

# **AQUILA PRECISION**

드론 영상분석 AI: 균열 모니터링 시스템 개발

(주)스마트인사이드AI **2022.08**.



# **CONTENTS**

 O1
 스마트인사이드AI 소개<br/>드론 균열모니터링 프로젝트 실적

 O2
 기술 개요<br/>전체 프로세스

 O3
 이미지 병합<br/>병합 방법 비교

 서비스 구성도<br/>시스템 구성도



## 01 스마트인사이드AI 소개 안전 관리를 위한 고성능 영상 AI 솔루션



## 1) 기업 개요

### 고성능 AI 기술력 보유: 다수의 대기업 및 공기업 등과 AI 및 IoT 기술 적용 프로젝트 진행

	스마트인사이드에이아이 Smartinside Al	
대표 (CEO)	박승희	
본사	경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 산학협력센터 85201호	
캐나다 법인	7 Bayview Station Road, Ottawa, Ontario, Canada, K1Y2C5	
설립일	2018년 3월 26일	
임직원 수	13명	
사업 영역	영상분석 AI / AI 컨설팅 / 건설 IoT 센서	





## 2) 기업 연혁

#### AI 관련 공모전 수상 및 특허 출원 등 기술력을 인정 받고 있음

### 2020

## 

- 주식회사 스마트인사이드 설립
- 특허출원 「EM센서를 이용한 FCM교량의 머신러닝 기반 시공관리 시스템」
- 교량가설용 센서 현장적용 천안-이산 제2공구 현충사교

2019

- 엘리베이터 센서 공동연구
- 교량가설용 센서 현장적용 새만금 남북도로 제1공구 주상천교

- 특허등록 「케이블 손상 신호처리 장치 및 방법」
- 국가R&D시업 협약 체결 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원
- 기업부설연구소 설립
- 벤처기업 등록
- 국무조정실 용역 계약 체결
- 한국벤처투자 Seed 투자유치

#### 2021

- 상호 변경 주식회사 스마트인사이드AI
- 국가R&D시업 협약 체결 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원
- 화성시 스마트타운 특화계획 수립 용역 수주
- 한화건설 신기술(특허) 사용 협약
- 경기도 스마트시티 아이디어 해커톤 수상
- 현대건설 기술공모전 수상 「건설현장 ALCCTV 모니터링 시스템」
- 특허 등록 제10-2330055호 「드론을 이용한 구조물의 변화 검출 방법 및 시스템
- 창업진흥원 인공지능 챔피언십 우승
- 캐나다 오타와 법인 설립
- 어니스트벤처스 투자유치

#### 2022

- 특허 등록 제10-2417549호 「그라운드 앵커 긴장재의 긴장력 계측 센서 구조.
- 특허 등록 제10-2398841호 「영상 분석에 기반하여 건설 현장의 위험을 판단하기 위한 방법 및 시스템」
- 현대건설 협약 체결 「AI CCTV 모니터링 시스템 개발」
- 한국전력 협약 체결 「전력설비 AI손상 판별 시스템

개말」



# 3) 드론 균열모니터링 프로젝트 수행 실적

드론을 활용한 콘크리트 시설물 상태평가 솔루션 과제

국내 특허 등록 및 미국 특허 출원 「드론을 이용한 구조물의 변화 검출 방법 및 시스템」

과제 명	보조광원 손상검출 기술과 컴퓨터 비전 손상분석 기술을 적용한 음영공간 자율비행 UAV 기반 콘크리트 시설물 상태평가 솔루션				
참여 구분	공동 연구기관				
연구개발 목표	안전하고 효율적이며 신속 정확한 시설물 점검진단 상태평가를 위해 음영 공간에서 자율비행이 가능한 UAV에 영상기반 손상계측 및 손상분류 기술 을 적용하여 콘크리트 시설물에 발생한 손상 정보를 확인하고, 알고리즘을 통해 시설물의 상태평가를 실시하는 솔루션 개발				
핵심 키워드	음영공간	UAV	보조광원	컴퓨터비전	상태평가
	Shadow area	Unmanne d Aerial Vehicle	Auxiliary light	Computer vision	Condition evaluation

