



# 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

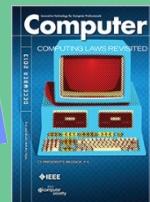
#### Declarative Fault Handling



### Energy-Efficient Distributed Mobile Execution



ICDCS 2012  
The 32nd International Conference on  
Distributed Computing  
Systems



### 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)

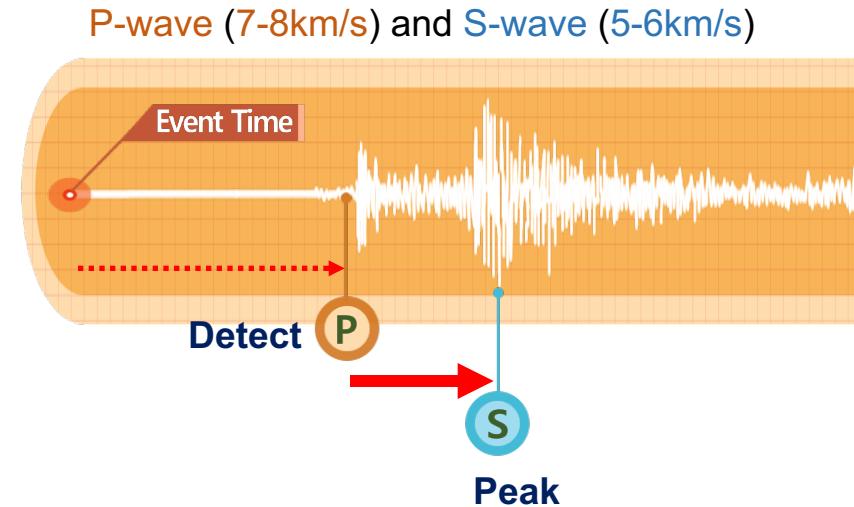
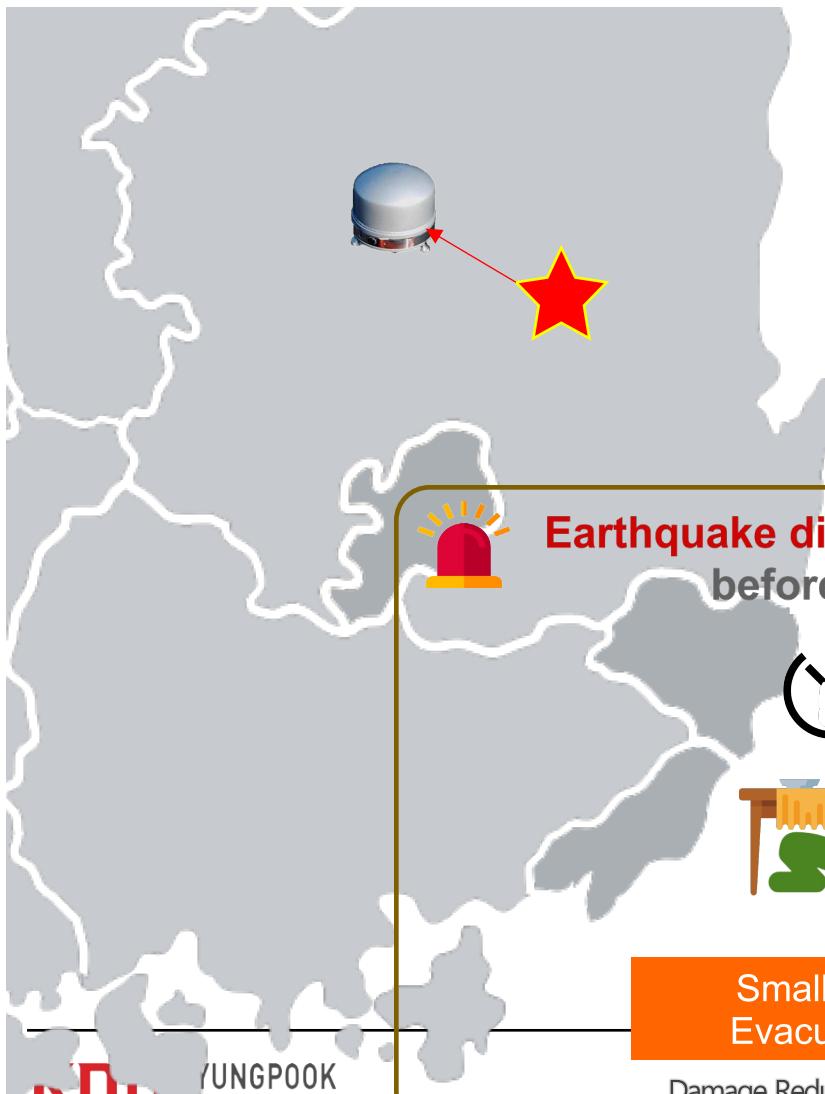


2016 경주지진 (규모 5.8)

