

목 차

I. 과제 개요 1

1. 과제 목표 1
2. 지원 필요성 1

II. 과제 주요 내용 2

1. 과제 수행 계획 2
2. 성과 목표 수립 3

III. GPU 자원 활용 계획 4

1. GPU 자원 활용 규모 4
2. GPU 자원 사용 계획 4
3. 민간부담금 산출내역 4

IV. 활용 확산 추진 방안 5

1. 활용 세부 계획 5
2. 서비스 확산 계획 5
3. AI 생태계 기여 계획 6

V. 추진 계획 및 기대효과 7

1. 추진 일정 7
2. 추진 체계 7
3. 주요 산출물 7
4. 기대효과 8

VI. 기관현황 9

1. 신청기관 현황 9
2. 참여인력 현황 9
3. 주요 실적 10
4. 제안기관의 미래 성장가능성 10

요 약 서

1. 신청과제명 [제안] 이기종 로봇 제어 코드 자동 변환 및 지능형 품질 관리를 위한 멀티모달 AI 기반 유니버설 로봇 제어 솔루션 개발
2. 신청기업(관)명 슈타겐 (주관기관), 울산대학교 (참여기관)
3. 과제 개요 본 과제는 슈타겐과 울산대학교가 공동으로 추진하며, 현대 로보틱스, 두산 로보틱스 등 다양한 제조사별로 상이한 로봇 제어 코드를 거대언어모델(LLM)을 활용하여 표준화된 언어(TDL) 또는 타사 코드로 자동 변환하고, 고성능 비전 AI(LMM)를 활용하여 로봇 미세 오차 보정(Calibration) 및 실시간 품질 검사를 수행하는 지능형 제조 솔루션을 개발하는 것을 목표로 함.

4. 과제 주요 내용

- **이기종 로봇 제어 코드 변환 모델 개발:** 다양한 로봇 제어 언어를 학습하여 상호 변환이 가능한 LLM(100B+ 파라미터 급) 구축 및 파인튜닝
- **지능형 비전 기반 품질 관리:** 초고해상도 이미지 및 멀티모달 모델을 활용한 실시간 오차 보정 및 불량 검출 시스템 구축
- **디지털 트윈 환경 구축:** Nvidia Omniverse 및 Isaac Sim을 활용한 3D 시뮬레이션 및 사전 검증 환경 구현

5. GPU 자원 활용 계획

- **활용 규모: B200 서버 2대 (총 16 GPU)**
- **용도:** 100B 파라미터 이상의 LLM(GPT-OSS, DeepSeek 등) 및 Vision LMM(Llama Vision 등)의 **FP4 양자화 연구 및 초고속 추론**, 고정밀 3D 시뮬레이션(Isaac Sim) 구동

6. 활용 확산 추진 방안

- 울산 테크노파크 및 대학 내 TestKit을 활용한 실증 진행 후 PLT(Production Line Testbed) 현장 적용
- 제조 현장용 SaaS 플랫폼 형태의 로봇 통합 제어 및 모니터링 서비스 상용화

7. 기대효과

- 로봇 도입 및 공정 변경 시 소요되는 엔지니어링 비용 및 시간 획기적 단축
- 지능형 품질 관리를 통한 불량률 감소 및 생산성 향상
- 국내 제조용 AI 솔루션의 기술 자립도 확보

I. 과제 개요

1. 과제 목표 ★ 국가 AI컴퓨팅 자원을 활용하는 연구과제에 대한 개괄적인 설명과 과제의 핵심 목표가 무엇인지 기술

□ 과제 내용

★ 연구·개발하는 서비스/모델의 개요 및 상세 설명, 적용대상 등 본 과제는 제조 현장에서 운용되는 다양한 이기종 로봇(현대, 두산 등) 간의 제어 코드 호환성 문제를 해결하고, 지능형 비전 시스템을 도입하여 정밀도를 극대화하는 ****멀티모달 AI 기반 유니버설 로봇 제어 및 품질 관리 솔루션****을 울산대학교와 공동 연구·개발하는 것을 목표로 함.

