


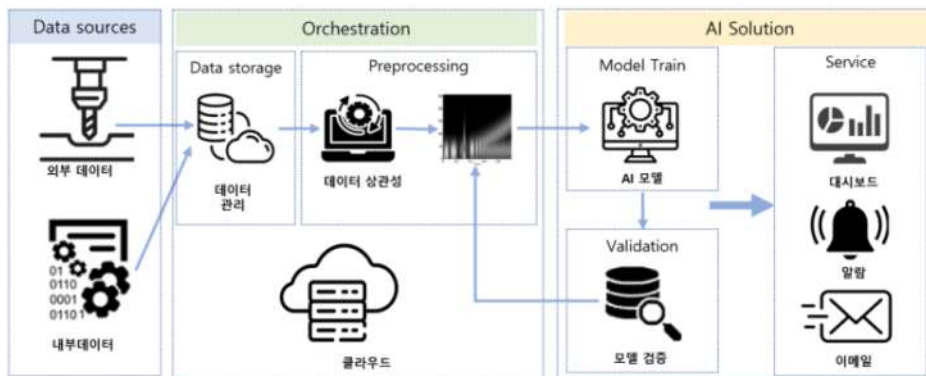
1. 사업 개요 및 필요성

1.1 사업 개요

1. 과 제 명	정밀가공 제조공정 고속제조데이터 상품화 기반 공구관리 AI 고도화	
2. 과제내용 요약	정밀가공 시 발생하는 고속 제조데이터(진동, 열, 전기데이터)의 상관성을 분석하여 그룹화한 후, 공구의 마모 및 파손을 예측, 정확한 교체 주기를 판단할 수 있는 고속제조데이터 상품을 통해 공구 관리 AI 고도화 도모	
3. 기관명	지원기업	(주)신스원
	가공기업	(주)사이버테크프랜드
4. 수행기간	2023. 08. 10. ~ 2023. 12. 09 (4 개월)	
6. 과제주요 내용		
1. 주요 사업 내용	<p>현재 기 보유중인 10HZ 진동데이터 및 전기데이터, 공구 작업 수량 데이터 기반으로 고속데이터를 자체 추가 수집 / 분석을 수행함으로써 정밀가공 공정 중 공구 마모 측정 및 예측에서 적절히 사용가능한 형태의 데이터를 분석, 가공된 데이터 제품을 통해 지능형 공구예측 시스템 도출 및 데이터 비즈니스 모델 실현하고자 함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 종류 : 진동데이터, 전기데이터, 열데이터, 공구작업 수량, 공구작업 시간 - 데이터 특성 : 고속 시계열 데이터, 주파수 변환 - 데이터 가공 및 상품화 목표 : <ol style="list-style-type: none"> 1) 제조 특성에 맞는 작업단계, 제품, 공구별 데이터 라벨링 표준화 작업 2) 작업 단계별 고속데이터 Window 가공을 통한 정밀 데이터 분석 작업 고도화 3) 주파수 특성 적용된 이미지 기반 진동 분석 가공 4) 정밀가공 고속제조데이터 분석 상품 등록 1건 / 분석 모델 2건 (하반기 시스템 예정) 	
7. 과제추진계획		

- 데이터 추가 수집(자체) : 진동데이터(10HZ -> 3KHZ 단위로 전환), 열데이터
- 데이터 전처리 : 공정 단계별 Data Splitting, 고속 데이터 결측치 처리
- 데이터 가공 : 공정 단계 및 수량 라벨링을 통한 공구 모델 인식 하도록 Json 형태로 제공
- 데이터 분석 : 이미지 기반 진동 분석 가능하도록 FFT, STFT, Spectrogram 등 기법적용
- 학습 모델 : 공구 마모 특성에 맞도록 Autoencoder / OC-SVM 등 적용하고 제조 상황에서의 정상 및 비정상 상태의 명확한 구분 위해 Reconstruction 값 비교 (분석 모델 2건)
- 데이터상품화 : 데이터 상품화를 위한 매뉴얼 제작 및 등록 수행 (상품화 1건)

