

# 2025학년도 1학기 SW 캡스톤디자인 경진대회

# 정밀 3D 모델링을 통한 자연재난 피해 예측 및 대응

오픈소스 URL : <https://wildfireviewer.vercel.app/>

**팀 명** 공공즈  
**지도교수** 김윤경

**팀 원** 이현우, 임찬우(컴퓨터공학부, 4), 엄주영, 우태현(IT정보공학과, 4)  
**산업체** LX공간정보연구원

## 개발 동기 및 목적



출처: 산림청 역대 대형산불 사례, 중앙재난안전대책본부, e-나라지표

### 대형 산불 피해의 지속적 증가

- ✓ 2025년 경북 산불 피해 면적: 104,788ha  
→ 최근 3년 새 543% 급증, 국내 역대 최악 규모
- ✓ 경북 의성, LA산불 피해 사례를 보며 산불에 대한 효과적인 대응과 예측의 어려움을 겪고있음을 파악

### 기존 시스템의 한계

- ✓ 2D 지도 기반: 지형 반영 불가, 확산 경로 예측 어려움
- ✓ 각 기관 데이터가 분산되어 활용성 낮음

### 문제 의식

- ✓ 빠른 판단과 시각화, 지형+기상+위치 정보 통합 필요
- ✓ 시계열 예측 모델로 확산 방향과 피해 범위 사전 파악해야 함

### 프로젝트 목적

- ✓ 실시간 감지: NASA·산림청 위성 정보 기반 즉시 시각화
- ✓ 3D 확산 예측: 기상+지형+AI 모델로 피해 확산 예측
- ✓ 통합 대응 플랫폼: 다양한 데이터를 자동 통합, 직관적 분석 제공

## 개발 내용

### 1. 실시간 데이터 수집 시스템

다중 API 통합: 산림청 + NASA FIRMS + Meteostat + Weatherbit  
자동화 수집: GitHub Actions 기반 24시간 무인 모니터링  
스마트 매칭: 거리(≤50km) + 시간(±3일) 기반 정밀 데이터 융합  
품질 향상: NASA 위성 매칭률 15.7% → 34.0% (2.2배 개선)  
기상 API 이중화: Meteostat 실패 시 Weatherbit로 자동 전환

### 2. AI 기반 화재 확산 예측 모델

모델 구조: RandomForest 앙상블 기반 100개 결정트리 조합  
격자 예측 단위: 전국 5km × 5km, 총 290개 셀  
시계열 학습: D-1일 데이터로 D일 화재 확률 예측 (데이터 누수 방지)  
입력 특성: 온도, 풍속, 습도, 위성발기, FRP, 신뢰도, 격자 위치

### 3. 3D 시각화 시스템

현실형 지형: Google 3D Tiles 기반 실시간 렌더링  
위험도 표현: 화재 마커 색상·크기 동적 시각화  
시계열 오버레이: MAXAR 위성 영상 기반 8일간 화재 확산 과정 표시  
관측/예측 동시 시각화: 사용자 토크로 실시간 전환 가능  
인터랙션: 마커 클릭 시 기상 정보 팝업

### 4. 완전 자동화 파이프라인

데이터 수집: Python 스크립트로 각종 소스 자동 통합  
전처리 처리: 이상치 제거, 좌표 변환, 격자 인코딩 자동화  
모델 학습: 날짜별 예측 결과 JSON 자동 생성  
배포 연동: Vercel 연계로 예측 결과 실시간 반영

### 5. 웹 기반 통합 플랫폼 구현

과거 분석: 2024.10 ~ 2025.04 기간 312건 화재 시계열 시각화  
실시간 모니터링: 최근 7일간 한국 + LA 화재 발생 추적  
예측 시뮬레이션: 격자별 AI 확률 타임라인 재생 기능  
다중 필터링: 날짜 / 진행 상태 / 대응 단계별 동적 필터 시스템

