

IoT 기반 데이터센터 에너지 정보 수집 시스템 기술

강정훈* · 임호정 · 정혜동

*전자부품연구원

IoT based Energy data collection system for data center

Jeonghoon Kang* · Hojung Lim · Hyedong Jung

*Korea Electronics Technology Institute

E-mail : budge@keti.re.kr · hlim@keti.re.kr · hudson@keti.re.kr

요 약

데이터센터는 지속적으로 IT 서버의 안정적 운영을 위해 실내 환경을 관리하고 있다. 서버가 과열로 동작영향을 받지 않도록 많은 에너지를 항온항습 기능에 투자하고 있다. 기축 데이터센터들은 건축 특징, 운영 방법에 따라 에너지 효율 격차가 크게 발생한다. 본 논문에서는 IoT 기술을 이용하여 기축 데이터센터의 현재 에너지 사용효율을 확인하고, 교체, 업그레이드 필요성을 판단하는 진단시스템 기술을 구현하였다. 해당 측정 정보는 IoT 센서를 통해 수집되며, 수집된 데이터는 클라우드 시스템에서 다양한 머신러닝 알고리즘에 입력되어, 에너지 비즈니스에 지표를 도출한다. IoT를 이용하여 구현한 진단 시스템은 설치, 데이터 수집, 분석에 3주이내의 시간 소요로, 기축 데이터센터의 에너지 효율향상에 많은 기여를 제공할 수 있다.

ABSTRACT

Data center has a lot of management efforts for the facility, energy, and efficient usage monitoring. Data center power management is important to make the data center have reliable service and cost-effective business. In this paper, IoT based energy measurements monitoring which gives support to energy consumption analysis including indoor, outdoor temperature condition. This converged information for energy analysis gives various aspects of energy consumption effects. With IoT big data, energy machine learning system can give the relation of energy components and measurements, it is the key information of the quick energy analysis in the just one month data trend for the prediction and estimation

키워드

에너지 효율화, 데이터센터 에너지 효율, 빅데이터 기반 에너지 분석, IoT 에너지 효율화

1. 서 론

본 논문에서는 데이터센터에 설치된 전력 미터기 정보와 같은 에너지 관련 데이터를 기반으로 에너지 소비패턴을 분석할 수 있는 기반 기술인 고속 검색 시스템과 데이터 수집 시스템을 제안한다. 지금까지는 데이터센터나 건물의 에너지 분석을 위해서 Measurement & Verification (M&V) 프로토콜 절차를 수행하여 수동으로 건물 에너지 요소 및 변수를 파악하고, 도출된 설정 방법을 다수의 건물에 일률적으로 적용하는 방식을 사용했지만, 근래에는 데이터센터 내부 에너지 센싱, 제어 시스템의 기능이 복잡해짐에 따라, 수작업으로

결과의 정확성을 확보하기 어려워졌으며, 비용효율이 낮아져 M&V를 소프트웨어로 자동화하려는 시도가 진행되고 있다.

중형, 5층 이상 데이터센터에 자동화 시스템이 적용된 경우, 12개월 데이터 저장 용량은 기가바이트 이상의 대용량이며, 도시에서 다수 건물의 데이터를 동시에 분석할 경우, 데이터 용량이 테라바이트 규모이다. 이런 빅데이터 규모를 관리자 또는 전문가들이 수동으로 분석, 정리하는 것은 한계가 있다. 이런 어려움을 해결하고, 자동화된 건물 에너지 분석을 위해 에너지 데이터 고속 검색 시스템은 매우 중요하다.

제안한 시스템은 무선 메시네트워크 기반의 IoT

센서를 이용하여 데이터를 수집하여 데이터베이스 구축과 기반 시스템을 구축하고, 이를 기반으로 상위에 고속 시계열 데이터 접근 기술, 유사데이터의 분류, 분석을 담당하는 데이터마이닝 기술과 그 결과를 이용한 에너지 분석 부분으로 구성되어 있다. 또한 이런 빅데이터 규모를 관리자 또는 전문가들이 수동으로 분석, 정리하는 것은 한계가 있다. 이런 어려움을 해결하고, 자동화된 에너지 분석을 위해 비쿼리방식(Query-Free Approach)의 분석 방법을 적용할 수 있다. 운영된다.

