



Earthquake Early Warning via Deep-Learning and IoT

경북대학교
IT대학 컴퓨터학부

권영우

연구 소개

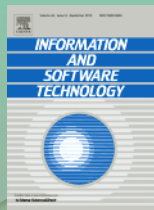
Effective Fusion and Separation of Distribution, Fault-Tolerance, and Energy-Efficiency Concerns

Distribution

Cloud Refactoring



A Study of Middleware

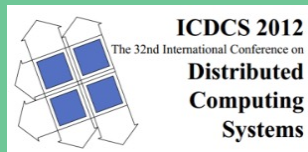


Fault Tolerance

Declarative Fault Handling



Energy-Efficient Distributed Mobile Execution



Energy Efficiency

Data-driven
Distributed
System



연구의 배경

한반도의 지진 발생 빈도의 증가로 인한
신속 정확한 지진 경보의 필요성 대두

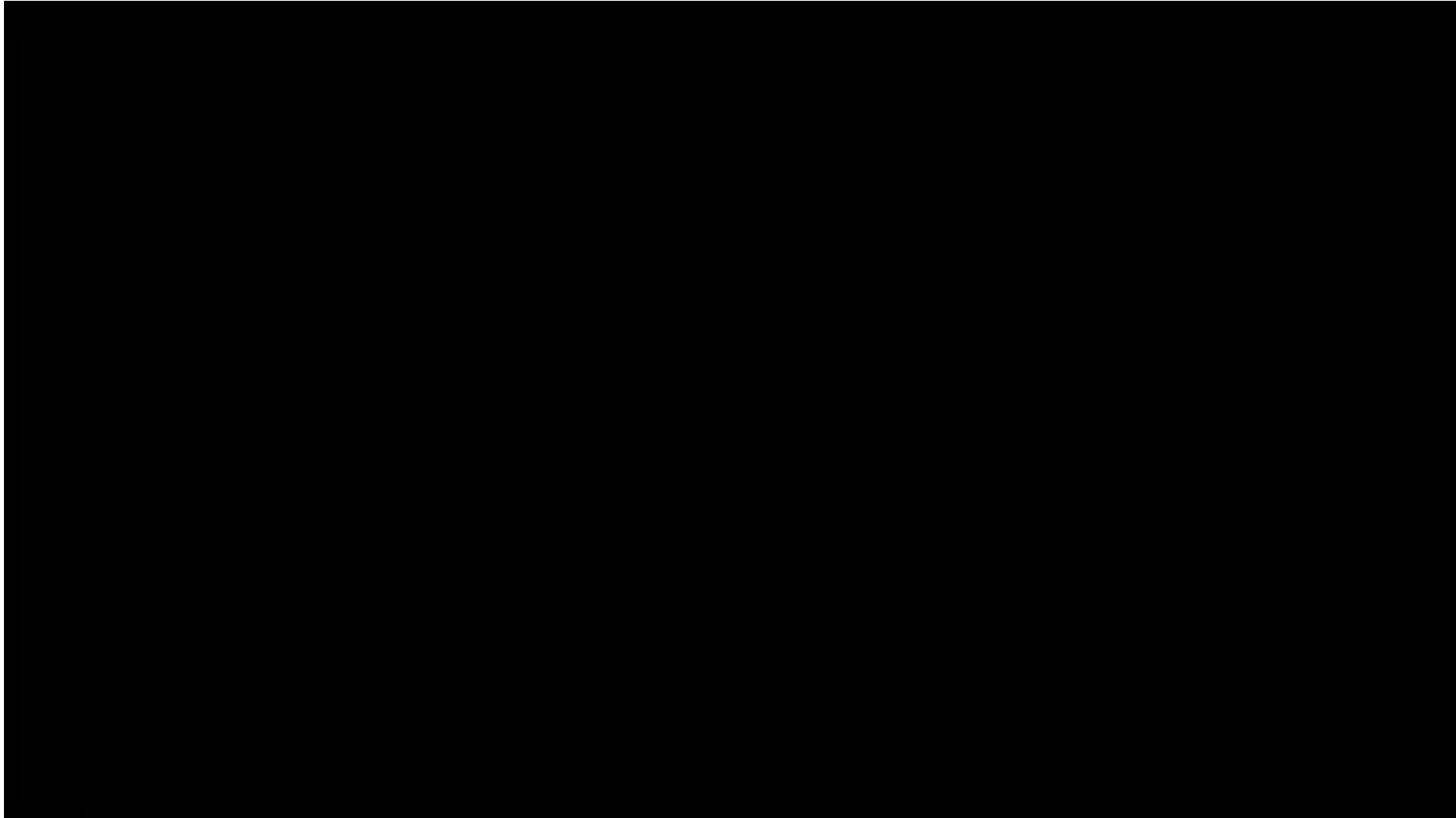


2017 포항지진 (규모 5.4)



2016 경주지진 (규모 5.8)

지진조기경보란?

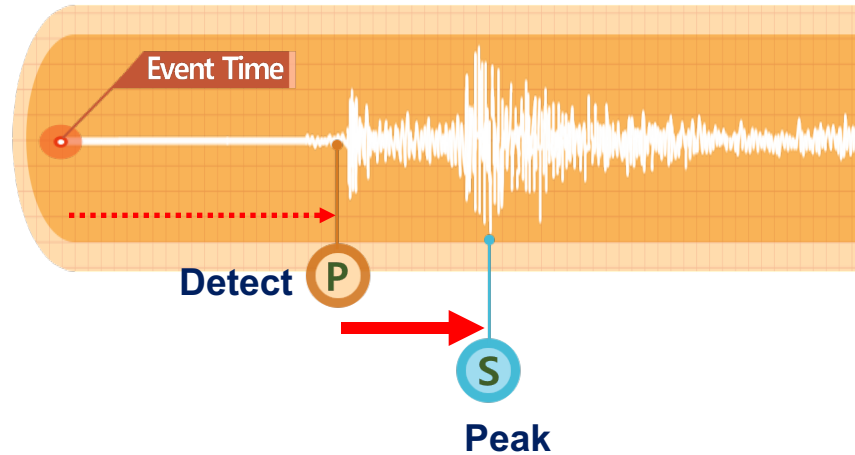




지진조기경보란?

➤ Earthquake Early Warning

P-wave (7-8km/s) and S-wave (5-6km/s)