특허 명	드론을 이용한 구조물의 변화 검출 방법 및 시스템	Method and System for Detecting Change to Structure by Using Drone	
등록/출원 번호	제10-2330055호	17/687,579	
증빙 서류	集計画 GROUND OF RESERVE	DESIZENCE AND SINCES FOR DETECTION ORANGE TO SINCESSES SECTION DESCRIPTION OF SINCESSES SECTIONS SET OFFICE AND SINCESSES SECTIONS SET OFFICE AND SINCESSES SECTIONS SET OF SINCESSES SECTIONS SET OF SINCESSES SECTIONS SET OF SINCESSES SET OF SIN	

## 4) 기업 역량

다수의 AI 프로젝트를 진행한 경험이 있는 임원진으로 구성

## 대표 박승희 Park, Seunghee

- · 스마트 안전관리 분야 전문가
- · 스마트 시티 분야 전문가
- 現) 성균관대학교, 공과대학 부학장
- 現) 성균관대학교, 건설환경공학부 교수

KAIST 건설환경공학과 박사/석사/학사

#### 주요 프로젝트)

- 탄소중립을 위한 디지털 SOC D.N.A기반 헬스케어 연구
- 빅데이터 기반 지능형 재난 대응 의사결정지원 기반기술 개발 참여
- 국무조정실: 재난예방위험 및 안전관리 방안 연구 용역

특허 등록 35건, 출원 21건 / 프로그램등록 16건 / 기술이전 13건 SCI(E)급 학술지에 68편의 논문 게재 국가스마트도시위원회 산하 전문 위원회 등

## 부대표 신주호 Shin, Jooho

- · AI 및 딥러닝 전문가
- · 소프트웨어 개발 전문가

現) 한양대학교, 기계공학부 겸임교수(딥러닝) KAIST 금융전문대학원 KAIST 기계공학과 학사

#### 주요 프로젝트)

- 건설현장 영상AI 데이터 구축 및 모델 개발 총괄
- 전력설비 위해요소 판별 데이터 구축 및 모델 개발 총괄
- 빅데이터 기반 지능형 재난 대응 의사결정지원 기반기술 개발 참여

AI 프로젝트 다수 참여 / 자문 로보어드바이저 /실시간 로보기자 / AI 투자분석서비스 등 프로젝트 총괄

# 5) 개발 인력 규모 소개

<b>신주호</b> <sup>부대표, CTO</sup>	■ 프로젝트 총괄	박주영	<ul> <li>균열진단 AI 모델 개발</li> <li>성균관대학교 토목공학 학사 / 석사 / 박사</li> <li>㈜혜인이엔씨, ㈜건일: 구조물설계</li> <li>건설현장 AR 적용 R&amp;D</li> </ul>
■ 드론 영상 취득 및 데이터 가공 김태헌 연구소장 □ 건설/재난안전 분야 전문가 □ (사)방재관리연구센터		조민건	<ul> <li>균열 진단 리포트 자동화</li> <li>건설현장 위험관리 AI 개발</li> <li>성균관대학교 건설환경공학 석사</li> </ul>
■ 보조광원 손상검출 기술과 컴퓨터	■ 한국건설기술연구원 ■ 성균관대학교 U-City공학과 석사	남경훈	■ 웹 서비스 개발 책임 ■ ㈜로데브: 프라이빗 클라우드 구축
	<ul> <li>국토교통기술촉진연구사업/스마트건설기술개발사업</li> <li>보조광원 손상검출 기술과 컴퓨터 비전 손상분석 기술을 적용한 음영공간 자율비행 UAV 기반 콘크리트 시설물 상태평가 솔루션 外</li> </ul>	김용준	■ GPU 서버 및 API (Serving) 구축
<b>Dai Tran</b> Al Solution Team	<ul> <li>균열진단 AI 모델 개발 책임</li> <li>성균관대 미래도시융합과 박사과정</li> <li>AI기반 산불 감지 솔루션 개발</li> <li>AI기반 건설현장 안전 모니터링 솔루션 개발</li> </ul>	전윤태	■ 균열진단 AI 모델 개발
		허규빈	■ 웹서비스 개발



