



2021 대한산업공학회 대학생 프로젝트 경진대회

AIoT 기반 조리실 안전 관리 모니터링 시스템 개발

저거막아조

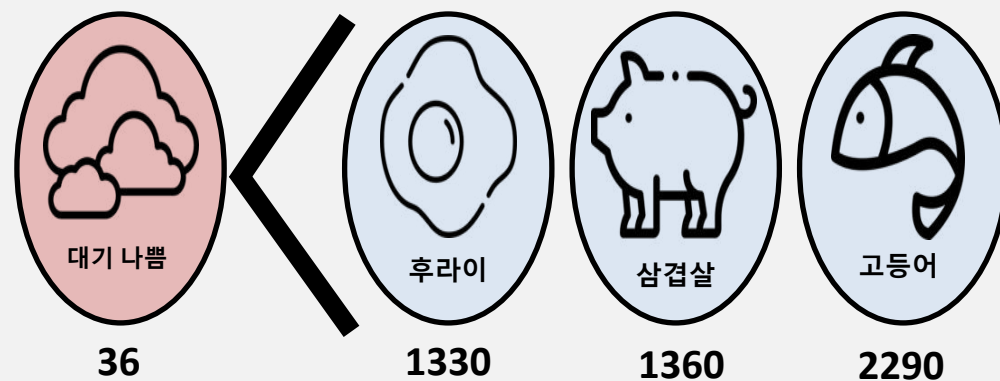
01	문제 정의 및 연구 목표	04	프로젝트 결과
02	프로젝트 목표	05	토의 및 기대효과
03	연구의 방법론	06	한계 및 미래연구

조리실 현황

• 조리 과정 중 발생하는 유해물질⁽²⁾

- 일산화탄소 최대 295 ppm -> 기준치 30배
- 이산화탄소 최대 8721 ppm -> 기준치 9배

조리시 미세먼지 발생 정도⁽³⁾ ($\mu m/m^3$)

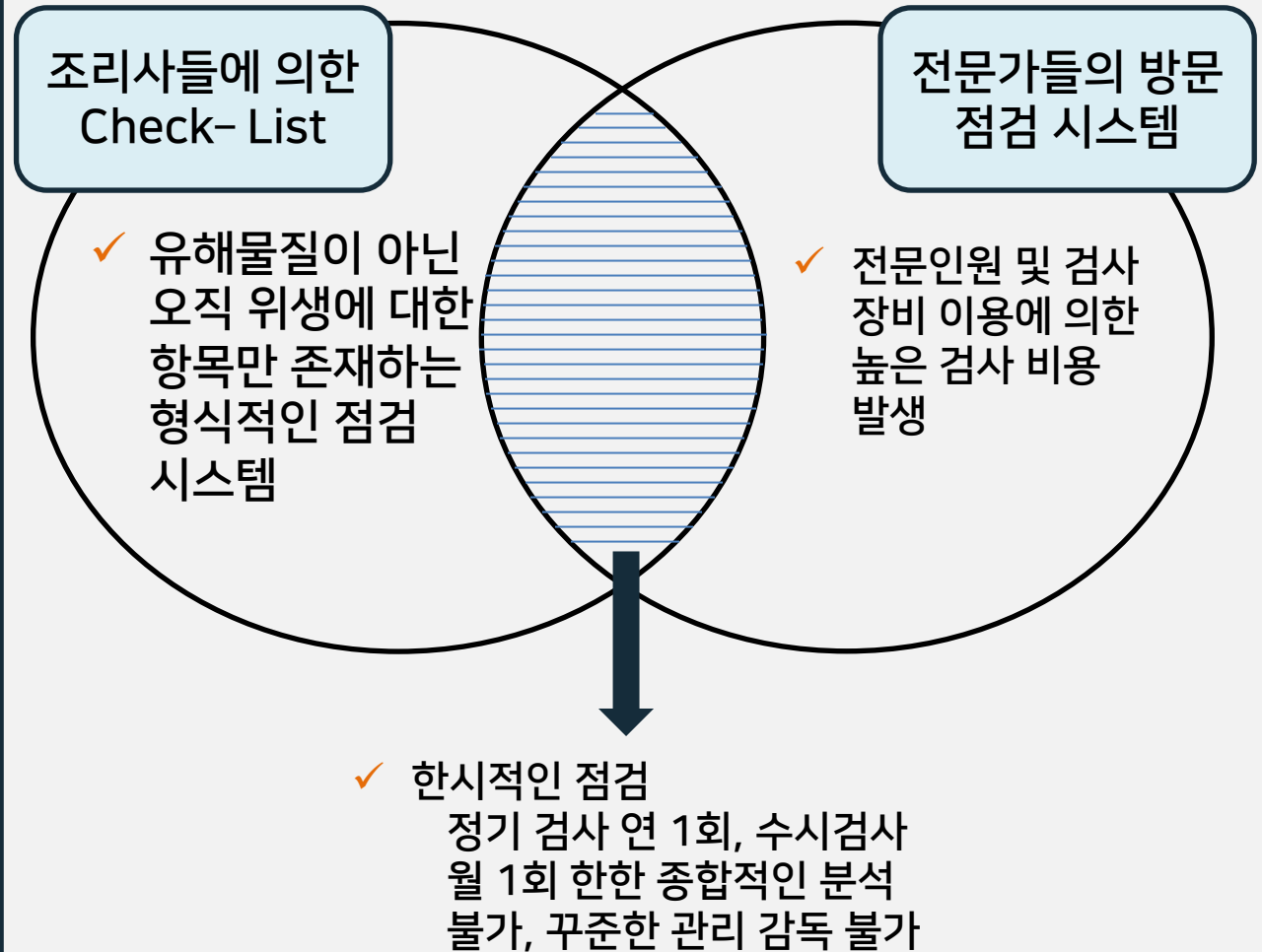


• 조리실 사망사고 및 질환 발생

- 경기 지역 급식 영양사 폐암사망사고⁽⁴⁾ 발생
- 청주 △학교 급식 종사자 8명 중 5명 암 발병⁽⁵⁾
- 조리실 유해물질과 폐질환 상관관계 입증



기존 점검 시스템



[조리 시설 내 "유해물질 발생 정보"에 대한 접근의 어려움]

1- <https://www.yna.co.kr/view/AKR201910081709000004> 중고 급식 조리실에서 4년간 산재 2천300여건...매년 늘어
 2- <http://www.jejusori.net/news/articleView.html?idxno=327406> - 기준치 30배 넘는 일산화탄소 매일 마주하는 급식실 노동자
 3- <https://www.joongang.co.kr/article/20069195#home> - 환기 않고 고등어 구우면 초미세먼지 '매우 나쁨'의 23배
 4- <https://www.hani.co.kr/arti/society/labor/989862.html> - '폐암 사망' 급식노동자 첫 산재 인정... "12년간 튀김·볶음"
 5- <https://www.yna.co.kr/view/AKR202106140608000064> - "청주 모 학교 급식종사자 5명 암 발병...열악한 근무환경 원인"