Earthquake disaster warning
before large shaking



Small scale
Evacuations

Damage Reduction of Falling



Outdoor Escape

90% Life Protection

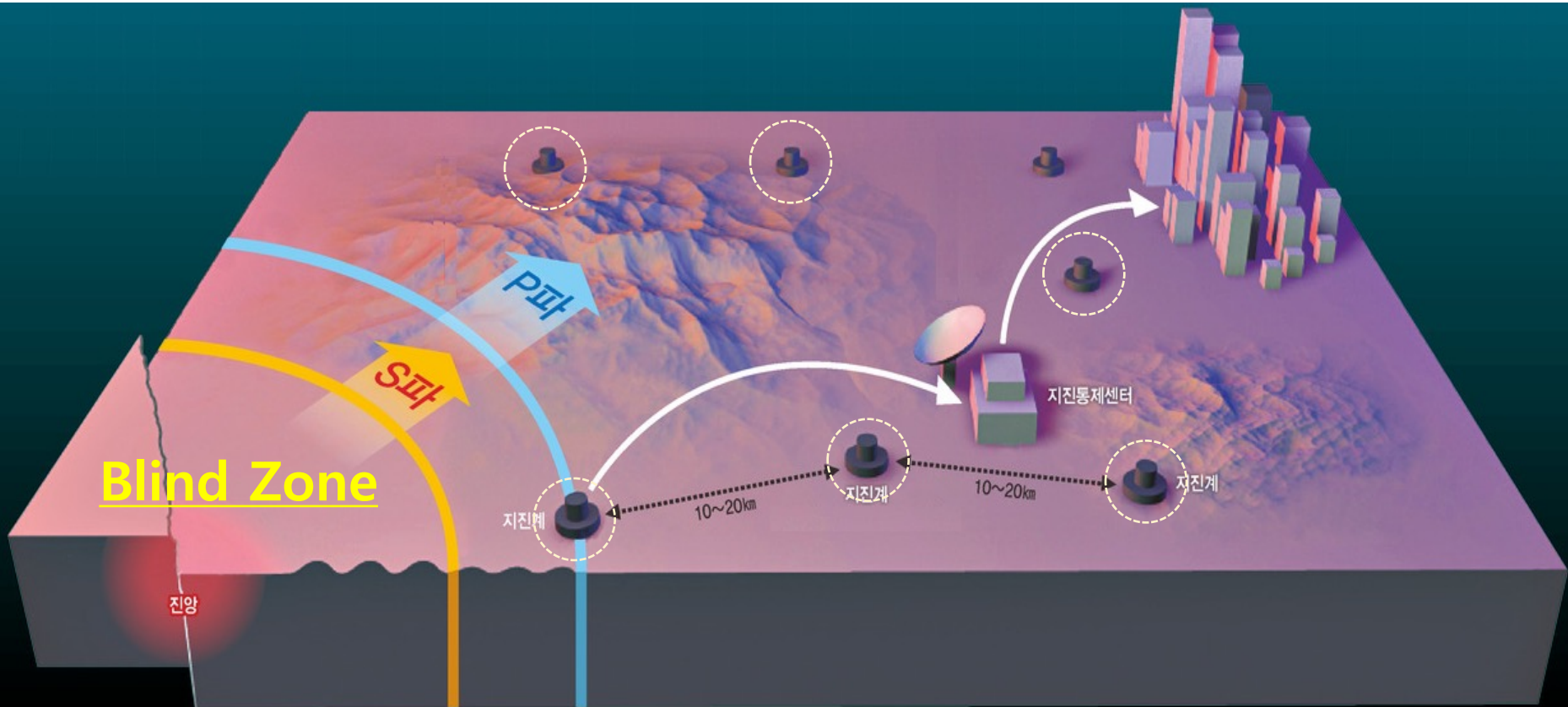


Responding Calmly

95% Life Protection

지진조기경보란?

- 지진조기경보를 위해서는 3 ~ 4곳의 관측소가 필요함



지진조기경보란?

목적	요구 사항	설치	요구수량 (개소)	비용 + (백만원/개)
지진 감지 (고성능)	기준	단주기 속도계	1	115
	권장 사항	광대역 속도계	1	140/150 (지표형/시추형)
		단주기 속도계	2	115
진도 탐지	기준	가속도계	2	100
	권장 사항	MEMS 활용*	1 (대/km)	0.2 (성능에 따라 달라짐)

초광대역

전지구에서 발생하는
원거리 지진을 감지

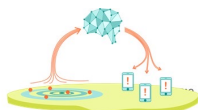


광대역

근거리와 원거리 지진
동시에 감지

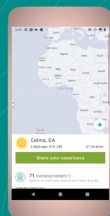


MyShake



Earthquake Early Warning
now available publicly in
California and Oregon

Have earthquake information at your fingertips, see
damage reports shared by citizen scientists like you,
help us build a global seismic network.



