

인체 감지 기반 실시간 좌석 점유 시스템

MQTT와 메시 네트워크를 활용한 좌석 관리 시스템

현재 시스템의 문제점

1. 시스템과 현실 간 점유상태의 불일치 발생

- 예약 후 미사용 또는 무단 사용, 좌석 혼동 등 휴먼 팩터

2. 사용자 저항감

- 로그인, 사용 등록, 예약 절차로 인한 접근성 저하
- 인구 고령화로 키오스크 소외 문제 대두

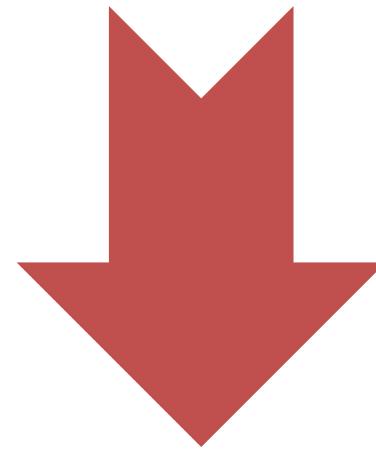
3. 경직된 확장성

- 높은 초기 도입 비용으로 소규모 시설에서 사용하기 힘듦
- 넓은 시설에선 공간적 규모로 중복 투자 발생



