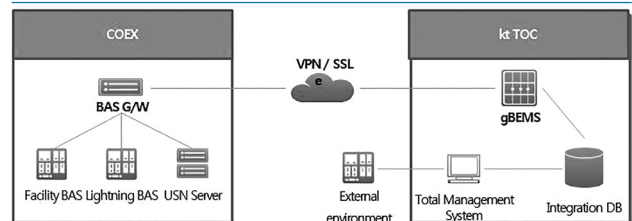


그림 8.

## III. 결론

본고에서는 에너지통합운영시스템에 관하여 알아보았다. 비록 아직까지 실증사이트 대상으로 에너지 절감 및 추가 기능에 대한 연구가 진행되고 있지만 시스템 통합 및 통합 서비스 제공은 완료된 상태이다. 앞서 언급되었듯이 이러한 시스템이 개발된다면 기존에 적용되지 못했던 중소형 건물에도 효율적인 에너지 관리가 가능하다. 비록 지금 중소형 건물들을 대상으로 하고 있지만 제주실증단지 과제 바탕으로 가정에도 에너지운영 시스템 기술이 적용될 예정이다. 이러한 시스템 적용은 구축비용 및 운영비용을 적게 함으로써 빠른 ROI 회수 및 에너지운영

비용 감축 및 에너지절감이익 극대화를 가능케 하여 준다 [06]. 뿐만 아니라 기존에 효율적으로 운영되지 못했던 중소형 및 일반가정 건물들의 에너지 효율화를 함으로서 에너지 수요과잉 문제 해결 및 에너지 절감을 통한 탄소절감에 기여하여 지구온난화 방지에도 큰 도움이 될 것으로 예상된다.

## 참고 문헌

- [1] Deng, S.H., Zhang, J., Shen, F., Guo, H., Li, Y.-W., and Xiao, H., "The relationship between industry structure, household-number and energy consumption in China", *Energy Sources, Part B: Economic, Planning and Policy*, Vol. 9, Issue 4, pp. 325-333, October 2014.
- [2] International Agency Environment, "The World Outlook 2011", November 2011.
- [3] Shen, B., Price, L., and Lu, H., "Energy audit practices in China: National and local experiences and issues," *Energy Policy*, Vol. 46, pp. 346-358, July 2011.
- [4] Zhang, M., and Wang, W., "Analysis of China's energy utilization for 2007", *Energy Policy*, Vol. 39, Issue. 3, pp. 1612-1616, March 2011.
- [5] SungMin Rue, "Micro Energy Grid Technology Policy Trend Analysis: the Case Study of DR Technology and Suggestion", *Journal of Korean Institute of Information and Technology*, Vol. 12, No. 3, pp. 163-173, March 2014.
- [6] SungMin Rue, "A Biz Model and Policy Suggestion for Total Operation Center of MEG", *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 12, No. 4, pp. 157-169, April 2014.
- [7] YoungWoon Kim and Kiwon Chung, "A Study on Methodology to IT investment by ROI", *The Journal of Society for e-Business*, Vol. 11, No. 1, pp. 53-67, Feb. 2006.
- [8] Tom Hargreaves, Michael Nye and Jacquelin Burgess, "Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors," *Energy Policy* 38, pp. 6111-6119, July. 2010.
- [9] McDaniel, Patrick, and Stephen McLaughlin, "Security and privacy challenges in the smart grid," *Security & Privacy, IEEE*, vol.7, issue.3, pp 75-77, June, 2009.
- [10] Daekyo Jung, SungMin Rue, Yoonkee Kim and Byung-deok Chung, "Korea Micro Energy Grid Technology: The use case of the First-town in Sejong," 2013 15th Asia-pacific Network Operations and Management Symposium, Sep. 2013.
- [11] SungMin Rue, Haeju Jung, Daekyo Jung, Namkyun Kim, Hyunsook Kim and Yoonkee Kim, "kt BAS Integration Technology development based on ICT," *Journal of Korea Institute of Next Generation Computing*, vol. 10, no. 1, Feb. 2014.
- [12] Cheol Soo Cho, Hun Kim, "A Study on the GUI Design Element of SmartPhone Touchscreen," *Journal of Korea Design Knowledge Society*, pp. 170-178, May, 2012.
- [13] Liebel, G. , Alegroth, E. , Feldt, R., "State-of-practice in GUI-based system and acceptance testing: An industrial multiple-case study," 39th Euromicro Conference Series on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), pp. 17-24, Nov. 2013.
- [14] Chang, T.-H.a , Yeh, T.b , Miller, R.C., "GUI testing using computer vision," 28th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, vol.3, pp1535-1544, Apr. 2010.
- [15] St. Amant, R.a , Lieberman, H.b , Potter, R.c , Zettlemyer, L, "Visual generalization in programming by example," *Communications of the ACM Journal*, vol.43, Issue. 3, pp. 107-114, Mar. 2000.
- [16] Wonpyo Hong, "Building Automation System," *Journal of Korean institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, vol 12, no. 3, pp. 56-66, Sep. 1999.
- [17] Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning, "Green Energy Strategic Road map - Energy Saving, Ministry of Trade, Industry and Energy, May. 2009
- [18] J.H. Cho, S. J. Park, "OLAP Technology," *Sigma*

Consulting Group, pp. 23-50, Feb. 1999.

- [19] Cuzzocrea, A.a , Bellatreche, L.b , Song, I.-Y, "Data Warehousing and OLAP over Big Data: Current challenges and future research directions," 22nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2013), pp. 67-70, Oct. 2013.
- [20] Chen, C.a , Yan, X.b, Zhu, F.a, Han, J.a, Yu, P.S.c, "Graph OLAP: A multi-dimensional framework for graph data analysis," Knowledge and Information Systems, vol. 21, Issue. 1, pp. 41-63, May. 2009.
- [21] Gygi SP, Rist B, Gerber SA, Tureck F, Gelb MH. Aebersold R, "Quantitative analysis of complex protein mixtures using isotope-coded affinity tags," Nature Biotechnology, vol.17, no10, pp. 994-999, Oct. 1999.
- [22] Li, X.a , Shi, C.b, "Study on the comprehensive benefit of the energy-saving," Advanced Materials Research, vol.573-574, pp. 902-907, Aug. 2012.
- [23] Yoo Jin Kim, Byun Seo Cho and Jin Bo Sun, "The Economic Impact of the Smart Grid Industry by using Input-Output Analysis," Journal of KICS, Vol. 35, No. 8, Aug. 2010.
- [24] SJung, D.a , Rue, S.a , Kim, Y.a , Cho, G.R.b , Kwon, K.c , Park, S.c, "Smart green city project at sejong city remotely monitoring and controlling power uses at multi-building," 2nd International Conference on Smart Grids and Green IT Systems (Smart Greens 2013), pp. 235-238, May. 2013.

## 약 력



유 성 민

2014년 성균관 국정관리 대학원 석사  
2013년~2014년 LG 화학연구소 근무  
2012년~현재 kt 융합기술원 근무  
관심분야: 스마트그리드, 네트워크 보안,  
R&D 융합정책