Download on the
App Store

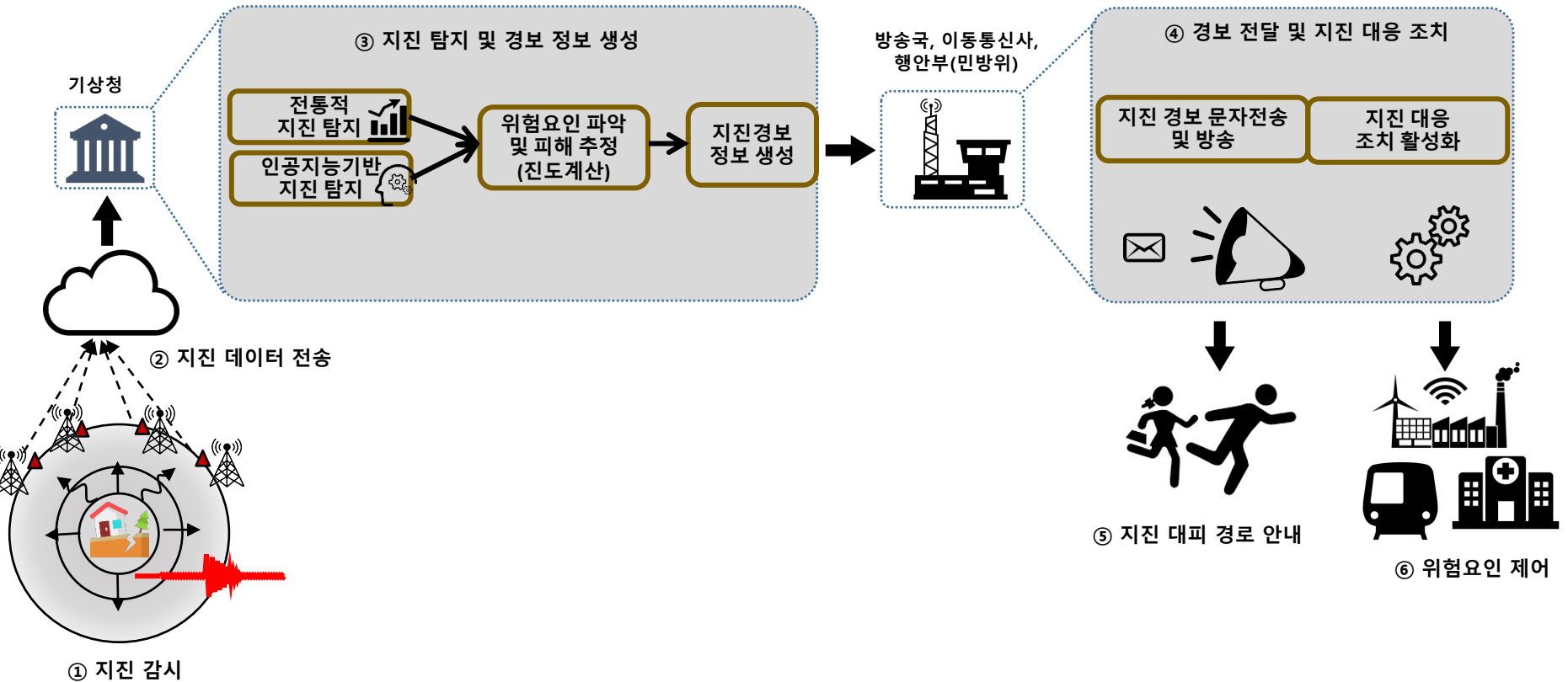
GET IT ON
Google Play

오늘날의 지진조기경보



지진을 신속하게 탐지하고 대응하기 위한 **CrowdQuake**

지진 조기경보 및 대응 시나리오

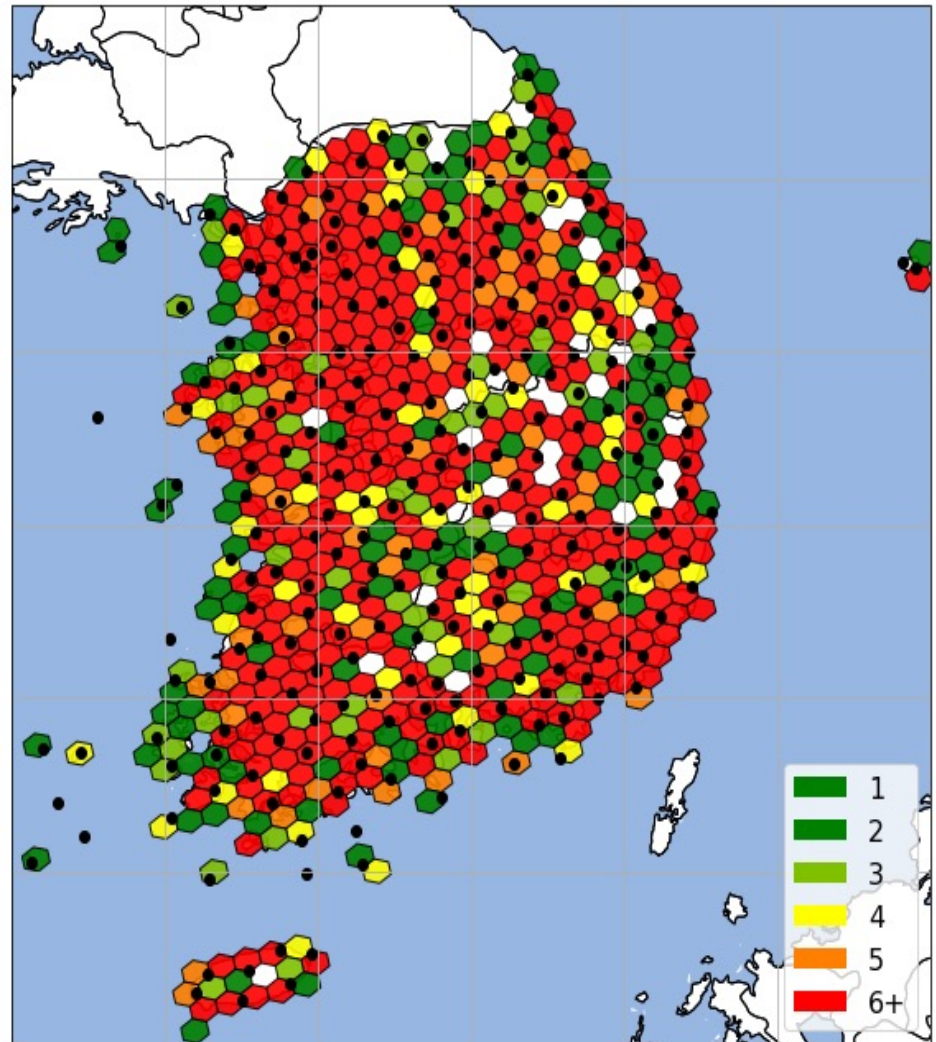
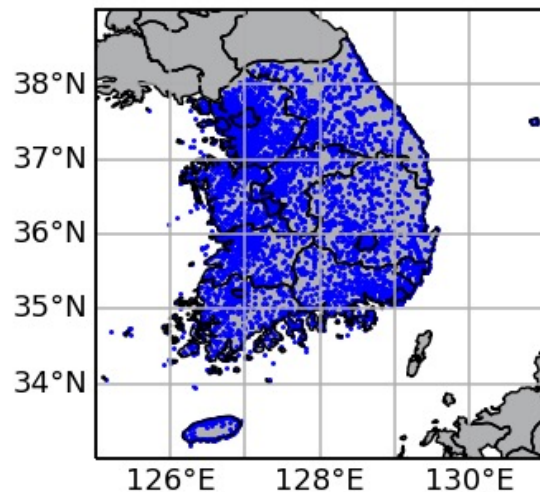


CrowdQuake

- 초소형 가속도 센서를 활용한 지진 관측 시스템
- 구성 요소
 - 지진 감시 장치
 - 데이터 수집 서버
 - 데이터 분석 및 경보 생성 시스템
 - 대응 시스템

