

기계학습을 이용한 스마트 공장 최근 국내 연구 동향

박성준, 박희연, 한석훈
경남대학교

fishtrader@naver.com, hyhy4646@naver.com, jje5005@naver.com

A Study on the Recent Trends of Machine Learning for Smart Factory in South Korea

Park Seong Joon, Park Hui Yeon, Han Seok Hoon
KyungNam Univ.

요 약

4 차 산업혁명 시대에 들어서면서 공장의 자동화와 빅데이터를 활용해 생산 효율성을 강조하는 스마트 공장화가 이루어지고 있다. 본 논문은 스마트 공장화를 위한 인공지능의 연구 동향에 대하여 제시한다. 최근 연구에서는 공장에서 발생하는 데이터에 다양한 기계 학습 기법을 분석 및 적용함으로써 불량 탐지, 설비 이상 탐지, 공장 운영 최적화 등에 활용하고 있다. 본 논문을 통해 공장의 자동화와 효율적인 운영으로 실제 제조 공정에서의 적용과 효과를 기대할 수 있다.

I. 서 론

4 차 산업혁명 시대를 맞아 세계적으로 전통적인 제품 생산 관리 방법론에서 급격한 변화가 일어나고 있으며 다양한 분야에서 이를 현장에 적용하기 위한 연구를 진행하고 있다. 스마트 공장은 공장의 자동화와 빅데이터를 활용한 생산 효율성을 강조한다. [1, 2]

스마트 공장의 구현에 핵심이 되는 기술 중 하나는 인공지능이라고 할 수 있다. 인공지능의 한 분야인 기계 학습을 통한 데이터 분석은 제조 공정 과정에서 다양한 원인으로 발생하는 불량을 보다 정확하게 찾을 수 있고, 공정 과정 자체의 혁신도 가능하게 한다. 그러나 대부분의 생산 제조업에서 각 기업이 보유한 빅데이터를 활용하는 분석 및 기술 연구 사례가 부족하다. 그뿐만 아니라 연구를 진행했다라도 기업의 내부 사정 등의 문제로 사례를 쉽게 공개하지 않는 등의 어려움이 발생한다. 따라서 기계학습을 통한 빅데이터 분석 및 기술 연구의 필요성이 계속 부각되고 있다.[3]

이러한 근거들로 본 논문에서는 제조 산업에 있어 스마트 공장의 최근 국내 연구 동향을 기계 학습 기반의 불량 탐지, 설비 이상 탐지, 공장 최적화 운영으로 나누어 알아보고자 한다.

II. 본론

기계 학습이란 인간과 같은 학습 능력을 기계를 통해 구현하는 여러 가지 방법들에 대해 연구하는 분야를 말한다. 주어진 데이터를 입력으로 받아 분석하고 그 과정에서 학습 가능한 규칙이나 패턴을 발견하여, 궁극적으로는 기계가 명시적인 코드 없이 데이터로부터 동작할 수 있도록 하는 알고리즘을 개발하는 것을 목표로 한다. [4]

스마트 공장에서는 필요에 따라 다양하게 기계학습 기술이 적용될 수 있다. 먼저 공장 내에서 발생하는 불량품에 대해 기존에는 컴퓨터 비전 분야에서 하드

코딩 형태로 제품의 불량 여부를 판단할 수 있었다. 하드 코딩의 특성상 데이터를 유동적으로 처리하지 못한다는 한계가 있었다. 이런 한계점을 극복하고자 공정 기계에 부착된 센서로 수집된 데이터와 제품의 이미지 등을 기계 학습의 기법을 적용하여 불량을 탐지하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 기계 학습으로 데이터를 이용해 제조 공정 과정에서 발생하는 불량을 탐지한다면 자원을 절약할 수 있고 불량으로 인한 사후 처리 과정의 경제적 손실을 막을 수 있다. 그리고 현대의 공장 운영에서는 설비가 생산을 위한 도구만이 아닌 중요한 자산으로 인식되어 효율적이고 안정적으로 설비를 관리하는 것이 중요해졌고 이에 따라 기계 학습 기법을 설비 이상 탐지에 적용한 연구들도 수행되었다. 또한 공장 운영에 있어 시간, 비용 측면에서의 절약은 합리적인 형태의 공장 운영을 가능하게 한다. 이를 위해 효율적인 공장 운영을 위해 기계 학습이 어떻게 적용될 수 있는지도 연구되고 있다. 아래 표에서는 기계학습 기술을 바탕으로 국내 제조업 분야에 적용되거나 활용할 수 있는 연구들의 주제와 기술, 결과들을 확인할 수 있다.