# 지진조기경보란?

# 지진조기경보란?

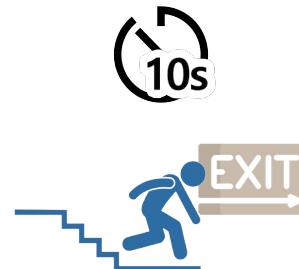
## › Earthquake Early Warning



Earthquake disaster warning  
before large shaking



Small scale  
Evacuations



Outdoor Escape



Responding Calmly

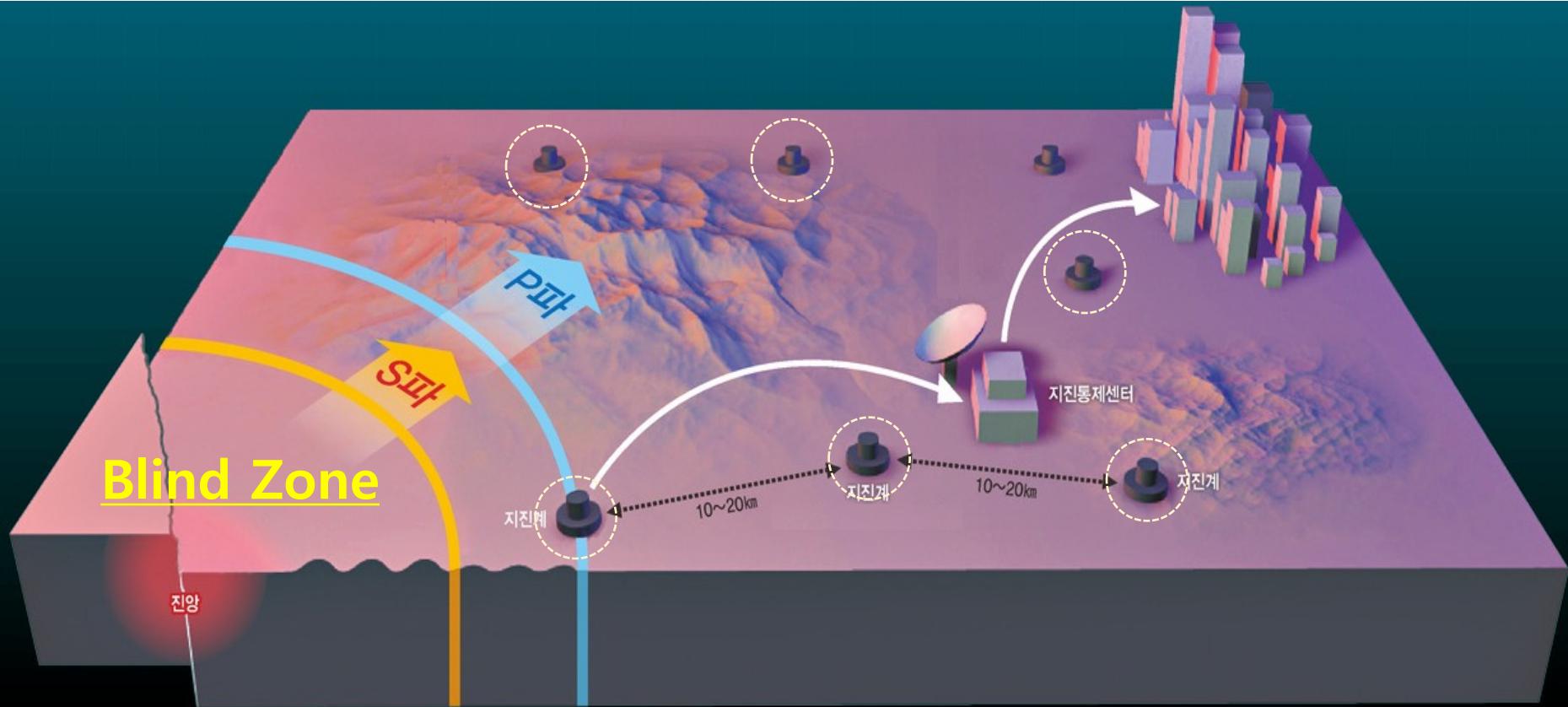
Damage Reduction of Falling

90% Life Protection

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 )

