산업단지 마이크로그리드 열거래 플랫폼을 위한 에너지 데이터 전처리 프로세스에 관한 연구

임정택[O], 김태형[*], 함경선[*]
[O]전자부품연구원,
[*]전자부품연구원
e-mail: jtlim@keti.re.kr[O], thkim@keti.re.kr[*], ksham@keti.re.kr[*]

A Study on the Energy Data Preprocessing Process for Industrial Complex Microgrid Thermal Energy Trading Platform

Jeongtaek Lim[O], Taehyoung Kim[*], Kyung Sun Ham[*]
[O]Korea Electronics Technology Institute,
[*]Korea Electronics Technology Institute

● 요 약 ●

최근 에너지 효율의 중요성이 높아지고 에너지 공급 형태가 다변화하면서 다양한 에너지원을 효율적으로 관리할 수 있는 마이크로그리드 개념이 중요해지고 있다. 본 연구의 산업단지 마이크로그리드 열거래 플랫폼은 실증사이트의 전기 및 열에너지 모니터링 기능과 열에너지 거래 정산 기능을 가지며, 이를 위해 정확하고 안정적인 실증사이트 데이터가 필요하다. 하지만 실증사이트 데이터는 에너지 단위의 불일치, 센서 및 현장 운영상태에 따른 불안정성 등의 문제가 있어 수집 직후 열거래 플랫폼에서 활용할 수 없다. 따라서 수집된 데이터를 활용하기 위해 엔진 최대 출력량, 최대 전력 사용량 등의 변수별 특성을 고려하여 데이터 전처리 프로세스를 설계 및 적용하였다.

키워드: 마이크로그리드(Microgrid), 열거래(Thermal energy trading), 데이터 전처리(Data Preprocessing)

I. 서론

최근 에너지 효율의 중요성이 높아지고 에너지 공급 형태가 다변화하면서 다양한 에너지원을 효율적으로 관리할 수 있는 마이크로그리드 개념이 중요해지고 있다. 국내 에너지 사용량의 약 60%를 점유하고 있는 산업단지를 대상으로 마이크로그리드를 구성하여 에너지 효율을 높이기 위한 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 과거 전기에너지만을 대상으로 마이크로그리드를 구성했던 전통적인 형태에서 열에너지를 포함하여 구성하는 복합에너지관리 형태로 개념이 확장되고 있다. [1] 산업단지 마이크로그리드 열거래 플랫폼은 실증사이트의 전기 및 열에너지 모니터링 기능과 열에너지 거래 정산 기능을 가지며, 이를 위해 정확하고 안정적인 실증사이트 데이터가 필요하다. 하지만 실증사이트의 Modbus 서버를 통해 수집하는 에너지 데이터는 단위 불일치, 센서 및 현장 운영 상태에 따른 불안정성 등의 문제가 있어 수집 직후 열거래 플랫폼에서 활용할 수 없다. 따라서 수집된 데이터를 열거래 플랫폼에서 사용 가능한 형태로 가공하는 실시간 전처리 프로세스를 설계하고 적용하고자 한다.

II. 데이터 정의

본 연구에서는 2019년 2월 13일부터 2020년 5월 31일까지 1개 공급처, 2개 수요처 실증 사이트에서 수집된 데이터를 사용하였다. 약 1분 단위의 데이터이며 수집된 레코드는 1,688,669개이다. 98개의 변수로 구성되어있고 순시 변수 76개와 누적합계 변수 22개로 구성된다. 엔진 최대 출력량, 최대 전력 사용량 등의 변수별 특성을 고려하여 전처리 하였다. [2]

III. 데이터 전처리 프로세스 설계

3.1 전처리 프로세스 실행 구조 설계

전처리 프로세스는 데이터 수집 프로세스 완료 후 실행이 보장되어야 한다. 이를 위해 워크플로우 관리 도구인 Apache Airflow [3]를 사용하여 실증사이트별 수집 프로세스와 전처리 프로세스를 1개의 워크플로우 단위로 총 3개의 워크플로우를 구성하였다. 각 워크플로우는 지정된 수집주기에 따라 각 실증 사이트별 데이터 수집 및 전처리 프로세스를 병렬 실행하는 구조로 Fig. 1과 같이 설계하였다.

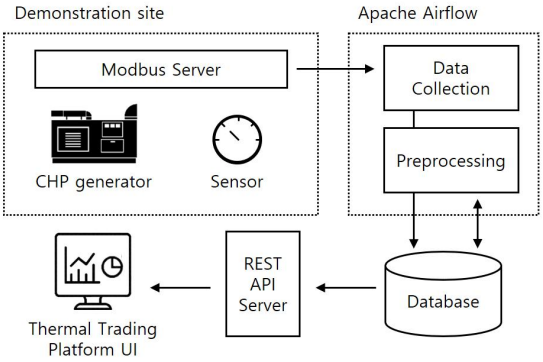

Fig. 1. 데이터 전처리 프로세스 실행 구조도

전처리는 원본데이터의 순시 값 이상치 보정 및 스케일링과 에너지 누적합계 데이터 이상치 보정으로 Fig. 2와 같이 구성된다. Modbus 서버에서 수집한 데이터의 이상치 검출을 위해 실증사이트의 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템 데이터를 기반으로 비교하였다.