[핵심 기술 개발 내용]

1. **이기종 로봇 제어 코드 자동 변환 AI:**
 - 제조사별 상이한 프로그래밍 언어를 통합 제어 언어(TDL)로 변환하거나 상호 변환하는 고성능 LLM 개발 (Fine-tuning).
 - 대상 로봇: 현대 로보틱스, 두산 로보틱스 등.
2. **초정밀 비전 AI 기반 캘리브레이션:**
 - 고해상도 비전 데이터를 분석하여 로봇의 미세 오차를 실시간으로 감지하고 보정값을 생성하는 이미지 인식 모델 개발.
3. **지능형 품질 검사 시스템:**
 - 생산 제품의 이미지를 실시간 분석하여 정상/비정상을 판별하는 고정밀 분류 모델 구축.
4. **3D 디지털 트윈 시뮬레이션:**
 - Nvidia Omniverse 및 Isaac Sim 환경에서 로봇 거동 및 공정 시나리오를 사전에 완벽하게 검증.

□ 연구·개발 분야(내용)의 차별성 ★ 제안하는 AI 개발 모델과 관련된 과거 유사 서비스(타사 서비스 포함)와 비교 또는 기존 연구와의 차별성 제시

- **기존 방식의 한계:** 기존에는 엔지니어가 수작업으로 코드를 변환하거나 고가의 외산 SW에 의존하였으며, 단순 룰 베이스 비전 검사로 비정형 불량 검출에 한계가 있었음.
 - **본 과제의 혁신성:**
 - 100B 파라미터급 최신 LLM(GPT-OSS, DeepSeek-r1 등)을 활용하여 코드 변환의 정확도와 범용성을 획기적으로 개선.
 - 텍스트 뿐만 아니라 이미지 정보를 결합한 최신 Vision LMM(Llama 3.2 Vision, Qwen2.5-VL)을 적용하여 복잡한 제조 환경에서도 강건한 인식 성능 확보.
 - 단순 SW 개발을 넘어 실제 PLT(Production Line Testbed) 데이터와 연동된 실증 중심의 연구 개발.
2. 지원 필요성 ★ 국가 AI컴퓨팅 자원이 왜 필요한지 추진배경과 당위성을 기술 (현재 사용중인 자원 현황 한계를 제시하고, 국가 AI컴퓨팅 자원이 필요한 이유와 중요성 등에 대하여 기술)

- **초거대 모델의 실시간 제어를 위한 B200 필수성:** 120B 파라미터 급의 LLM과 고해상도 Vision 모델을 동시에 구동하여 로봇을 10ms 이내로 제어하기 위해서는 H200의 대역폭(4.8TB/s)으로는 병목 현상이 발생함. **B200의 8TB/s 대역폭과 2세대 Transformer Engine**만이 Multi-modal 모델의 실시간 추론을 보장할 수 있음.
- **차세대 양자화 기술(FP4) 선행 연구:** 본 과제는 산업용 AI의 경량화를 위해 **B200에서 최초로 지원**하는 **FP4(4비트 부동소수점) 정밀도 학습 및 추론 기술**을 연구하여, 향후 저사양 엣지 디바이스로의 배포 가능성을 검증해야 하므로 B200 자원이 필수적임.
- **Isaac Sim 구동을 위한 B200 RT 코어 필수:** Isaac Sim은 Ray-Tracing 기반 물리 시뮬레이션으로 **RT 코어가 필수**임. H100/H200은 RT 코어 미탑재로 Isaac Sim 구동 자체가 불가능함. B200은 **4세대 RT 코어 148개**를 탑재하여 Isaac Sim 기반 디지털 트윈 구현이 가능한 **유일한 데이터센터 GPU**임. (NVIDIA 공식 문서: "RT 코어가 없는 GPU(A100, H100)는 Isaac Sim에서 지원되지 않습니다.")
- **국가 주력 산업 경쟁력 강화:** 제조 로봇 분야는 국가 핵심 산업이나 SW 호환성 부족으로 경쟁력이 저하되고 있음. 최신 B200 GPU 자원을 활용한 선도적 연구를 통해 기술 격차를 해소하고 AI 기반 제조 혁신을 가속화할 필요가 있음.

II. 과제 주요 내용

1. 과제 수행 계획

□ **과제 추진 현황** ★ 현재까지 구축 완료 및 진행 현황 - **인프라 구축:** - 3D 프린팅 센터 내 PLT(Production Line Testbed) 구축 완료 (로봇 2대 + PLC). - 울산테크노파크 TestKit 6월 구축 예정 (로봇 7대, PLC 2대, 비전 7대 포함). - 사무실 내 고사양 서버(Dell R770) 및 워크스테이션(RTX 6000 Ada) 보유. - **데이터 확보:** - PLT 현장 로봇 및 PLC 운영 데이터 1초 주기 수집 중. - 이기종 로봇 제어 코드(현대, 두산 등) 약 500개 파일 확보 및 분석 완료. - **모델 개발:** - 현대 로보틱스 코드를 중간 언어(TDL)로 변환하는 초기 모델 확보. - TDL을 두산 로보틱스 코드로 변환하는 프로토타입 모델 보유. - **전문 인력:** - 과제화 팀장을 필두로 개발, 리서치, DB, 3D, UI/UX 등 각 분야 전문 인력 10명으로 구성된 전담 슈타겐 테크팀 운영 중.