II. IoT 데이터 수집 네트워크

무선메쉬 기술은 에너지 측정 센서인 전력량계, 온도, 습도, 최대수요 기기, 냉난방 공조기 설비 등의 감지 정보를 수집할 수 있도록 구성되며, 와이파이 메쉬와 TinyOS가 탑재된 무선센서 네트워크 기술을 기반으로 구성하였다. 기존의 유선 측정 시스템에 비해 설치와 유지관리 업무를 최소화할 수 있는 기능이 특징이다. 센서와 서버 구간은 저전력 무선 센서네트워크와 와이파이 인터넷 메쉬 네트워크의 두 가지 네트워크 기술이 통합 적용되었으며, 메쉬 네트워크 구성 기능을 이용하여 다양한 기기종 센서 정보를 통합할 수 있다.

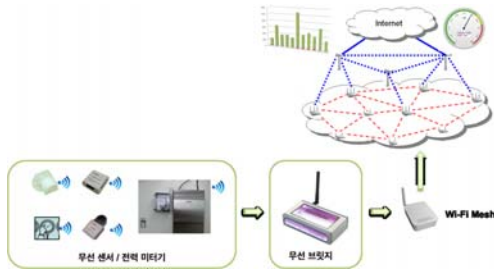


그림 1. 무선 메쉬 시스템

수집된 에너지 측정 정보를 저장하는 시스템은 분산 빅데이터 소프트웨어를 적용하여 구현하였다. 시스템의 데이터베이스 기능에 사용되는 HBase는 Hadoop 기반의 데이터베이스로서 Hadoop의 HDFS 위에 설치되며, Zookeeper를 Node관리에 사용한다. RowKey를 기반으로 조회해 빠른 액세스 속도를 내지만, 쿼리문은 지원하지 않는다[1]. 대용량 Read/Write 기능과 Fast Scans 지원한다. Bigtable은 1000개 이상의 Cluster node를 지원하며 분산 컬럼 기반(distributed column oriented) NoSQL 데이터베이스이다.

III. 데이터 저장 및 고속 처리

분산형 빅데이터 데이터베이스는 지속적인 데이터의 수집, 추가 확장이 가능하지만, 효율적인 에

너지 서비스를 위해서는 고속 에너지 데이터 처리 기능이 필요하다. 고속 접근 속도를 높이기 위해 Time-Series 기능을 제공하는 어댑테이션 레이어를 OpenTSDB를 이용하여 구축하였다.

OpenTSDB는 Time Series Daemon(TSD)로 구성되고 하나 이상의 TSD, Tcollector가 동작하고 각각 독립적으로 데이터를 주고 받는다[2][3]. Hbase 스키마는 최소한의 공간에 유사한 시계열의 데이터를 빠르게 저장하며 TSD 유저는 직접 HBase에 액세스할 필요가 없고 간단한 텔넷 프로토콜, HTTP API 또는 간단한 GUI를 통해 TSD와 통신할 수 있다.

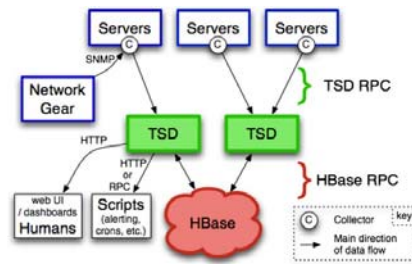


그림 2. OpenTSDB 구조

아래는 IoT를 통해 1초 주기로 수신되는 전력미터기 6개의 실시간 데이터 그래프이다.

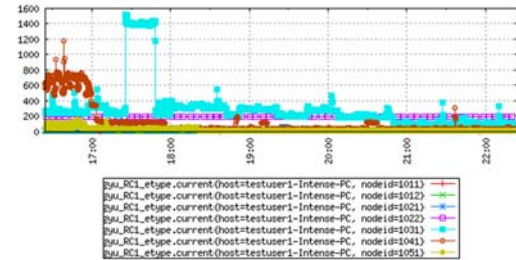


그림 3. OpenTSDB GUI

데이터 전처리 과정에서는 데이터 요약, 압축에 사용되는 센서 데이터를 데이터베이스로부터 전송 받아, 분석 포맷으로 변환하여 다음단계 입력 형식으로 준비한다. 준비된 에너지 센서 포인트 데이터들의 시간동기를 맞추고, 수집되지 않은 데이터를 보간하여 데이터 충실도를 높인다[4].