기존 연구

경기도 화성시 다중이용시설 IoT기반 공기질 측정기



- 측정 데이터 저장 및 자료제공을 위한 웹 서비스
- IoT센서를 통한 공기질 실시간 모니터링
- 경기도 화성시가 사전 설정한 오염 항목별 기준 값을 초과할 시 자동 알림(푸시) 기능

To do

- ✓ 작업환경에 대한 실시간 유해물질 수치에 대한 직관적인 시각화
- ✓ 위험상황에 대한 예지 정보제공
- ✓ 실내 공기질 모니터링 모델을 토대로 경고 알림 전송을 통한 안전사고 예방

연구 목표

모니터링을 활용한 조리시설 내 유해물질 발생 정보 접근성 향상

연구 순서

< Step 1 >

IoT 기술을 활용한 실시간 데이터 수집 및 전처리

< Step 2 >

실시간 모니터링 시스템 구축

< Step 3 >

알림 서비스 및 종합 분석 보고서 제공

프로젝트 목표

교내 조리실 내 작업 환경 **모니터링 시스템** 개발

프로젝트 세부 목표



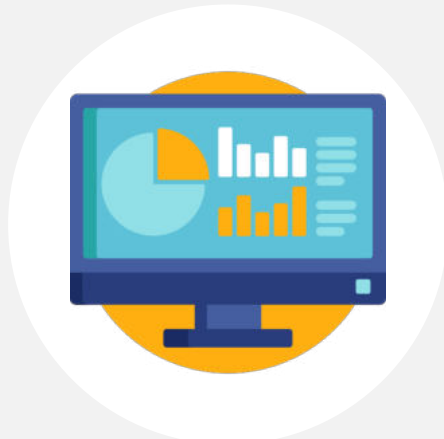
IoT 네트워크

- ✓ 유해물질 정보 수집 가능한 시스템 구축
- ✓ 교내 조리실 센서 위치 선정 및 설치



신뢰성

- ✓ 딥러닝을 통한 신뢰도 높은 데이터 취합
- ✓ 이상치, 누락 값들에 대한 합리적인 대처



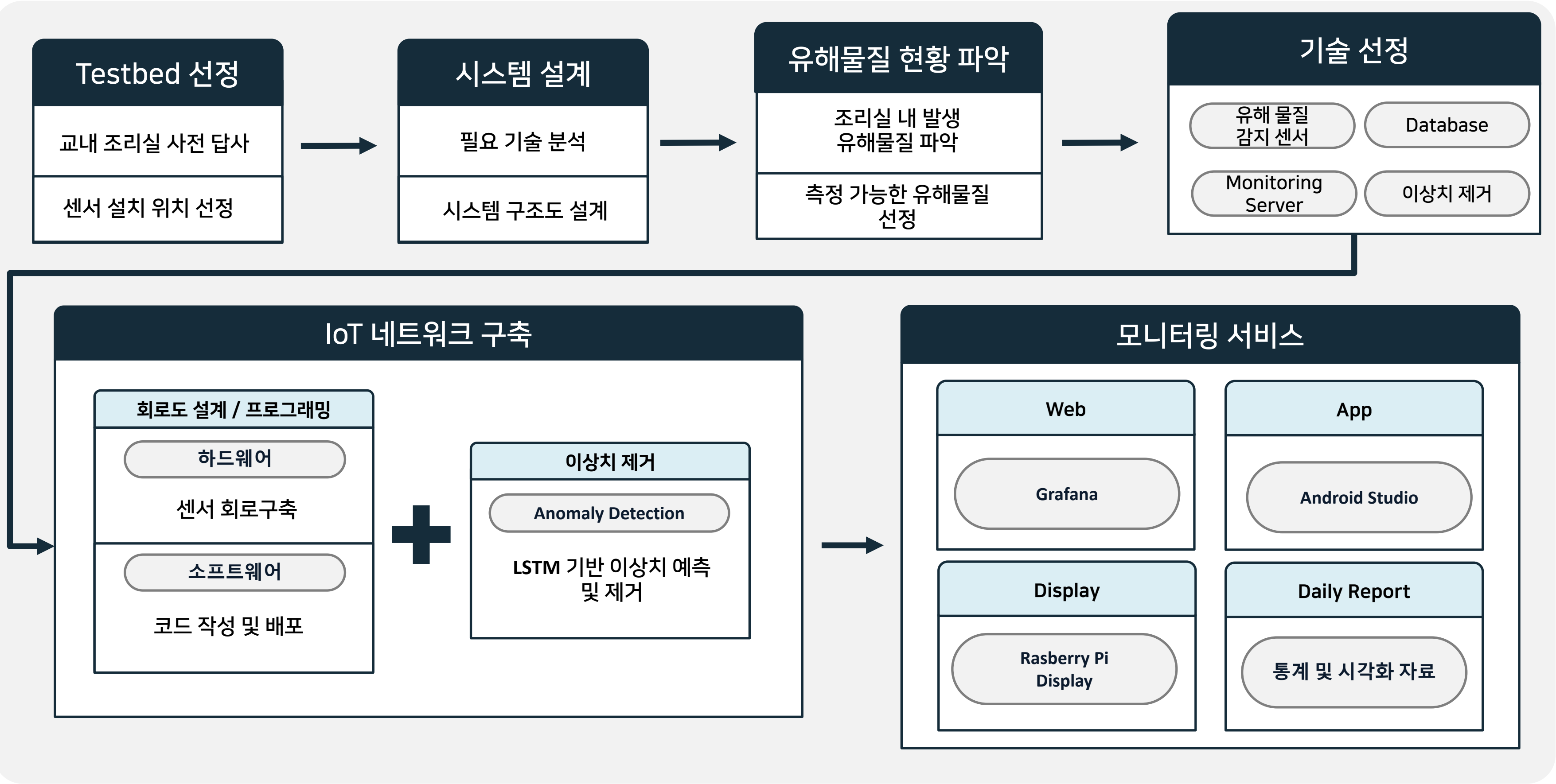
통합 모니터링

- ✓ 조리실 내의 여러 항목별 수치 모니터링 시스템 구축
- ✓ 가시성 높은 모니터링 서비스 제공



다양한 서비스

- ✓ 사용자의 유해 수치 모니터링 접근성 향상
- ✓ 사용자 맞춤형 모니터링 서비스 제공



Testbed

센서 설치 시 주의 사항 검토

- 콘센트 위치(전력공급), 네트워크 연결 상태(WiFi)
- 조리 중 발생 가스의 위로 올라가는 특성 고려, 위치 선정
- 센서 설치 후보 : 조리실 후드, 조리 공간 주변