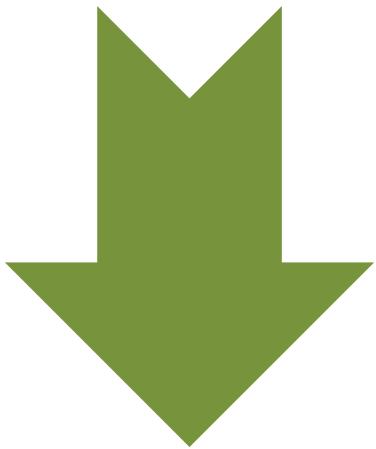
프로젝트 목표

현실/시스템 간
불일치



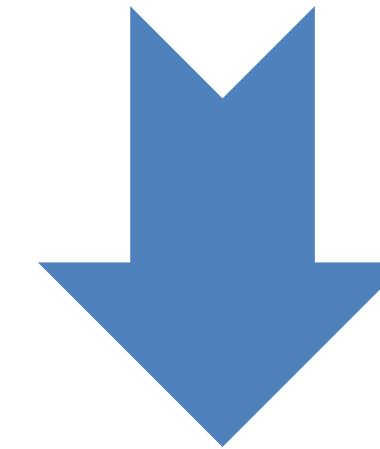
능동 인간 감지
상태 실시간 반영

높은 사용자 저항감
낮은 접근성



사용 절차 단순화

좁은 확장성
골디락스 존



유연한 서비스 확장성

협업 구성

김동환 – 팀장, 프론트엔드

전병현 – 백엔드, 네트워크

이수하 – 프론트엔드, 디자인

정지원 – 개발 및 디자인 총괄

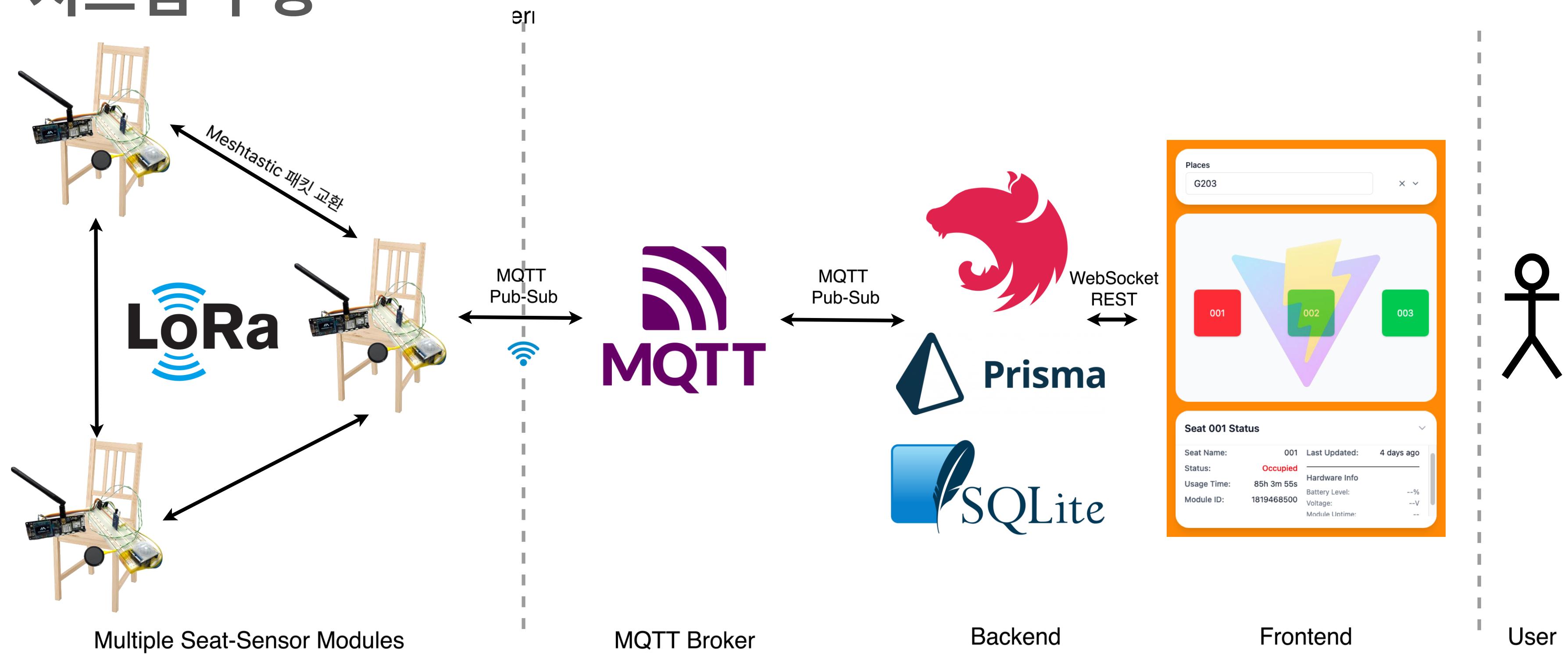