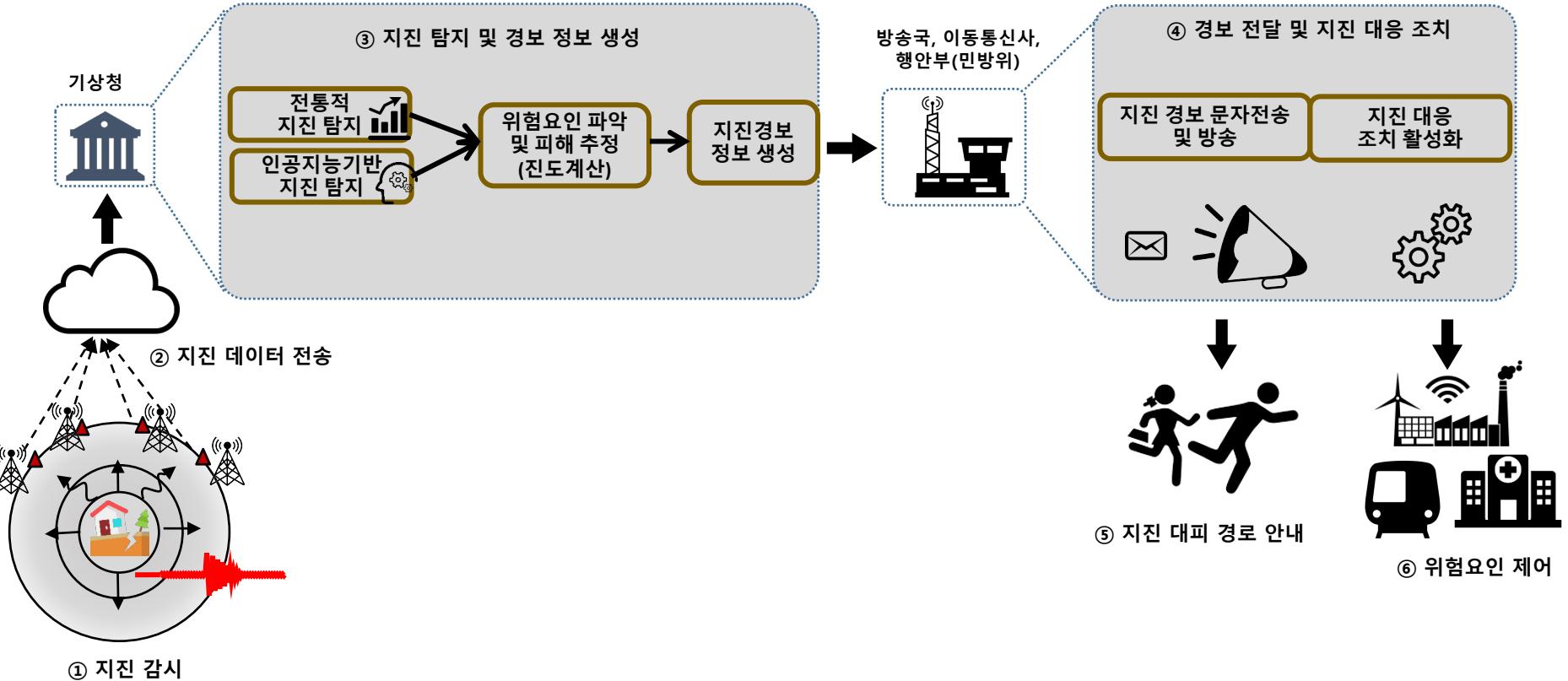


# 오늘날의 지진조기경보

---

# **지진을 신속하게 탐지하고 대응하기 위한 CrowdQuake**

# 지진 조기경보 및 대응 시나리오



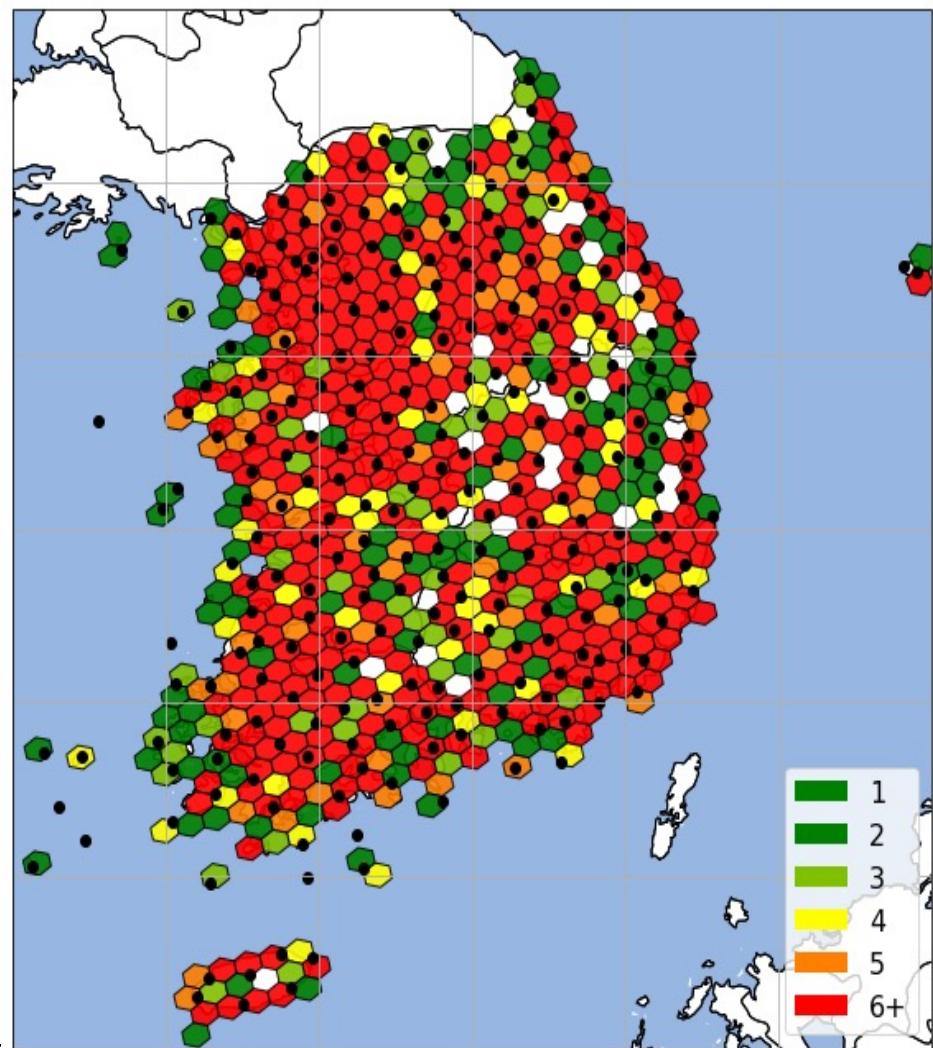
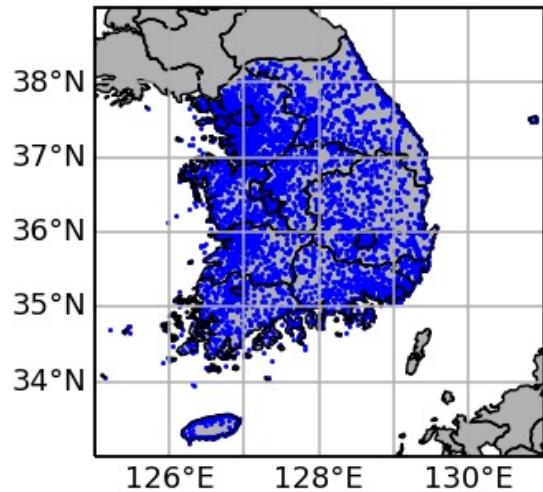
# CrowdQuake

---

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

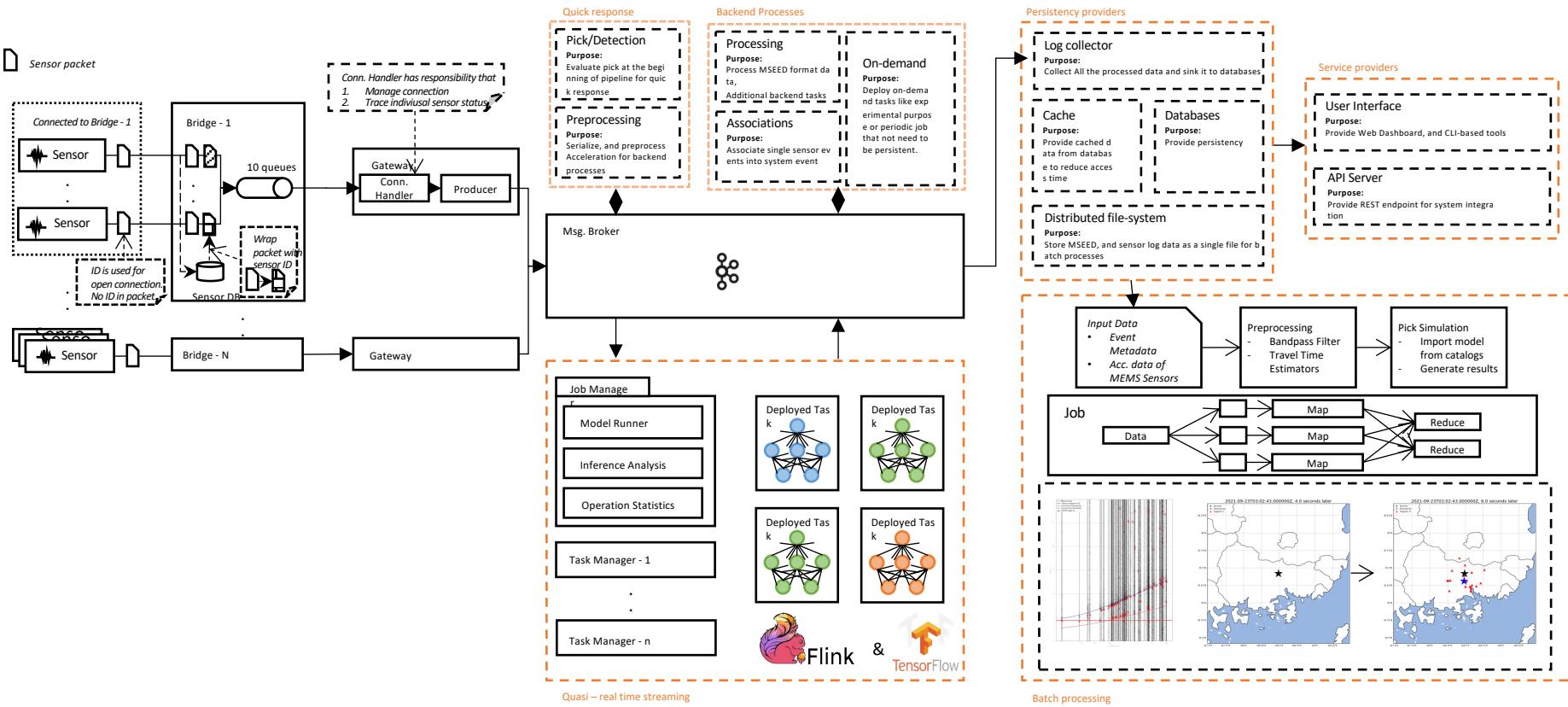
# CrowdQuake의 지진 감시 장치 및 설치현황

- 지진 감시 장치 및 분포도



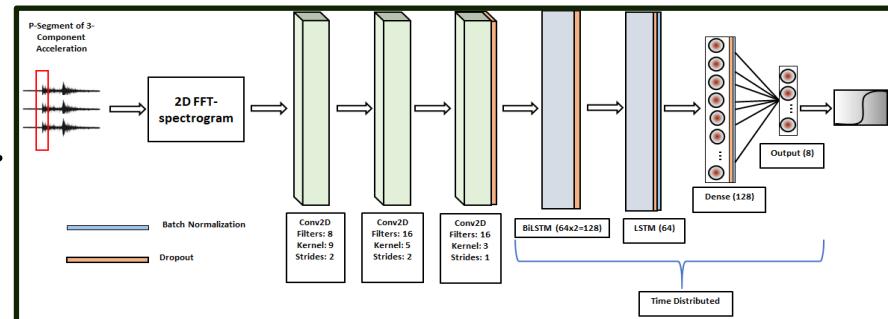
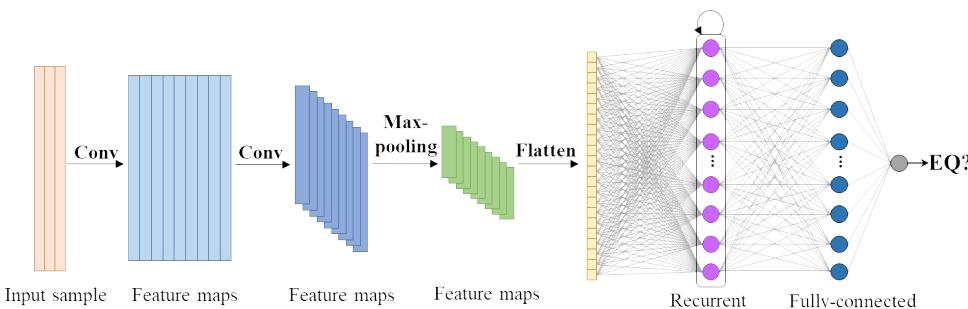
# 지진 빅데이터 감시 및 분석 시스템