교내 조리실 내 센서 위치 선정

- 교내 조리실 1층 (학생 식당), 3층 (교직원 식당)
- 너무 뜨겁지 않으면서 콘센트가 있는 조리 공간 위 선정

1층 학생 식당 조리실



3층 교직원 식당 조리실

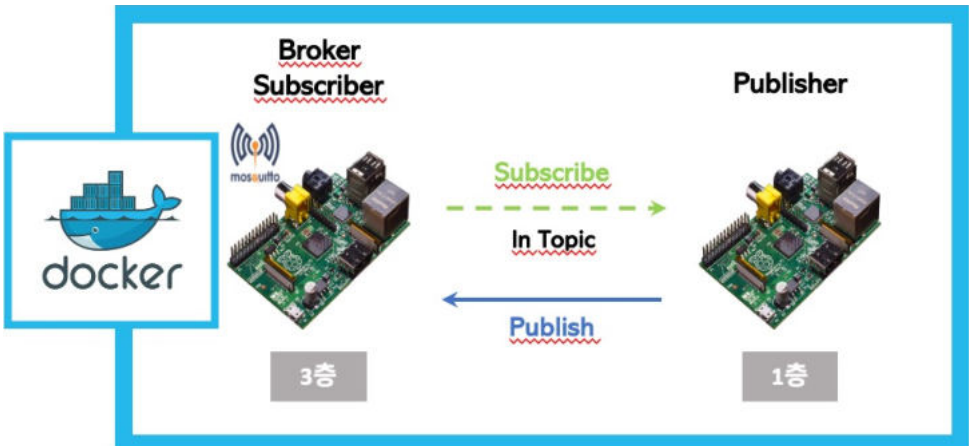


Device 간 통신

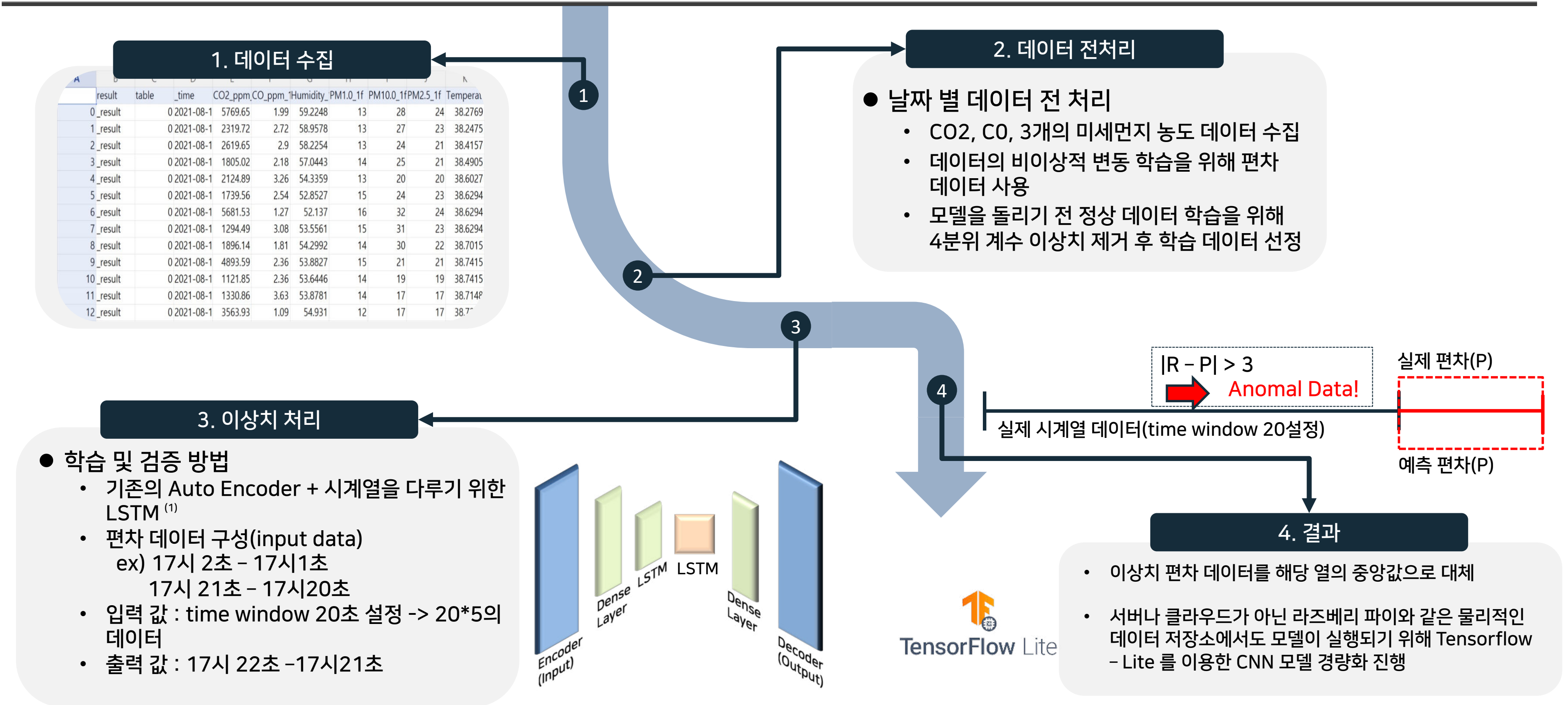
Protocol	특징	사용여부
MQTT	제한된 네트워크에서 경량 M2M 통신을 위해 설계된 발행/구독 메시징 프로토콜	O
CoAP	UDP 사용으로, 패킷 전달에 대한 신뢰성 낮음	X
AMQP	높은 전력 소비와 상대적으로 긴 Latency	X

- MQTT 통신으로 조리실 1, 3층 라즈베리파이 연결
- Broker(3층 라즈베리파이)에 10초 간격 데이터 취합
- 도커를 통해 서비스에 필요한 소프트웨어 배포

