

# LeakGuard AI

<원거리 유해화학물질 누액 감지 모델>

3조\_ 김연성, 김재민, 배소정, 이수은, 이재원

1. 프로젝트 선정 배경
2. 프로젝트 목적
3. 모델 아키텍처
4. 모델 구현결과
5. 기대효과 및 보완사항

# 1. 프로젝트 선정 배경

뉴스홈 | 최신기사

## 여수산단서 유해화학물질 누출...근로자 1천850명 대피(종합)

송고시간 | 2024-06-07 17:15

정화성 기자 천정인 기자



여수산단

[연합뉴스 자료]

1133회 13  
모토당당결과



핫뉴스 →

너의 팔이 되어줄  
출전하는 김항태



## [단독] 서울대 의과대 건물 유독 화학물질 누출...17시간 폐쇄

2024년 03월 20일 11시 50분

사이언스 투데이

일반

🏠 프로그램 홈

🔗 공유하기

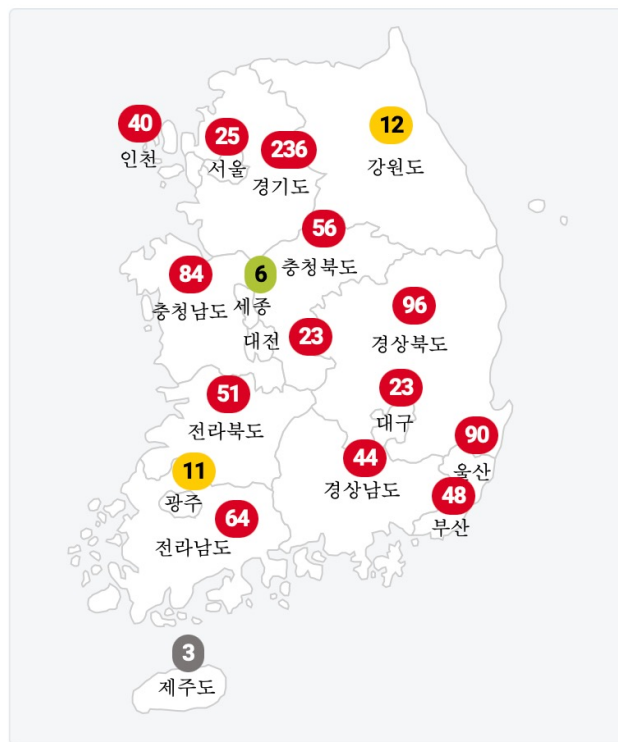
산업단지 및 학교 실험실 등 **유해화학물질 사고**로 인한 인적/물적 피해 발생

# 1. 프로젝트 선정 배경

## 유해화학물질 사고 현황

※ 2014-01-08 부터 2024-06-26 까지의 사고현황입니다.

[전체지역] 사고원인 및 사고형태의 집계 현황



사고원인	
안전기준 미준수	389
시설 결함	343
운송차량	172
자연재해	8
사고형태	
누출	727
화재	69
폭발	71
기타	45

✓ 전국에서 유해화학물질 관련 사고가 빈번하게 일어나고 있음.