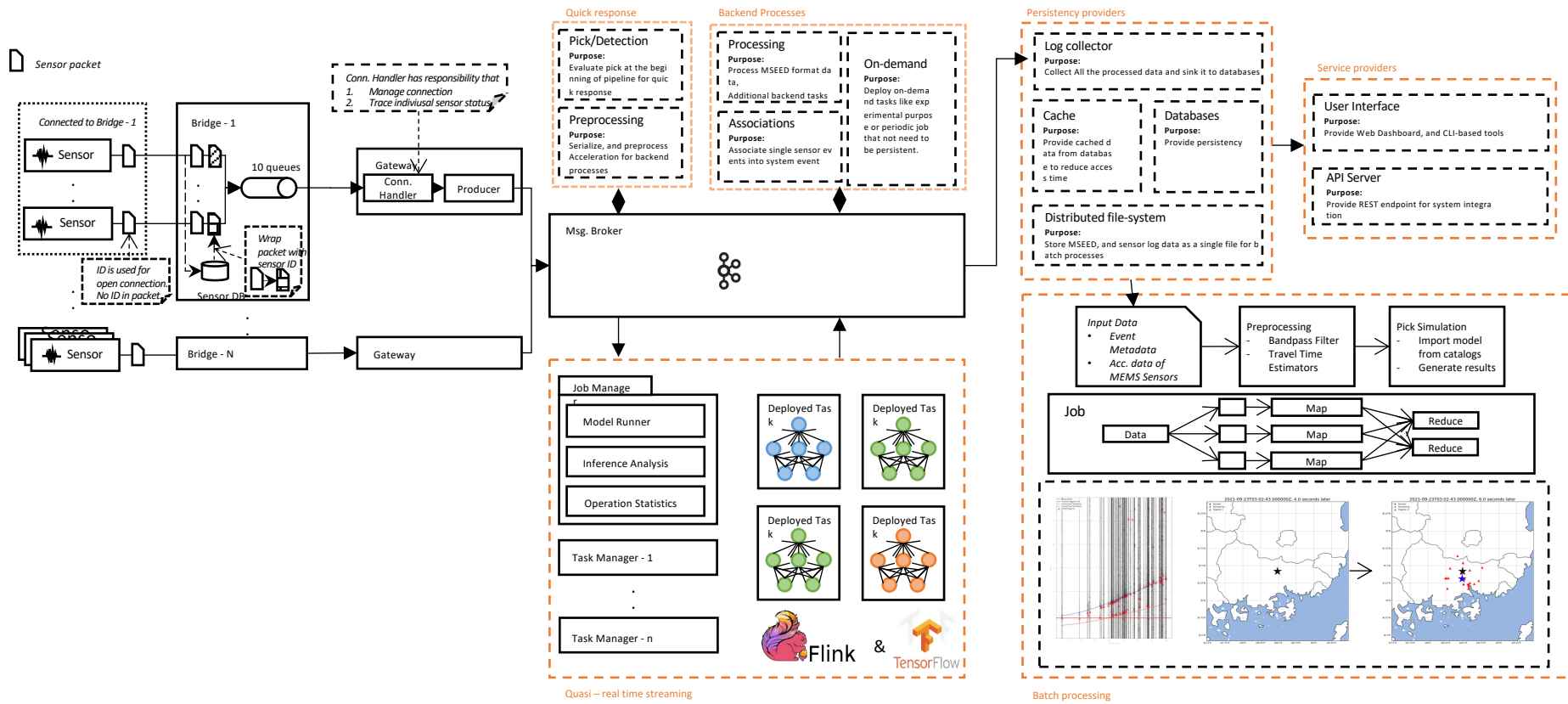
CrowdQuake의 지진 감시 장치 및 설치현황

- 지진 감시 장치 및 분포도



지진 빅데이터 감시 및 분석 시스템

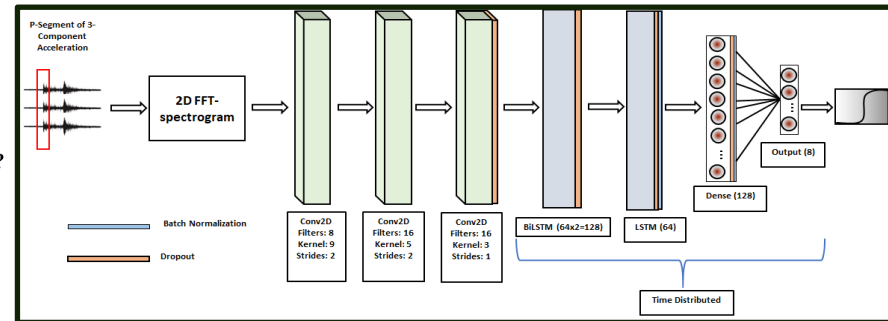
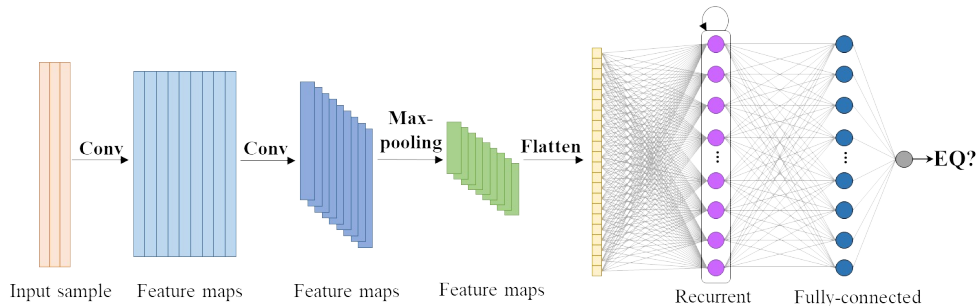
대용량 메시지 실시간 처리 및 다양한 딥러닝 모델을 사용한 지진 탐지



지진 탐지 기법

- 딥러닝 기반의 지진 탐지

- CNN, RNN, LSTM 등 다양한 기법을 사용하여 시계열 데이터 분석
- 연합학습, 전이학습 기법을 사용하여 Personalized 탐지 모델 제공

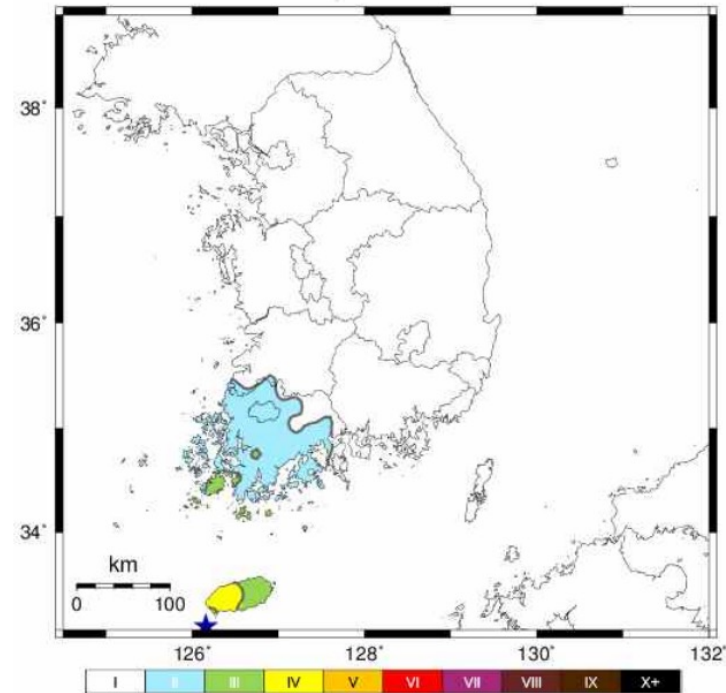


2021 M4.9 제주 지진을 통한 CrowdQuake 지진 탐지 사례

제주 지진 정보

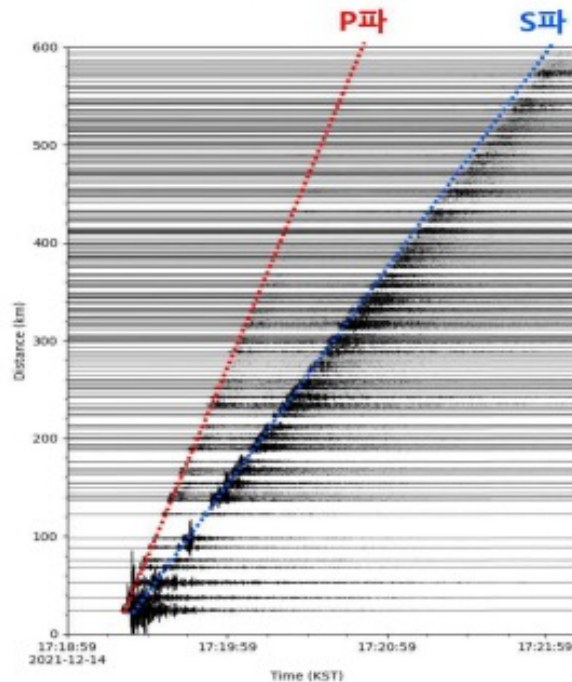
- 발생 시각: 2021년 12월 14일 17시 19분 14초
- 위치: 제주 서귀포시 서남서쪽 41km 해역
- 지진 규모: 4.9 (깊이 17km)
- 최대계기진도: V(제주), III(전남), II(경남, 광주, 전북)