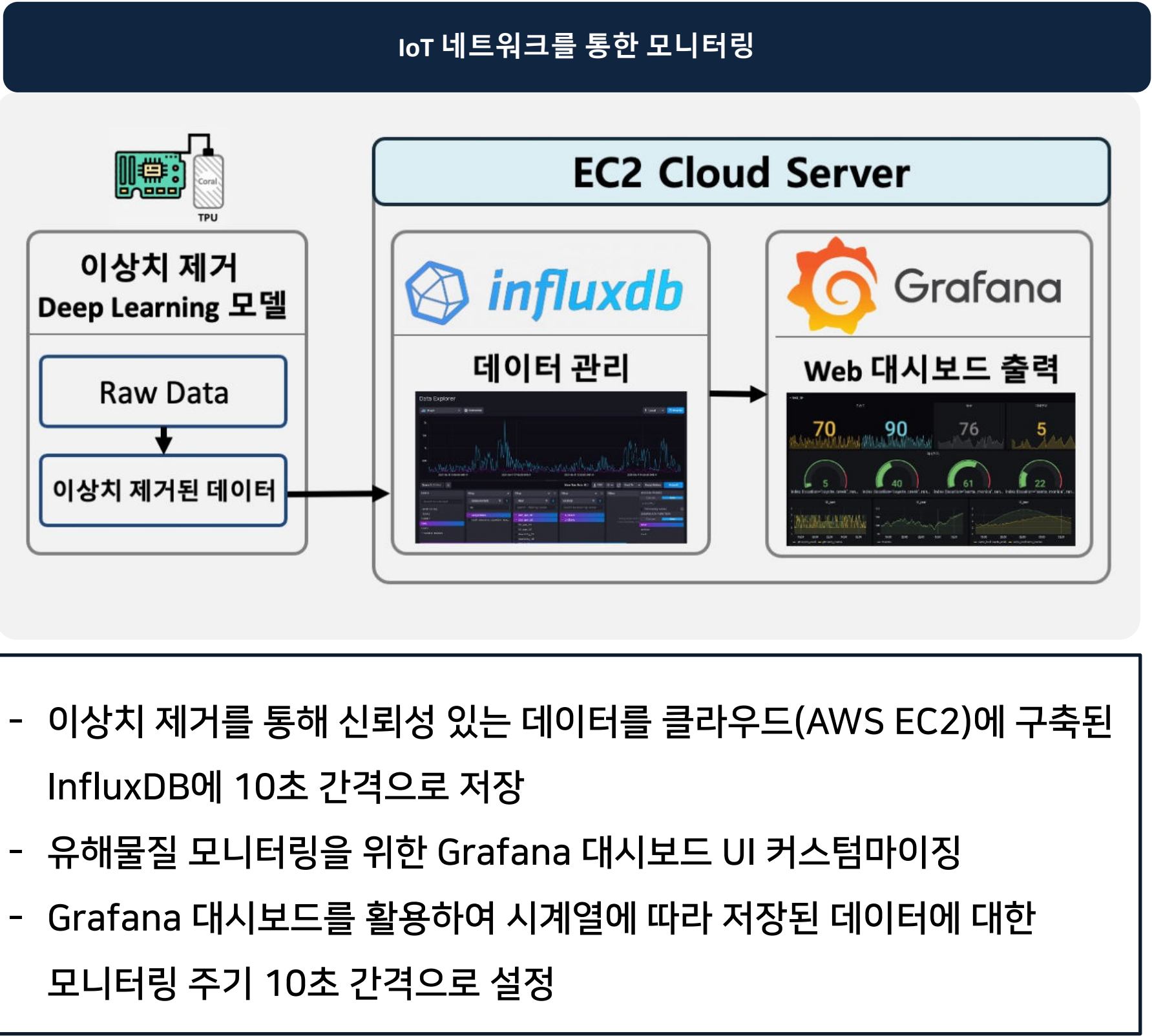
하드웨어 구조



1) N. Naik, "Choice of effective messaging protocols for IoT systems: MQTT, CoAP, AMQP and HTTP," 2017 IEEE International Systems Engineering Symposium (ISSE), 2017, pp. 1-7, doi: 10.1109/SysEng.2017.8088251.