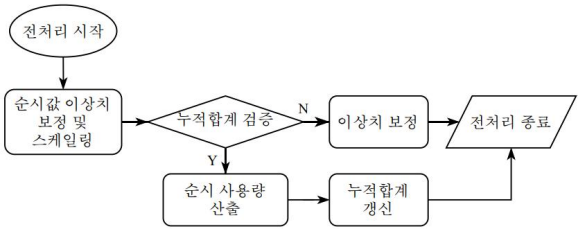

Fig. 2. 데이터 전처리 흐름도

3.2 순시 값 이상치 보정 및 스케일링

Table 1. 순시 값 이상치 보정 및 스케일링 변수

계측 위치	변수	내용(단위)
공급처	engine1genpower	열병합 발전기 출력(kW)
	…	
	engine5genpower	
	steamgen1pressure	스팀 발생기 압력 (kg/cm^3)
	steamgen2pressure	
	totgenhotwater	전체 온수 생산량(Gcal)
	chillervalve	밸브 개도

공급처 실증사이트에 설치된 열병합 발전기는 총 5대로 발전기 1대의 최대 출력은 200kW다. 하지만 수집된 데이터 중 200kW를 초과하는 값이 측정되는 경우가 발생하여 이를 0으로 대체하였다. 스팀 발생기 압력이 음수로 측정되는 경우 등도 동일하게 처리하였다. 또한, 열거래 플랫폼에서 요구하는 열량 단위와 부합하지 않거나, 데이터가 기록될 때 Modbus 서버 이진 데이터 활용도를 고려하여 10배수로 수집되는 전체 온수 생산량, 밸브 개도 등의 변수들이 있다. 이 경우 단위 환산 및 정상 스케일 변환을 통해 값을 보정하였다.

3.3 누적합계 데이터 이상치 보정

Table 2. 누적합계 데이터 이상치 보정 변수

계측 위치	변수	내용(단위)
공급처	totpowerusage(a)	누적 전력 사용량(kWh)
	gasusage(a)	누적 가스 사용량(Nm^3)
수요처	internalsteamusage	스팀 사용 열량(MJ min)
	HotwaterCumulativeCaloriesMJ	온수 소비 누적 열량(MJ)
	HotwaterCumulativeCaloriesGJ	온수 소비 누적 열량(GJ)

실증사이트 현장 상황에 따라 이상치 데이터가 발생하기도 한다. 이상치 데이터 검출 기준은 다음과 같다. 첫째, 실증사이트에 설치된 계측기와 Modbus 서버 간 통신이 원활하지 않은 경우. 둘째, 정상 값 대비 약 1,000배 증가한 값이 수집되는 경우. 셋째, 정상 값 대비 약 98% 정도로 감소한 값이 수집되는 경우. 이와 같은 기준에 포함되는 경우 직전 값으로 대체하였다. 예외적으로 계측 설비가 초기화된 경우 정상 값 0 이 Modbus 서버에 기록된다. 이 경우 초기화 추정 시점 전후 값의 연관성을 고려하여 이상치 여부를 결정하였다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 열거래 플랫폼에서 활용 가능한 형태의 데이터를 확보하기 위해 실증사이트에서 수집된 전기 및 열에너지 데이터를 전처리하는 프로세스를 설계하고 적용하였다. 그 결과 이상치 데이터는 주로 실증사이트 현장에서 발생할 수 있는 계측기 초기화, 네트워크 오류로 인해 발생한다는 점을 확인하였다. 하지만 이번 연구의 전처리 프로세스는 총 3곳의 공급처 및 수요처 실증사이트만을 대상으로 설계되었기 때문에, 신규 실증사이트가 추가되어 새로운 유형의 이상치 데이터가 발생할 때 활용이 제한된다. 따라서 다음 연구에서는 신규 실증사이트에도 적용할 수 있도록 전처리 프로세스를 범용 전처리 모듈과 실증 사이트별 특성을 고려한 특수 전처리 모듈로 세분화하여 확장성을 높이고자 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20172010400080)

REFERENCES

[1] 김준영, 이지혜, 김학만, & 이병하. (2015). 열에너지 시스템을 고려한 마이크로그리드의 최적 운영 모델링. 대한전기학회 학술대회 논문집, 503-504.

[2] Eichinger, F., Pathmaperuma, D., Vogt, H., Müller, E., Yu, T., Chawla, N., & Simoff, S. (2013). Data analysis challenges in the future energy domain. Computational Intelligent Data Analysis for Sustainable Development, 181-242.

[3] Documentation, A. A. (2019). Apache Airflow Document ation-Airflow Documentation.