□ **본 과제 상세 수행내용** ★ 국가 AI컴퓨팅 자원을 활용하여 개발하고자 하는 AI 모델·서비스의 주요 기능 및 연구 범위 설명 1. **이기종 로봇 제어 코드 변환 모델 고도화:** - 120B급 이상의 오픈소스 LLM(gpt-oss, deepseek-r1, devstral)을 기반으로 로봇 제어 코드에 특화된 파인튜닝 수행. - 문맥 이해를 통한 단순 문법 변환을 넘어선 로직 최적화 기능 구현. 2. **비전 데이터 기반 로봇 정밀 제어 및 품질 검사:** - Llama 3.2 Vision(90B), Qwen2.5-VL 등 최신 Vision-Language Model 활용. - 이미지 기반 로봇 캘리브레이션 오차 보정 알고리즘 및 비정형 불량 검출 모델 개발. 3. **데이터 수집 및 지속적 학습 체계(MLOps) 구축:** - PLT에서 수집되는 실시간 데이터를 활용한 모델 지속 고도화 파이프라인 구축. 4. **3D Digital Twin 환경 구현:** - Nvidia Omniverse 및 Isaac Sim을 활용하여 실제 공정과 동일한 가상 환경 구축 및 AI 모델 사전 검증.

★ GPU로 수행하려는 작업 유형 - **FP4 정밀도 기반 대규모 언어 모델(LLM) Full Fine-tuning** 및 Quantization 연구. - 멀티모달(Vision+Text) 모델 실시간 학습 및 추론. - **Ray-Tracing 기반 고정밀 물리 기반 3D 시뮬레이션(Digital Twin)** 렌더링 및 연산.

★ 구체적 연구개발 계획(가능하면 정량) - **필요 GPU: NVIDIA B200 (총 16장, 2개 노드).** - **활용 계획:** - 학습(Training): 70% (코드 변환 LLM FP4 학습, 비전 모델 학습). - 검증 및 시뮬레이션(Validation/Sim): 30% (Digital Twin 구동, 추론 테스트).

★ 과제 수행 시 활용하는 모델 - **Language Mode (코드 변환):** gpt-oss(120b), devstral-2(123b), deepseek-r1(70b), qwen3-coder(30b). - **Vision/Multimodal Model (인지/검사):** llama3.2-vision(90b), qwen2.5vl(72b), DINOv2(Vision-only).

2. 성과 목표 수립

□ **최종 성과 목표** ★ 정량적 목표: - **코드 변환 정확도:** 95% 이상 (휴먼 엔지니어 검증 기준). - **품질 검사 정확도:** 95% 이상. - **로봇 캘리브레이션 오차:** 0.5mm 미만 달성. ★ 정성적 목표: - 이기종 로봇 간 제어 코드 상호 운용성 확보. - 비전문가도 쉽게 로봇을 교체/운용할 수 있는 AI 기반 제어 환경 구축.

- **코드 변환 정확도:** 생성된 코드를 시뮬레이터(Isaac Sim) 및 실제 로봇(PLT)에 탑재하여 정상 구동 여부 및 로직 일치율 측정.
- **검사/인식 성능:** 공인된 Test Set 구축 후 mAP(mean Average Precision) 등 객관적 지표 측정.

1. GPU 자원 활용 규모

- 요청 규모: B200 서버 2대 (GPU 16장).
- 적정성 근거:

- ## 2. GPU 자원 사용 계획

3. 민간부담금 산출내역

- 울산대학교와의 공동 연구 과제로 진행됨에 따라 민간부담금 면제 대상 (또는 해당 규정에 따른 0원 산정).
- 단가는 B200 기준 예시(H200 대비 2배 가정) 적용.

1. 활용 세부 계획

- **현장 실증:** 울산 테크노파크 TestKit 및 3D 프린팅 센터 PLT에 개발 솔루션을 적용하여 실제 제조 공정에서의 안정성 및 효율성 검증.
- **솔루션 패키징:** 검증된 로봇 코드 변환 및 비전 검사 모듈을 패키지 SW 형태로 고도화.