8. 과제 내용



1. 과제 사업 내용

보유중인 데이터(제조 실행 데이터 / 진동데이터, 전기데이터)를 고도화 하기 위해 자체적으로 고속 (3KHZ)진동데이터와 추가 열데이터를 상관관계에 따라 클러스터화 / 공정별 Splitting을 하여 저장·변환·분석을 진행하도록 수행 분석된 데이터는 작업에 사용되는 공구의 마모와 파손을 사전에 예측하여 사용자에게 여러 형태로 전달될 수 있도록 선행 모델링 2건 이상 진행하고 구체적인 분석 값을 제시하여 해당 모델을 통한 구체적인 공구 상황 분석이 가능하도록 구체화

■ 주요 내용

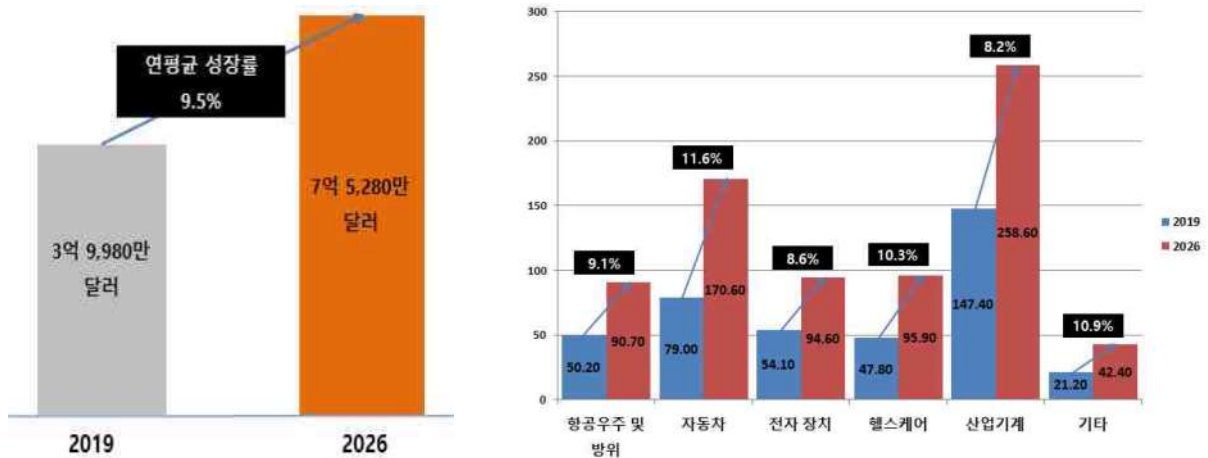
- 데이터 추가 수집 (현재 보유량 : 10HZ 제조데이터 / 1TB / 2건)
 - 내부데이터 : 동작기계 Controller에서 설비 내부 센서데이터(축, 모터 관련) 기존 수집활용
 - 외부데이터 : 외부 진동 센서 고정밀(3KHZ 이상)데이터 / 10HZ 열 시계열데이터 추가수집
- 데이터 전처리
 - 공정 단계별 Splitting : 제품 제작 단계별 데이터를 쪼개서 정확한 시간 내로 전환
 - 데이터 결측치 처리
- 데이터 가공
 - 공정 단계 및 총 공정시간에 대한 라벨링 값을 명시하여 라벨링
- 데이터 분석
 - 이미지 기반 진동 분석 가능하도록 FFT, STFT, Spectrogram 등 기법적용
 - 시간-주파수 특성 상호 분석 적용
- 데이터 모델링
 - 가공 특성에 맞고 속도 및 상황에 맞도록 Autoencoder / OC-SVM 적용하고 이미지 처리시 정상 상태와 비정상 상태를 명확히 구분할 수 있는 Reconstruction 값 명시

