

03 데이터 증강 기반 다이캐스팅 공정의 결함 검출 장치 및 그 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

다이캐스팅 공정에서 수집된 부족한 결함 데이터를 GAN 기반으로 증강하여, 데이터 불균형 문제 해결

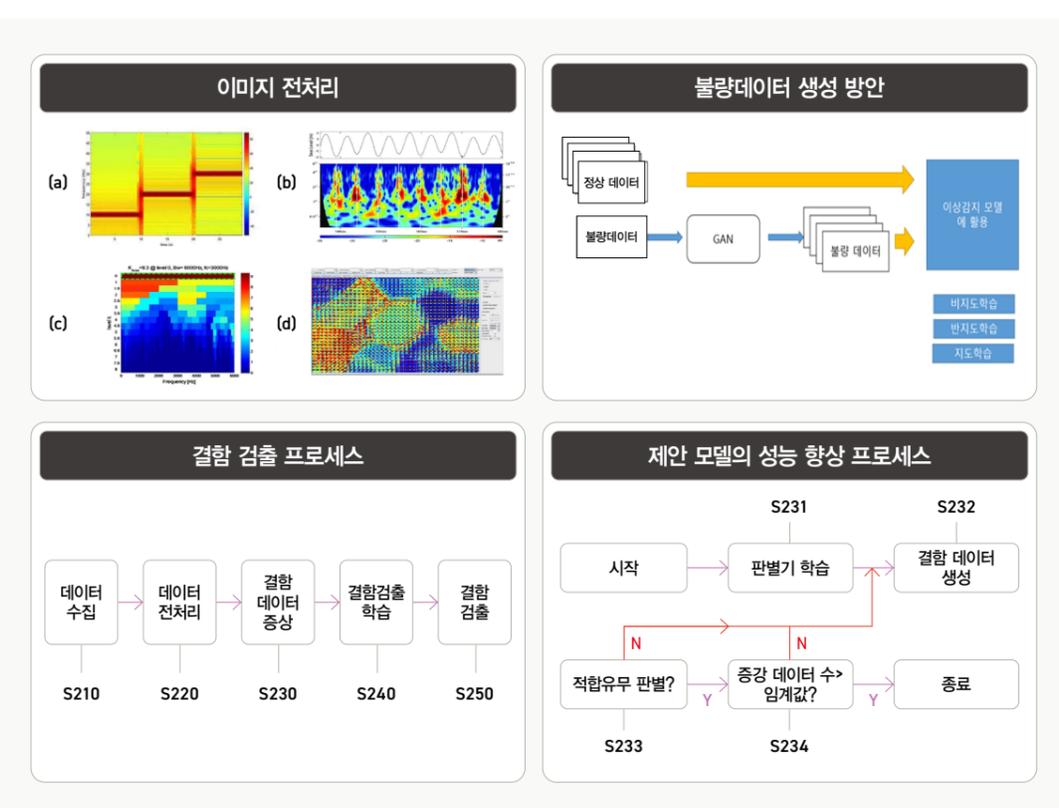
증강된 결함 데이터와 정상 데이터를 이용해 비지도, 반지도, 지도학습 기반의 결함 검출 모델 학습

센서(온도, 압력) 공정 데이터를 시계열적으로 수집하여 정밀한 전처리 수행

전처리 단계에서 STFT, 웨이블릿, 커토그램, SAX 등의 기법을 통해 시계열 데이터를 이미지 변환

최종적으로 학습된 모델을 통해 다이캐스팅 공정 중 발생하는 결함 검출

주요도면/사진



기술의 특징 및 장점

기존 기술 한계	개발 기술 특성
제조공정(다이캐스팅 공정)에서 수집되는 데이터는 불량 데이터의 절대량이 부족하고, 양품/불량 간 비대칭성으로 인해 학습용 데이터의 불균형 문제가 심각	본 발명은 GAN 기반 데이터 증강 기법을 적용하여 소량의 불량 데이터를 대체할 수 있는 데이터를 생성함으로써 데이터 불균형 문제를 해소
기존 머신러닝/딥러닝 기반 결함 검출 기술은 불균형 데이터로 인해 모델 정확도가 낮고 일반화 성능	시계열 센서 데이터를 이미지화(STFT, 웨이블릿 등)하여 고차원 특징을 보존한 채 학습 효율을 극대화하며, 비지도·반지도·지도 학습이 모두 가능한 유연한 구조
	다이캐스팅 외 다양한 제조 공정에도 적용 가능한 범용성이 있으며, 다양한 클러스터링 기반 이상 탐지와 실시간 결함 검출로 산업 활용성

기술 적용제품 및 활용 분야

본 기술은 다이캐스팅 공정에 사용되는 알루미늄 금형 부품, 하우징, 자동차 부품 등의 생산품에 적용

시계열 센서 데이터를 얻는 센서 기반 공정 모니터링 시스템과 결합하여 실시간 결함 검출 및 품질 관리를 수행하는 스마트 제조 장비/자율제조 장비에 탑재 가능

불량 데이터가 부족한 고정밀 제조 공정(예: 반도체 패키징, 금속 주조, 항공부품 제조 등)에서의 결함 검출 시스템에 활용 가능

비지도/반지도 기반 이상 감지 알고리즘이 필요한 공정 진단 시스템 및 공장 자동화 플랫폼에 적합

국·내외 시장 동향

글로벌 다이캐스팅 시장은 2024년 약 800억 달러 규모에서 2032년 약 1,250억 달러로 성장(연평균 5.3%)하며, 공정 자동화가 핵심 성장 동력으로 작용

결함 검출(Defect Detection) 시장은 2023년 34억 달러에서 2030년 55억 달러로 확대될 전망이며, 연평균 5.6%~8.1% 성장률을 기록

AI 기반 비전 검사 시스템 시장은 북미를 중심으로 2024년 65억 달러에서 2034년 372억 달러로 급성장(연 19% 성장)

제조 AI 시장은 2024년 53억 달러에서 2030년 478억 달러로 확대(연 46% 성장), 한국 스마트 공장 시장도 2025~2033년 연 9.8% 성장 예측

알루미늄 다이캐스팅 부품의 정밀도·생산속도 요구 증가로 실시간 시계열 기반 품질검사 수요 확대

산업부 주도의 스마트 주조공정 고도화 과제에 시계열 기반 결함 검출 시스템 포함, KITECH-ETRI-KAIST가 관련 AI 연구 선도

자동차 경량화 부품, 전기차 인버터·모터 하우징, 가전·배터리 케이스 등 핵심 응용 분야에서 실시간 결함 검출 수요가 급증

기술 완성도

해당되는 단계에 체크 표시

TRL 1 TRL 2 TRL 3 TRL 4 TRL 5 **TRL 6** TRL 7 TRL 8 TRL 9

TRL 6 시스템/서비스시스템 모델 또는 시제품이 유사환경에서 시험 및 검증된 단계

지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	데이터 증강 기반 다이캐스팅 공정의 결함 검출 장치 및 그 방법	2022. 10. 31.	10-2022-0142461	10-2724210