02 기술 개요 전체 프로세스



## 1) 데이터 라벨링

공개 데이터셋 및 신규 취득 데이터셋으로 딥러닝 모델 학습 진행 - 상용 데이터 라벨링 툴 (Darwin V7) 사용하여 데이터 라벨링 진행

### \* 오픈 데이터셋

Crack Segmentation Dataset (448x448) 11200장





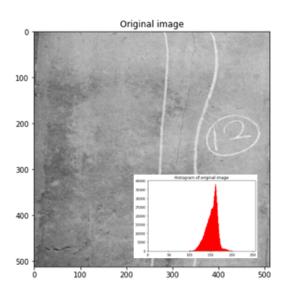
## 데이터 라벨링 툴 주요기능

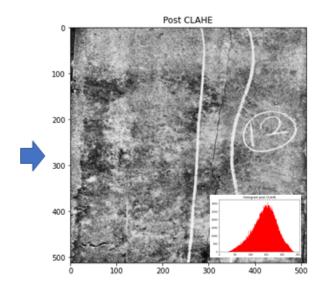
- 클라우드 자동 백업으로 데이터 보호
- Auto Labeling 기능으로 빠르고 정확한 데이터 라벨링
- 라벨러, 리뷰어 등의 역할 부여로 데이터 점검 강화
- 강력한 데이터 보안

## 2) 데이터 전처리

\* 촬영 현장의 다양성을 고려한 데이터 전처리

데이터 증강 (Data Augmentation) + 전처리 알고리즘을 통한 모델 인식률 향상



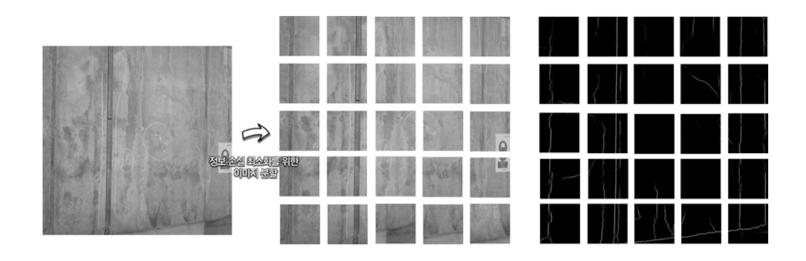


## 다양한 환경에서의 이미지 인식률 향상

- 현대건설 기술공모전 수상
- 현대건설 건설현장 AI 프로젝트 진행 중
- \* 건설현장은 다양한 날씨와 조도 영향이 있어 인식률을 높이기 위한 다양한 전처리 기법을 적용 중

## 3) 균열 진단 AI 모델

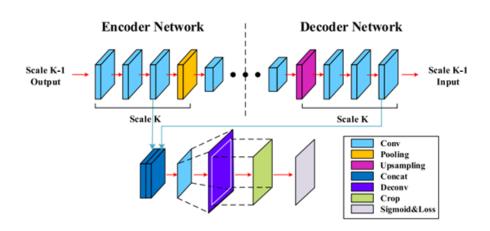
- \* 고해상도 정밀진단: 0.1mm 수준 균열 진단을 위해 원본 해상도로 균열 진단
  - 일반적인 AI 모델은 이미지 리사이징 후에 인식하는 프로세스로 진행
  - 원본 사진을 모델 적합 사이즈로 자른 후에 균열 진단 후 병합