## 주요 기술

### • 3D 시각화 (CesiumJS + 3D 렌더링 및 시각화)

Photorealistic 3D 지형: Google 3D Tiles 연동  
실시간 마커 렌더링: 화재 지점 + 예측 결과 시각화  
인터랙티브 UI: 클릭 시 기상 정보 팝업



### • SCIKIT LEARN (머신러닝 예측 모델 핵심 엔진)

RandomForestClassifier:  
→ 앙상블 기반 화재 발생 확률 예측  
격자 시스템: 5km × 5km 단위 공간 예측  
특성 엔지니어링: 온도, 풍속, 습도, 위성 데이터 통합

SCIKIT LEARN 시각자료

특성 중요도 순위

순위	특성명	중요도	설명
1위	brightness	35%	☀️ 위성 발기 (KI)
2위	frp	28%	🔥 화재방사열도 (MW)
3위	temp	15%	🌡️ 기온 (°C)
4위	grid_id	12%	📍 격자 위치
5위	wspd	6%	🌬️ 풍속 (m/s)
6위	rhum	3%	💧 상대습도 (%)
7위	confidence	1%	📊 위성 신뢰도

### • NASA FIRMS (위성 기반 화재 감지 데이터 제공)

실시간 위성 관측: MODIS/VIIRS 센서 데이터  
FRP 데이터: Fire Radiative Power 화재 강도 측정  
아카이브 통합: 과거 3,031건 → 현재 223건 확장



### • GITHUB ACTIONS (자동화 파이프라인)

GITHUB ACTIONS (완전 자동화 CI/CD 파이프라인)  
24시간 무인 모니터링: 매시간 자동 데이터 수집  
신속 대응: 화재 발생 후 1시간 이내 반영  
Vercel 자동 배포: 코드 변경 시 즉시 배포 🌟

### • PYTHON (데이터 수집 및 AI 모델 개발)

데이터 크롤링: 산림청 + NASA FIRMS + 기상 API 통합  
RandomForest 예측 모델: 격자 기반 화재 확산 예측  
데이터 전처리: 좌표 변환, 이상치 제거, 매칭 최적화

• 기타: Pandas/NumPy (데이터 분석 및 수치 연산), Selenium/BeautifulSoup (웹 크롤링 도구) 등

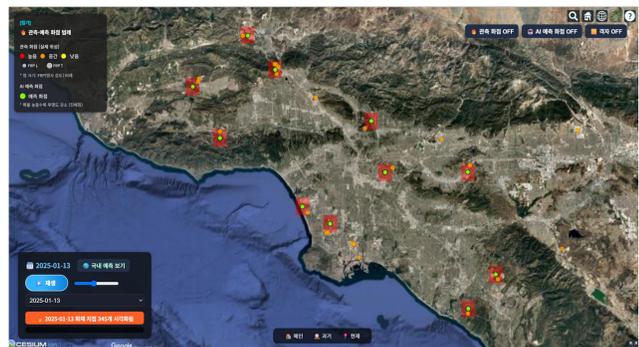
## 결과 및 분석

### ✓ 모델 성능 요약 (국내/LA).

구분	Accuracy	Precision	Recall	F1	ROC-AUC
국내 평균	0.77	0.77	1.00	0.86	0.39
LA 평균	0.85	0.82	0.91	0.86	0.68

### ✓ 시각화 결과 예시

2025-01-14 피해일 기준, 화재 발생 예측 지역이 실제와 유사하게 겹침



예측 마커 (형광색)와 실측 마커 (주황/빨강) 간 공간적 일치 확인 가능

### 🔍 데이터 기반 통합

예측 결과는 공간 해상도(격자 5km 단위)로 제공되어, 실제 활용에 용이  
테스트 날짜 기준, 화재 발생 전일의 데이터만으로 예측해도 높은 일치율을 보임  
→ 시간적 선제성 확보.

### 🔍 활용 가능성 및 응용

격자 단위 예측은 실시간 대응 뿐만 아니라 사전 경고 시스템으로 확장 가능.  
관측 데이터와 예측 데이터를 비교할 수 있어, 예측 신뢰도 평가/보완에 활용 가능.