## 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

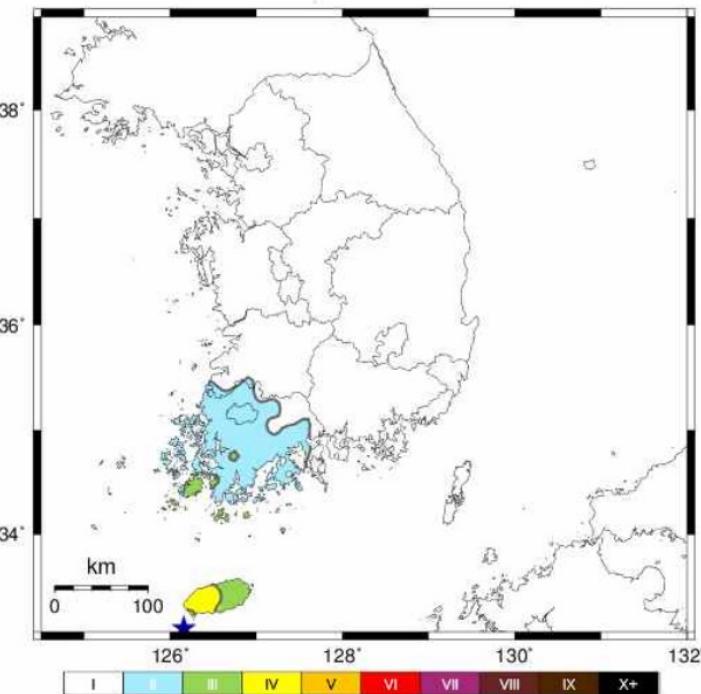


**2021 M4.9 제주 지진을 통한  
CrowdQuake 지진 탐지 사례**

# 제주 지진 정보

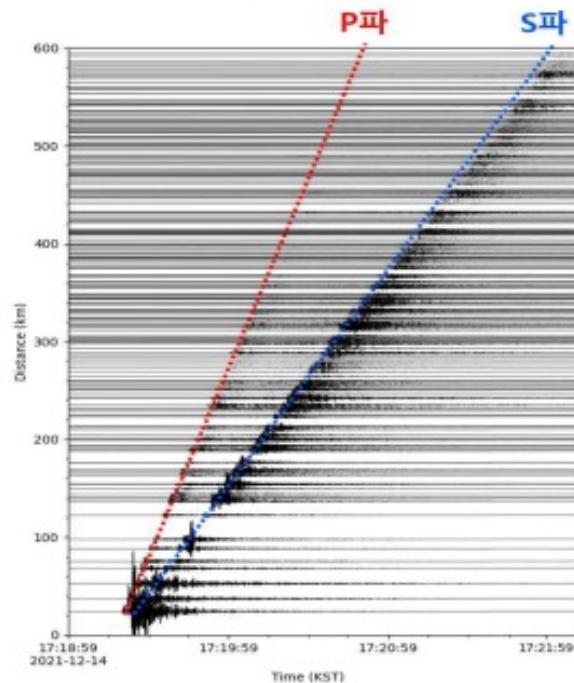
- 발생 시각: 2021년 12월 14일 17시 19분 14초
- 위치: 제주 서귀포시 서남서쪽 41km 해역
- 지진 규모: 4.9 (깊이 17km)
- 최대계기진도: V(제주), III(전남), II(경남, 광주, 전북)