## 4) 균열 탐지 모델 (Aquila Precision)

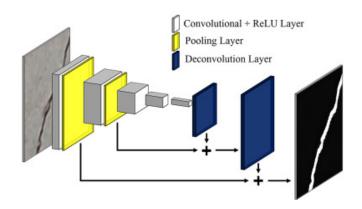
- \* 정보 손실 최소화를 위해 주요 레이어간 Skip-Layer Fusion을 적용
- ① Encoder Decoder 네트워크 간 연결을 통하여 특징맵 손실을 줄임
- ⇒ 일반적 segmentation 모델(SegNet, Unet)은 연결이 없거나 끝단계에서만 skip-layer fusion을 적용하여 손실이 발생하는데, 각 단계에서 skip-layer fusion을 독립적으로 적용하여 이를 해결함
- ② 픽셀단위 기반 이진 추론

⇒ 일반적 segmentation 모델에서 수행하는 클 래스 구분과는 달리, 균열 감지를 위해서는 픽셀 단위로 균열이 존재할 확률만을 계산하기 위해 cross-entropy loss를 적용함



# 4) 균열 탐지 모델 (Aquila Precision)

- \* CNN기반 모델 앙상블 활용으로 정확성 추가 향상 → 최고 수준 정밀도 목표 오탐 최소화, 널리 사용되는 Deep Crack 대비

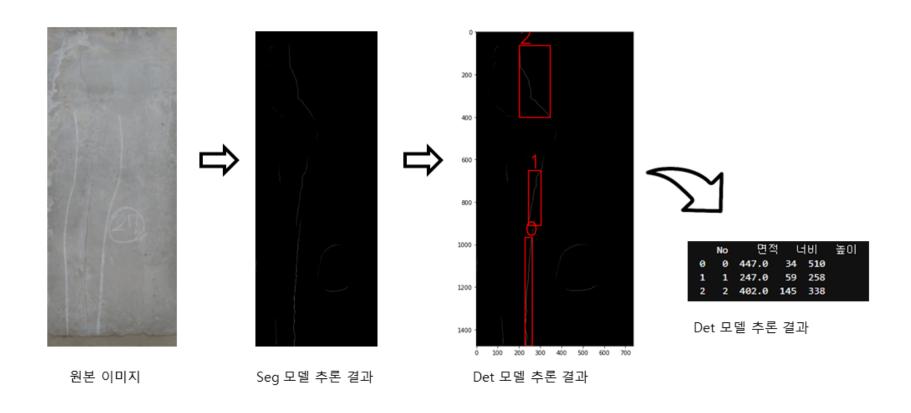


Parameters	DeepCrack	개발 목표
Accuracy	0.9930	0.9980
Precision	0.3384	0.8000
Recall	0.7015	0.9000
F1 Score	0.4564	0.8000

<sup>\*</sup> 픽셀 단위로 정확도 계산

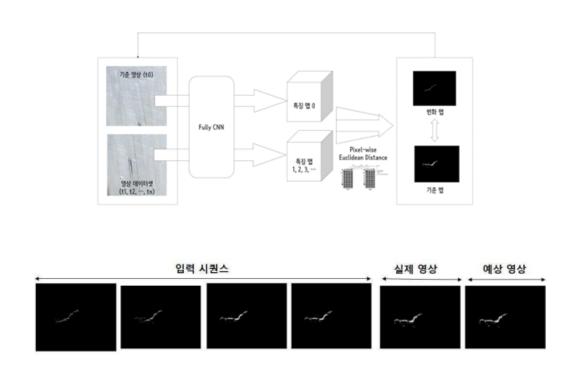
# 5) 균열 길이 측정

\* 균열 길이 측정을 위해서 Detection 모델 적용하여 픽셀 단위 사이즈로 길이 및 폭 측정



## 5) 균열 변화 검출

\* 시간 차이를 두고 촬영한 이미지로부터 균열 변화를 검출 및 예측 가능 (특허 보유)





