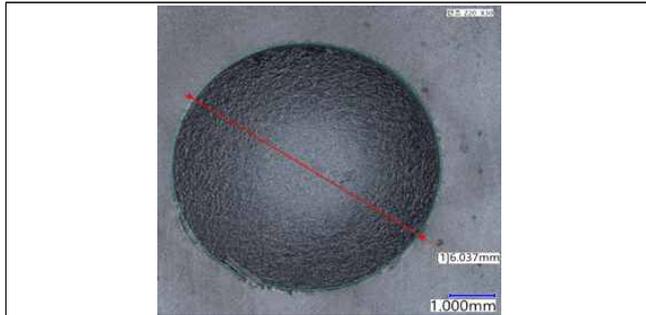


## 사업실명제 대상 사업내역서

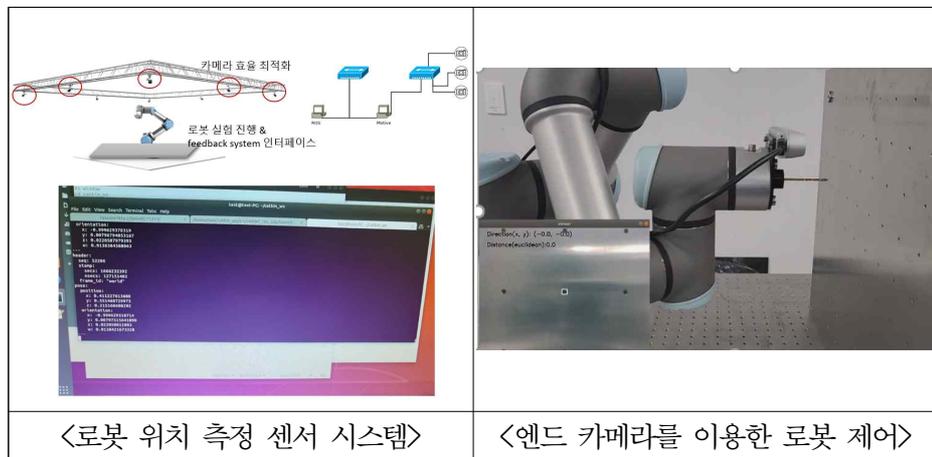
사업실명제 등록번호	2023-009	담당부서 작성자	(청정기술연구소 스마트생산시스템연구부문) (김철호 수석연구원/ 041-589-9313/ cheolho@kitech.re.kr)
사업명	<b>미래 산업환경 대응 홀로닉 생산시스템 개발</b>		
사업개요 및 추진경과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 추진배경                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제품의 생산경쟁력(생산성, 안전성, 경제성) 확보를 위한 홀로닉 생산시스템 기반 제조혁신 생산기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 추진기간 : 2020.01 ~ 2025.12</li> <li>○ 총사업비 : 11,915 백만원 (6년, 국비)</li> <li>○ 주요내용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 고생산성을 위한 홀로닉 생산시스템 대응 핵심 기술 개발                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇기반 가공 성능평가 및 오차보상 모듈 제어 알고리즘 개발</li> <li>- 센서 융합 기반 가공공정 로봇 위치 예측/제어 정밀도 알고리즘 정확도 향상 모듈 개발</li> <li>- 홀로닉 생산시스템 적용을 위한 3D프린팅 후처리 공정 최적화 기술 개발</li> <li>- 홀로닉 협업제어 시스템과 연동이 가능한 기본 디지털트윈 플랫폼 제작 (실증장비 기준)</li> <li>- 자율주행 플랫폼 제작 및 기초 성능평가</li> <li>- 홀로닉 데이터 자동수집용 무선통신체계 운용기술 확보 및 데이터 저장, 모니터링을 위한 서버 시스템 구축</li> <li>- 홀로닉 협업 제어 시스템 구조 개념 설계 및 홀로닉 생산시스템 사이트 구축</li> </ul> </li> <li>※ 홀로닉 생산시스템 협업을 위한 스마트 안전 시스템 기술 개발                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산현장 작업자의 작업별 부하 모델 개발</li> <li>- 웨어러블 디바이스 센서 1차 집적화 설계/제작 및 작업자 엣지 컴퓨팅 디바이스 플랫폼 설계</li> <li>- 다채널 센서모듈 웨어러블 안전 디바이스를 활용한 센서 및 생산공정 데이터 통합분석 기술</li> </ul> </li> <li>※ 에너지 절감형 스마트 작업환경 제어 시스템 개발</li> </ul> </li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대면적 작업 환경 공조 최적화를 위한 복합열원 이용 스마트 에너지 통합 시스템 구축</li> <li>- 파일럿 규모 장주기 폐열저장 모듈 제작 및 평가</li> <li>- 소규모 작업환경 통합모니터링 및 제어를 통한 데이터분석 기술</li> </ul> <p>○ 추진경과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020.01~2022.12 1차년도 협약 및 과제 수행</li> <li>- 2023.01~현재 4차년도 협약 및 과제 진행 중</li> </ul>																																																												
<p>사업수행자 (관련자 및 업무분담 내용)</p>	<p>○ 최초 입안자 및 최종 결재자</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최초 입안자 : 김철호 수석연구원</li> <li>- 최종 결재자 : 이낙규 원장</li> </ul> <p>○ 사업 관련자 (주요 참여연구원)</p> <table border="1" data-bbox="411 869 1417 1473"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>성명</th> <th>직급</th> <th>수행기간</th> <th>담당업무 (업무분담 내용)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>총괄책임자</td> <td>김철호</td> <td>수석</td> <td>'20.01~현재</td> <td>총괄</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>김태곤</td> <td>수석</td> <td>'20.01~현재</td> <td>가공 및 