진도분포도



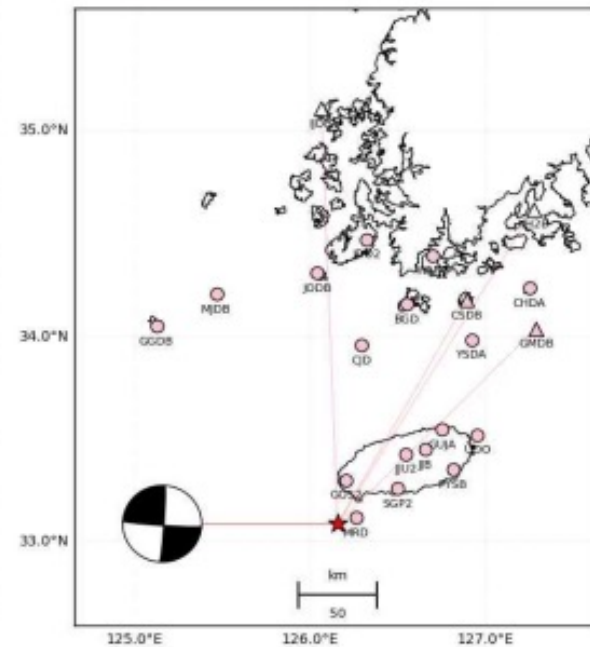
제주 지진 당시 기상청 관측소의 지진 관측 정보

관측소 지진파형



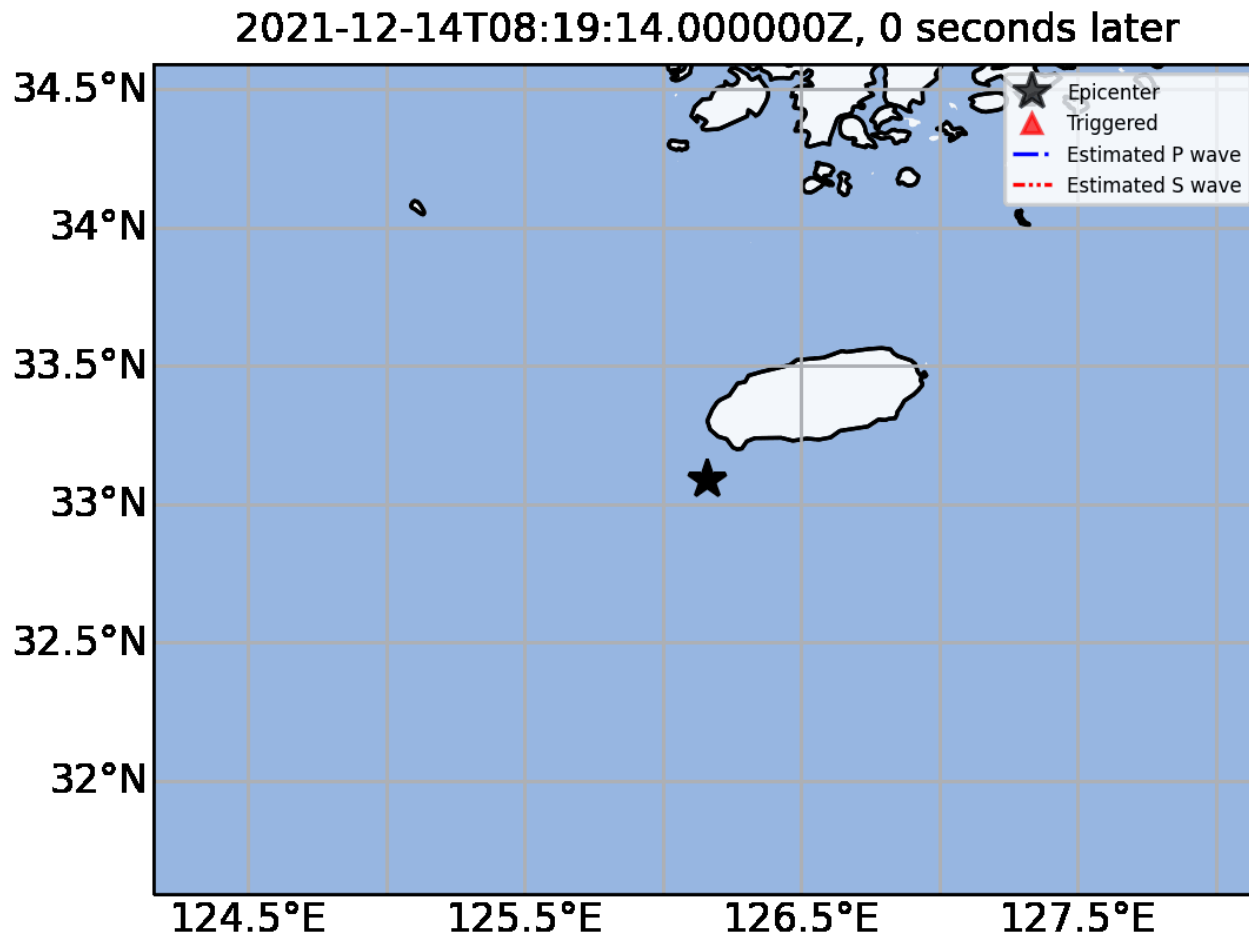
이번 지진은 규모 4.9로 약 600km 거리의 관측소까지 P파 및 S파의 전파양상을 확인할 수 있음(0.1~5Hz 대역 필터 적용)

지진분석관측소 분포도

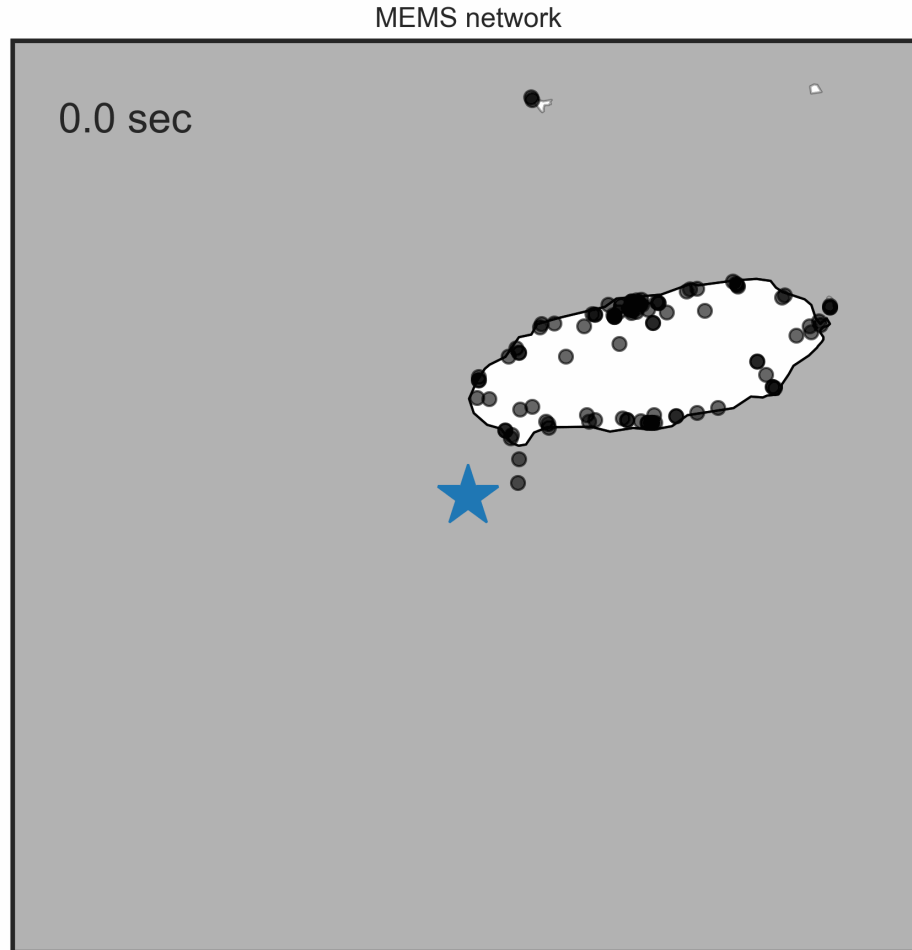


- 지진분석에 사용된 관측소(○)
- 단층운동 분석에 사용된 관측소(△)