✓ 912건의 사고 중 727건이 누출사고에 해당

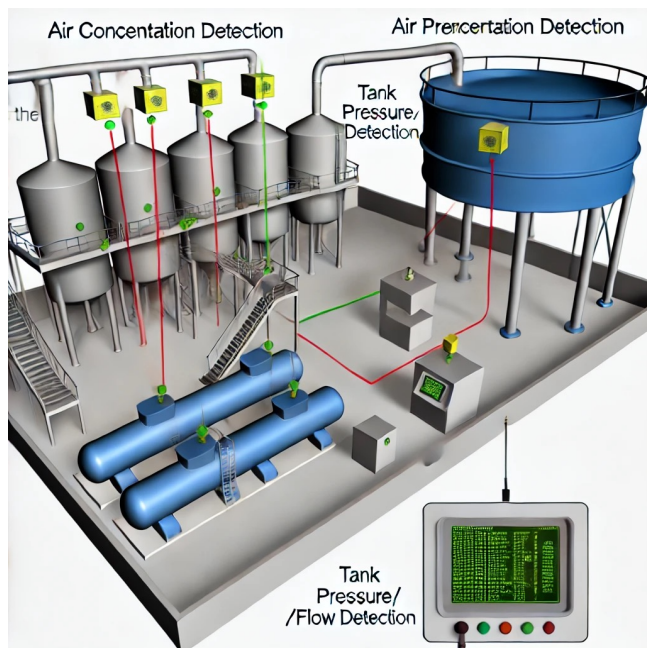


**유해화학물질 누출 감시 시스템 강화 필요**

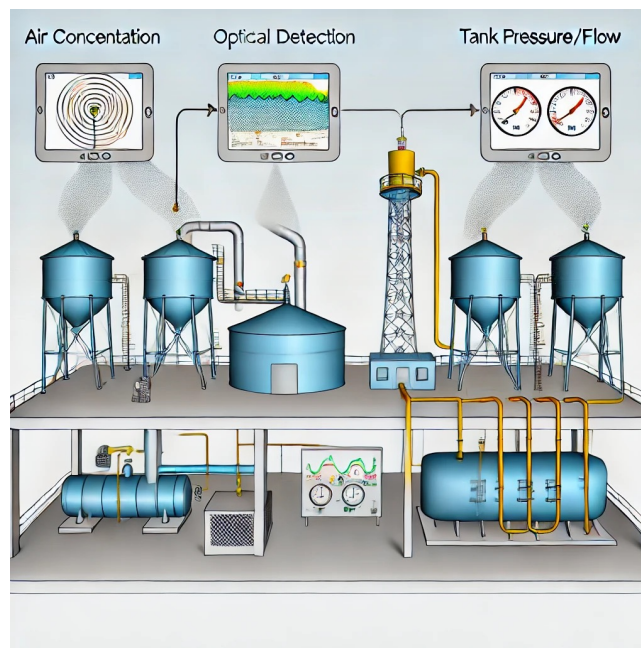
# 1. 프로젝트 선정 배경

## 현행 유해화학물질 누출 감지 시스템

### 1) 공기 중 물질 농도 변화 감지



### 2) 탱크 내 유압 및 유속 변화 감지



### 3) 누액감지 테이프 변색 감지





# 1. 프로젝트 선정 배경

## ■ 누액감지 테이프란?

- ✓ 유해물질의 누액 누출 여부를 시각적으로 알려주는 감지테이프
- ✓ 산업체에서 사용하고 있는 유해물질의 누출을 작업자에게 시각적으로 알려주는 센서 테이프
- ✓ 실내/외에서 반응기, 밸브, 저장탱크 등 누출부위가 우려되는 모든 연결부위에 적용
- ✓ 전기식 센서 대비 공간 제약을 받지 않으며, 누출 부위 식별이 보다 용이함.

용도	산 염기 종류	감지농도
산알칼리 누출감지	산-염산, 질산, 황산, 불산, 인산, 아세트산 등 염기-수산화나트륨, 수산화칼륨, 암모니아수 등	> 0.1%



# 1. 프로젝트 선정 배경

## 누액감지 테이프 변색 감지 시스템

### 특징

#### 1. 즉각적인 시각적 피드백

- 직관성: 테이프가 변색되면 즉각적으로 누출 여부를 육안으로 확인 가능
- 즉시성: 즉각적인 색상 변화를 통해 누출의 조기 발견에 유리

#### 2. 설치 및 유지보수의 간편성

##### - 간단한 설치

필요 부위에 부착하기만 하면 되므로, 복잡한 설치 과정이 필요 없고 비용이 적음.  
기존 설비에 추가 설치에도 용이

##### - 낮은 유지보수 비용

전기적이나 기계적 부품이 없기 때문에 유지보수가 거의 필요 없으며,  
센서 교체나 정기적인 보정(calibration)이 필요하지 않음.