로봇제어</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>임대영</td> <td>수석</td> <td>'20.01~'22.10</td> <td>멀티에이전트</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>고광은</td> <td>선임</td> <td>'20.01~현재</td> <td>종합관제</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>박지용</td> <td>선임</td> <td>'20.01~'22.12</td> <td>적층물성제어</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>김동민</td> <td>선임</td> <td>'20.01~현재</td> <td>트지털트윈</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>정훈</td> <td>수석</td> <td>'20.01~현재</td> <td>로봇 위치제어</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>홍재수</td> <td>수석</td> <td>'20.01~'22.12</td> <td>안전</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>정대웅</td> <td>수석</td> <td>'20.01~'22.12</td> <td>환경 센서</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>차동안</td> <td>수석</td> <td>'20.01~현재</td> <td>공조 제어</td> </tr> <tr> <td>참여연구원</td> <td>양승환</td> <td>수석</td> <td>'20.01~현재</td> <td>센서 제어</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 이외 80명</p>	구분	성명	직급	수행기간	담당업무 (업무분담 내용)	총괄책임자	김철호	수석	'20.01~현재	총괄	참여연구원	김태곤	수석	'20.01~현재	가공 및 로봇제어	참여연구원	임대영	수석	'20.01~'22.10	멀티에이전트	참여연구원	고광은	선임	'20.01~현재	종합관제	참여연구원	박지용	선임	'20.01~'22.12	적층물성제어	참여연구원	김동민	선임	'20.01~현재	트지털트윈	참여연구원	정훈	수석	'20.01~현재	로봇 위치제어	참여연구원	홍재수	수석	'20.01~'22.12	안전	참여연구원	정대웅	수석	'20.01~'22.12	환경 센서	참여연구원	차동안	수석	'20.01~현재	공조 제어	참여연구원	양승환	수석	'20.01~현재	센서 제어
구분	성명	직급	수행기간	담당업무 (업무분담 내용)																																																									
총괄책임자	김철호	수석	'20.01~현재	총괄																																																									
참여연구원	김태곤	수석	'20.01~현재	가공 및 로봇제어																																																									
참여연구원	임대영	수석	'20.01~'22.10	멀티에이전트																																																									
참여연구원	고광은	선임	'20.01~현재	종합관제																																																									
참여연구원	박지용	선임	'20.01~'22.12	적층물성제어																																																									
참여연구원	김동민	선임	'20.01~현재	트지털트윈																																																									
참여연구원	정훈	수석	'20.01~현재	로봇 위치제어																																																									
참여연구원	홍재수	수석	'20.01~'22.12	안전																																																									
참여연구원	정대웅	수석	'20.01~'22.12	환경 센서																																																									
참여연구원	차동안	수석	'20.01~현재	공조 제어																																																									
참여연구원	양승환	수석	'20.01~현재	센서 제어																																																									
<p>다른기관 또는 민간인 관련자</p>	<p>○ 없음</p>																																																												
<p>추진실적</p>	<p>○ 2022년 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고생산을 위한 홀로닉 생산시스템 대응 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 드릴링 모듈을 활용한 로봇 홀가공 치수정밀도 37 μm 달성</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>																																																												