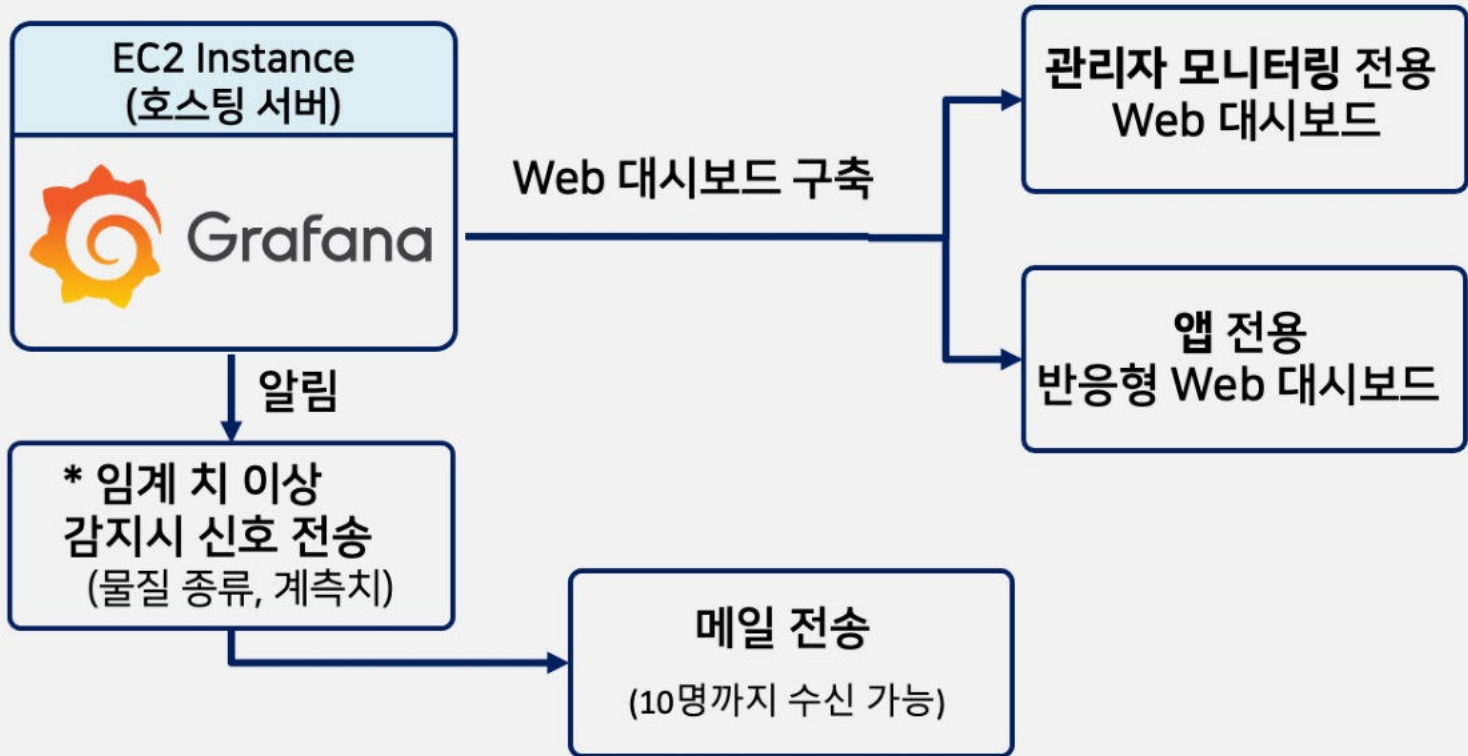


데이터베이스 선정		
	특징	사용여부
InfluxDB	데이터를 시간 순서에 따라 저장하고 조회하는 기능을 제공하는 오픈소스 DB	O
OracleDB	유닉스 환경에서 가장 널리 사용되는 RDBMS	X
MongoDB	비정형 데이터를 저장하고 검색하기 위해 사용	X
서버 선정		
	특징	사용 여부
Cloud 서버	가상 자원 사용으로 자원 관리와 확장 용이한 서버 시스템	O
On-Premise 서버	비용 저렴하나 지속적인 자원 관리가 필요, 컴퓨팅 자원을 서버 용도로만 사용해야함.	X
웹 대시보드 선정		
	특징	사용여부
Grafana	시계열 매트릭 데이터 수집에 강점을 보이며, 알림 기능 제공하는 오픈소스 웹 대시보드	O
Klipfolio	기능이 많지만, 복잡한 대시보드 구현 시 성능 저하	X
FineReport	리포팅에 특화된 소프트웨어로써 OLAP 지원 하지 않음	X



Web 모니터링

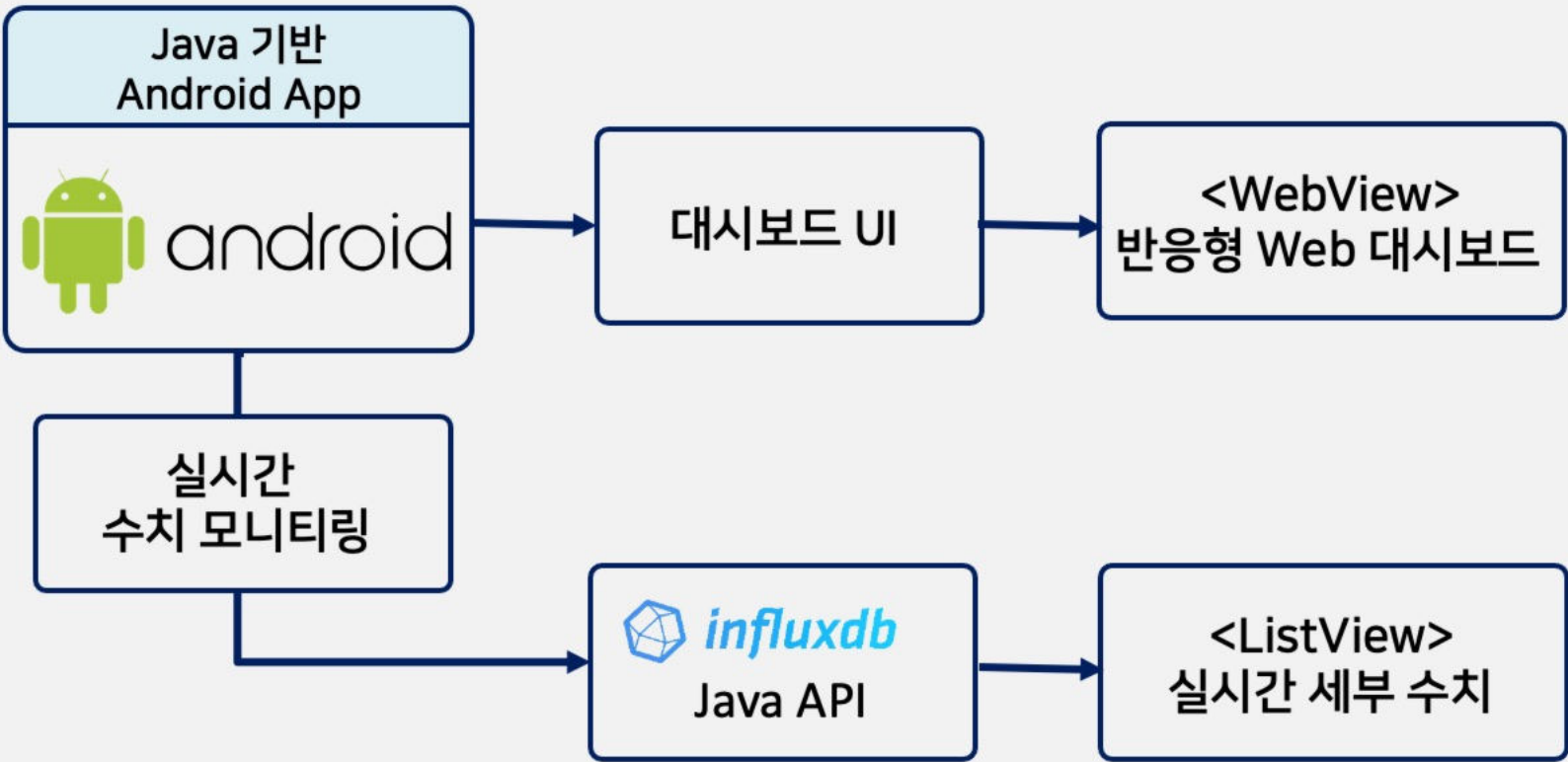
http://<public-ip>:3000



- 1. EC2 클라우드 서버에 설치된 Grafana를 기반으로 Web 서비스를 제공
-> web, 앱 전용으로 나누어 대시보드 제작
- 2. 임계치를 설정하여 이상의 값이 감지될 시, 등록된 관리자 계정에 메일을 전송한다.