진도분포도



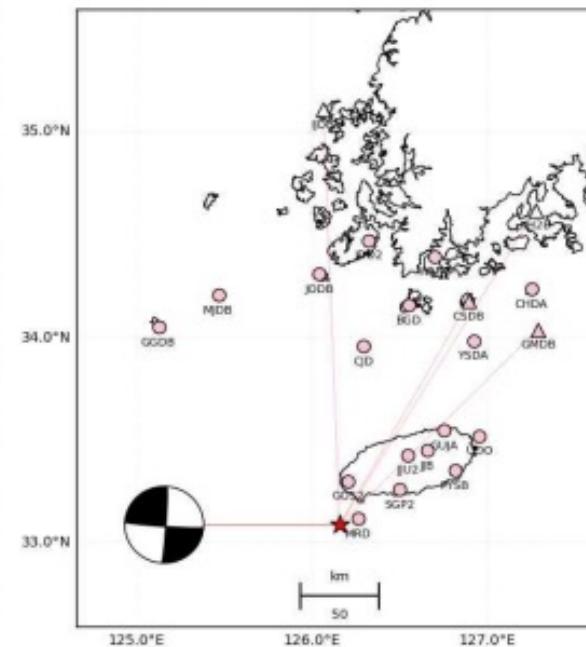
# 제주 지진 당시 기상청 관측소의 지진 관측 정보

관측소 지진파형



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

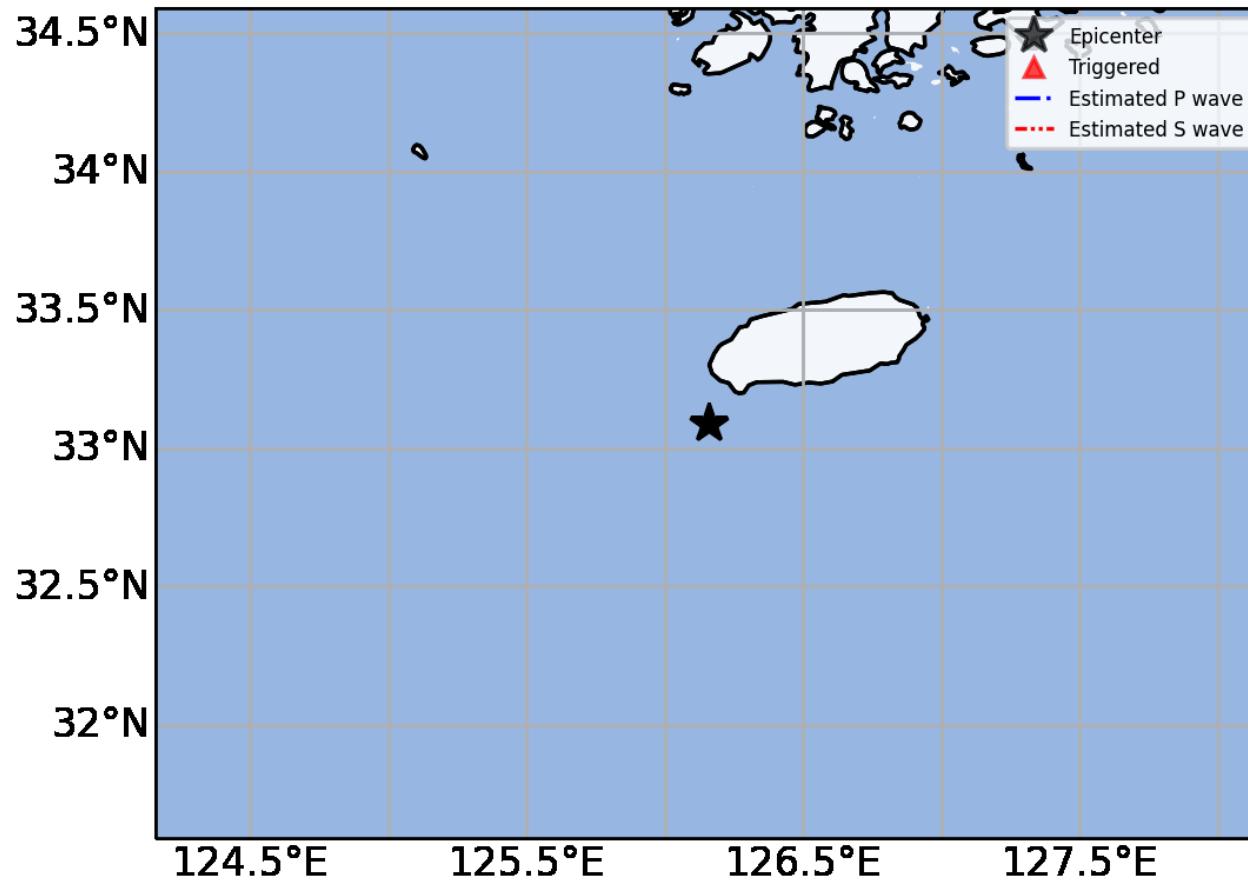
지진분석관측소 분포도



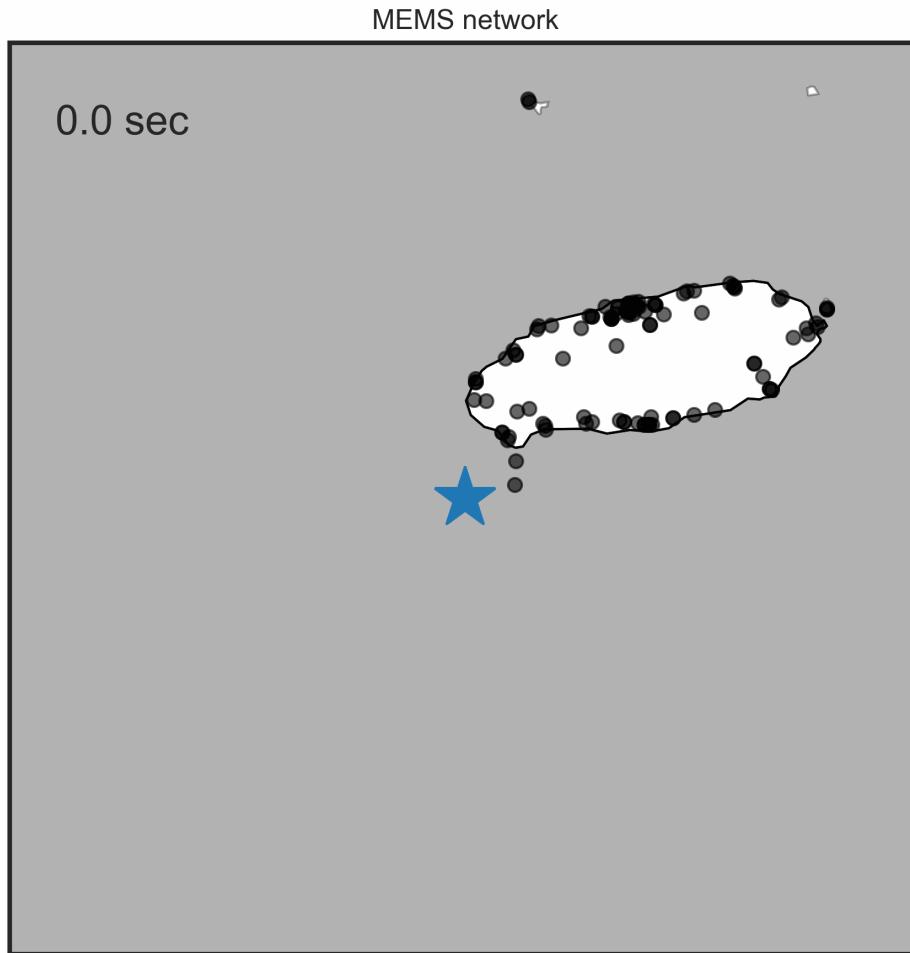
- 지진분석에 사용된 관측소(○)
- 단층운동 분석에 사용된 관측소(△)