# 1. 프로젝트 선정 배경

## 누액감지 테이프 변색 감지 시스템

### 특징

### 3. 넓은 적용 범위

#### - 다양한 환경에서 사용 가능

전기적 간섭이나 환경 조건(예: 습도, 온도) 등에 영향을 받지 않기 때문에 다양한 환경에서 안정적으로 작동. 전자기파나 무선신호가 차단된 환경에서도 사용 가능

#### - 화학적 특이성

특정 화학물질에 특화된 테이프를 사용하면 누출된 물질이 무엇인지 쉽게 구별 가능

### 4. 비용 효율성

#### - 저비용: 넓은 면적이나 많은 장비에 적용해도 경제적





# 1. 프로젝트 선정 배경

## 누액감지 테이프 변색 감지 시스템

### 특징

#### 5. 파손 및 미세 누출 탐지

##### - 작은 누출에도 민감

매우 작은 양의 누출이나 파손된 부위에서도 변색이 발생하여,  
공기 중 농도나 유압 변화를 감지하기 어려운 미세 누출도 쉽게 확인할 수 있음.

##### - 누출 위치의 정확한 식별

누출이 발생한 정확한 위치 파악 용이

#### 6. 안전한 환경 조성

##### - 비전기적 방식

폭발 위험이 있는 환경에서 전기적 스파크에 의한 사고를 예방 가능



# 1. 프로젝트 선정 배경

## 누액감지 테이프 변색 감지 시스템

### 활용방법

누액 감지 테이프를 파이프나 탱크의 중요한 부위에 부착한 후,  
현장 관리자가 주기적으로 순찰하면서 테이프의 변색 여부를 육안으로 확인

### 제한사항

실시간 감지가 어렵고,  
관리자의 순찰 주기에 따라 누출을 조기에 발견하지 못할 위험 존재



## 2. 프로젝트 목적

### Remote-monitoring

카메라 활용 원거리에서  
누액 감지 테이프 변색 모니터링



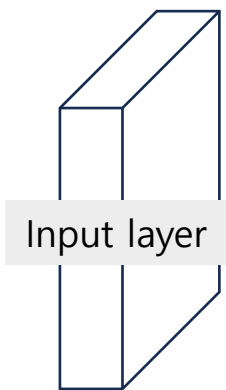
### Real-time

누액 감지 테이프의 변색을 실시간으로 감지

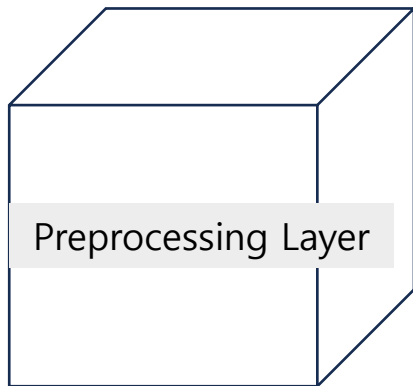
원거리에서 실시간으로  
누액감지 테이프의 변색을 감지할 수 있는 모델 개발