* 노동부가 정의한 공기질 기준으로 임계치 설정

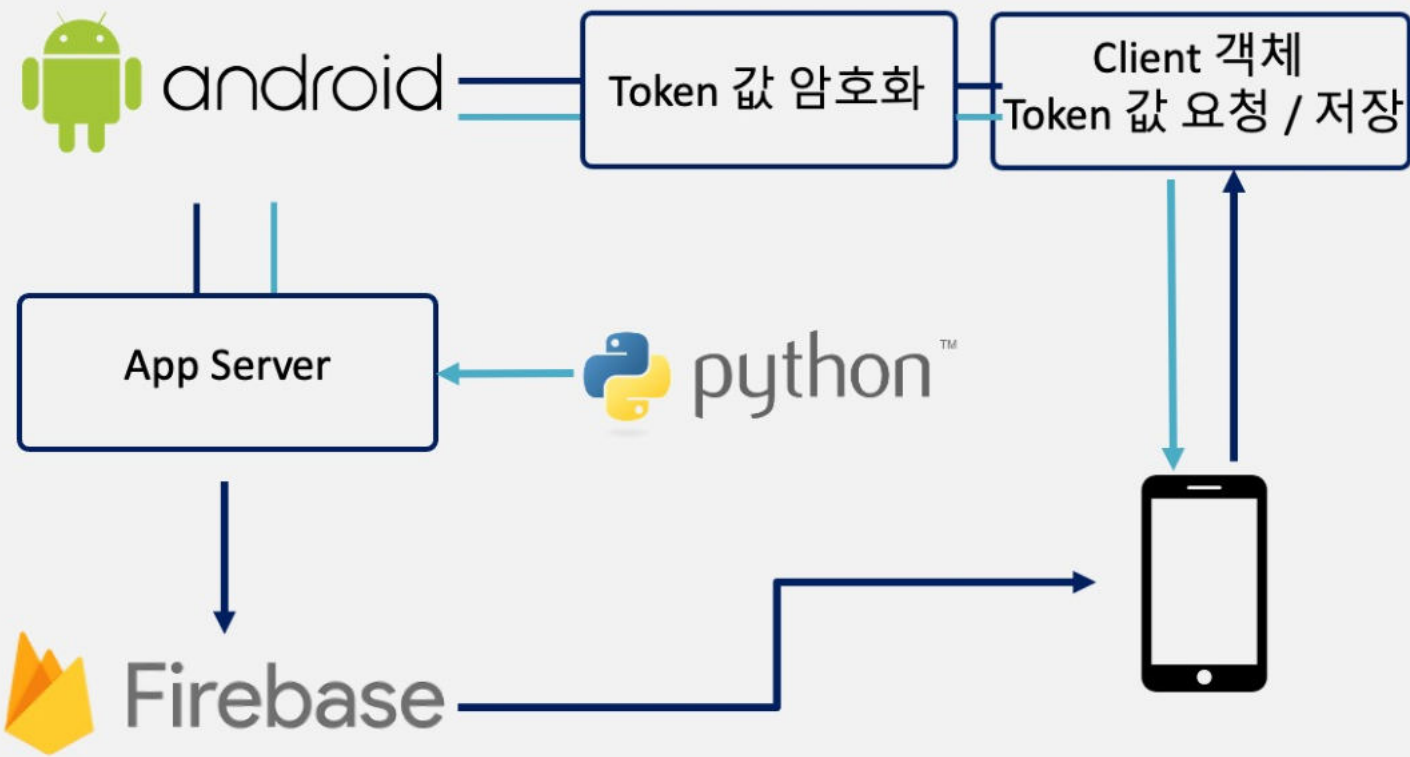
App 모니터링



작업자의 입장에서 쉽게 모니터링 할 수 있는 대시보드와 실시간 수치 모니터링 기능을 Java 기반 안드로이드 앱을 통해 구현

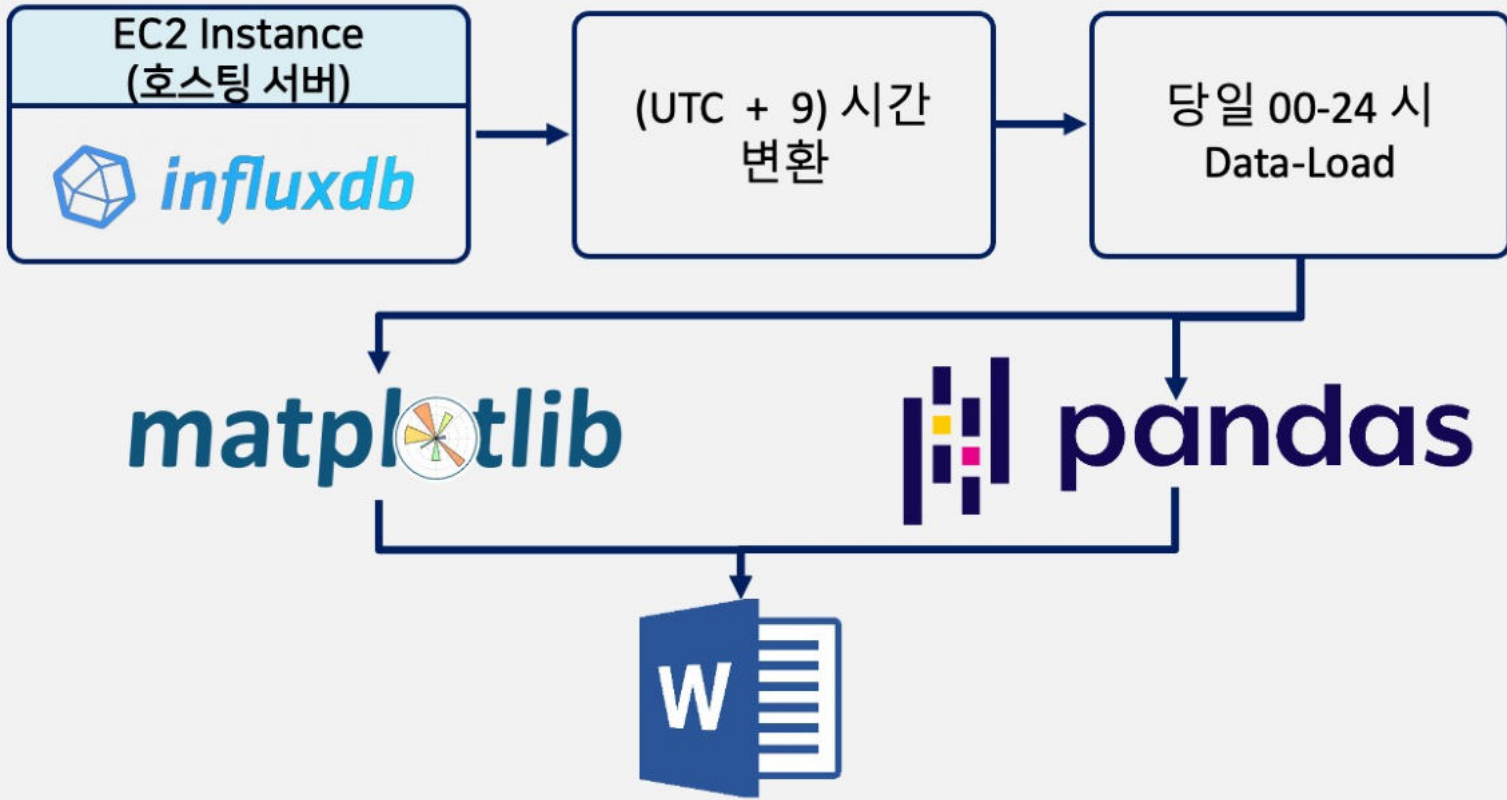
→ Web View를 통해 반응형 Web 대시보드를 출력하고, List View를 통해 실시간 세부 수치를 출력한다.

