

AI 기반 절삭공구 관리 및 상태예측 시스템 기술

- 기술보유기관 : 한국전기연구원
- 연구자 : 김종문 실장

기술 개요

Technical Overview

- 인공지능(AI) 기반 중소제조업체의 절삭공구 관리 및 상태 예측/운영 관리 기술
- 공구관리플랫폼기반 절삭공구 빅데이터 및 딥러닝 AI 모델 구축으로 효율적인 실시간 공구 상태진단 및 예측을 위한 AI기반 절삭공구 상태 예측 시스템 개발
- MES와 연계된 공구관리 플랫폼을 기반으로 절삭공구의 빅데이터를 활용한 딥러닝 AI 모델을 구축하여 가공 제조 공정 효율을 크게 향상시킬 수 있는 AI기반 지능형 절삭공구 관리 시스템 개발

특허번호	출원특허 10-2024-0110906
명칭	스마트 제조를 위한 리소스 관리시스템

기술 개발 배경

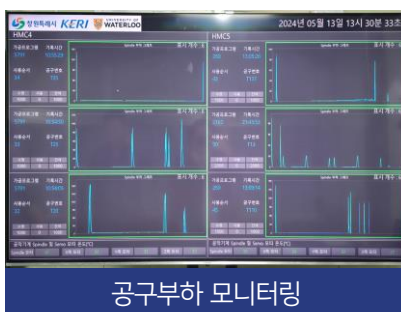
Technical Development Background

- 작업자별로 공구의 교체기준이 주관적으로 적용됨으로 인해, 다품종 소량생산시 제품마다 교체시점을 다르게 세팅하는 것이 난이
- 중소가공 업체의 다품종 소량 생산 체제로 인한 공구 관리 애로 및 영세한 중소기업의 공구관리 인프라 및 전담 인력 한계
- 기존 공구 관리 체제상 디지털 관리 부재, 공구/자재 혼재 관리, 공구 이력 추적관리, 재고 예측, 공구 마모 관리, 공구 선정 등의 기술적 문제들을 AI를 활용하여 효율화, 생산성 향상 및 비용절감 필요

기술의 특징점 및 차별성

The Advantages of Technology and Differentiation

- MES 및 자체 개발한 공구관리 플랫폼 연계를 통해 다양한 공구 메이커의 공구에 대한 통합 공구관리와 함께 AI기반 실시간 공구 상태 예측 가능
- AI기반 공구관리 및 VM(Visual Management) 시스템 구축으로 공구 재고, 이력, 현황관리, 보유공구 실시간 모니터링이 가능하며, location 관리, 소요공구 조회 및 입출고 관리 가능
- 현장맞춤형으로 CNC 공구부하 또는 IoT 센서기반 공구진단예측 모두 구현 가능
- 가공준비시간 단축, 설비가동시간 향상, 공구파손 절감 효과 기대



AI 기반 절삭공구 관리 및 상태예측 시스템 기술

INNOPOLIS
경남 창원 캠퍼스 특구

KERI 한국전기연구원
KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

적용 사례

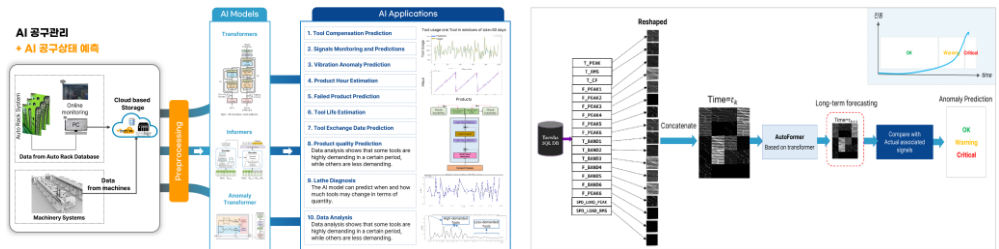
Application Case

1. AI기반 정밀가공 공구관리 시스템

- **(현황)** 정밀가공 중소제조업체로서, CNC 가공 툴과 지그의 종류가 수백가지가 되나 공구관리의 디지털 관리가 부재하여 공구 재고 및 이력 파악이 불가능한 상황으로서 자동화된 공구관리시스템이 필요
- **(시스템 구축)** 공구데이터베이스 구축 / 불용공구 폐기 / 스마트 랙 구축 / 공구관리 VM 소프트웨어 / 공구 및 작업자 ID 및 이력관리 / MES 연동 데이터 관리 / 공구 및 지그 입출고 시스템 / 공구 창고관리 / 현황판 / 공구 측정장비 / 공구 및 지그 검색인터페이스 / AI기반 공구관리 예측