1.2 사업 추진배경 및 필요성

1.2.1 제언 배경 및 목표

가. 공정설비 지능화 수요 증가

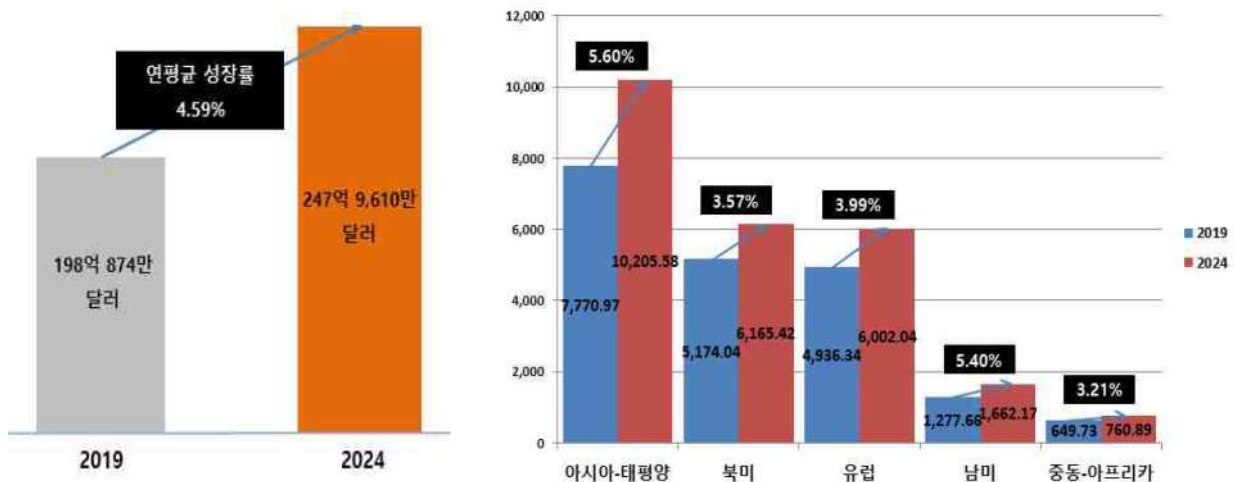
- 2019년 기준으로 한국 정밀가공산업 시장은 3억 9,980만 달러에서 연평균 성장률 9.5%로 증가하여, 2026년에는 7억 5,280만 달러에 이를 것으로 전망됨.
- 특히, 반도체, 자동차, 항공우주, 조선 등의 산업에서 필수적인 기계 및 장비를 공급하는 역할을 하고 있어 이러한 국내 정밀기계 산업의 역할은 국내 경제를 지속적으로 발전시키는 데 매우 중요한 역할을 하고 있음.



〈국내 정밀가공산업 성장률 규모 및 업종별 시장 규모〉

시장조사 보고서에 따르면 세계 정밀가공 산업은 2018년 145억 9,300만 달러에서 연평균 성장률 5.9%로 증가하여, 2026년에는 229억 430만 달러에 이를 것으로 전망됨.

세계 주요시장으로 아시아, 태평양 지역으로 특히 중국, 일본, 한국은 주요 업체의 존재와 다양한 산업에서의 정밀기계에 대한 수요 증가로 인해 시장을 지배할 것으로 예상됨