App 푸시 알림

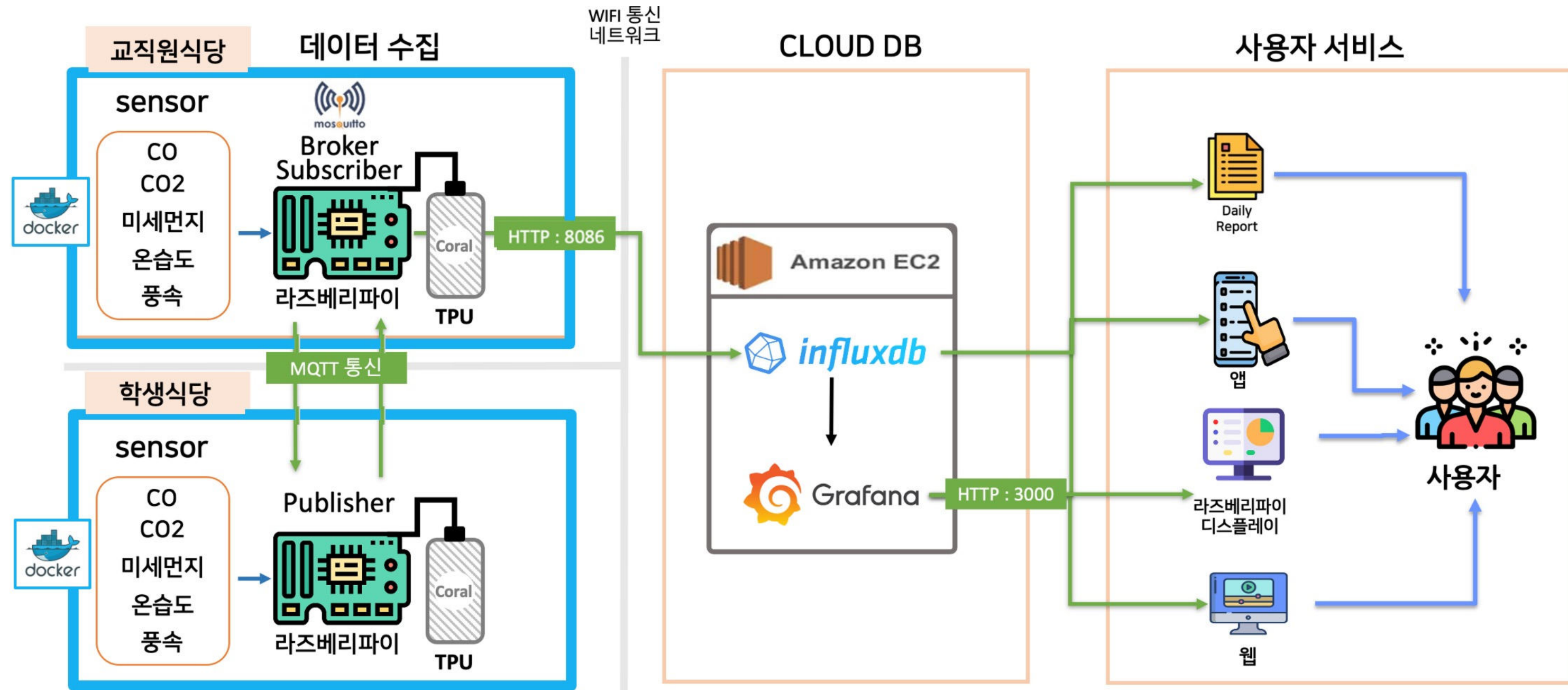


1. 관리자 Application의 암호화된 Token 값에 따라 firebase에 사용자 등록
 2. firebase의 Cloud Messaging 기능을 통해 임계치 이상의 유해물질이 발생할 시 종류 및 수치를 push 알림으로 전송
- * 노동부가 정의한 공기질 기준으로 임계치 설정