# 3. 모델 아키텍처

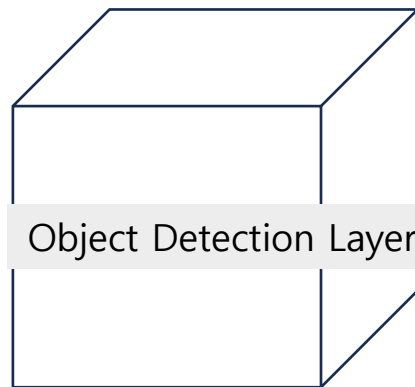
입력 레이어



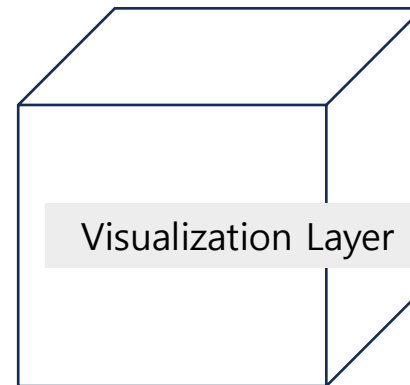
전처리 레이어



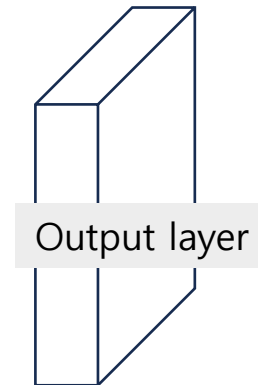
객체 탐지 레이어



시각화 레이어

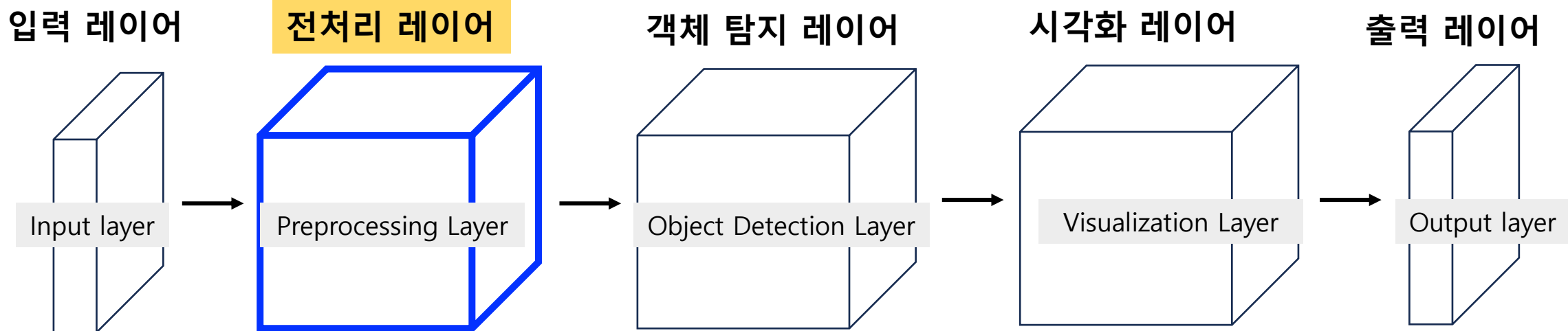


출력 레이어



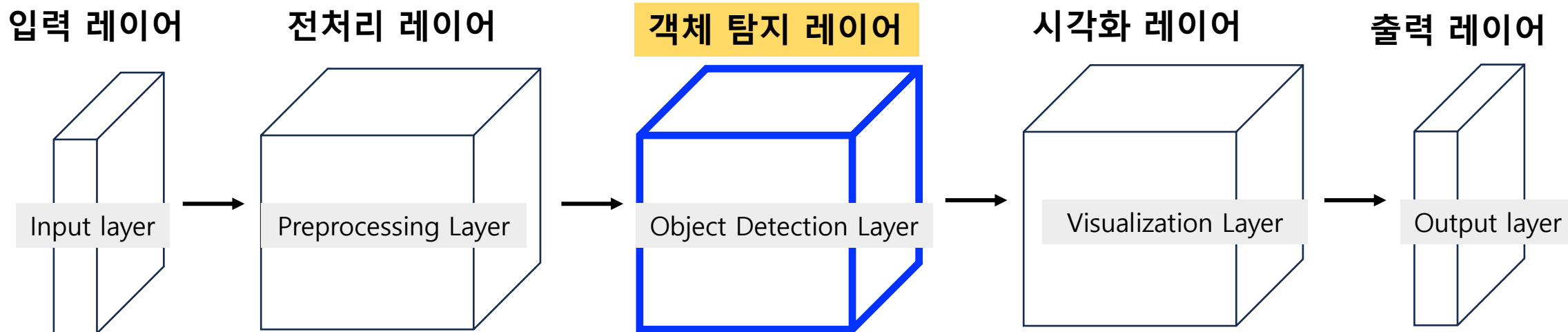


# 3. 모델 아키텍처



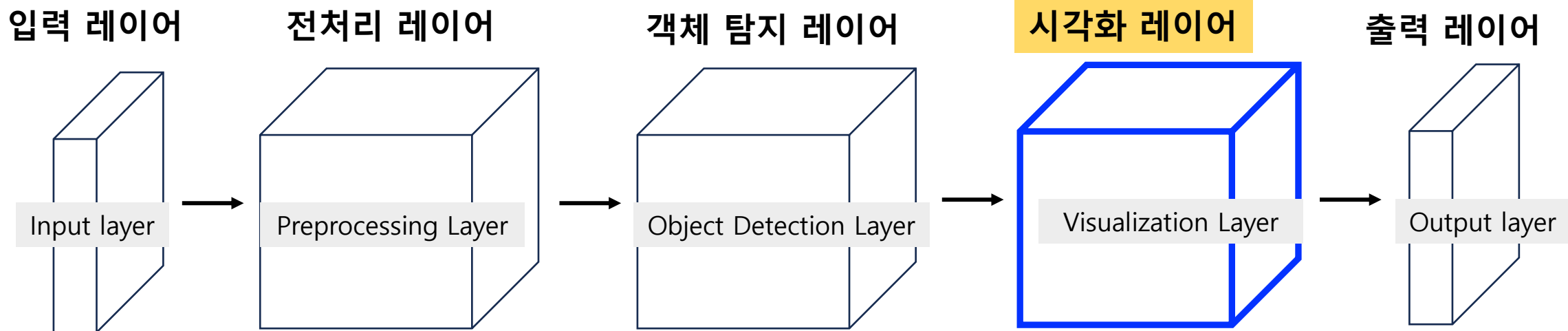
- **색상 공간 변환:** 프레임을 BGR 색상 공간에서 **HSV 색상 공간**으로 변환.  
\* HSV 공간은 색상 탐지에 적합
- **마스킹**
  - 1) **빨간색 객체 마스크 생성:** 빨간색의 두 가지 범위(저채도 및 고채도)를 기반으로 마스크를 생성
  - 2) **노이즈 색상 마스크 생성:** 손이나 팔 등의 기타 노이즈 영역을 마스킹하여, 이후 단계에서 제거할 준비
- **노이즈 색상 제거:** 생성된 피부 마스크 등을 빨간색 마스크에서 제거하여 **피부와 겹치는 빨간색 영역을 제거**
- **Super resolution:** 저화질의 CCTV영상의 해상도를 높여 객체 탐지의 정확성을 높임

# 3. 모델 아키텍처



- **윤곽선 검출**: 전처리된 빨간색 마스크에서 윤곽선을 검출하여 빨간색 객체 탐지
- **객체 필터링**
  - 1) **크기 필터링**: 객체의 면적이 설정된 최소 면적 기준을 초과하는지 확인
  - 2) **종횡비 필터링**: 객체의 종횡비가 0.8에서 1.2 사이인지 확인하여, 너무 가늘거나 긴 객체는 제외
- **출력**: 탐지된 빨간색 객체들의 좌표와 크기를 리스트로 출력

# 3. 모델 아키텍처



- **경고 표시:** 탐지된 객체 주변에 직사각형을 그려 표시하고, 경고 메시지 추가
- **줌 기능:** 선택적으로, 탐지된 객체 영역을 확대하여 프레임 내에 다시 삽입  
\* 탐지된 객체 강조

