

제안요청서

RFP (Request for Proposal)

FSR센서 Autocalibration 펌웨어 및 AI 알고리즘 개발

— 무게 자동 측정 AI 알고리즘 포함 —

공고기관	인트시스(주)
등록분류	나라장터 연구용역
공고일자	2026년 09 월 21 일
제안서 마감	2026년 09 월 28 일 18:00
문의처	dhkim@intosys.co.kr

1. 연구용역 개요

과제명	FSR센서 Autocalibration 펌웨어 및 AI 알고리즘 개발 (무게 자동 측정 기능 포함)
발주기관	인투스(주)
사업 분류	IoT 임베디드 / AI·머신러닝 / 소프트웨어 개발
용역 형태	연구용역 (소프트웨어 개발·시스템 구현)
수행 기간	계약일로부터 1.5개월 (세부 일정은 제안서 내 WBS 기재)
총 예산 규모	별도 공고 (제안금액 상한 준수)
납품 형태	펌웨어 소스코드, AI 모델 파일, 기술문서, 최종 보고서
문의처	dhkim@intosys.co.kr / 서울특별시 금천구

1.1 연구 배경 및 필요성

FSR(Force Sensitive Resistor) 센서는 스포츠·헬스케어·재활 분야의 체중 측정, 자세 분석, 운동량 측정 등 다양한 IoT 응용에 활용되고 있습니다. 그러나 FSR 센서는 온도, 습도, 노화, 개체 간 편차 등 환경 요인에 의해 출력 특성이 변동하는 특성이 있어, 현장 배포 후에도 정밀한 무게 측정을 유지하기 위해서는 지속적인 보정(Calibration)이 필수적입니다.

기존 방식은 공장 초기 보정(Factory Calibration)만 수행하여 현장 환경 변화 대응이 불가하며, 사용자가 직접 보정 장비나 기준추를 사용해야 하는 불편함이 있습니다. 이에 본 연구용역은 별도 장비·기준 값 없이 자동으로 센서를 보정하는 Autocalibration 펌웨어와, 머신러닝 기반으로 무게를 정밀 추정하는 AI 알고리즘을 개발하는 것을 목적으로 합니다.

1.2 연구 목표

- FSR 센서 출력의 비선형성·드리프트를 실시간 자동 보정하는 펌웨어 개발
- 온도·습도 등 환경 변수를 고려한 다변수 자동 보정 알고리즘 설계
- 머신러닝(회귀·딥러닝) 기반 무게 자동 측정 AI 알고리즘 개발
- ESP32 마이크로컨트롤러 기반 임베디드 구현 및 실시간 추론
- MySQL 연동 학습 데이터 수집·관리 파이프라인 구축
- 클라우드/엣지 하이브리드 구조 지원 (Spring Boot 백엔드 연동)

2. 과업 범위 (Scope of Work)

2.1 FSR 센서 Autocalibration 펌웨어

2.1.1 자동 보정 알고리즘

- 초기 부팅 시 무부하(Zero-load) 자동 영점 보정
- 온도·드리프트에 따른 주기적 자동 오프셋 재계산
- 다중 FSR 센서 배열(Array) 동시 보정 지원 (최소 4 채널)
- 비선형 보정 곡선 피팅: 다항식(Polynomial) 또는 Spline 보간
- 보정 파라미터 Flash/NVS 비휘발성 저장 및 복구

2.1.2 펌웨어 구현 환경

- 대상 MCU: ESP32 (Espressif ESP-IDF 또는 Arduino Core v2.x)
- ADC 분해능 최적화: ESP32 12-bit ADC 비선형성 보정 포함
- 통신 인터페이스: UART/BLE/Wi-Fi 중 선택 지원
- OTA(Over-the-Air) 펌웨어 업데이트 지원
- 실시간 운영: FreeRTOS 태스크 기반 비동기 처리

2.2 무게 자동 측정 AI 알고리즘

2.2.1 알고리즘 설계

- 입력 특징(Feature): FSR 출력값, 온도, 습도, 측정 횟수, 시간 경과
- 출력: 추정 무게(kg), 신뢰도(Confidence Score)
- 모델 후보: 다항 회귀(Polynomial Regression), Random Forest, LSTM 중 성능 비교 후 최적 선정
- 학습 데이터: 기준추 측정 실측 데이터 + 시뮬레이션 증강 데이터
- 목표 정확도: $RMSE \leq 0.5 \text{ kg}$ (0~150 kg 범위)

