

# 시계열 공정 데이터의 조건 분석 알고리즘 설계 및 컨테이너 적용

홍영복, 심별희, 방은진, 김창우, 최효섭, 강정훈

한국전자기술연구원

harry2017@keti.re.kr, nnjjbb@keti.re.kr, jin123@keti.re.kr,  
cwkim@keti.re.kr, hschoi@keti.re.kr, budge@keti.re.kr

## Design for Condition Analysis Algorithm and Container Application Search of Production Process Series Time Data Application

YoungBok Hong, ByeolHee Sim, EunJin Bang,

ChangWoo Kim, HyoSeop Choi, JeongHoon Kang

Korea Electronics Technology Institute

### 요약

본 논문은 스마트 팩토리 공정 및 설비에서 발생하는 빅데이터를 기반으로 생산 효율을 높이기 위한 데이터 분석, 의사결정을 지원할 수 있는 소프트웨어 플랫폼 설계 방법을 제안한다. 공정 효율은 작업 속도 및 장비의 가동율에 영향을 받기 때문에 장비와 설비의 생산 성능을 지속적으로 모니터링 하여, 기준값 이상으로 유지할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 설비 운영 데이터를 수집하고, 관리를 실시간으로 처리하기 위해 클라우드 기반 데이터베이스 시스템 구조를 제안하였다. 데이터 분석의 정확도를 향상하기 위해 도커 컴포즈를 활용하여 빅데이터 파일시스템, 데이터 수집관리, 데이터베이스 및 서비스 운영관리 컨테이너로 구성하여 시험 공장에 적용하였으며, 공정조건에 대한 조건 분석에 적용하여 실시간 처리 기능을 검증하였다.

### I. 서론

ICT 기반의 스마트 팩토리가 출현하기 시작하면서 IoT, 스마트 센서, 사이버 물리 시스템, 빅데이터 기술이 중요해지고 있으며, 빅데이터 기술은 공장 내에서 생성되는 대용량 데이터를 수집하고 분석함으로써 효율적인 스마트 팩토리 시스템을 구성하는 핵심 기능이다. 이를 위해서 디지털화 된 데이터를 어떻게 처리하고 분석하여 얼마나 정확히 의사결정 할 것인지가 관건이 될 것이다.[1]

본 논문에서는 설비 토크 데이터를 저장, 분석하여 데이터를 어떻게 가공할 것인지에 대해 기술한다. 시험 공장에서 수집한 데이터 가공 알고리즘의 구조와 공정 시스템에 적용 후 결과에 대해 설명한다. 제시 알고리즘은 설비의 토크와 누적 하중 출력 데이터를 사용하여 설비의 유희구간을 판단하여 공정조건을 파악할 수 있는 분석방법을 제시할 수 있다.

### II. 본론

#### 2.1 스마트공장 시스템 구성

일반적으로 스마트 팩토리에서 수집되는 센서 데이터는 설비내에 부착된 IoT 센서에서 얻을 수 있다.[2] 설비의 유희구간을 추출하기 위해 사용되는 스마트 공장 수집 데이터는 토크와 누적 하중 출력으로 그림 1과 같이 나타낸다.

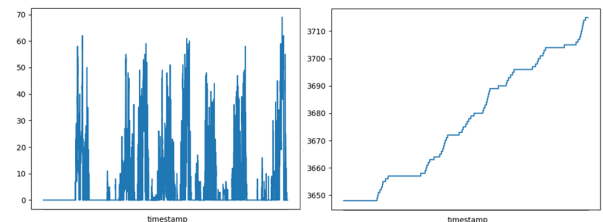


그림 1 토크와 누적 하중 출력 데이터

그림의 두 데이터는 초단위의 시계열 데이터로 실시간 토크 데이터가 생성되며 일정 시간간격으로 원본 데이터베이스에 저장 된다. 본 연구에서는 3개월 동간의 공장라인 설비 토크와 누적 하중 출력 데이터를 전처리하기 위해 고속 시계열 처리 데이터베이스인 influxDB에 저장한다. 이하 그림2의 도커 컨테이너 관리 플랫폼 시스템을 이용하여 유희 상태 구간을 추출하는 알고리즘을 설계하여 전처리된 가공 데이터를 생성하였다.[3]