CrowdQuake의 지진 탐지 성능



기상청 지진조기경보와 CrowdQuake의 성능 비교

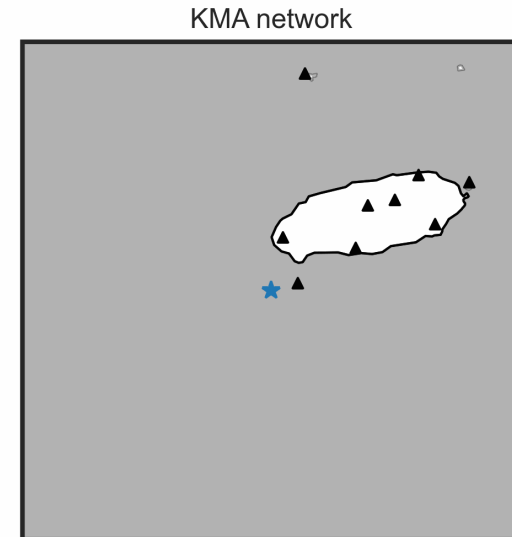


KST 2021-12-14T17:19:14.0

Jeju, 33.086' N, 127.159' E, M4.9, 17km

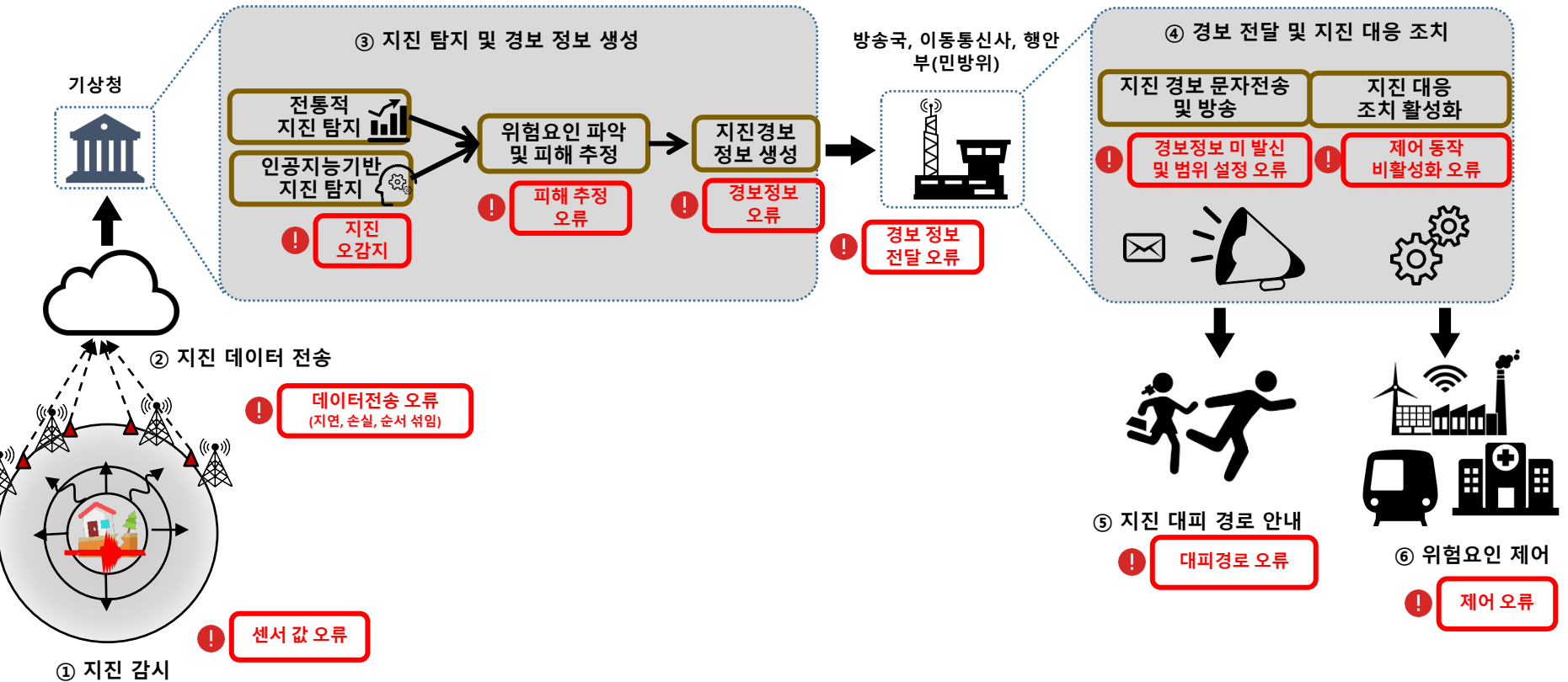
MEMS triggers: 0

KMA triggers: 0



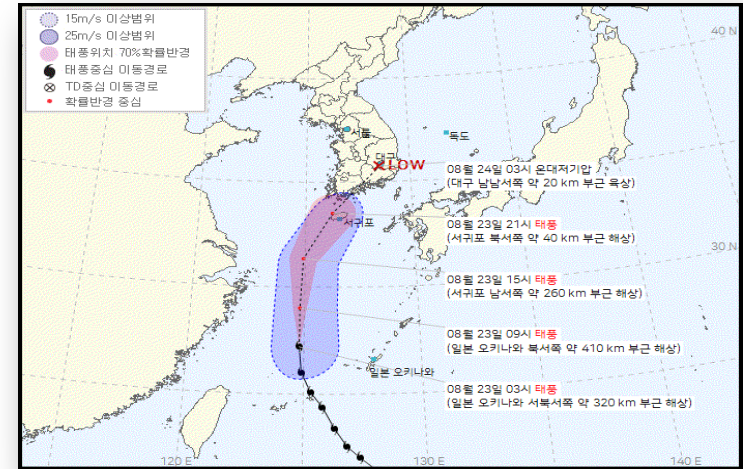
재난에 대응하기 위한 **CrowdQuake**에서
문제가 발생한다면?

지진 조기경보 및 대응 시나리오



지진 감시 장치의 운영 환경

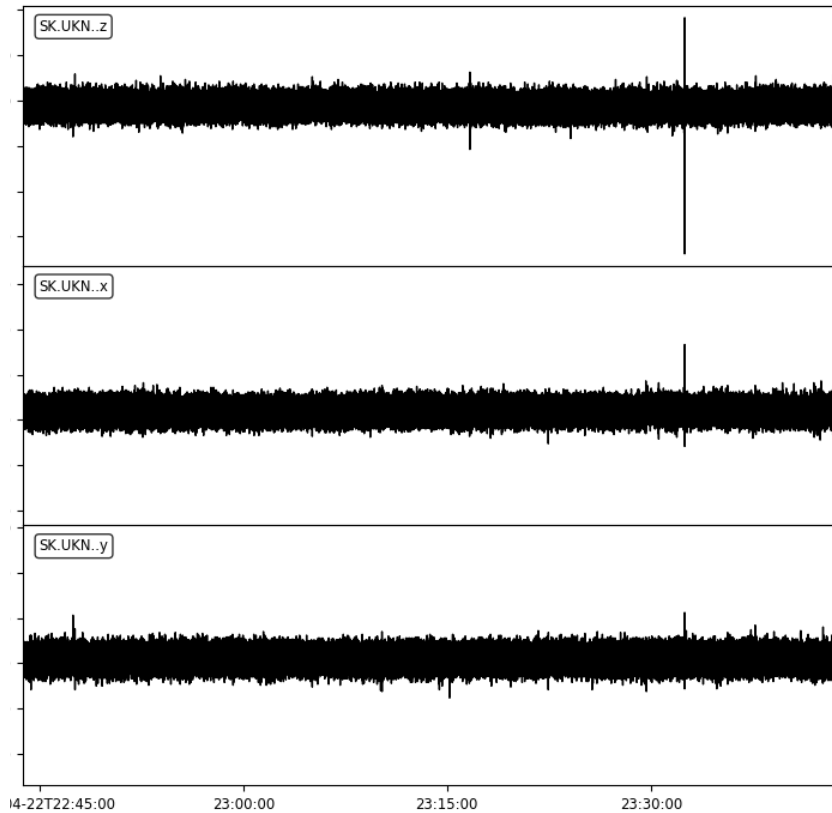
- 다양한 설치 환경에서 발생하는 외부 영향
 - 생활 환경 잡음
 - 건물 고유의 진동
 - 날씨로 인한 영향 (태풍)