2.2.2 학습 파이프라인

- MySQL 기반 학습 데이터 수집·버전 관리 DB 스키마 설계
- scikit-learn / TensorFlow Lite 기반 학습·검증 스크립트 (Python)
- 모델 경량화: TensorFlow Lite 변환 및 ESP32 인터프리터 탑재
- 온라인 학습(Incremental Learning): 현장 데이터 누적 재학습 지원

2.2.3 서버 연동

- Spring Boot 백엔드 REST API 연동 (학습 데이터 업로드/모델 배포)
- JSON 기반 센서 데이터 전송 프로토콜 정의

- 측정 이력 조회·분석 대시보드 API 제공

2.3 검증 및 테스트

- 단위 테스트: 보정 알고리즘 정확도 검증 (기준추 0.1 kg 단위)
- 환경 테스트: 온도 0~50°C, 습도 20~80% 조건 하 반복 측정
- 장기 안정성: 연속 72 시간 드리프트 측정
- 다중 센서 동시 측정 테스트 (4 채널 이상)
- API 부하 테스트 (동시 접속 50 클라이언트 이상)

3. 기술 요구사항

번호	요구사항 항목	세부 내용	우선순위	필수여부
F-01	자동 영점 보정	부팅 및 무부하 상태 감지 시 자동 영점 설정, 사용자 개입 불필요	필수	Y
F-02	환경 보정	온도/습도 센서 연동, 보정 계수 자동 갱신 (주기: 설정 가능)	필수	Y
F-03	다채널 지원	FSR 4채널 이상 동시 측정·보정, 채널 간 편차 자동 균등화	필수	Y
F-04	AI 무게 추정	머신러닝 모델 기반 무게 추정, RMSE ≤ 0.5 kg (0~150 kg)	필수	Y
F-05	온디바이스 추론	ESP32 내 TFLite 모델 로딩·추론, 100ms 이내 응답	필수	Y
F-06	OTA 업데이트	Wi-Fi 기반 펌웨어·모델 무선 업데이트 지원	필수	Y
F-07	데이터 로깅	측정·보정 이력 내부 Flash 저장 및 서버 업로드 (JSON)	필수	Y
F-08	증분 학습	현장 데이터 기반 온라인 모델 갱신 지원 (선택)	선택	N
F-09	API 연동	Spring Boot REST API 연동, JWT 인증 지원	필수	Y
F-10	대시보드	Thymeleaf 기반 측정 이력·통계 조회 웹 화면	선택	N

4. 납품물 및 산출물

4.1 필수 납품물

번호	산출물명	내용	납품 시기
D-01	Autocalibration 펌웨어	ESP32 소스코드, 빌드 스크립트, Flash 절차서 포함	중간·최종
D-02	AI 무게 추정 모델	학습 스크립트(Python), .tflite 모델 파일, 정확도 평가 보고서	최종
D-03	학습 데이터셋	MySQL DB 덤프 또는 CSV, 데이터 수집 절차서 포함	최종
D-04	기술 설계서	시스템 아키텍처, 알고리즘 설계, API 명세서 (Swagger)	중간·최종
D-05	테스트 결과 보고서	단위·통합·환경 테스트 결과, 기준치 달성 여부 명시	최종
D-06	최종 연구 보고서	연구 배경, 방법론, 결과, 결론, 향후 과제 포함	최종
D-07	사용자·운영 매뉴얼	펌웨어 빌드/배포 매뉴얼, AI 모델 재학습 절차서	최종

4.2 소스코드 관리

- Git 기반 버전 관리 필수 (GitHub 또는 내부 GitLab)
- 브랜치 전략: main / develop / feature/* 분리
- 커밋 메시지 영문 규칙 준수, PR 기반 코드 리뷰
- 최종 납품 시 전체 소스코드 ZIP 및 저장소 접근 권한 이관

5. 수행 일정 (안)

아래 일정은 계약일로부터 산정한 기준 일정이며, 수행기관은 제안서에 상세 WBS를 포함하여야 합니다.

단계	수행 내용	세부 작업	1~2개월	3~4개월	5~6개월
1	요구사항 분석·설계	시스템 아키텍처, DB 설계, API 명세 확정	●		
2	데이터 수집 인프라	MySQL 스키마, 수집 파이프라인, 기준추 실험 설계	●	●	
3	펌웨어 개발	Autocalibration 알고리즘, ESP32 구현, OTA		●	●
4	AI 모델 개발	모델 학습·검증, TFLite 변환, 온디바이스 테스트		●	●
5	백엔드 API 연동	Spring Boot REST API, 대시보드 개발			●
6	통합 테스트·검수	환경 테스트, 성능 검증, 문서 납품			●