Daily Report



1. Matplotlib으로 임계치 및 일일 누적 데이터 시각화
2. Pandas library를 이용하여 데이터 정제 및 통계 수치 계산
3. Python-docx를 기반으로 그래프 및 통계 자료를 문서로 출력

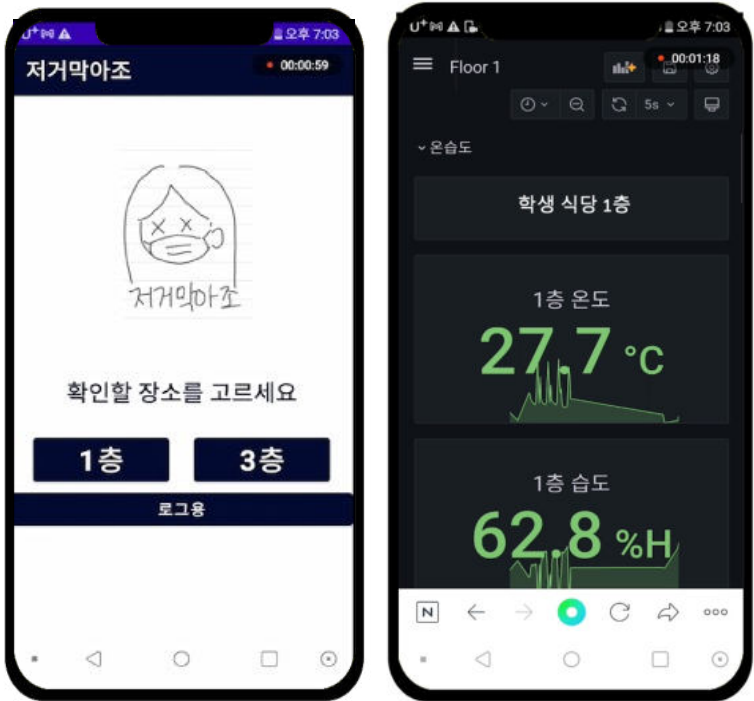


조리실에서 수집한 여러 유해물질 수치에 대하여 이상치가 제거된 데이터를
활용하여 사용자에게 적합한 형태의 서비스 제공

모니터링



< Web 대시보드 >

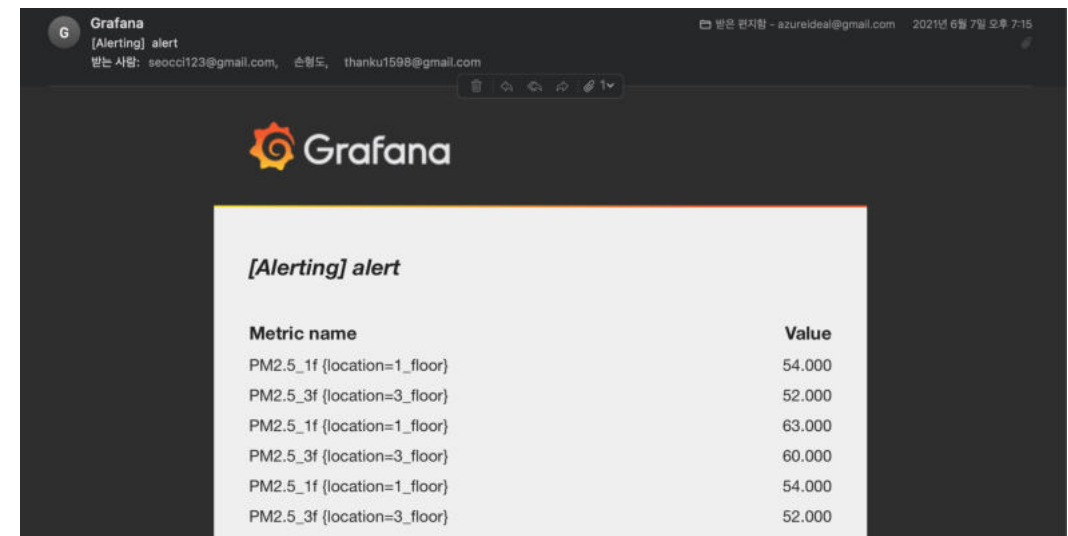


< App 대시보드 >



< 디스플레이 >

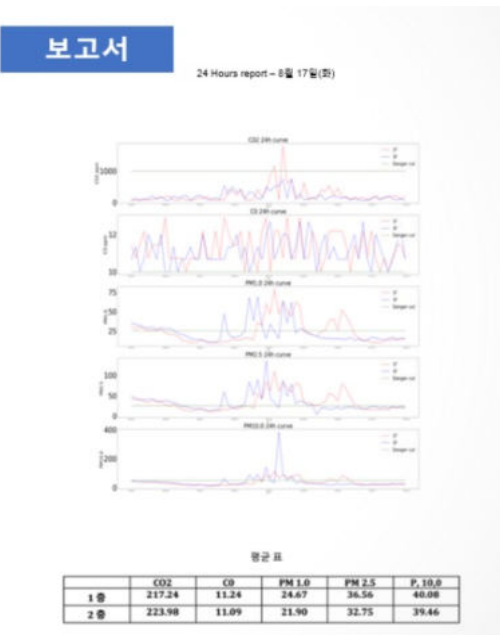
알림 / 보고서



< Web 메일 알림 >



< App Push 알림 >



< 일일 종합 보고서 >

토의

User Interface

사용자 입장에서 웹 모니터링 대시보드 정보에 대한 직관적인 판단이 어려움



푸시 알림 및 시각적 효과를 통한 위험 상황 전파하여 빠른 판단 유도

조리실 환경기준

조리실에서의 환경 기준이 존재하지 않아, 위험 임계치 설정 제약 발생



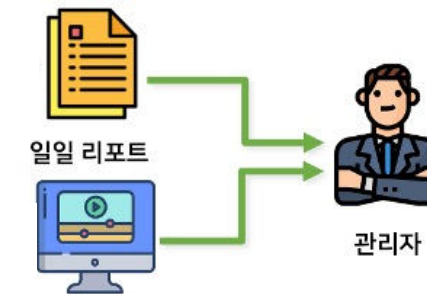
실내 공기질 위험 기준치로 대체

상업적 배포

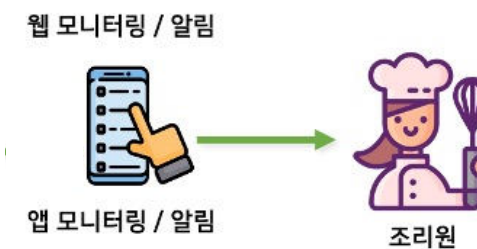
- 오픈소스 특성상 실제 서비스 배포에 있어 라이선스 문제 발생
- 서비스를 장기간 운영하는 경우 누적 데이터를 저장할 추가 storage 필요
- 서비스를 확장하는 경우 여러 프로세스를 처리할 추가 서버 용량이 필요

기대 효과

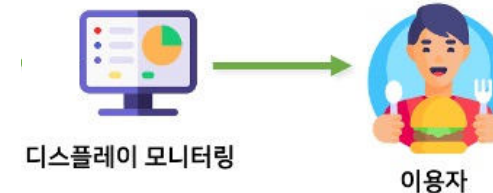
사용자



실시간 모니터링 알림과 일일 공기 질 정보 파악을 통한 신속한 환경 개선

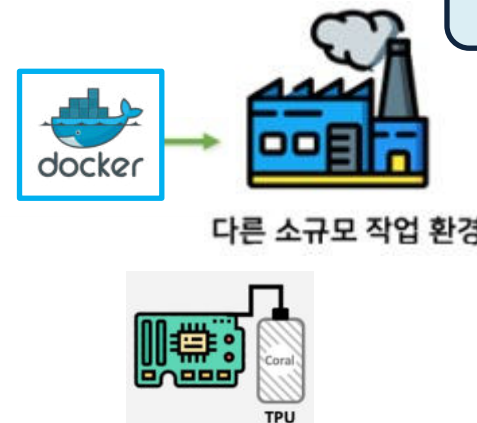


작업 중 실시간 알림으로 빠른 공기 질 파악 및 조치



식당 이용 중 실시간 공기 질 파악으로 이용 편의 증진

운영



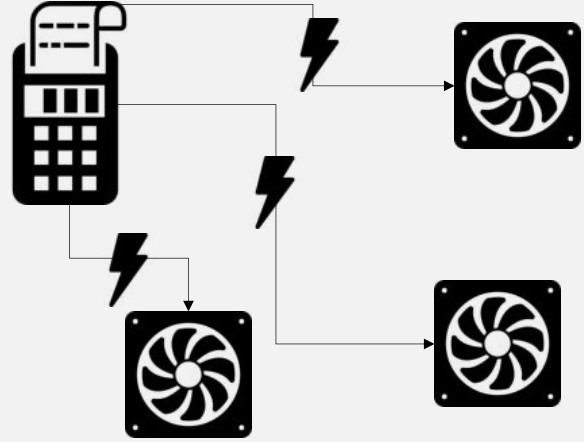
Docker를 통한 소프트웨어 업데이트 및 확장 용이

작업 환경에 적합한 경량화된 딥러닝 모델 적용 가능


한계

- ✓ 모니터링 결과에 대한 사후 조치 부재
- ✓ 교내 조리실 이용객을 위한 모니터링 접근성의 어려움
- ✓ 조리실 내 유해물질 검출 가능 가스 종류의 제한성
- ✓ 선제적 대응이 아닌 단순 모니터링에 제한된 기능

미래 연구



✓ Actuator를 이용한 환경 개선 자동화 시스템 구축



✓ 교내 조리실 디스플레이 모니터링 대시보드 실시간 송출



✓ 잔류 LPG 또는 연기 등 유해물질 검출 센서 추가 설치



✓ 경량화 모델을 통한 위험 상황 예측 알고리즘 개발 및 도입