버전 관리 & 소스코드 호스팅



구상, 기술문서, 회의문서 공유

시스템 구성



인체 감지 - 센서부

다중 센서 채용

PIR 센서



체온으로 발산되는 적외선 감지
무생물(가방, 옷가지)와 인간 구분

IR 센서



근접 센서
빠른 반응으로
시스템 응답성 향상

상호보완적 센서 사용으로 오감지 제거

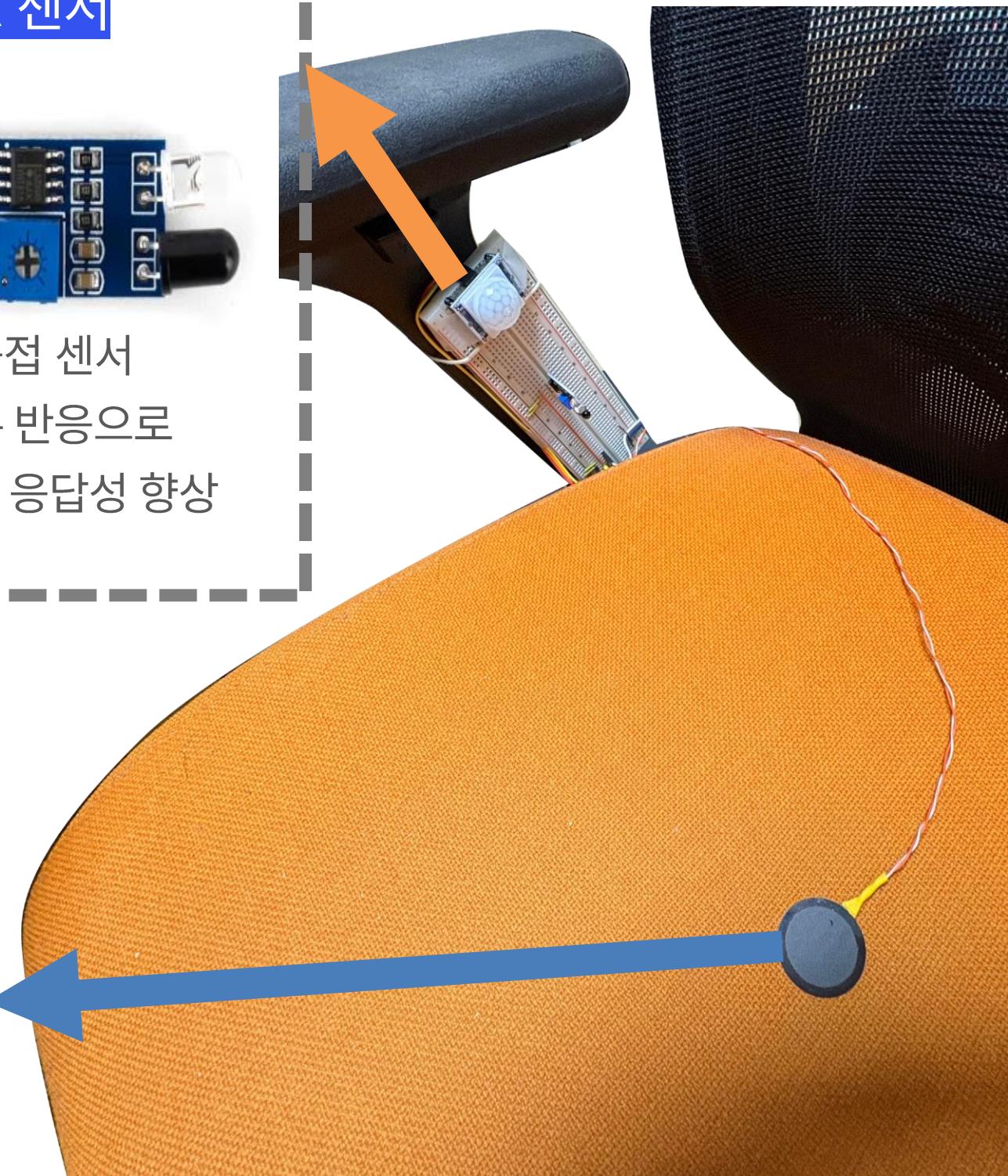
압력 센서



좌석 좌판 압력 변화 감지

센서 민감도 조절 가능

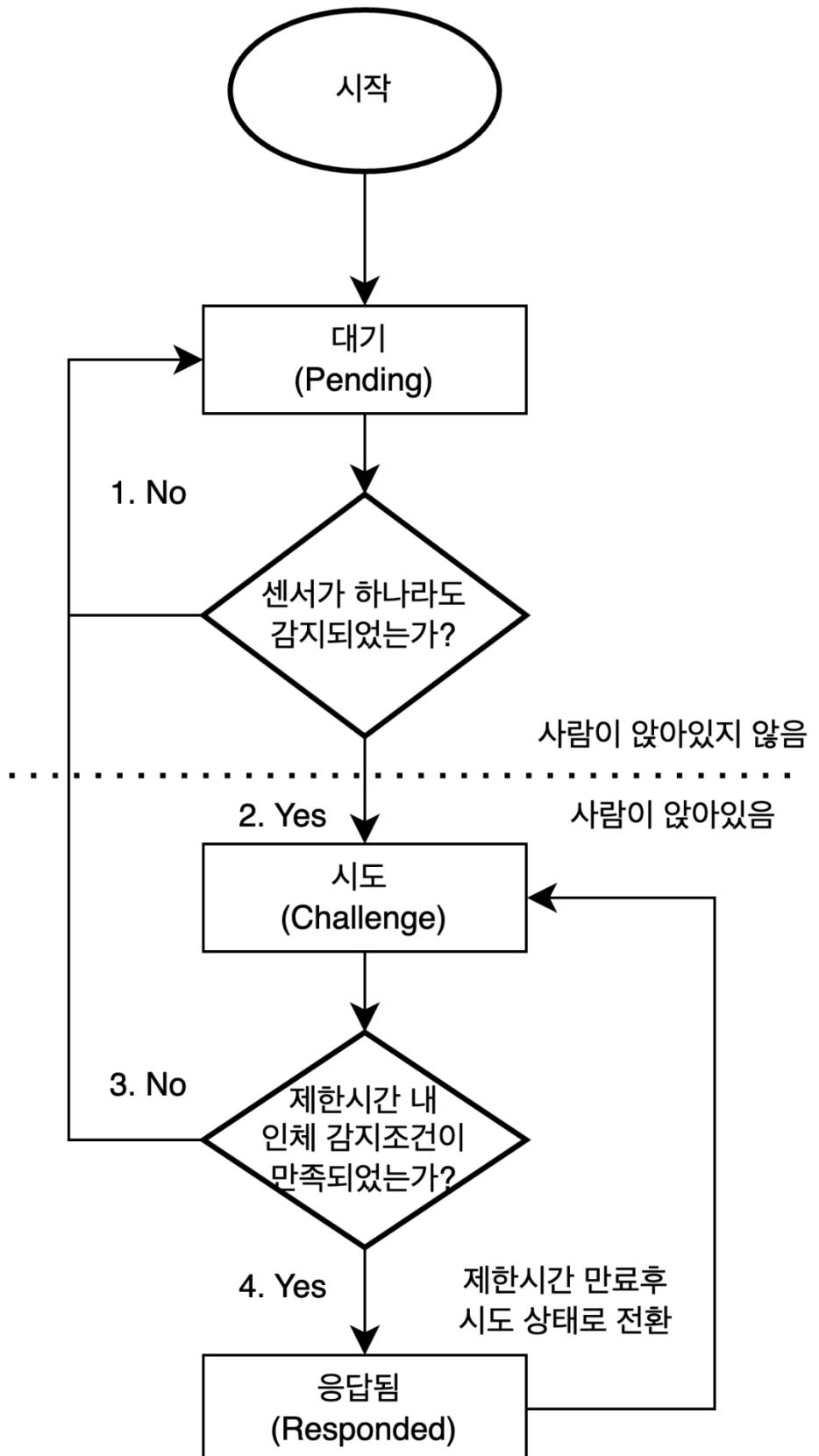