논문 주제	사용 기술	결과
자동차 시트용 폴리우레탄 발포 공정 분석 [5]	앙상블알고리즘, KNN, 의사결정 트리	불량 예측 정확도: 0.98
용접 너트 불량 탐지 분석 [6]	CNN	불량 탐지 정확도: 0.98
웨이퍼 공정에서 웨이퍼 노치 감지 시스템 연구 [7]	CNN, YOLO V4	노치 불량 감지 정확도: 0.95
플라스틱 사출 성형 제조 공정 분석 [8]	CNN-VGG-16	품질 예측 정확도: 0.98

결합 분류 모델의 성능 향상을 위한 GAN 기반 데이터 증강법 연구[9]	GAN	불량 분류 정확도: 3.1% 향상
회전기기 설비 부품 이상 감지 모델 분석[10]	MD Classifier, MTS	설비 이상 감지 정확도: 0.96
CNC 설비 공구 마모도 분석[11]	SVM, XGBoost, RF	공구 마모도 예측 분석 시간: 1.69 초 정확도: 0.993
딥러닝 모델을 이용한 원자재 수급 안정화 연구[12]	ARIMA, Conv LSTM	수요 예측 회귀 평균 제곱 오차: 0.003
제조현장 내 작업자 위치 분석[13]	CNN-resnet18	위치 인식 정확도: 0.82
LTR 기반 머신러닝 작업할당규칙 스케줄링 기법 연구[14]	LTR ML, XGBoost ranker	목적 함수 값: 0.97

CNN: 합성곱 신경망, GAN: 생산적 적대 신경망, MD Classifier: 마할라노비스 거리 기반의 분류 기법, MTS: 마할라노비스 다구체 시스템, SVM: 서포트 벡터 머신, XGBoost: 엑스트림 그라디언트 부스팅, RF: 랜덤 포레스트, ARIMA: 시계열 기반 데이터 분석 기법, LTR: Learning To Rank, ML: 머신 러닝

III. 결 론

전반적으로 제품 불량 탐지, 설비 이상 탐지, 공장 운영 최적화로 나누어 국내에서 스마트 공장화를 위해 기계 학습을 적용한 연구가 어떻게 진행되고 있는지 알아보았다. 각 연구들은 제조 현장에서 수집한 데이터를 분석할 수 있는 적절한 기계 학습 기법들을 제시하고 있다. 실제 제조 공정에 연구된 방법들이 적용된다면 생산성 향상 및 품질 관리의 효율과 품질의 향상을 기대할 수 있다. 하지만 스마트 공장의 실질적 적용 및 대중화를 실현하기에는 국내 스마트 공장화와 관련된 연구 자료가 부족하다. 본 논문이 스마트 공장화에 있어 새로운 연구로 연결되는 계기가 되기를 바라며 다양한 연구를 바탕으로 국내 스마트 공장의 대중화를 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 중소벤처기업부의 규제자유특구실증기반조성 지원에 의한 연구임.

참 고 문 헌

[1] 양희태. "인공지능 기반 스마트팩토리 활성화를 위한 정책 개선방안." 韓國通信學會論文誌 45.9 (2020): 1659-1665.

[2] 손영진; 최환영. "스마트팩토리 도입사례와 효과 지속성에 관한 연구." 실천공학교육논문지 14.1 (2022): 127-136.

[3] 사공운, et al. "스마트 팩토리를 위한 하둡 예코 시스템 및 머신러닝 기반의 고무 공정 데이터 분석." 정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지 26.12 (2020): 519-527.

[4] 임수중, 민옥기.(2012).빅데이터 활용을 위한 기계학습 기술동향.[ETRI] 전자통신동향분석,27(5),0-0.

[5] 최낙훈, et al. "머신러닝을 활용한 자동차 시트용 폴리우레탄 발포공정의불량 예측 모델 개발." 한국산학기술학회 논문지 22.6 (2021): 36-42.

[6] 권준우. "제조 분야의 자동화된 품질 검사를 위한 딥 러닝 기반의 대형 이미지 분류 시스템 및 구축." 경희대학교, 2019.

[7] 박성진. "컴퓨터 비전 및 머신러닝을 이용한 웨이퍼 노치 감지 시스템.". Diss. 한양대학교, 2022.

[8] 조현민; 신현준. "스마트 공장의 품질예측을 위한 딥러닝 모델 적용 연구-플라스틱 사출공정을 중심으로." 한국산학기술학회 논문지 22.10 (2021): 411-420.

[9] 신범준. "딥러닝 기반 제조 결합 분류 모델의 성능 향상을 위한 GAN 기반 데이터 증강법 연구." 연세대학교, 2021.

[10] 김슬기; 정재윤. "MTS 기반의 단일 클래스 분류 기법을 이용한 진동 데이터 기반 시스템 고장 감지 분석 기법." 대한산업공학회 추계학술대회 논문집 (2018): 737-746.

[11] 이강배, et al. "기계학습 기법을 이용한 CNC 공구 마모도 예측에 관한 연구." 한국융합학회논문지 10.11 (2019): 15-21.

[12] 윤지웅; 배성호. "Deep Learning 을 활용한 주요 원자재의 수급 패턴 분석 및 효율적인 원자재 수급 방안 연구." 한국정보과학회 학술발표논문집 (2021): 771-773.

[13] 김정수. "제조업 작업공간 분류를 위한 딥러닝 기반 장면인식 시스템에 관한 연구." 동명대학교, 2020.

[14] 한영석. "머신러닝을 이용한 Learning-to-Rank 기반 스케줄링 작업 할당 학습기법 개발." 경희대학교, 한영석.