정상/비정상 데이터

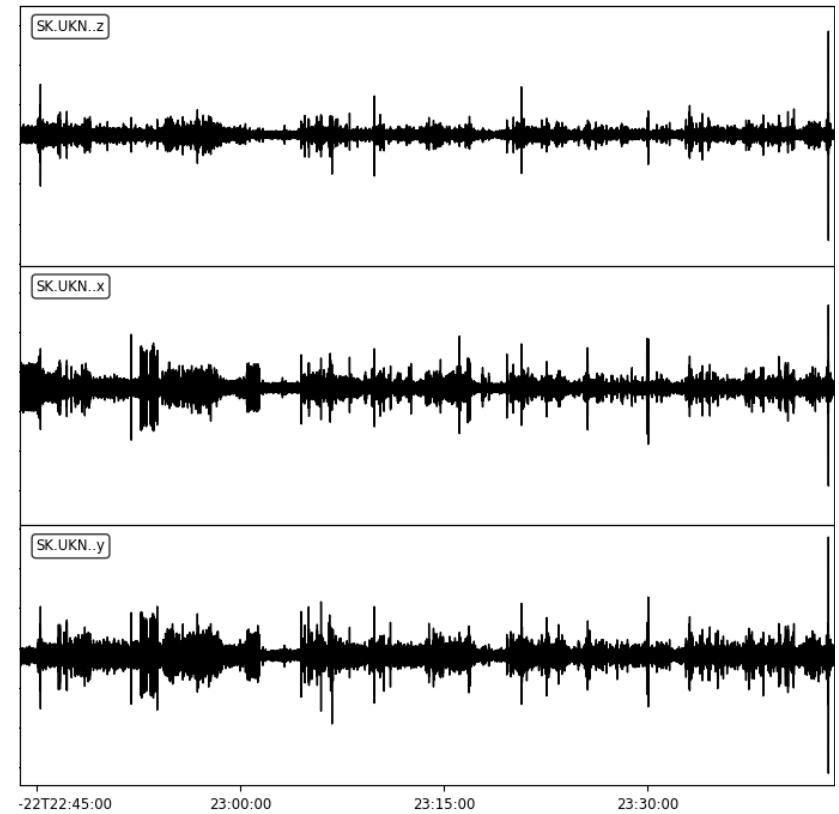
정상 센서

2021-04-22T22:43:47.145 - 2021-04-22T23:43:47.135



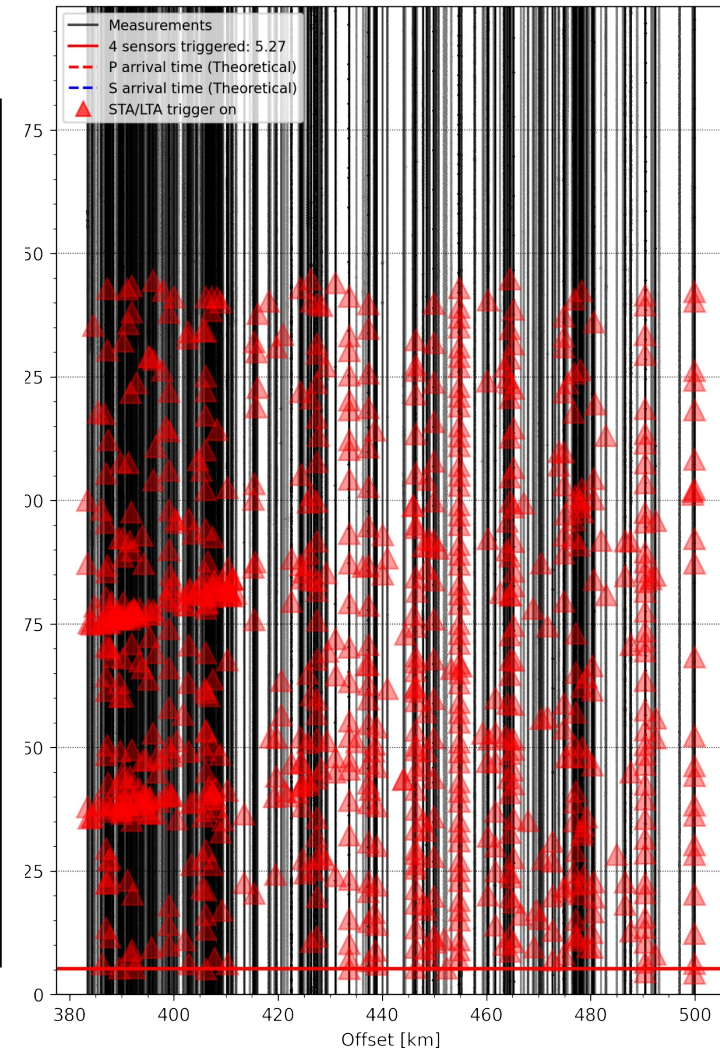
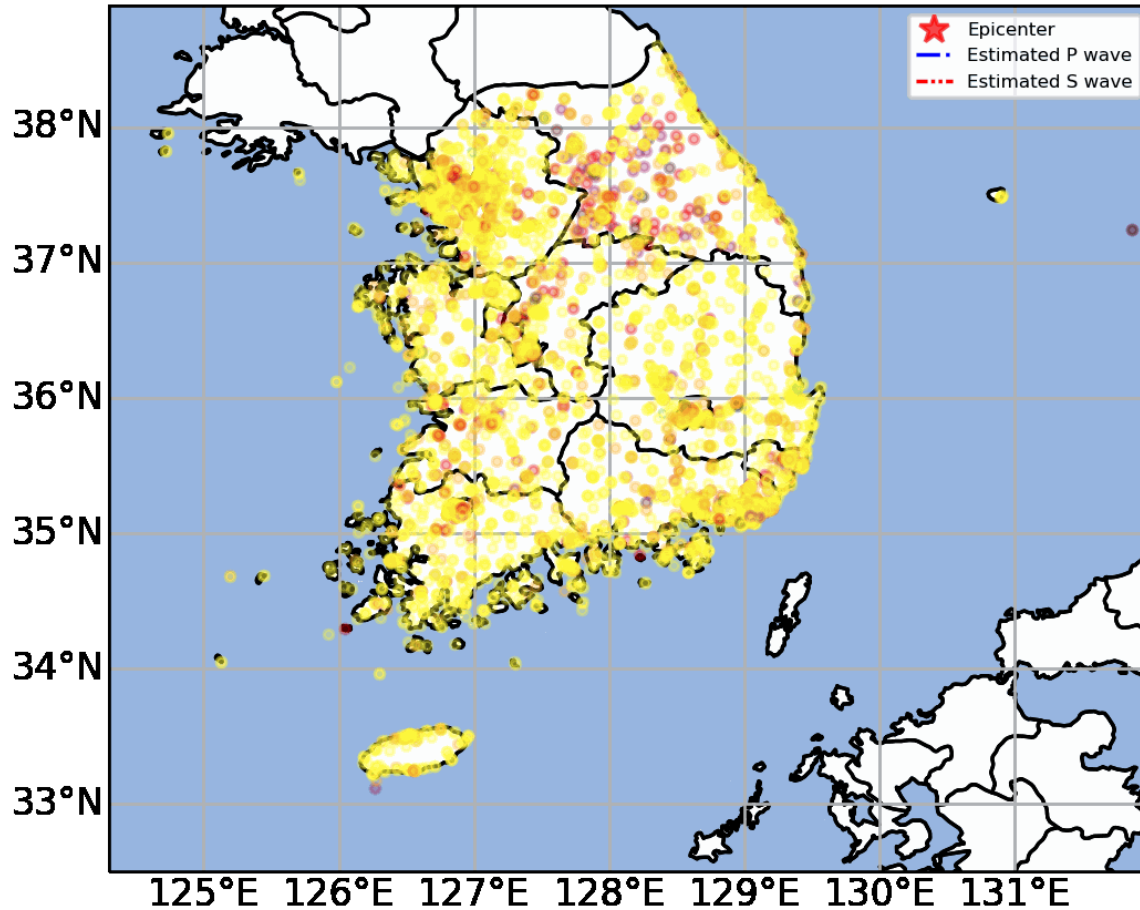
비정상 센서