다양한 형태의 좌석에 사용 가능



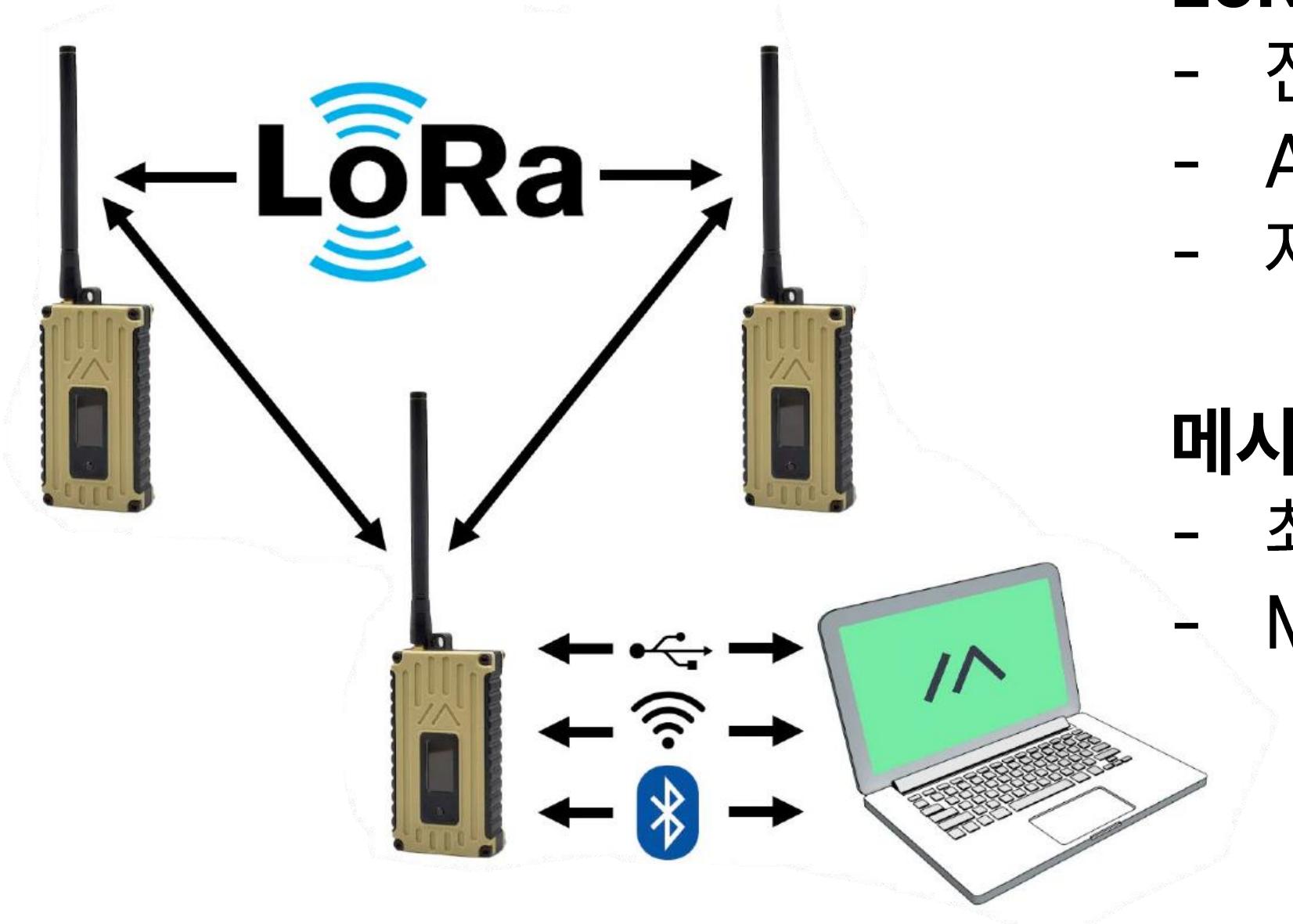
인체 감지 - 휴리스틱

구현 방향성

- 인간과 무생물 구분 가능
앉아있는 동안 발생하는 압력 변화, 근접 거리 변화
짐이나 옷가 지는 움직이지 않고, 열이 나오지 않음
- 오검출률을 낮추되 응답속도에 지장이 있어서는 안됨
“선보고 후 조치” – 상태 변화 대응과 변화 검증의 이원화
- 낮은 업데이트 주기 -> 전력 소모 최소화
Challenge-Response 구조를 활용한
점유 중 주기적 센서 비활성화



