

스마트홈 AI 환경 모니터링 시스템

라즈베리파이 기반 실시간 IoT 대시보드

프로젝트 개요

- **프로젝트명:** 스마트홈 AI 환경 모니터링 시스템
- **목적:** 실시간 환경 데이터 수집 및 AI 기반 분석
- **핵심 가치:** IoT + AI + 웹 기술 통합

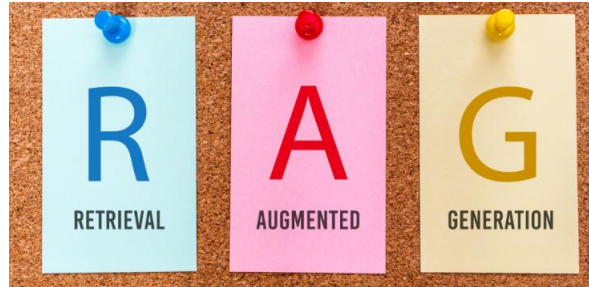
프로젝트 동기

- **문제 인식**
 - 실내 환경이 건강과 생산성에 미치는 영향
 - 기존 시스템의 한계 (단순 수치 표시)
 - 사용자가 환경 상태를 직관적으로 이해하기 어려움
- **해결 방안**
 - AI 기반 지능형 분석 시스템
 - 실시간 모니터링 및 맞춤형 조언
 - 직관적인 웹 대시보드 인터페이스

시스템 아키텍처

- 데이터 수집기
- 웹 대시보드(Dash)
- RAG 기반 AI 어시스턴스
- 데이터베이스(SQLite)구축
- 데이터 처리 파이프라인

DATA



웹 프레임워크 선택

프레임워크	특징	적합성
Flask/Django	HTML 템플릿 + JavaScript + CSS 필요	범용 웹개발
Dash	Python 코드만으로 완성 Pandas, Numpy 완벽 호환	데이터 시각화에 특화

- 실시간 데이터 시각화에 최적화
- 빠른 프로토타이핑 가능
- 개발 효율성 극대화

데이터 수집 방식

- 주기: 5초 간격 자동 수집
- 처리: 실시간 데이터베이스 저장
- 안정성: 센서 오류 감지 및 복구

dht_data: 온도/습도 데이터

- └─ timestamp (시간)
- └─ temperature (°C)
- └─ humidity (%)

light_data: 조도 데이터

- └─ timestamp
- └─ light_value (0-1000+)

pir_data: 움직임 데이터

- └─ timestamp
- └─ motion (0:없음, 1:감지)

언어모델 추가

- 구글 Gemini 2.0 Flash 활용
- 자연어 처리: 사용자 질문 의도 파악
- 상황 인식: 시간대별 맞춤 분석
- 47가지 질문 패턴 대응 가능
- 지능형 분석
- 환경 데이터 종합 평가
- 개선 방안 우선순위 제시
- 건강 기반 조언 제공

RAG시스템 도입

- **Retrieval (검색)**
 - 데이터베이스에서 최신 센서 데이터 검색
- **Augmentation (증강)**
 - 검색된 데이터를 AI 프롬프트에 컨텍스트로 추가
- **Generation (생성)**
 - 언어모델(Gemini)가 실시간 데이터 기반 답변 생성

왜 RAG 시스템을 구현했을까?

- **실시간성**: 최신 센서 데이터 기반 답변을 유도할 수 있음
- **정확성**: 실제 환경 상태 반영해 보다 정확함
- **맥락 인식**: 현재 상황에 맞는 조언 가능
- **개인화**: 사용자 환경 특화 분석

대시보드 주요 기능

- 실시간 상태 카드 (5개)
- 온도, 습도, 움직임, 조도, 쾌적도
- 4가지 그래프 모드
 - 개별 그래프: 센서별 상세 분석
 - 통합 그래프: 전체 환경 한눈에 파악
 - 비교 그래프: 정규화된 데이터 비교
 - 쾌적도 그래프: 시간별 변화 추이
- 시간 범위 필터
 - 1시간 / 1일 / 1주 데이터 조회

실시간 데이터 수집 및 처리

- 5초 간격 업데이트
- 센서 데이터 자동 수집
- 웹 대시보드 즉시 반영
- AI 분석 결과 실시간 갱신

쾌적도 지수 추가

- 쾌적도 = (온도점수 x 0.6) + (습도점수 x 0.4)

음성 인터페이스(데모)

- 음성 출력: AI 답변 재생 기능