

22 제조공정 프로세스 이상여부 판단 시스템 및 방법

연구자 정보: 지속가능기술연구소 산업전환기술부문 유영준 수석연구원 기술이전문의 | tlo@kitech.re.kr

기술 구분

기술 분류

기계/소재 **전기/전자** 섬유/화학 바이오/의료

기술 단계 구분

기초원천기술 **상용화·제품화 기술**

기술 개요

제조 공정 이상 여부 판단 시스템은 다수 센서를 통해 공정 상태 데이터를 수집하고 전처리 후 시계열 데이터베이스에 저장

STFT, GAF, MTF, RP, 스펙트로그램 등의 알고리즘으로 시계열 데이터를 시간-주파수 또는 위상 공간 이미지로 변환

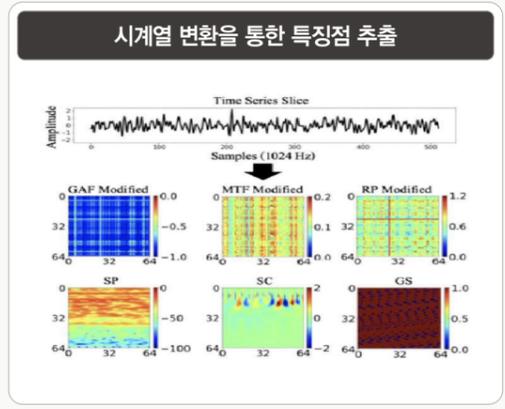
변환된 이미지를 연속 프레임으로 합성해 공정 동영상 데이터로 구축

3D-CNN, LSTM-CNN 기반 딥러닝 모델을 활용해 공정 영상을 학습·추론

세부 공정 단계를 자동 분류하고 정상 공정 순서와 비교하여 실시간 이상 여부를 판단

다변수 센서 데이터의 복잡성을 효과적으로 해석해 공정 모니터링과 이상 감지를 고도화

- ### 주요도면/사진
- 왼쪽 그림은 데이터 수집 → 시계열 변환 → 이미지 생성 → 동영상 모델 학습 → 실시간 공정 이상 탐지로 이어지는 전체 시스템
 - 오른쪽 그림은 시계열 데이터를 STFT, GAF, MTF, RP, SP, SC, GS 등 다양한 변환 알고리즘으로 이미지화하여 특징점을 추출하는 과정
 - 두 그림은 데이터 기반 공정 모니터링에서 시계열을 영상화하고 딥러닝 모델을 활용해 이상 상태를 탐지하는 핵심 아이디어를 시각적으로 설명



기술의 특징 및 장점

기존 기술 한계

[기존 공정 모니터링 문제점] 공장 자동화는 생산 공정 일부만 자동화되어 있을 뿐 IoT 기반의 실시간 대응이 미흡하여, 제품 수명주기 단축과 다품종 생산 등 변화에 유연하게 대응하기 어려움

[통계적/신경망 방식의 제약] 종래에는 센서 데이터로 회귀분석, ARIMA 등의 통계 모델이나 설비 상태를 진단

[다변수 시계열 데이터 해석의 한계] 다수 센서의 시계열 데이터는 다차원 행렬 형태를 띠며, 센서 종류마다 스케일이 달라 직관적인 해석이 어려움. 방대한 시계열 데이터에서 이상징후를 빠르고 정확하게 잡아내는 데 한계

개발 기술 특성

[데이터의 시각화] 센서 시계열 데이터를 이차원 이미지로 변환하여 딥러닝의 시각 인식 능력을 활용, 복잡한 패턴 학습과 이상 탐지가 가능

[다양한 특징점 추출] STFT, GAF, MTF, RP, SP, SC, GS 등 다양한 변환 알고리즘을 적용해 진동·온도 등의 센서 신호를 시각적 패턴으로 바꿔 이상징후를 포착

[시간 정보 포함한 AI 모델 추론] 변환된 이미지 시퀀스를 동영상 형태로 처리하고 3DCNN이나 LSTM-CNN 모델을 적용해 공정 단계를 분류, 실시간 이상 상태를 신속히 탐지

기술 적용제품 및 활용 분야

[스마트 팩토리 시스템] 센서·IoT 기반 공정 데이터를 실시간 모니터링해 설비 이상과 품질 문제를 조기 탐지, 지능형 공정 관리에 적용

[반도체 및 정밀전자 조립라인] 다채널 센서 데이터를 통합 분석하여 미세 공정 이상·설비 고장을 조기 발견, 초정밀 제조 품질 확보

[식품료 및 제약 제조설비] 온도·압력·습도 센서를 종합 분석해 위생·안전 관련 위험이나 불량 발생 가능성을 예측, 조기 대응 지원

[기타 자동화 산업 현장] 철강·화학·에너지·물류 설비에서 24시간 센서 데이터를 AI가 분석, 예지보전과 품질 관리로 생산성 향상

국·내외 시장 동향

[미국] 2022년 약 5,900억 달러, 2023년 6,611억 달러에서 2030년 1조 4천억 달러 돌파 전망. 연평균 10~12% 성장. 정부 지원과 Industry 4.0 확산에 힘입어 지속적인 투자 및 성장 예상

[유럽] 2022년 2,778억 달러에서 2030년 7,541억 달러로 확대 전망. 독일 등 제조 강국 주도로 스마트 팩토리 도입이 가속화되며 연평균 12% 이상 성장. 생산성 향상·비용 절감 목적의 투자가 활발

[중국] 시장 규모 약 3조 위안(4,200억 달러)으로 세계 1/4 차지. '중국제조 2025' 전략에 따라 2025년까지 주요 제조기업 70% 스마트화, 500개 시범 공장 구축 목표. 연평균 15% 내외 고성장 예상

기술 완성도

해당되는 단계에 체크 표시



지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	제조 공정 프로세스 이상 여부 판단 시스템 및 그 방법	2023. 05. 23.	10-2023-0065655	-