통신부 - LoRa 메시 네트워크 (Meshtastic)



LoRa 메시 네트워크 (Meshtastic)

- 전력 대비 매우 넓은 도달 범위 (건물 내 300m-1km)
- AES-256 암호화
- 자동화된 메시 네트워크 라우팅, 노드 디스커버리

메시 네트워크 패킷 <-> MQTT 브로커 릴레이

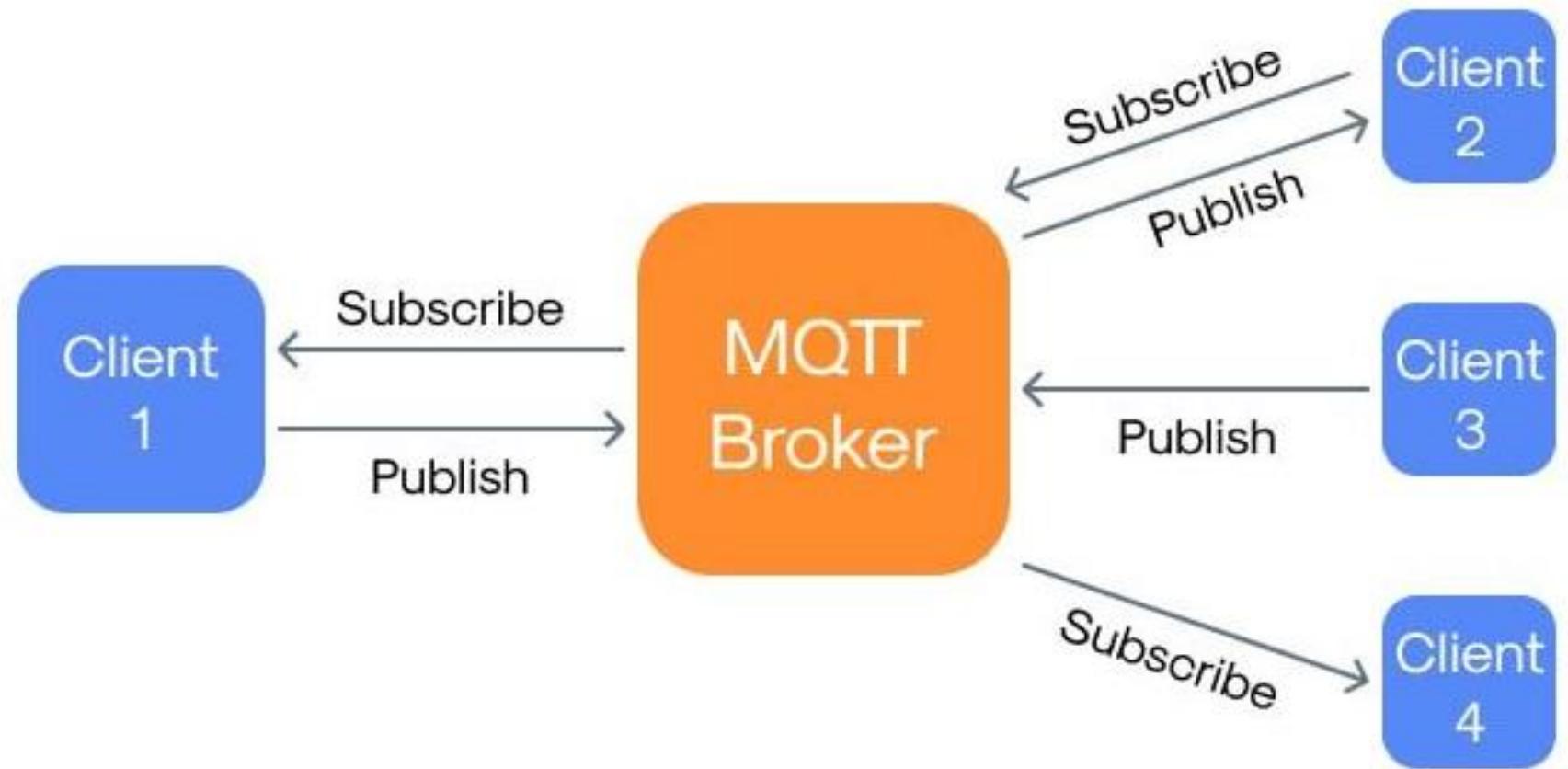
- 최소 1 모듈만 연결되어 있으면 됨
- MQTT 릴레이와 좌석 센싱 동시 처리 가능

