

# SMART BABY CRADLE

동양미래대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 YD반 InnoArt

김지언, 윤세빈, 이재왕, 임주현, 홍가의  
지도교수 : 이희진

## 개요

현대 사회에서 맞벌이 가정의 증가와 육아 부담의 가중으로 인해 부모들은 아기의 수면 관리와 안전을 동시에 보장하기 어려운 현실에 직면하고 있다. 특히 영아의 수면 중 돌연사 위험이나 울음, 움직임 등에 즉각적으로 대응하기 어려운 점은 부모에게 심리적 불안과 피로를 유발한다.

이에 본 프로젝트는 IoT(사물인터넷) 기술과 인공지능(AI) 기반 분석 기술을 결합한 스마트 아기 요람 시스템을 제작하였다. 본 시스템은 아기의 움직임, 울음소리, 체온 등을 실시간으로 감지 및 분석하여, 아기의 상태를 보호자에게 즉시 전달하고 위험 상황에 선제적으로 대응할 수 있도록 설계되었다.

이를 통해 육아 과정에서의 부모의 육체적·정신적 부담을 완화하고, 아기의 안전하고 건강한 수면 환경을 제공하는 것이 목표이다. 이를 통해 부모는 원격으로 아기의 상태를 확인하며 효율적인 양육을 수행할 수 있다.

시스템의 궁극적 목표는 부모의 육체적·정신적 부담을 경감하고, 아기에게 안전하고 건강한 수면 환경을 제공하는 것이다. 사용자는 모바일 애플리케이션을 통해 언제 어디서나 아기의 상태를 모니터링하고, 상태 기록 및 메모 기능을 통해 성장 데이터를 관리할 수 있다. 또한, 서버 명령을 통해 요람의 모터를 원격 제어하여 아기의 수면을 도울 수 있다.

## 구성 및 동작 방식

스마트 아기요람 시스템은 IoT 에이전트 -> MQTT 브로커 -> 백엔드 서버 -> 모바일 앱 및 웹 대시보드로 이어지는 데이터 파이프라인 구조를 기반으로 동작한다.

각 구성 요소는 다음과 같은 역할을 수행한다.

- IoT에이전트 (Raspberry Pi)**  
센서 데이터를 수집하고 서버로 전송하는 장치  
스마트 아기요람의 핵심 제어 장치로, 얼굴 방향(MediaPipe), 울음 감지(KNN+MFCC), 체온(시리얼 센서) 등의 데이터를 실시간으로 수집한다. 수집된 데이터는 MQTT 프로토콜을 통해 프레임 이미지, 방향, 울음 여부, 온도 등의 정보를 백엔드 서버로 전송한다.
- 백엔드 서버 (Flask / Unicorn)**  
데이터를 저장하고, 분석 알림을 처리하며 앱,웹과 통신  
백엔드 서버는 수신된 데이터를 저장하고, 알림 로직과 인증·세션 관리를 수행한다. REST API를 제공하여 앱 및 웹 대시보드와 통신하며, MJPEG 스트림을 통해 실시간 영상 전송 기능을 지원한다. 또한 Flask 기반의 세션 인증과 PBKDF2 해시를 적용하여 로그인 및 데이터 접근을 보호하며, CORS 도메인 제한으로 외부 접근을 제어한다.
- MQTT 브로커**  
IoT 장치와 서버 사이에서 메시지를 중계하는 통신 허브  
MQTT 브로커는 IoT 에이전트와 서버 간 메시지 라우팅을 담당한다. 1883/TCP 포트를 기본으로 사용하며, 보안 강화를 위해 TLS(8883) 기반 암호화 통신을 권장한다.
- 데이터베이스 (MySQL)**  
수집된 센서 데이터, 사용자 정보, 알림 로그를 저장  
센서 데이터, 사용자 정보, 알림 로그 및 영상 기록 등을 영구적으로 저장하고, 통계 및 이력 조회 기능을 제공한다. 주기적으로 불필요한 데이터를 정리하여 서버 성능을 유지한다.
- 모바일 앱 (React Native / Expo)**  
부모가 요람 상태를 확인하고 제어할 수 있는 앱  
부모 사용자는 모바일 앱을 통해 요람의 상태를 실시간으로 모니터링하고, 진동 강도 조절, 알림 확인, 아기 수면 히스토리 확인 등을 수행할 수 있다. 앱은 HTTP 기반으로 서버와 통신하며 MJPEG 스트림을 활용해 실시간 영상을 제공한다.
- 웹 대시보드 (Flask + Jinja2)**  
관리자나 부모가 실시간 데이터를 모니터링 할 수 있는 웹 페이지  
웹 대시보드는 관리자용 인터페이스로, 실시간 영상 스트리밍, 센서 데이터 시각화, 알림 로그, 통계 차트 등의 기능을 포함한다. AJAX 통신을 이용해 데이터가 실시간으로 갱신된다.
- 시스템은 Docker Compose 환경에서 Flask 서버와 Mosquitto 브로커를 컨테이너화하여 GCP(Google Cloud Platform) 상에 배포된다.