# CrowdQuake의 지진 탐지 성능

2021-12-14T08:19:14.000000Z, 0 seconds later



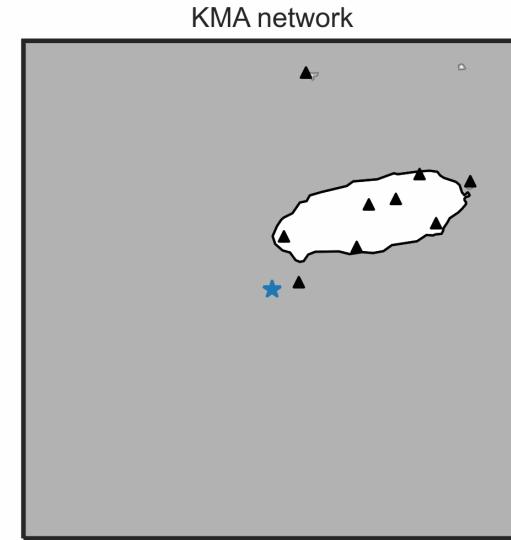
# 기상청 지진조기경보와 CrowdQuake의 성능 비교



KST 2021-12-14T17:19:14.0

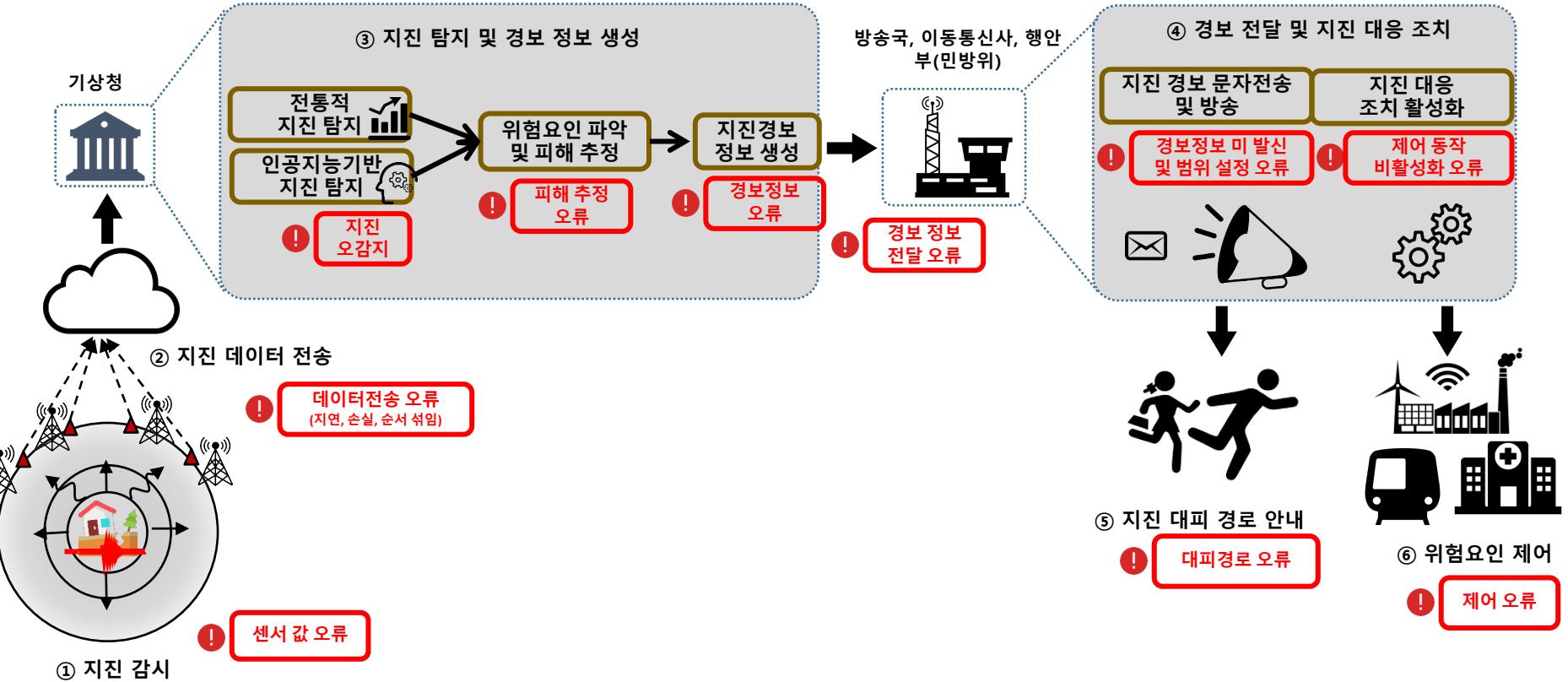
Jeju, 33.086' N, 127.159' E, M4.9, 17km

MEMS triggers: 0  
KMA triggers: 0



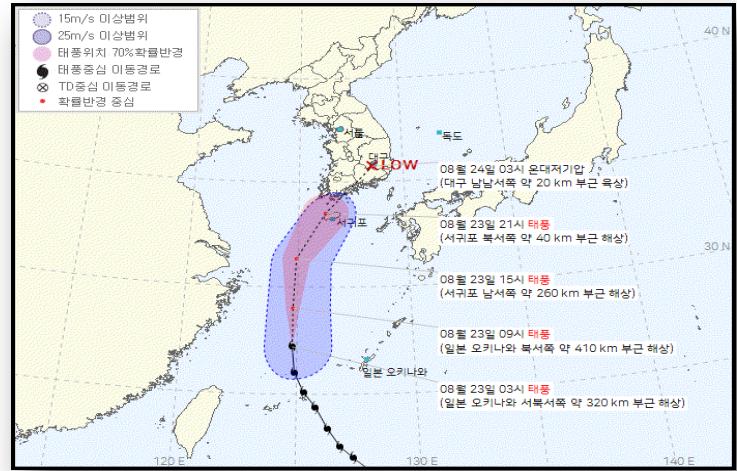
**재난에 대응하기 위한 CrowdQuake에서  
문제가 발생한다면?**

# 지진 조기경보 및 대응 시나리오



# 지진 감시 장치의 운영 환경

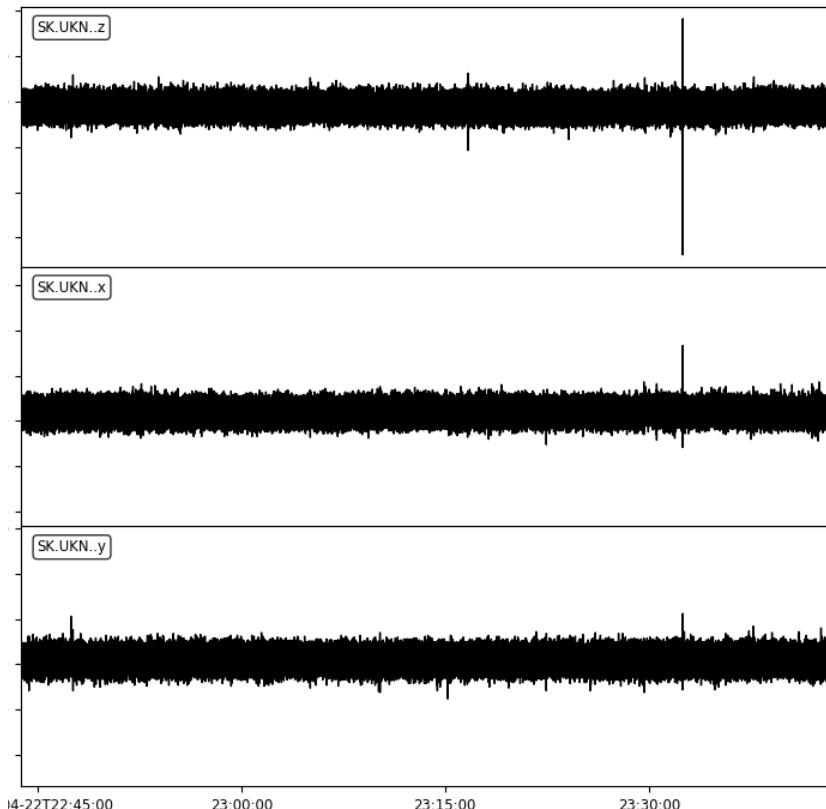
- 다양한 설치 환경에서 발생하는 외부 영향
  - 생활 환경 잡음
  - 건물 고유의 진동
  - 날씨로 인한 영향 (태풍)