리피터, 게이트웨이

On-Premise 장비 최소화

통신부 - MQTT

MQTT Protocol

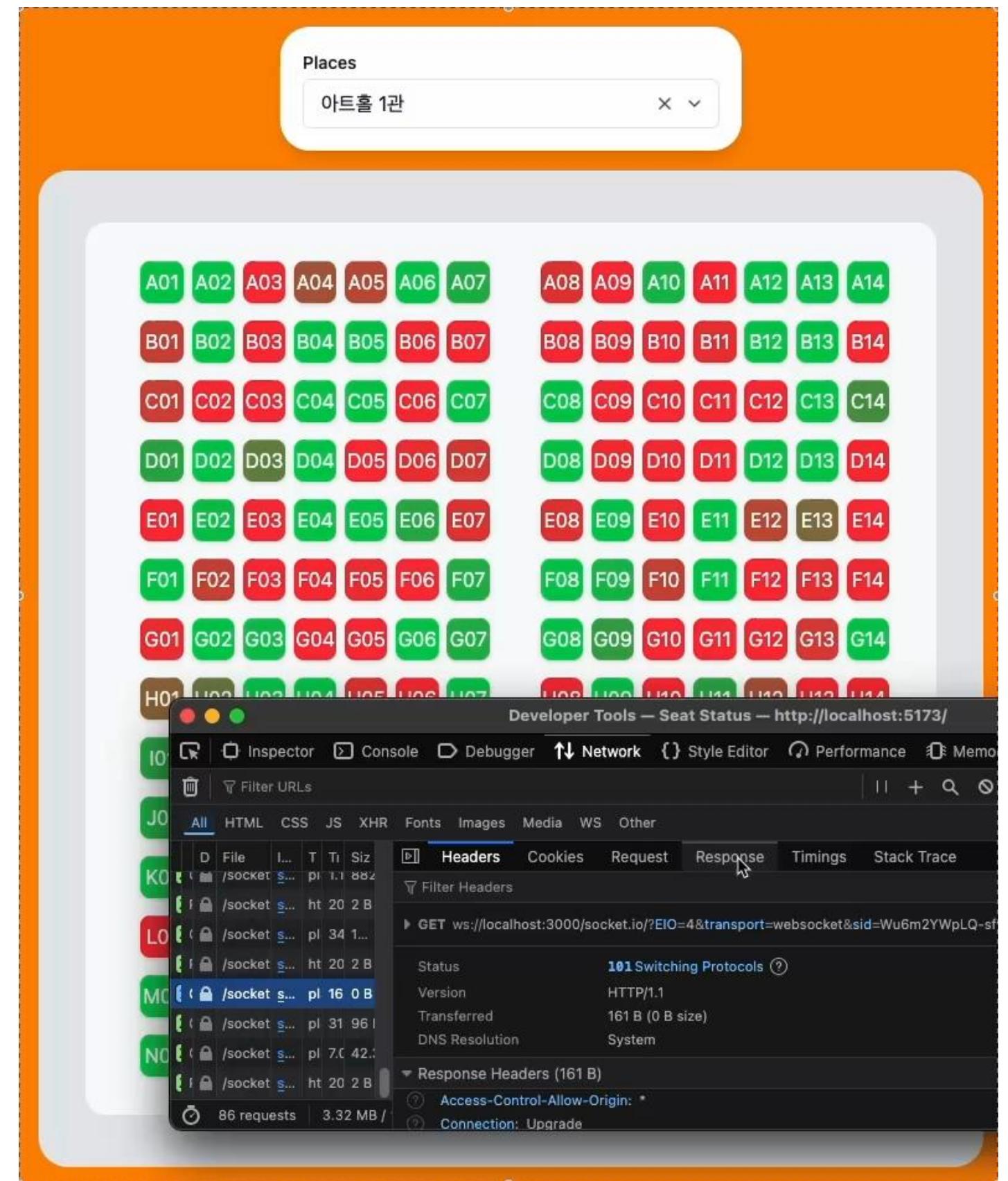


MQTT Pub/Sub

- 단순화된 모듈-백엔드 상호작용
 - Fire-and-Forget
- 디커플링을 통한 시스템 유연화
 - 백엔드 또는 센서 모듈이 다운되더라도 요청은 MQTT 브로커에서 읽어올 수 있음
 - MQTT 브로커 간의 Pub/Sub을 구성하여 쉽게 수평 확장이 가능함
- 기존 IoT 인프라와 높은 호환성

