

산업용 통합 데이터 수집 컨트롤러 개발

펌웨어·소프트웨어 개발 스펙 요약서

환경·전력·진동 멀티센서 Edge/Gateway 시스템

문서 성격	외주 개발 협의용 기술 스펙 요약 (F/W·S/W 개발 범위)
대상	펌웨어 및 Edge 소프트웨어 개발 용역사
작성일	2026. 06.
개정	v1.0

※ 본 문서는 개발 협의를 위한 기술 사양 요약본입니다. 상세 인터페이스 규격(ICD), 부품 확정 사양, AI 모델 사양은 별도 문서로 제공되며, 최종 값은 프로젝트 진행에 따라 조정될 수 있습니다.

1. 시스템 개요

EV 충전소 및 산업설비 환경에서 온·습도, 전력, 진동 데이터를 수집하여 로컬 전처리 후 원격 플랫폼으로 전송하는 산업용 데이터 수집 컨트롤러이다. 시스템은 센서 수집용 게이트웨이(G/W) 단말과 OS 기반 Edge 단말로 구성된다.

구성요소	역할
G/W 단말	아날로그(4~20mA)·디지털 입력(DI) 센서 수집, RS-485 물리계층 처리
Edge 단말	OS(Ubuntu LTS) 기반. RS-485/Modbus 센서 직수집, 로컬 저장, AI 추론 실행, 북향 전송
통신부	LTE 모듈(외부망), 유선 Ethernet, 스위칭 허브 / RS-485-to-Ethernet 컨버터

납품 단위: 동일 기능의 워킹 목업 2세트. 각 세트는 독립적으로 센서 연결·로컬 수집·전송·AI 추론 데모가 가능해야 한다.

2. 하드웨어 · 동작 환경

펌웨어·S/W 설계 시 아래 환경 제약을 최우선으로 고려한다.

항목	사양
Edge 플랫폼	ARM 계열 Edge AI 보드 또는 x86 계열 보드 중 확정 (Ubuntu LTS). AI 런타임 요구에 따라 최종 결정
G/W MCU	ARM Cortex-M4 계열 (SRAM 256KB / Flash 2MB급) — 자원 제약 하 큐·버퍼 설계 필수
동작 온도	-25 ~ +70°C 목표 (Industrial 등급)
보호 등급	IP54 (외부 함체 내부 설치 기준)
설치 방식	DIN 레일 장착 호환 (IEC 60715 / DIN EN 60715)
전원	상시전원(산업용 어댑터). 정전 복구 시 자동 부팅·버퍼 보존·미전송 데이터 재전송 필수

항목	사양
저장장치	microSD 단독 의존 사양. eMMC/SSD/NVMe 기반, 최소 7일분 로컬 버퍼 목표

3. 남향(Southbound) 인터페이스 — 센서 수집

구분	사양
디지털 입력(DI)	최대 20ch (광절연). 기본기능은 루프백/표준신호로 검증
아날로그 입력	4~20mA 전류루프, ADC 10ch. G/W 경유 수집
RS-485	Modbus RTU. 전력계측기·진동/소음계·온습도 센서 등 통신형 센서
Modbus TCP	분전반 계측기(신규 선정 계측기) 연동. RS-485-to-Ethernet 컨버터 적용 가능 구조
수집 구조	아날로그·DI 센서 → G/W 경유 / RS-485·Modbus 센서 → Edge 직결 또는 승인 컨버터 경유

측정 항목 및 수집 주기 (1차 기준)

센서	수집 주기	측정 항목
온·습도	10초	온도, 습도
전력	1~5초	전압, 전류, 유효전력, 역률, 상불평형, 과전류 추이 (정밀도 Class 1.0 기준)
진동	1초 (특징치)	RMS, Peak, 온도 (Raw waveform 저장 제외). Crest Factor·주파수 특징치는 옵션

각 데이터는 장비시각, 수집시각, 전송시각, 품질코드, 시퀀스 번호를 포함해야 한다.

4. 북향(Northbound) 인터페이스 — 플랫폼 전송

항목	사양
전송 프로토콜	MQTT v3.1.1, QoS 1, retained false
Payload	JSON / UTF-8. 필드: timestamp, device_id, sensor_id, metric, value, unit, quality, seq, firmware_version 등
토픽 체계	siteld / deviceId / sensorType / {telemetry, event, status} (세부는 ICD 기준 동결)
전송 방식	MQTT 5초 또는 10초 단위 배치 전송 허용
보안(TLS)	Edge-플랫폼 구간 TLS 1.2 이상 (1.3 호환 지향). 시제품 단계 Self-Signed 인증서. G/W-Edge 로컬 구간은 TLS 제외
파일 전송	HTTP/HTTPS 기반 REST API 및 파일 업로드 (FTP 제외). 토큰/인증서 적용, 재시도 큐, 중복전송 방지, 실패 로그
AI 연계	경량 추론 모델(별도 제공, .onnx/.pt/TensorRT)의 Edge 실행환경, 입력 특징치 어댑터, 추론 호출, 결과 payload 생성, 버전 교체 절차 구현 (모델 학습·튜닝은 개발 범위 외)
OCPP	1차 실연동 제외. 향후 연계를 위한 확장형 데이터모델(충전기·커넥터 ID, 상태코드, 전력값, 이벤트코드) 및 예비 네트워크 자원만 반영

5. 장애 대응 · 신뢰성 설계

기능	요구사항
로컬 버퍼링	네트워크 장애 시 store-and-forward , 복구 후 미전송 데이터 재전송
통신 이중화	유선 장애 시 LTE 자동 페일오버
자동 복구	정전·재부팅 후 자동 부팅 및 서비스 자동 복구
시간 동기	NTP 기반 시간 동기 유지
로깅	시스템 로그, 통신 품질(지연·재전송), 센서 품질(CRC ·누락) 메트릭 수집

6. 성능 목표치 (검수 기준)

아래는 개발 목표치이며, 최종 기준은 시험환경·센서 구성 확정 후 문서로 동결된다.

항목	목표치
연속 운전	168시간 이상
데이터 누락률	1% 이하 (정상 통신환경 기준)
LTE 재접속	60초 이내 (목표)
시간 오차	NTP 기준 ±1초 이내
재부팅 후 자동복구	3분 이내

7. 개발 산출물

본 F/W·S/W 개발 범위에서 제공되어야 할 산출물:

구분	산출물
소스	신규 개발 Edge 수집·전처리·통신·AI 연계 S/W 소스코드, 설정파일
빌드·배포	빌드/배포 스크립트 및 절차서 (컨테이너 또는 동등한 재현 가능 배포 구조)
인터페이스 문서	ICD, Modbus 매핑표, MQTT/REST 스키마
운영 문서	설치·운영·검수 문서
오픈소스	제3자·오픈소스 라이브러리의 SBOM , 버전, 라이선스, 수정 여부 명시

확장성 요구: 1차 설계에 예비 통신포트, 저장장치 확장, 설정파일 기반 프로토콜 추가 구조를 반영한다. (OTA, 중앙 모니터링, OCPP 실연동 등의 구현은 개발 범위 외)