2021-04-22T22:43:46.204 - 2021-04-22T23:43:46.194

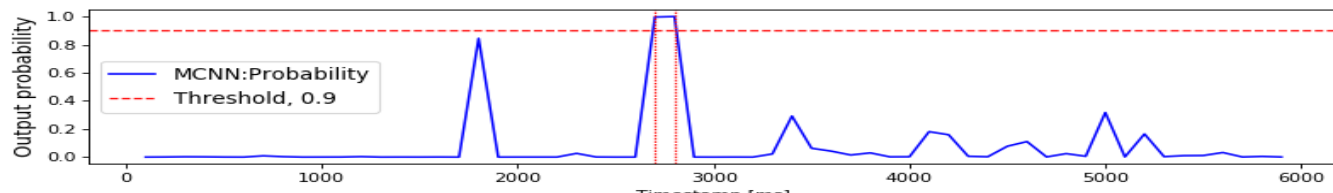
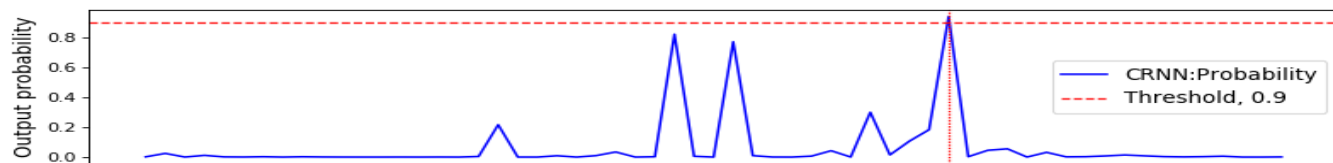
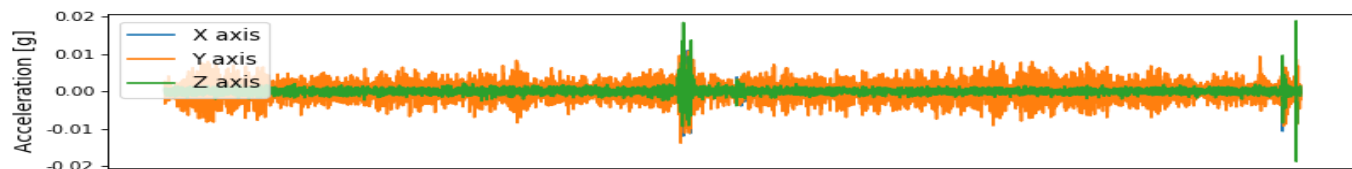
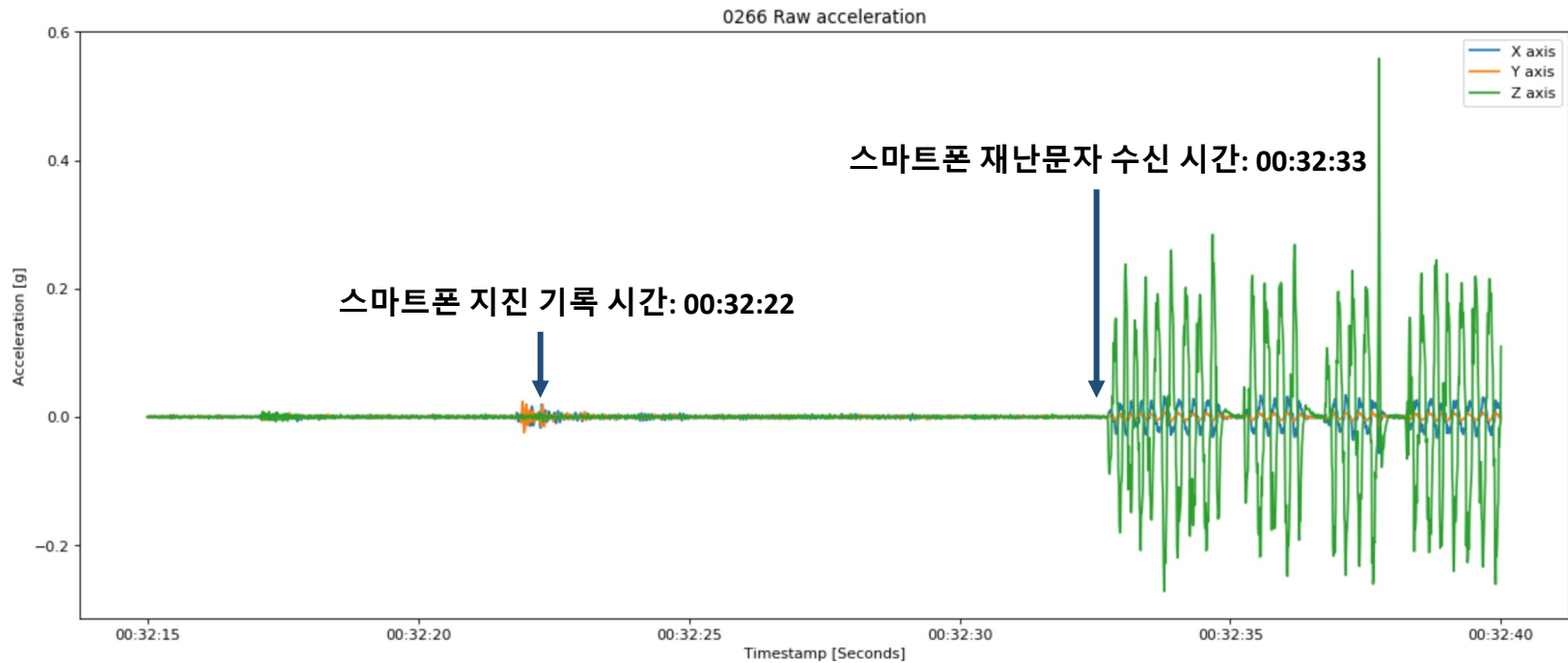


지진 오경보 및 미경보

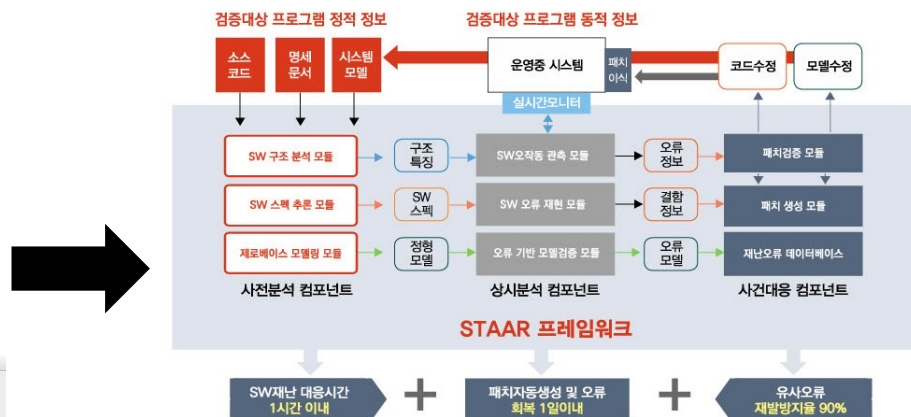
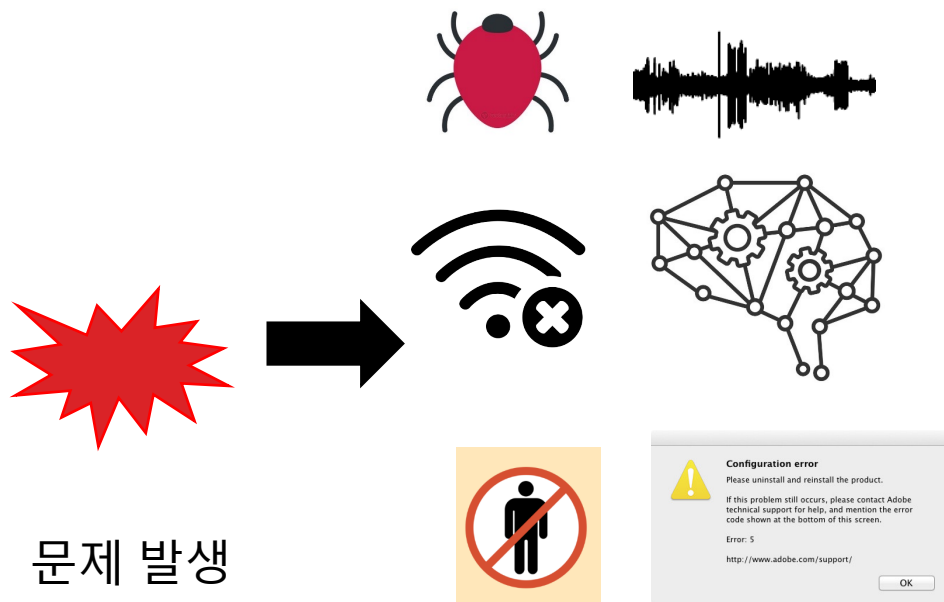
2021-12-14 08:19:09 UTC | -5seconds



지진 오경보 및 미경보



CrowdQuake에서 문제가 생긴다면?



문제의 원인 파악

문제 해결

센서 값 데이터
시스템 로그 데이터
시스템 모니터링 데이터
... ..

향후 계획

- Virtual CrowdQuake 개발
 - 시나리오에 따라 시스템을 조작하고 모니터링할 수 있는 가상의 지진조기경보 시스템
- 신속 복구를 위한 연구
 - 실행되고 있는 시스템을 중단없이 복구할 수 있는 기법 연구
 - 시스템 단위의 오류 재현 및 실행 상태 복구

감사합니다