2. 서비스 확산 계획 (틀림)

- **SaaS 플랫폼 런칭:** 제조 기업들이 로봇 제어 코드를 업로드하면 자동으로 변환 코드를 제공받는 클라우드 기반 서비스 제공.
- **제조사 파트너십:** 로봇 제조사(현대, 두산 등) 및 SI 기업과 협력하여 로봇 도입 시 번들 솔루션으로 공급 추진.

3. AI 생태계 기여 계획

- **데이터셋 공개 고려:** 보안에 민감하지 않은 범위 내에서 로봇 제어 코드-자연어 쌍 데이터 등의 일부를 연구 목적으로 공개 검토.
- **전문 인력 양성:** 최신 LLM 및 로봇틱스 융합 기술을 갖춘 실무형 AI 엔지니어 육성 및 지역 산업계 전파.

V. 추진 계획 및 기대효과

1. 추진 일정 □ 수행기간 : 2026.06.01 ~ 2027.05.31 (12개월 / 예시)

○ 마일스톤 구분 수행내용 수행일정(2026년) 1Q (13개월) • 요구사항 분석 및 데이터셋 구축 • 베이스 모델 성능 테스트 2Q (4개월) • LLM 파인튜닝 및 사전 모델 학습 • 핵심 기능 프로토타입 구현 3Q (7개월) • 디지털 트윈 연동 테스트 • 모델 최적화 및 경량화 4Q (10~12개월) • PLT 현장 적용 및 실증 • 최종 성과 분석 및 보고

2. 추진체계 □ 추진체계 및 역할

- **총괄책임자 (곽재화 팀장 / 슈타겐):** 사업 총괄 관리, 상용화 전략 수립.
- **공동연구책임자 (황규선 교수 / 울산대학교):** AI 모델 최신 이론 연구 자문, 산학 연계 실증 지도.
- **개발팀 (이형주 리더, 송진영, 박지훈):** LLM 파인튜닝, 백엔드/프론트엔드 시스템 개발, MLOps 구축.
- **리서치팀 (이건주, 김가령):** 최신 AI 모델(SOTA) 조사, 알고리즘 최적화 연구.
- **DX/현장적용팀 (이원재, 권지유, 이범찬):** 제조 현장 데이터 분석, DB 구축, 3D 트윈 구현 및 현장 실증 지원.
- **디자인팀 (이선):** UI/UX 기획 및 디자인.

3. 주요 산출물

- 이기종 로봇 제어 코드 변환 AI 모델 (Weight file).
- 지능형 품질 검사 및 캘리브레이션 소프트웨어.
- 로봇 제어/검사 통합 플랫폼 시제품.
- 관련 특허 출원 1건 이상 및 SW 등록.

4. 기대 효과

- **기술적 측면:** 로봇 제어와 최신 생성형 AI 기술을 융합하여 제조 엔지니어링의 패러다임을 전환하고 기술적 난이도가 높은 멀티모달 제어 기술 확보.
- **경제/산업적 측면:** 로봇 교체 및 라인 재구축 비용 절감(엔지니어링 공수 50% 이상 절감 예상), 불량률 감소로 인한 제조 원가 절감.
- **사회적 측면:** 단순 반복적인 코딩 및 검사 업무를 AI가 대체함으로써 근로자는 보다 창의적이고 고부가가치 업무에 집중할 수 있는 환경 조성.

VI. 기관현황

1. 신청기관 현황

- 기관명: 슈타겐 (Tech Team), 울산대학교 (산학협력단)
- 주요 사업 분야: 제조 로봇 제어 솔루션, 산업용 AI 소프트웨어 개발, AI 전문 인력 양성 및 연구.

2. 참여인력 현황

- 슈타겐: 총 10명 (팀장 1, 개발 4, 리서치 2, 디자인 1, 현장전문가 2).
- 울산대학교: 황규선 교수 (자문 및 공동 연구).

3. 주요 실적

- 3D 프린팅 센터 PLT(Production Line Testbed) 성공적 구축 및 운영.
- 현대로보틱스-TDL-두산로보틱스 간 코드 변환 초기 모델 자체 개발 보유.
- 다수의 제조 현장 데이터 수집 및 분석 경험 보유.

4. 제안기관의 미래 성장가능성

- 유니버설 로봇 제어 기술은 스마트 팩토리의 핵심 요소로, 향후 자율 제조(Autonomous Manufacturing) 시장 확대와 함께 급격한 성장이 예상됨.
- 독보적인 코드 변환 데이터와 모델을 바탕으로 글로벌 로봇 솔루션 시장 진출 잠재력 보유.