

공장관리형 온·습도 센서 노드 및 모니터링 프로그램 개발

https://github.com/GOODGOOD-TV/monitoring_system



2025학년도 2학기 SW 캡스톤디자인 경진대회

팀 명 Sentyry
지도교수 박영진

팀 원 김선한(컴퓨터공학과, 4학년), 오세연(생물산업기계공학과, 4학년),
신재희(IT응용시스템공학과, 4학년), 방준혁(컴퓨터공학부, 4학년)
산업체 (주)신영이노텍

개발 동기 및 목적

공장이나 창고처럼 여러 구역에서 온·습도 센서를 운용하는 환경에서는, 개별 센서를 일일이 확인해야 해서 상황을 한눈에 파악하기 어렵다. 문제가 발생했을 때도 어느 센서가, 어느 시점에, 어떤 이유로 이상값을 냈는지 기록과 추적이 거의 이루어지지 않는다는 점도 작업 효율을 떨어뜨린다.

또한 센서 데이터는 시간에 따라 변화하는데, 단순히 현재 값만 보는 방식으로는 이상이 발생할 가능성을 사전에 파악하기 어렵다. 임계값을 넘은 뒤에야 대응할 수 있어 냉난방 관리나 제품 보관 효율이 떨어지고, 관리자가 불필요한 반복 확인 작업을 하게 된다.

이러한 문제들은 결국 실시간으로 여러 센서를 한 번에 모니터링 할 수 없다는 점, 이상 상황을 즉시 감지·알림할 체계가 부족하다는 점, 데이터 기반으로 앞으로의 변화를 예측할 수 없다는 점에서 비롯된다.

그래서 우리는 구역·센서 단위로 통합 관리, 임계값 기반 실시간 알림, 센서 데이터의 단기 예측 기능 제공을 핵심 목표로 하는 모니터링 시스템을 개발하게 되었다.

이 시스템을 통해 관리자는 불필요한 반복 작업에서 벗어나고, 이상 상황을 더 빠르게 대응하며, 데이터 흐름을 기반으로 한 선제적 관리가 가능해진다.

개발 내용

인증 및 권한 관리	
인증 방식	JWT 기반 인증 시스템 구축
токен 구조	Access Token + Refresh Token 발급
보안 기능	모든 요청에서 Access Token 검증, Refresh Token DB 저장으로 탈취 시 강제 로그아웃 가능
권한 관리	Admin / Manager / User 역할 분리
센서 관리 기능	
센서 CRUD	센서 등록·수정·삭제 기능 구현
실시간 모니터링	상태를 정상·경고·위험 아이콘으로 시각화
그래프 조회	24h / 7d 등 기간별 그래프 제공
기능 목적	센서별 시간대 변화 및 이상 패턴 확인 가능
알림 및 자동 기록 시스템	
알림 트리거	임계값 초과 시 자동 알람 생성
알림 상태	OPEN / ACKED / RESOLVED 단계로 관리
자동 기록	발생 시각, 해소 시각, 담당자, 조치 메모 자동 저장
활용	사후 분석 · 보고서 작성에 활용
기상청 API & 머신러닝 분석	
데이터 활용	기상청 API의 외부 온·습도 데이터 수집
모델	Random Forest 모델 적용
분석 결과	일부 센서만 악한 상관 → 전체 예측 모델로는 부적절
결론	외부 기상데이터 기반 예측 시스템 적용 불가 판단
자동 보고서 생성 기능	
보고서 내용	기간별 온·습도 추이, 알람 건수, 처리 현황, 위험 구간 등
생성 방식	알림 발생 시 또는 일정 주기로 자동 생성
전달 방식	담당자 이메일 발송
관리자 기능	과거 보고서 조회 가능
패턴 기반 단기 예측 시스템	
알고리즘	슬라이딩 윈도우 기반 패턴 분석
예측 방식	변화량·상승 속도 기반 단기 선형 모델
기능	“약 10분 후 임계 초과 예상” 같은 조기 경고 제공
특징	복잡한 AI 없이도 빠르고 설명 가능한 예측 기능 구현

주요 기술

◇ 2. 백엔드 기술 (Backend)	
Node.js (Express)	대규모 요청 처리에 적합한 비동기 환경, REST API 개발
MariaDB(MySQL)	구조적 데이터 저장, 센서/알림/로그 관리에 최적
JWT 인증	회사별 사용자별 권한 구분, 보안성 강화
PM2	서버 무중단 운영 및 로그/프로세스 관리
AWS RDS / EC2	안정적인 배포 환경과 확장성
◇ 3. 프론트엔드 기술 (Frontend)	
React	대시보드처럼 상태 변화가 많은 UI에 적합
Recharts	센서 데이터 시각화(라인 그래프 등)
Axios	API 통신 관리
JWT 토큰 기반 인증 흐름	자동 재로그인/토큰 만료 처리 구현
Responsive UI 구성	PC 중심 모니터링 환경에 최적화
◇ 4. 데이터 처리 및 예측 (Sensor Data Processing & Prediction)	
센서 데이터 집계(1min/5min)	노이즈 제거, 패턴 분석용 데이터 정규화
이상값 감지 로직	threshold 비교, 상태 변화 시 알림
단기 예측 모델 (Simple Forecast)	과거 추세 기반 온·습도 변화 예측
알림 트리거 엔진	예측값·실측값 비교 후 위험 판단
◇ 5. 인프라 & 운영 기술 (Infra / DevOps)	
Nginx Reverse Proxy	API 라우팅, HTTPS, 프론트 정적 파일 제공
PM2	백엔드 프로세스 관리
GitHub	버전 관리 및 협업
환경변수 (.env) 관리	회사별/개발·운영 분리 구성

결과 및 분석

모니터링 기능	기존 방식	시스템 도입 후	개선점
개선 효과			
센서 확인	개별 센서를 현장에서 직접 확인	대시보드에서 전체 센서 실시간 조회	확인 시간 단축, 가시성 향상
이상 감지	임계 초과 후 사람이 발견	임계값 도달 시 자동 알림	대응 속도 대폭 향상
데이터 기록	수기 또는 일부 미기록	자동 저장 + 히스토리 제공	추적 가능성 증가
관리 효율	반복 점검 많음	자동화로 점검 횟수 감소	업무 부담 감소

예측 기능 분석	분석 내용	효과
예측 정확도	과거 데이터를 기반으로 단기 예측	이후 데이터의 대략적인 추이와 임계값 상/하한 이상 예측
임계 도달 시점 예측	임계 초과 예상 시간 사전 예측	사전 대응 가능
급격 변동 감지	실측과 예측 차이가 큰 센서 탐지	센서 이상 가능성 조기 발견
데이터 활용성	예측 결과와 알림을 연동	안정적인 환경 유지에 기여

구현 결과, 관리자는 전체 센서를 한 화면에서 즉시 파악할 수 있게 되었고, 문제 발생 시 자동 알림을 통해 대응 시간이 크게 단축되었다. 또한 센서 데이터의 누적·시각화를 통해 이상 원인을 명확하게 추적할 수 있으며, 단기 예측 기능은 임계 도달 가능성을 사전에 파악하는 데 도움을 주었다. 그 결과 전체 관리 효율이 향상되고 불필요한 점검 작업이 감소했으며, 시스템의 신뢰성과 사용성이 개선될 것이다.