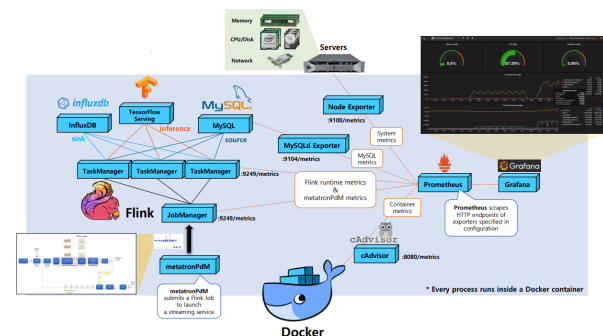


그림 2 가상화 기반 빅데이터 처리 시스템

## 2.2 데이터 수집 대상 공정 모니터링 설계

본 연구에서의 유휴구간은 공정 설비의 생산력이 충분히 활용되지 못하고 고정설비 및 노동력이 일부가 효율적으로 활용되지 못한 시간을 나타낸다. 이를 판단하기 위한 토크와 누적 하중 출력 데이터를 수집 하위해 설비 공정에 IoT 압전 센서를 이용한 하중 측정 모니터링 시스템 및 계측 장비를 구축하였으며 제품 품질에 영향을 끼치는 전산해석 토크 센서 영향을 전산해석 센서 측정 위치를 설계하였다.

본 논문에서는 모니터링 시스템을 통해 토크와 누적 하중 출력 데이터를 추출하며 강화 기반 고속시계열 처리 DB 시스템에 수집 후 공정 유휴구간 원인 데이터 분석 연구에 활용하였다.

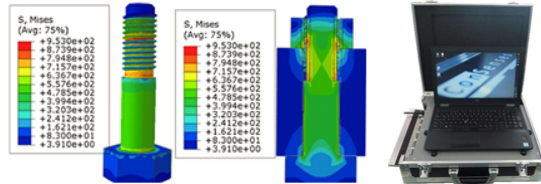


그림 3 전산해석 및 압전센서 모니터링시스템

## 2.3 유휴상태 구간 추출 알고리즘

본 연구에서는 유휴 구간을 8분 이상 토크가 0인 구간으로 정의하였다. 유휴 구간에 대한 기준은 알고리즘의 시간 기준을 각각 3분, 5분, 8분, 10분으로 지정하여 나온 결과를 다른 센서 데이터와 비교해본 결과 8분이 출력 범위중 중간점으로 계산되어 8분으로 지정하였다. 알고리즘은 조건 조합 방식으로 구성하였다.[4]

```

DRIVE_SPEED = list of drive speed values sorted by timestamp
DRIVE_SPEED_TS = list of sorted timestamps of drive speed data
TOTAL_ENERGY = list of total output energy values sorted by timestamp
i=0
start = -1
end = -1
WHILE i < length(DRIVE_SPEED_TS)
  IF DRIVE_SPEED[i] == 0 and start == -1 THEN
    start = i
  ELSEIF (start != -1 and DRIVE_SPEED[i] != 0) or (start != -1 and
  (DRIVE_SPEED[i+1] >= end or i+1 == length(DRIVE_SPEED_TS))) THEN
    IF DRIVE_SPEED != 0 THEN
      end = i-1
    ELSE
      end = i
    ENDIF
    IF DRIVE_SPEED_TS[end] - DRIVE_SPEED_TS[start] >= 480 and
    TOTAL_ENERGY[end] - TOTAL_ENERGY[start] == 0 THEN
      Store idle interval start~end
    ENDIF
    start = -1
    end = -1
  ENDIF
ENDWHILE

```

그림 5 설비 유휴 구간 추출 알고리즘

유휴 구간 추출 알고리즘의 순서는 다음과 같다. 먼저 토크가 0인 시점을 유휴 구간의 시작지점으로 지정한다. 그리고 시작 지점으로부터 토크의 값이 0으로 지속된 기간이 아닌 값이 나온 시점의 이전 시점을 구간의 끝 지점으로 지정한다. 마지막으로 시작 지점과 끝 지점의 누적 하중 출력치를 이용하여 출력 하중량이 0이면 유휴 구간으로 판단한다. 누적 하중출력 조건을 추가해준 이유는 하중 데이터의 결측값으로 인해 잘못된 구간을 추출할 수 있기 때문에, 누적 하중을 이용하여 오류 부분을 제거할 수 있다.