프로젝트 결과

- 높은 실시간성
고부하시에도 ~500ms 대의 센서-to-프론트엔드 응답
- 현실과 시스템간 불일치 최소화
다중 센서, 인체감지 휴리스틱,
백엔드가 동시 MQTT-DB 상호검증
- 간편한 설치 / 사용
좌석 센서 부착 -> 모듈 전원 -> 자동으로 백엔드 등록
않고 일어서기만 하면 됨



본 시스템의 한계와 보완사항

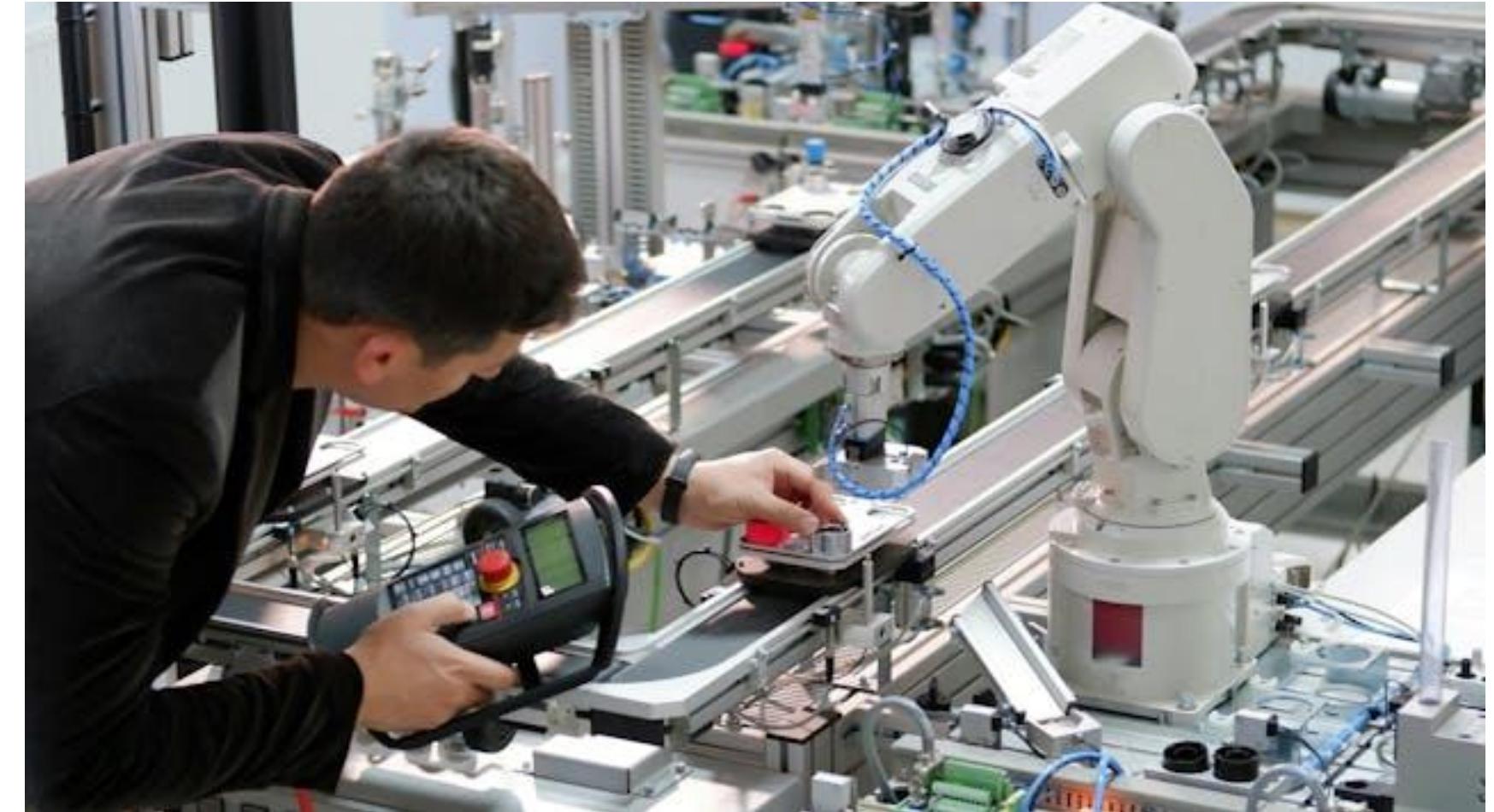
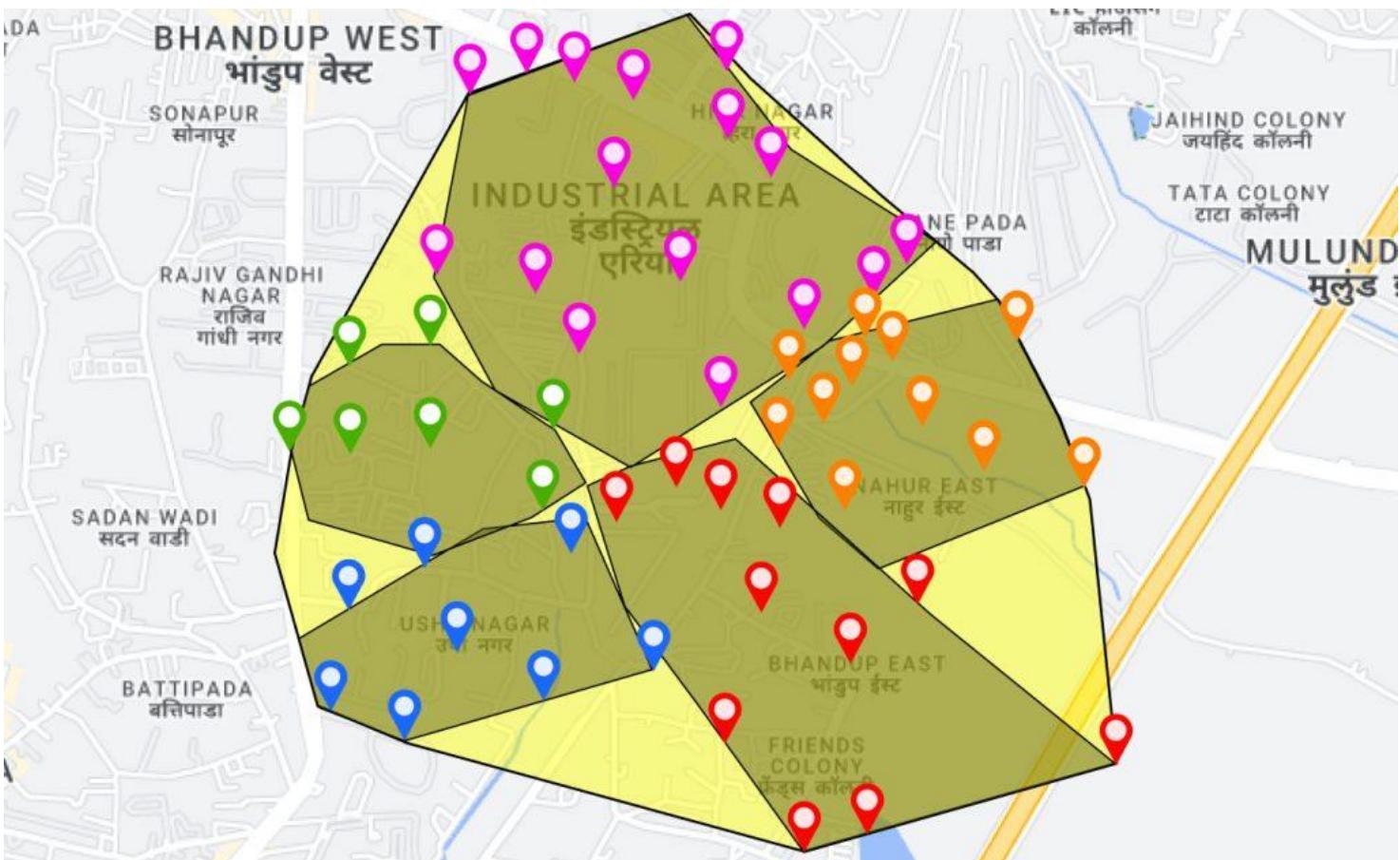
무선 대역 포화로 중소 규모 이상에 도입 어려움

- 통신부 하나가 여러 개의 좌석을 센싱하는 계층구조 도입
- 무선 모듈 도입 비용이 좌석수에 비례하는 문제 또한 해결 가능

다양의 좌석의 배터리 관리

- 고정된 공간의 경우 콘센트 등의 유선 전력원 사용
- 입실시 대여, 퇴실시 반납과 같은 형태를 생각해볼 수도 있음
- 반도체/배터리 기술 발전 기대

응용 가능성



사용자 경향 데이터 분석

- 동선, 공급량 최적화
- 백화점, 주차장, 공연장

인체 감지 휴리스틱

- 산업 안전분야
- 방범 시스템
- 물류센터, 병원

마치며

감사합니다.

시연 프론트엔드는
capstone.blip.ing
에서 접속하실 수 있습니다.