# 정상/비정상 데이터

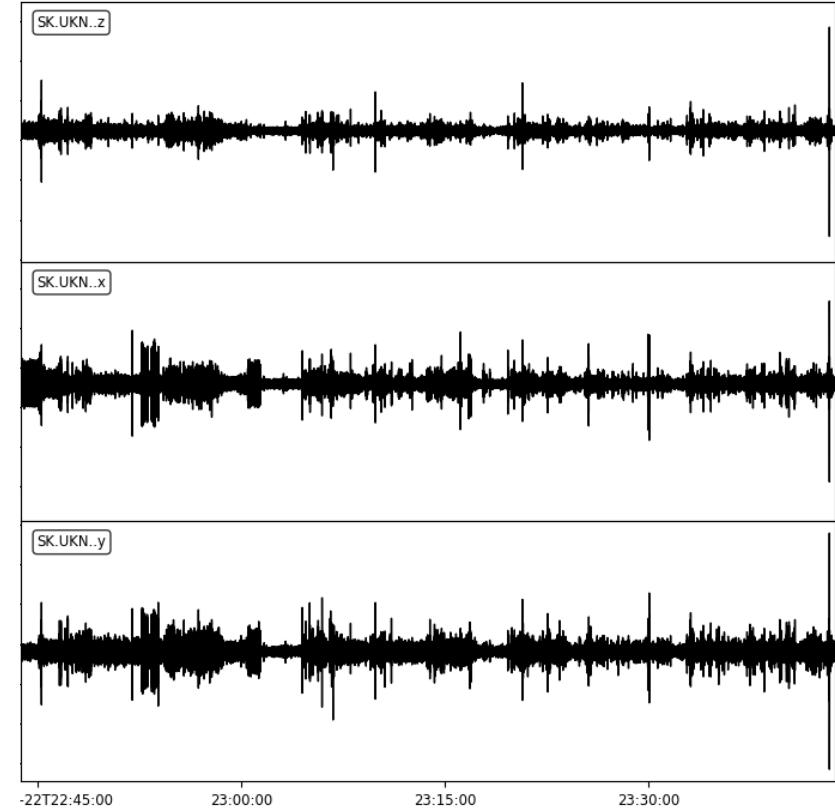
## 정상 센서

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



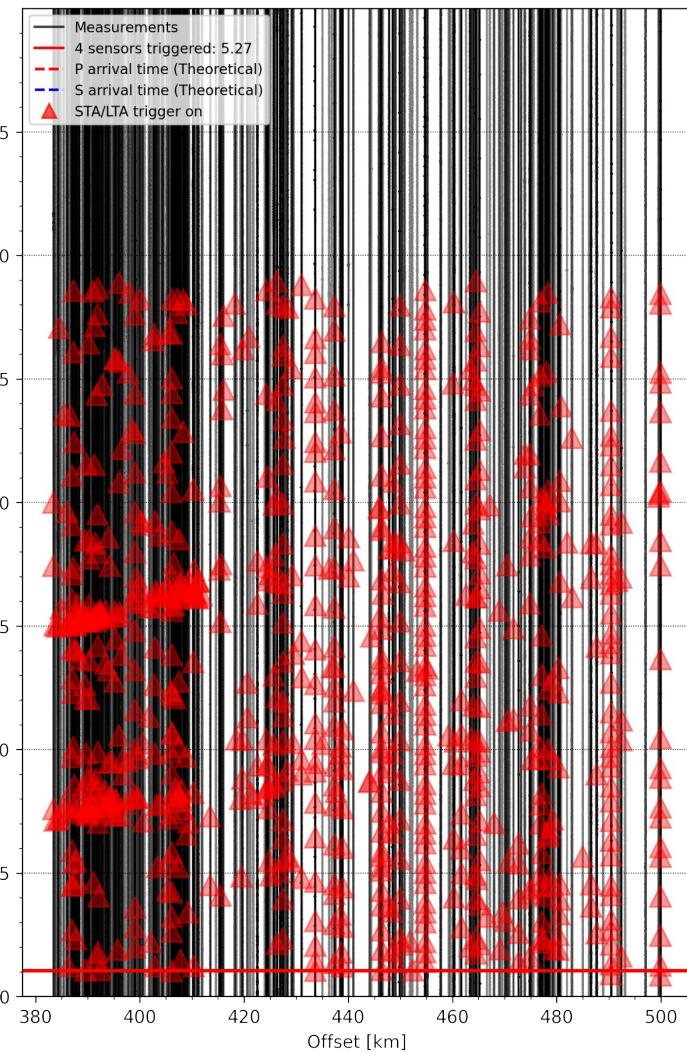
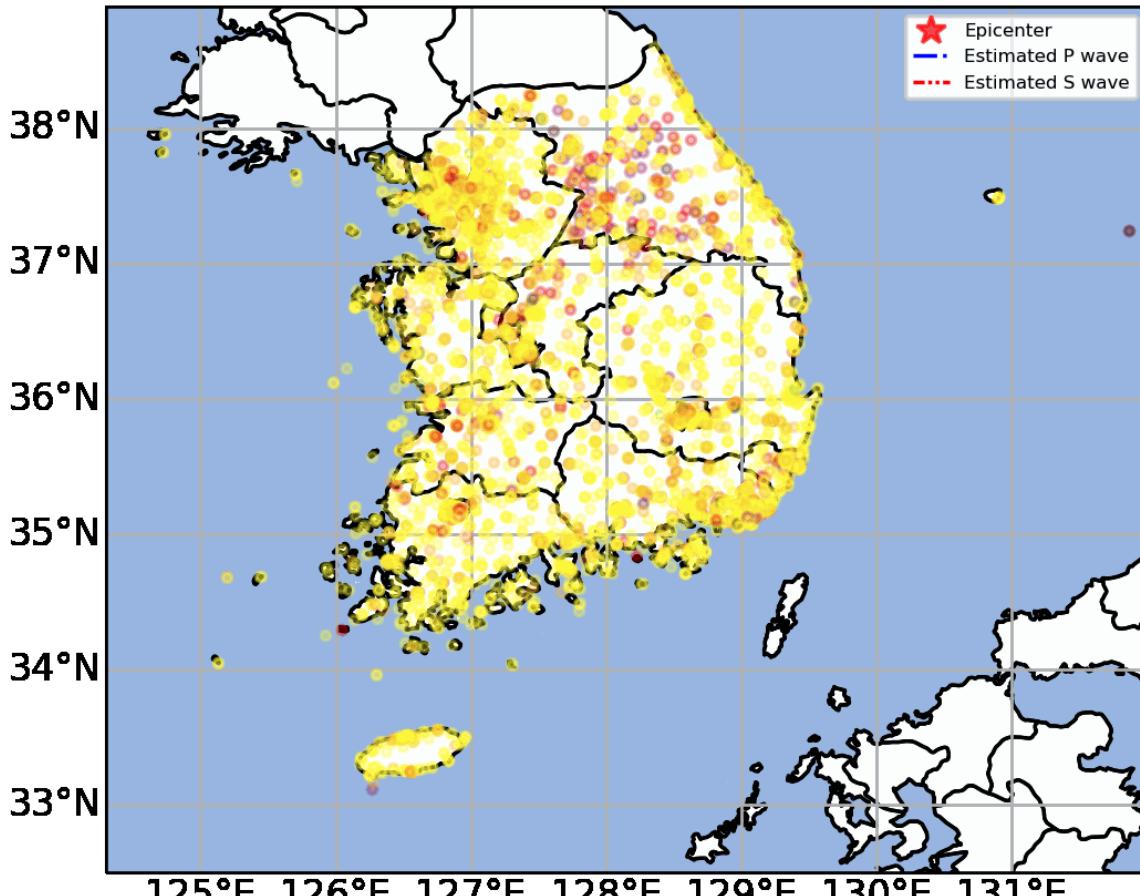
## 비정상 센서