데이터 요약, 압축과정은 입력변환을 거쳐 정규 이벤트 (Regular Event Classification)와 비정규 이벤트 (Irregular Event Classification)를 탐색한다. 이후, 자동화된 affinity propagation을 사용하여 센서 데이터를 상관성에 따라 클러스터링 한다.

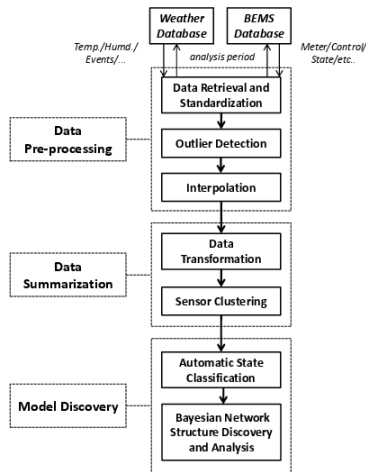


그림 4. 비쿼리 방식의 데이터 분석방법

실시간 모니터링을 통해 에너지 피크를 실시간 과제할 수 있으나, 측정 값의 비용 및 시스템 의미를 분석하기 위해서는 6개월에서 2년 정도까지의 과거데이터를 동시에 처리하여, 현재 측정되는 데이터의 의미를 분석, 정리, 표출해야 한다. 개발 시스템에서는 지난 1년간의 전력 소비량 데이터에서 현재 데이터와 작년 피크 전력의 95%, 90%, 85%를 소비한 시점에 대한 고속 분석을 제공한다. 이런 고속 전력 분석 데이터를 기반으로 현재의 에너지소비에 대한 전반적 판단이 가능하도록 결과를 제공한다. 사용자는 다양한 통계 결과에 따라 현재 에너지 소비가 낭비 중인지, 현재 상태로 인해 전력 지출 비용이 크게 상승할 것인지에 대한 예측 결과를 실시간으로 확인할 수 있다.



그림 5. 고속 검색 GUI

이런 기능은 사용자의 에너지 사용 패턴을 분석하고 개선하는데에 많은 기여를 할 수 있는데, 위 그림에서처럼 절감 목표로 하는 전력 사용량이 지난 1년간 1회 발생하였다면, 이 경우는 투입할 시간에 따른 이익을 추정하면 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있으며, 수십 ~ 수백 개의 경우가 결과로 나오면 예상되는 경제성에 대해 세밀히 분석해볼 필요가 있음을 의미한다.

IV. 결론

수동 M&V 방법에 비해, 데이터 분석 시간을 대폭 줄일 수 있고, 인지하고 있지 못했던 데이터 간의 연관 관계를 검색해 주기 때문에, 데이터센터의 에너지 소비 형태를 분석하고 절감 방법을 찾아낼 수 있는 핵심 정보를 제공한다. 지금까지의 에너지 절감 기술은 진단과 데이터 수집 설비의 구축에 6개월 이상의 많은 시간을 사용하고, 설치도 여러 가지 불편한 절차를 거쳐야 하기 때문에, 사용자 입장에서는 시간과 비용 면에서 확실한 이익 점을 찾기 어려웠다. 빅데이터 소프트웨어를 적용하여 빠른 설치로 절감 분석을 제공하고 기술이 적용되면서 신속한 시간 안에 편익을 제공하고, 이후 장기적으로 비용 이익을 극대화하도록 최적화를 진행하는 핵심 소프트웨어 기술을 제공할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Energy Efficiency & Resources of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government Ministry of Trade, Industry and Energy. (No.20142010102820)

참고문헌

- [1] Hadoop <http://hadoop.apache.org/>
- [2] openTSDB <http://opentsdb.net/>
- [3] HBase <http://hbase.apache.org/>
- [4] Deokwoo Jung, Varun Badrinath Krishna, William G. Temple, David K. Y. Yau, "Data-Driven Evaluation of Building Demand Response Capacity" in IEEE SmartGridComm 2014.