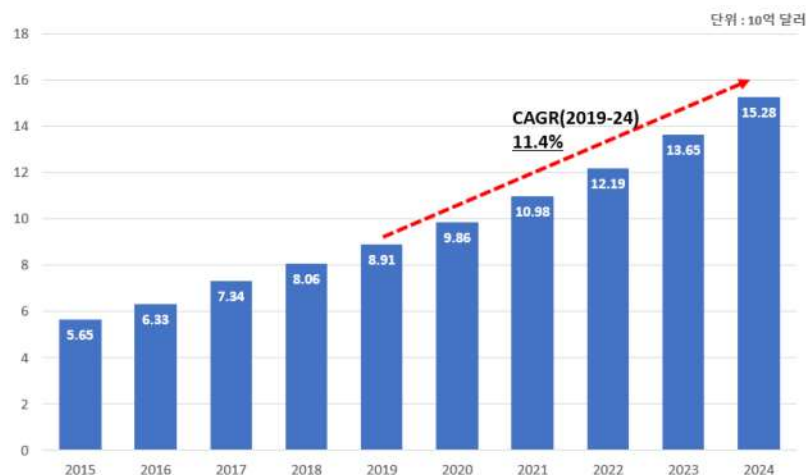


〈세계 정밀가공산업 시장 성장률 및 지역별 시장 규모 전망〉

- 이러한, 정밀가공산업 산업에서 제조 공정의 효율성, 생산성 및 유연성에 대한 요구

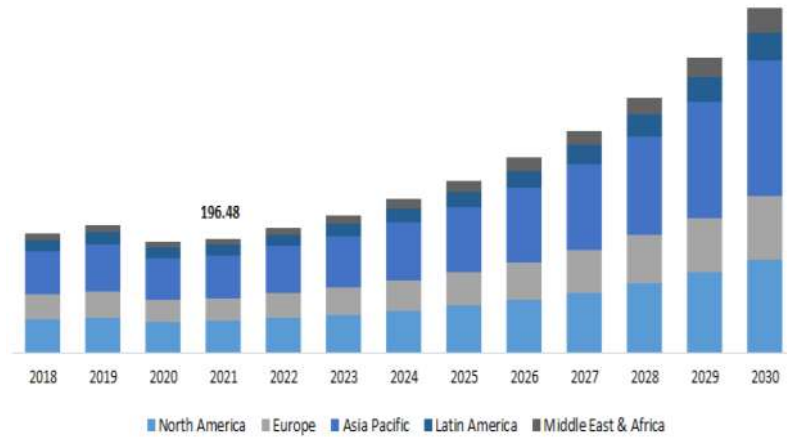
가 증가함에 따라 공장 설비의 지능이 점점 더 중요해지고 있음

- 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 머신러닝 등 4.0 산업 기술이 부상하면서 센서, 기계 등에서 실시간으로 방대한 데이터를 수집하고 분석하는 것이 가능해져 생산 프로세스를 최적화하고, 다운타임을 줄이며, 제품 품질을 향상시키는 데 사용될 수 있음
- 4.0 산업 기술에서 생산라인에서 발생하는 데이터를 수집하고 분석하여 공정의 상황을 실시간으로 파악하며, 이를 기반으로 생산 공정의 최적화 및 불량률의 예측, 품질 개선 등 다양한 효율성을 극대화함.
- 이러한 자동화와 최적화는 생산 라인의 효율성 향상뿐만 아니라 제품의 품질 향상과 생산 비용 감소를 가져올 수 있음



<한국 스마트공장 시장 전망>

- 국내 스마트공장 시장 규모 2018년 80억 6000만 달러(약 10조 4200억원)에서 연평균 11.4% 성장해 2024년 152억 8000만 달러(약 19조 7500억원)까지 늘어날 것으로 전망함
- 스마트공장의 성장률은 기술 발전, 시장 수요, 정부 정책, 경제 상황 등 다양한 요인에 따라 달라지기 때문에 정확한 예측이 어렵습니다. 하지만 스마트공장 시장은 향후 10년 동안 지속적으로 상당한 속도로 성장할 것으로 예상됨.
- 국내 스마트공장 시장 규모 2018년 80억 6000만 달러(약 10조 4200억원)에서 연평균 11.4% 성장해 2024년 152억 8000만 달러(약 19조 7500억원)까지 늘어날 것으로 전망함



〈세계 스마트공장 시장 전망〉

- Markets and Markets 보고서에 따르면 글로벌 스마트공장 시장 규모는 2020년 801억 달러에서 2025년 1349억 달러로 예측 기간 동안 복합 연간 성장률(CAGR) 11.0%로 성장할 것으로 예상함.
- 이러한 성장은 제조 공정에서 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 및 빅데이터 분석과 같은 Industry 4.0 기술의 채택이 증가했기 때문으로 볼 수 있음.