그림3의 그래프는 유휴 구간 추출 알고리즘으로부터 추출된 유휴 구간을 나타낸다. 그림3 토크 데이터를 나타내는 그래프와 비교해 보면 토크가 8분이상 0인 구간들이 추출된 것을 볼 수 있다.

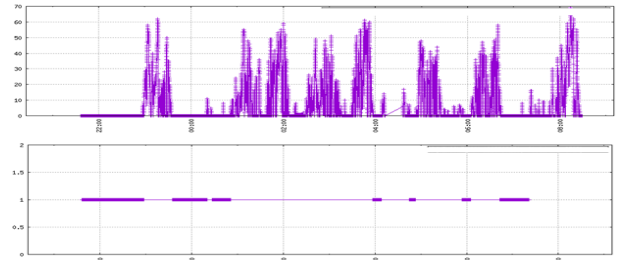


그림 4 토크 데이터(위)와 이를 통해 추출된 유휴 구간 데이터(아래)

## III. 결론

본 논문에서는 설비의 IoT 센서 데이터인 토크, 누적 하중 출력 데이터를 이용한 설비 유휴구간 추출 알고리즘에 대해 제안하고 실험내용을 기술하였다.

본 연구에서는 3개월 동안의 공정 라인의 산업용 설비의 유휴 구간 추출을 시험하였으며, 약 3,000여개의 유휴 구간을 판단할 수 있었다.

향후 다양한 공정, 설비 데이터를 이용하여 여러 가지 종류의 특징 구간 추출이 가능한 알고리즘을 개발할 계획이다. 유휴구간 뿐 아니라, 성능을 단계별로 구분하여 구간을 판단할 수 있는 기능이 요구되고 있다. 이후, 현재 공정 모니터링에 사용하고 있는 모니터링 시스템에 통합하여 관리자의 업무 효율화에 대한 기여도를 판단할 수 있는 소프트웨어 시스템 개발을 추진할 예정이다.

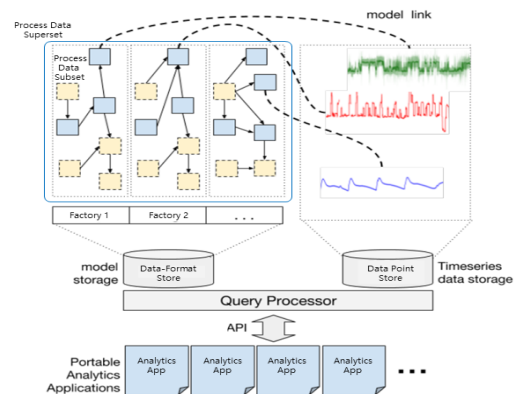


그림 7 데이터 분석 가시화 서비스 기능

## ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원 산업핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음 (20004537, 제조 빅데이터 공동활용을 제공하는 클라우드 플랫폼 기술 개발 및 실증)

## 참 고 문 헌

- [1] 김형구. "시계열 데이터의 조건 조합 검색 S/W 설계" 한국전자기술연구원 논문, 2020
- [2] 이유미. "스마트 팩토리 구축을 위한 빅데이터 시스템 연구." 국내석사학위논문 한국항공대학교 대학원, 2017. 경기도
- [3] influxDB, docs.influxdata.com, 2020, <https://docs.influxdata.com/influxdb/v1.8>
- [4] IBM, IBM knowledge center, 2020, [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ko/SSQP76\\_8.0.1/com.ibm.wodm.dcenter.bu.rules/shared\\_actionrules\\_topic/s/con\\_actionrules\\_cond\\_combinations.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ko/SSQP76_8.0.1/com.ibm.wodm.dcenter.bu.rules/shared_actionrules_topic/s/con_actionrules_cond_combinations.html)