## 핵심기술

스마트 아기요람은 카메라·마이크·체온 센서가 수집한 신호를 라즈베리파이에서 경량 AI로 즉시 해석하여(얼굴 방향, 울음 여부/강도, 체온 이상) 사건 중심의 요약 결과와 필요한 원본 메타데이터를 함께 생성합니다. 이 데이터는 MQTT(저지연 이벤트)와 REST API(조회·제어) 채널을 통해 서버·모바일 앱·웹 대시보드로 안전하게 전달되며, 서버는 이를 실시간 모니터링·이상 상황 알림·통계 시각화·원격 모터 제어로 이어지도록 합니다.

전체 파이프라인은 평균 0.5~1초 내 응답을 목표로 설계되어 보호자가 즉시 대응할 수 있고, 중복 알림 억제·재전송 정책·권한 기반 접근 제어로 신뢰성과 보안을 동시에 보장하는 통합 시스템입니다.



Fig2. 센서 -> MQTT -> 서버 -> 앱/웹으로 이어지는 데이터 파이프라인 요약

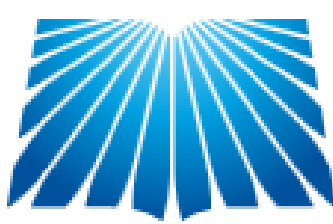
Table1. 컴포넌트별 역할, 통신, 핵심데이터

모듈	역할	주요 통신	핵심 데이터
IoT 에이전트	얼굴, 울음, 체온 분석 후 발행	MQTT Pub (frame/Direction/crying/temperature)	JPEG 프레임, 방향,울음 확률, 체온
백엔드 서버	수집/저장, 알림, API, 스트림	MQTT Sub / HTTP REST	SenSorData, AlertLog, VideoFrame
MQTT 브로커	메시지 라우팅	1883/TCP, QoS 0	Topic: cradle/{uuid}/{type}
데이터베이스	영속 저장/통계 질의	MySQL 8.0	User/agent/sensor/alert/video
모바일 앱	모니터링, 제어, 설정	HTTP, MJPEG	대시보드뷰, 알림, 서버 제어
웹 대시보드	실시간 시각화	HTTP, AJAX	차트,히스토리,설정

주요 토픽 예: cradle/CRADLE-UUID/{frame|direction|crying|temperature|servo}

### 보안·운영 핵심 (01-03)

- 01 -인증/세션**
  - PBKDF2 해시, Flask Session 기반 로그인
  - @login\_required로 API 보호, CORS 도메인 제한
- 02 -MQTT/DB 보안**
  - 프로덕션: Mosquitto 계정/비TLS(1883) → TLS(8883) 권장
  - DB 크리덴셜 환경변수 관리, 내부망 3306 허용
- 03 배포/스케일링**
  - Docker Compose(Flask, Mosquitto) + GCP
  - Cron: 오래된 프레임 10일·센서 30일 정리



동양미래대학교