2. AI기반 절삭공구 상태예측 시스템 기술

- **(현황)** 단조-가공-검사-조립의 연속 생산라인을 보유한 업체로서, 공구 이상으로 가공공정에 문제가 발생 시, 전체 생산라인이 중단되므로 공구관리와 더불어 자동으로 공구의 상태 진단 및 예측을 위한 방안이 필요
- **(시스템 구축)** 데이터 수집 시스템 / 설비관리 / 공구관리 / 공구보정시스템 / IoT 센서(진동, 온도, 레벨) / CNC 부하 모니터링 / 센서 모니터링 / 공구 기준 정보 / 딥러닝 AI 시스템 / MES 연동데이터 관리 / 현황판 / 공구 측정 장비 / 툴 및 지그 검색 인터페이스 / 딥러닝 기반 공구 상태예측 시스템



[AI기반 공구관리/상태예측 ब्ल록도]

[AI기반 공구 상태예측 흐름도]

	Informer++		Informer		Informer†		LongTrans		Reformer	
	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE
Benchmark										
ETTm1(48)	0.642	0.579	0.685	0.625	0.692	0.671	0.766	0.757	1.313	0.906
ETTm1(168)	0.915	0.722	0.971	0.752	0.947	0.797	1.002	0.846	1.824	1.136
ETTm1(720)	1.068	0.862	1.215	0.896	1.241	0.917	1.397	1.291	2.415	1.520
ETTm2(48)	1.389	0.964	1.457	1.001	1.461	1.077	1.806	1.034	1.871	1.735
ETTm2(168)	3.435	1.424	3.499	1.515	3.485	1.612	4.070	1.661	4.660	1.846
ETTm2(720)	3.452	1.461	3.467	1.473	3.548	1.495	3.913	1.552	5.381	2.015
ETTm1(48)	0.472	0.479	0.494	0.503	0.465	0.470	0.507	0.583	1.098	0.777
ETTm1(168)	0.662	0.608	0.675	0.614	0.681	0.612	0.708	0.792	1.435	0.945
ETTm1(720)	1.184	0.908	1.192	0.926	1.231	1.103	1.669	1.461	2.187	1.232
Weather(48)	0.385	0.332	0.395	0.439	0.386	0.433	0.426	0.495	0.729	0.666
Weather(168)	0.598	0.561	0.608	0.567	0.613	0.582	0.727	0.671	1.318	0.855
Weather(720)	0.822	0.725	0.831	0.731	0.834	0.741	0.885	0.773	2.726	1.575
ECL(48)	0.136	0.106	0.141	0.107	0.134	0.109	0.155	0.141	0.261	0.0997
ECL(168)	0.355	0.420	0.368	0.424	0.353	0.420	0.368	0.432	1.515	1.069
ECL(720)	0.395	0.441	0.406	0.443	0.391	0.438	0.409	0.454	2.009	1.170
taehwaNC(48)	0.008	0.015	0.012	0.018	0.014	0.021	0.019	0.025	0.231	0.154

제한된 인포++의 학습 결과를 다른 방법 및 다른 데이터군을 이용하여 비교

결과는 평균 제곱 오차(MSE) 및 평균 절대 오차(MAE)를 이용하여 비교

【TaehwaCNC】본 과제에서 개발한 SQL 데이터를 기반으로 한 시험

【성능 비교】Informer++가 MSE와 MAE 모두 우수함

[AI기반 공구 상태예측 결과]

기대효과

Expectation Effectiveness

- **(기대효과)** 가공준비시간 단축(기준대비 약 60%) / 설비가동시간 단축(약 25%) / 공구파손 절감(약 20%) / 공구 재구매 비용 절감(약 20%) / 공구교체시간 단축(약 20분 → 약 4분)
- **(기대효과)** 공구비용 절감(10~20%) / 인력 절감(1~2인) / Rework 비용 절감(연 1,200개) / 설비가동률 증가 / 고객의 품질 신뢰도 향상

Contact.

(주)위노베이션

김 주 일 이사

T. 02-555-1655

E. jik@wennovation.co.kr

한국전기연구원 전략정책본부

강 지 석 팀장

T. 055-280-1064

E. jskang@keri.re.kr