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

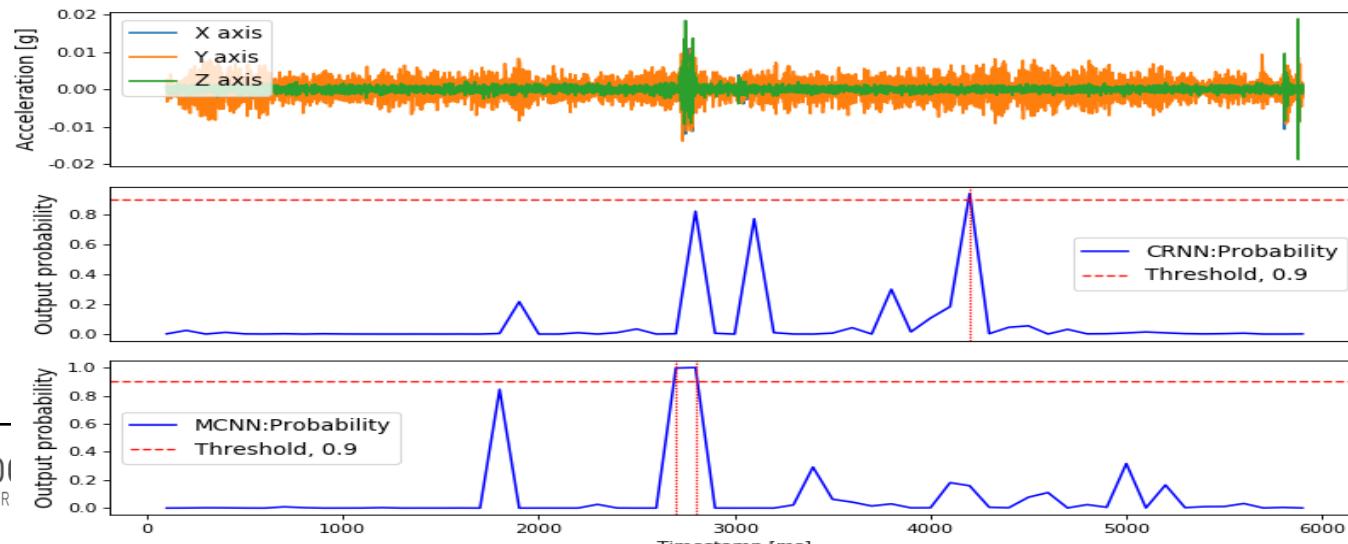
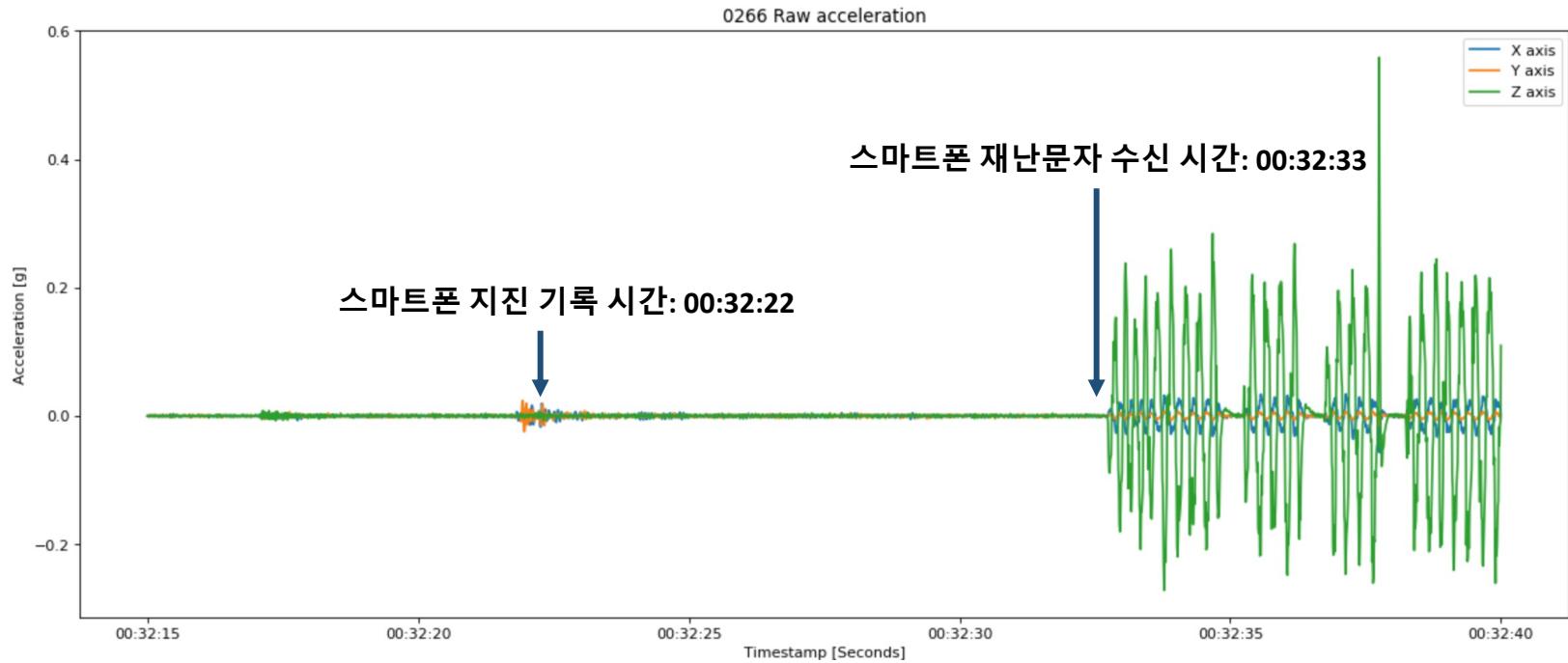


# 지진 오경보 및 미경보

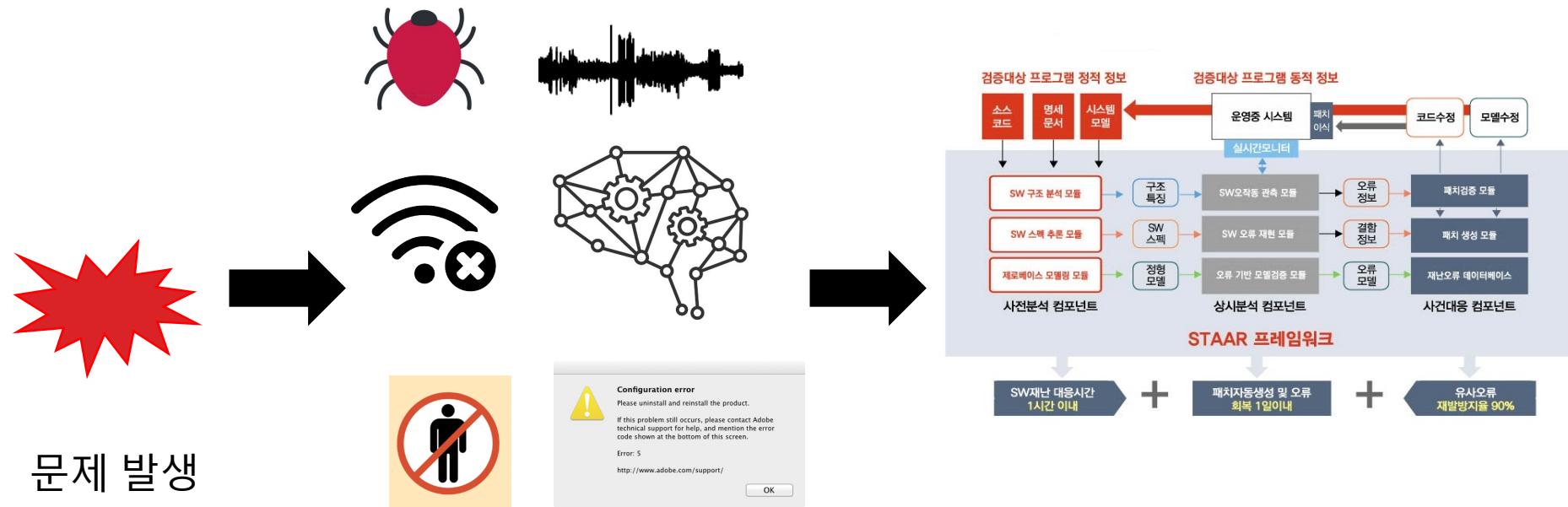
2021-12-14 08:19:09 UTC | -5seconds



# 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