<로봇 드릴링 홀가공 치수정밀도 37  $\mu\text{m}$  달성>

- 위치 측정 센서와 가공 로봇 제어를 통한 로봇의 위치 정확도 457.76  $\mu\text{m}$  달성



- 웹/로컬 서버 환경을 기반으로 3종 이상 데이터 수신 가능한 홀로닉 데이터 모니터링 시스템 프로토타입 개발
- Bluetooth 5를 활용한 저전력 상시 연결 무선 송수신 체계 확보
  - 연결상태의 소비전력 : 1 mA @ 3.3V
  - 홀론 간 무선통신 거리 : 70m (장애물이 없는 경우)



<로컬 서버 기반 미세먼지, 온도, 습도, 자이로센서 모니터링>



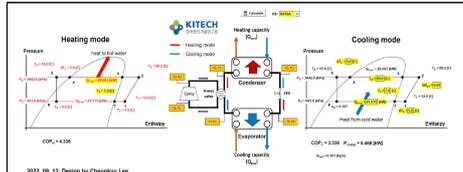
<웹서버 기반 온도/습도/전압 모니터링>

- 홀로닉 생산시스템 협업을 위한 스마트 안전 시스템 기술 개발

- 생산현장 작업자의 작업별 부하 모델 개발
  - 작업(Task) 자세, 표준시간 기반 작업별 부하 모델 개발 및 비정형 작업 커버율 85% 이상 부하모델 개발
- 웨어러블 디바이스 센서 1차 집적화 설계/제작 및 작업자 엣지 컴퓨팅 디바이스 플랫폼 설계
  - 안전모를 통한 7종 복합 센서 모듈 통합 개발 (PPG, 스트레스, 온도, 습도, 조도, CO, CO2 센서)
- 다채널 센서모듈 웨어러블 안전 디바이스를 활용한 센서 및 생산공정 데이터 통합분석 기술
  - 10-fold cross validation을 통한 모델의 작업부하(REBA score 기준) 추정성능의 검증 (정량적 목표달성 : 93.79%)



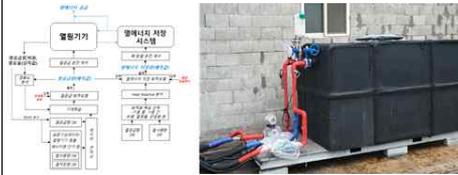
- 에너지 절감형 스마트 작업환경 제어 시스템 개발
  - 대면적 작업 환경 공조 최적화를 위한 복합열원 이용 스마트 에너지 통합 시스템 구축
    - 하절기 에너지 절감율 : 42.94% / 동절기 에너지 절감율 : -46.4%
    - 냉난방 종합 에너지 절감율 : 16.31%
  - 소규모 작업환경 통합 모니터링 및 제어를 통한 데이터 분석기술 개발



(열원별 냉난방시스템 운전 특성 분석)

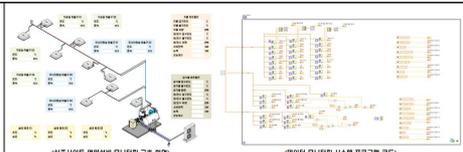


(실증사이트 복합열원 환경제어 시스템 구축)

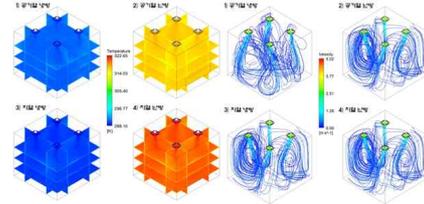


(열환경+열저장 시스템 성능평가)

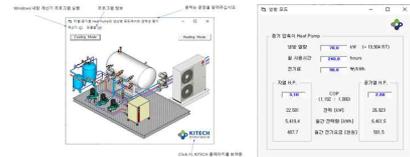
<실증사이트 열원 시스템 구축>



(모니터링 구성)



(온도균일도 및 기류특성 수치해석)



(에너지 절감 경제성 분석 프로그램)

<모니터링 및 경제성 분석>

■ 정량적 성과

핵심 질적지표	'22년 달성실적
1. 우수논문 (IF 상위20%)	1
2. 우수특허	-
2. SCI 논문	5
3. 특허출원	5
4. 특허등록	7
5. 기술료 (백만원)	86