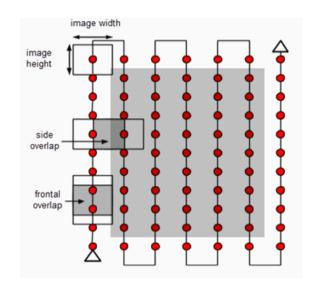


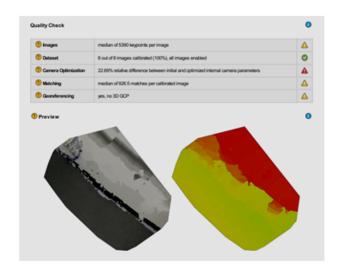
# 이미지 병합



## 1) 상용 소프트웨어

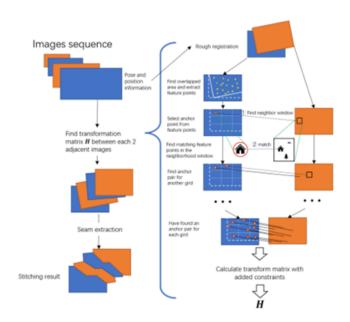
- \* 다수의 상용 소프트웨어를 통해 이미지 병합이 가능함
  - 그러나 3D 기반 위주로 해상도에서 정밀하게 나오지 않는 경우가 있음
  - 중복해서 촬영되어야 하는 범위가 큼





## 2) 2D 사진 병합

- \* 자체적으로 2D 기반 이미지 병합 알고리즘 개발
  - 2D 위주로 이미지 병합 진행, 균열진단의 경우 이미지가 비슷하므로 픽셀단위 비교
  - 정밀도 향상이 가능함, 더 적은 이미지로 병합 가능함



# 2) 2D 사진 측량

- \* 이미지 병합 예시 (프로토 타입)
  - 적은 이미지로 병합 가능
  - 프로젝트 진행 시 실데이터로 정밀도 향상





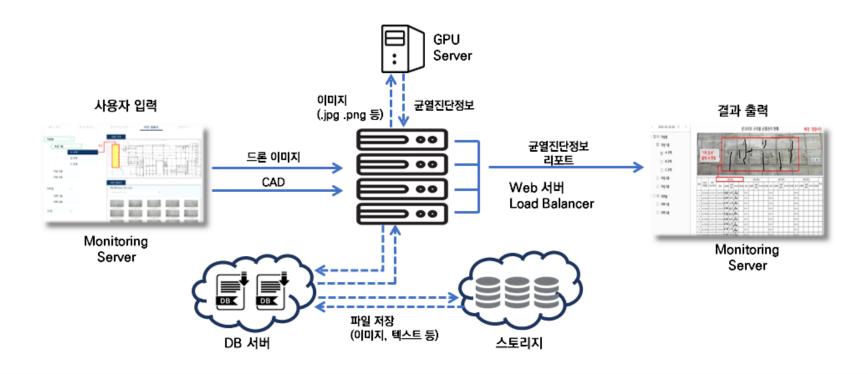


# 04 서비스 구성도 시스템 구성도



## 1) 균열진단 모니터링 시스템 구성도

- \* 클라우드 기반 웹서비스 구축
  - GPU 서버 및 Storage 별도 구축으로 대용량 이미지 업로드 대응 및 속도 향상



# 2) 균열진단 모니터링 시스템 상 세 기술 스펙

- \* 다수의 딥러닝 모델 서비스 구축 경험
  - 추후 Private Cloud 구축 및 서비스 확장 가능

H/W	S/W
■ Web Server - AWS EC2 (Ubuntu) - 4GB(RAM) - 8Core(CPU) - Load Balancer	■ <b>Web Framework</b> - Django(Python)
■ DB Server - AWS RDS - 8Core(CPU) - 8GB(RAM)	<ul><li>DataBase</li><li>MySQL</li><li>Model Serving</li></ul>
■ Storage - AWS S3 - 10TB	- Pytorch - OpenCV - Aquila Lite (당사 모델 최적화 알고리즘) - Pytorch Serving
Ai Server  - NVIDIA GPU v100  - CPU  - RAM	- Docker - Kubernetes (Optional)

## 딥러닝 구축 실적

- \* 한국전력, 손상진단 서비스 구축
- \* 한양대학교,
  - 현대자동차 복합재료 물성치
  - 건물 창문 면적 AI 인식 등
- \* 성균관대학교
  - AI 재난대응 의사결정 시스템

# 감사합니다

