

## 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

## 요약서

- 신청과제명 [제안] 이기종 로봇 제어 코드 자동 변환 및 지능형 품질 관리를 위한 멀티모달 AI 기반 유니버설 로봇 제어 솔루션 개발
- 신청기업(관)명 슈타겐 (주관기관), 울산대학교 (참여기관)
- 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 무엇인가 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 지원하는 FP4(4비트 부동소수점) 정밀도 학습 및 추론 기술**을 연구하여, 향후 저사양 엣지 디바이스로의 배포 가능성을 검증해야 하므로 B200 지원이 필수적임.
- **Isaac Sim 구동을 위한 B200 RT 코어 필수성:** Isaac Sim은 Ray-Tracing 기반 물리 시뮬레이션으로 RT 코어가 필수임. H100/H200은 RT 코어 미탑재로 Isaac Sim 구동 자체가 불가능함. B200은 **4 세대 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 지원을 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 프로토 타입 모델 보유. - **전문 인력:** - 과제화 팀장을 필두로 개발, 리서치, DB, 3D, UI/UX 등 각 분야 전문 인력 10명으로 구성된 전담 스타겟 테크팀 운영 중.

□ 본 과제 상세 수행내용 \* 국가 AI 컴퓨팅 지원을 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.

#### □ 성과 지표 설정 근거 및 측정 방법

- **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.

### III. GPU 자원 활용 계획

#### 1. GPU 자원 활용 규모

##### □ GPU 활용(요청) 규모 적정성

- **요청 규모: B200 서버 2대 (GPU 16장).**
- **적정성 근거:**
  - **FP4 H/W 가속 필요성:** 본 과제의 핵심 목표 중 하나인 '산업용 AI 모델 경량화'를 달성하기 위해 서는 B200 아키텍처만이 유일하게 지원하는 FP4 Tensor Core를 활용한 실험 검증이 필수적임. (H200 불가).
  - **Real-time Digital Twin:** 복잡한 제조 라인의 물리 현상을 실시간(Real-time)으로 모사하기 위해서는 H200 대비 3배 이상의 시뮬레이션 성능을 제공하는 B200이 요구됨.
  - **Ultra-Bandwidth Requirement:** 120B+ LLM과 Vision 모델의 병목 없는 데이터 전송을 위해 \*\*8TB/s의 메모리 대역폭(B200)\*\*이 필수적이며, H200(4.8TB/s)으로는 실시간 제어 루프(Loop) 타 임아웃 발생 위험이 있음.

#### 2. GPU 자원 사용 계획

##### □ GPU 단계별 활용 계획 단계 추진기간 주요 수행내용 GPU 투입시기 GPU 사용량 (장/서버수) 예상 활용률 (%) 1 2026.06 ~ 2026.08 • 기반 모델(LLM, VLM) 선정 및 성능 벤치마킹 • 데이터 전처리 및 학습 데이터셋 구축 2026.06 8장 / 1대 60% 2 2026.09 ~ 2026.11 • 제어 코드 변환 모델 파인튜닝 (1차) • 비전 인식 모델 학습 및 캘리브레이션 알고리즘 개발 2026.09 16장 / 2대 90% 3 2026.12 ~ 2027.02 • 모델 고도화 및 최적화 (2차 튜닝) • 3D 디지털 트윈 연동 검증 및 통합 테스트 2026.12 16장 / 2대 100%

#### 3. 민간부담금 산출내역

##### □ 민간 부담금 계산 신청상품 수량 기준단가(서버1대/월) 신청개월 산출 내역 합계 **B200** 서버 2대 **6,400,000원** (800,000원 x 8장) 6개월 면제 (대학 공동 연구) 0원

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

### IV. 활용 확산 추진 방안

#### 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 로보틱스 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(26~27년) 1Q (13개월) • 요구사항 분석 및 데이터셋 구축 • 베이스 모델 성능 테스트 2Q (4개월) • LLM 파인튜닝 및 바전 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 성장 가능성

- 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.