6. 제안서 작성 요령

6.1 제안서 구성

1. 사업수행계획서: 과업 이해도, 수행 전략, WBS, 위험 관리 계획
2. 기술 제안서: 알고리즘 설계 방안, 구현 기술 스택, 혁신 요소
3. 인력 투입 계획: 참여 인력 현황, 역할 분담, 투입 공수(MM)
4. 유사 과제 수행 실적: 임베디드 개발, AI 알고리즘, IoT 관련 실적 중심
5. 견적서: 상세 비목별 산출 근거 (인건비, 직접경비, 일반관리비 등)

6.2 제안서 제출 규격

- 분량: A4 기준 50 매 이내 (별첨 제외)
- 파일 형식: PDF 또는 DOCX, 한글(HWP) 병행 제출 가능
- 제출 방법: 이메일 제출 (dhkim@intosys.co.kr) 또는 나라장터 온라인 제출
- 마감 시각: 공고일로부터 14 일 이내 18:00 (공휴일 포함 시 익영업일)

6.3 평가 기준

구분	평가 항목	세부 평가 기준	배점
기술 평가	과업 이해도	과업 범위 및 기술 요구사항 이해의 정확성	15점
	기술 수준	제안 알고리즘의 우수성, 혁신성, 실현 가능성	25점
	수행 방법론	WBS, 위험 관리, 품질 관리 계획의 체계성	15점
사업 실적	유사 수행 실적	임베디드/AI/IoT 유사 과제 수행 경험	20점
인력 계획	투입 인력	책임연구원 이상 관련 경력 3년 이상	15점
가격 평가	제안 금액	예산 범위 내 적정성, 비목별 산출 근거	10점
정성 평가	연구 창의성 및 독창성	기존 보정 방식 대비 차별화된 접근	5점

구분	평가 항목	세부 평가 기준	배점
가		법 제시 여부, 알고리즘 혁신성	
	현장 적용 가능성	실제 헬스케어·스포츠 IoT 환경 적용 시나리오 구체성, 양산 확장성	5점
	의사소통 및 협업 능력	진행 보고 체계, 이슈 대응 계획, 발 주기관 요구사항 반영 의지	5점
합계	정량 90점 + 정성 15점 (가산)	정성 점수는 평가위원회 합의로 결 정	105점

7. 계약 조건 및 유의사항

7.1 계약 형태

- 계약 형태: 단가·총액 혼합 계약 (나라장터 전자계약)
- 대금 지급: 중간 검수 40%, 최종 검수 완료 후 60% 지급
- 지체상금: 계약금액의 1 일 1/1,000 (「국가계약법 시행령」 제 74 조 준용)

7.2 지식재산권

- 본 용역 결과물(소스코드, 모델, 문서 등)의 지식재산권은 발주기관에 귀속
- 수행기관은 납품 전 오픈소스 라이선스 목록 및 사용 현황 제출 필수
- GPL 계열 라이선스 사용 시 사전 서면 승인 필요

7.3 보안 및 기밀유지

- 수행기관은 용역 수행 중 취득한 발주기관 기술·사업 정보 외부 공개 금지
- NDA(비밀유지협약) 계약 체결 필수 (계약 시 별첨 양식 사용)
- 서버·DB 접근 계정 정보는 납품 시 즉시 이관 및 수행기관 내 삭제

7.4 하자보수

- 하자보수 기간: 최종 납품일로부터 12 개월
- 하자 유형: 펌웨어 크래시, AI 모델 오작동, API 오류 등 기능 결함
- 하자보수 이행: 발주기관 통보 후 영업일 기준 5 일 이내 조치

7.5 기타 유의사항

- 제안서는 제안기관의 비용으로 작성하며, 미선정 시 반환하지 않음
- 제안서 내 허위 기재 발견 시 즉시 실격 처리
- 계약 후 주요 투입 인력 변경 시 발주기관 서면 승인 필요
- 본 RFP 에 명시되지 않은 사항은 「국가계약법」 및 관련 법령에 따름

8. 문의처 및 제출 안내

기관명	인트루시스(주) (INTOSYS Inc.)
주소	서울특별시 금천구 (상세 주소 기재)
담당자 이메일	dhkim@intosys.co.kr
제출 방법	이메일 제출 또는 나라장터(G2B) 온라인 제출
접수 마감	공고일로부터 14일 이내 18:00
질의 응답	공고일로부터 7일 이내까지 이메일 질의 접수 (일괄 회신)

본 제안요청서에 관한 모든 권리 및 해석 권한은 인트루시스(주)에 있습니다.

인트루시스(주)