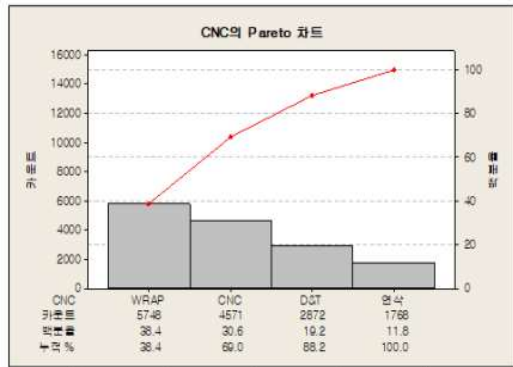
나. 정량적 목표

평가항목 (주요성능·물성 등 Spec)		단 위	비 중 (%)	연구개발수준					수 행 목 표	평 가 기 관
				세계최고수준			개발 전 국내수준			
				국 가	기 업	수 준	기 업	수 준		
①	이상감지 정확도	%	35	중국	Huan Univ.	95.95	-	-	96	공인평가
②	품질예측 AI모델 정확도	%	35	한국	UNIST	97	한국	94	97	자체평가
⑤	학습모델 개수(누적)	개	30	-	-	-	-	-	3	공인평가
합계			100%							

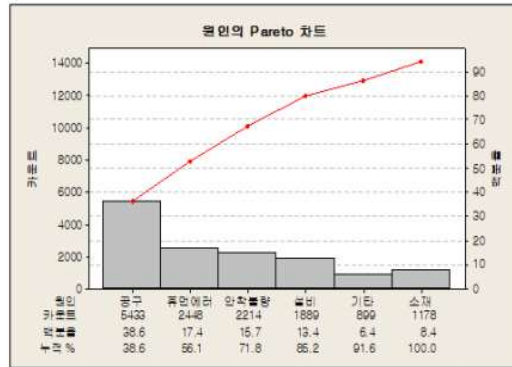
1.2.2 사업의 필요성

- 정밀가공산업의 경쟁력 강화를 위해 다양한 연구 과제를 진행하여 자동화, 지능화 시스템을 도입 중
- AI 실증사업을 통해 비전검사를 이용한 최종공정 불량 검출 자동화 시스템을 도입하여 검출 정확도를 향상시키고 불량 원인을 분석함

■ 공정별 불량현황



■ 공정원인별 분석



공정명	CNC	D&T	WRAP	연삭	TTL
불량수량	4,571	2,872	5,748	1,768	14,959
점유율	30.6%	19.2%	38.4%	11.8%	100.0%

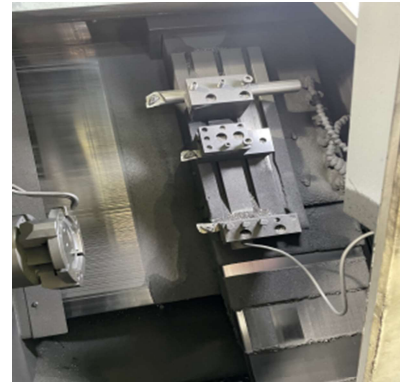
-기간: 22. 01 ~ 22. 12월

-품명: Scroll Fixed Process

- 자동화 시스템을 도입한 후 공구 마모 및 파손으로 인한 제품 불량에 즉각적으로 대응하기가 힘들어지면서 불량 폐기 비용이 대폭 증가함
- CNC 선삭공정과 WRAP 선삭공정에서 30% 이상의 상당한 불량이 발생하고 그 원인 중 공구 마모 및 파손으로 인한 불량률이 38%에 이르고 있음



[CNC 선삭공정(Insert tip)]



[WRAP 선삭공정(Endmill)]

- 생산 공정의 불량요인을 판단하여 불량이 발생하는 것을 사전에 방지하기 위한 공구 수명 예측을 통한 모니터링 시스템 개발이 필요하나 공구 마모는 다양한 작업 조건의 결합에 의해 영향을 받으며 메커니즘이 복잡하고 명확하지 않으며 시계열 성질을 가지고 있고 절삭 시간은 매번 일정하지 않음. 일반적인 예측 모델로는 이러한 다변량 고속 시계열 예측을 수행하기 어렵기 때문에 연구 개발이 힘든 상황
- 또한, 제조 산업 특성상 고령화가 진행되고 있고, 새로운 기술 인력 충원이 힘들어지고 있는 추세이며, 작업자의 경험으로 설비를 진단하여 일찍 부품을 교체할 경우 필요 이상의 비용이 낭비되기 때문에 객관적이고 정확한 설비 자가진단 기술의 필요