# 4. 모델 구현결과

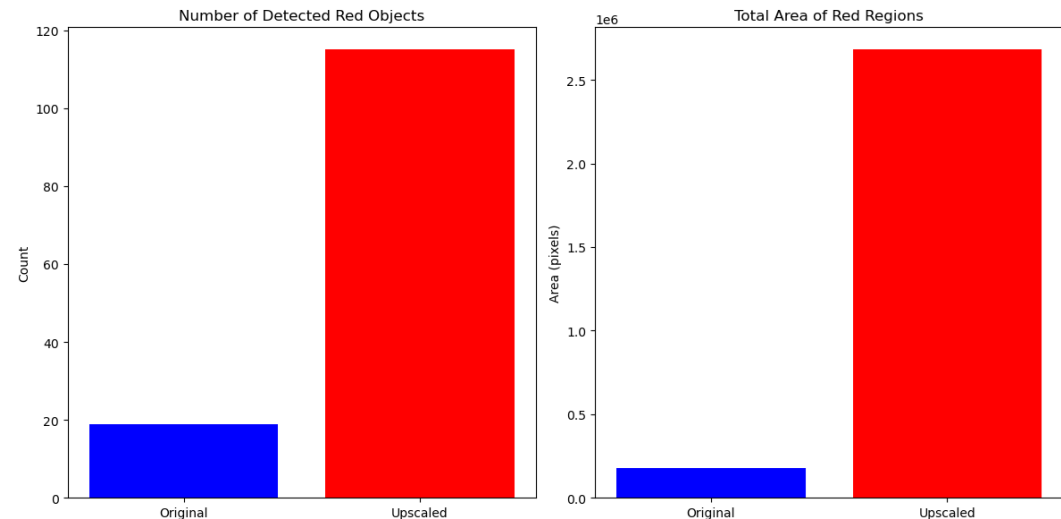
## 모델 구현 간 중점사항

### 1. 변색 탐지 및 시각화 경고 발생

### 2. 원거리 탐지

## 구현 결과

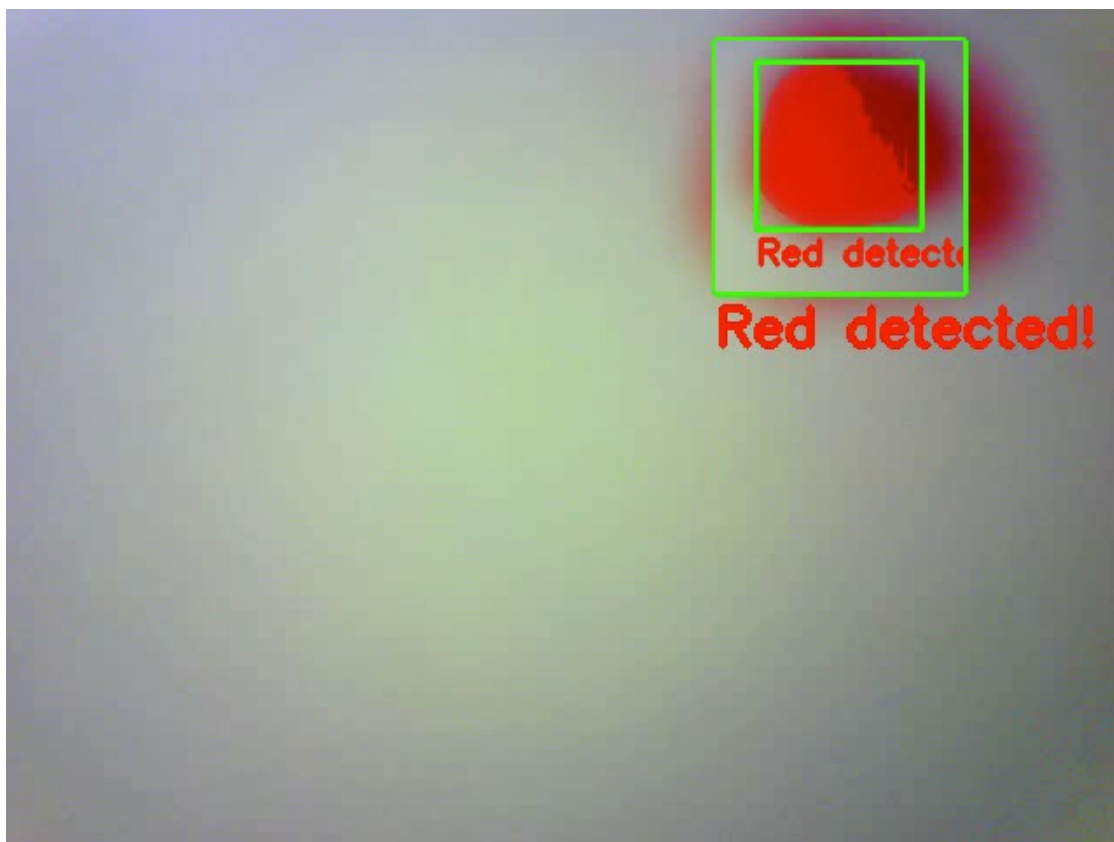
- FSRCNN을 이용하여 동영상에 대하여 4배 upscale 진행
- upscaled 동영상과 original 영상에 대해서 각각 객체 감지 실행
  - Original Video
    - 19 objects detected, 176287 total area of red regions
  - Upscaled Video
    - 115 objects detected, 2680679 total area of red regions
- 감지된 Red Region의 수와 면적이 upscaled 동영상에 대해서 더 많이 나타남.



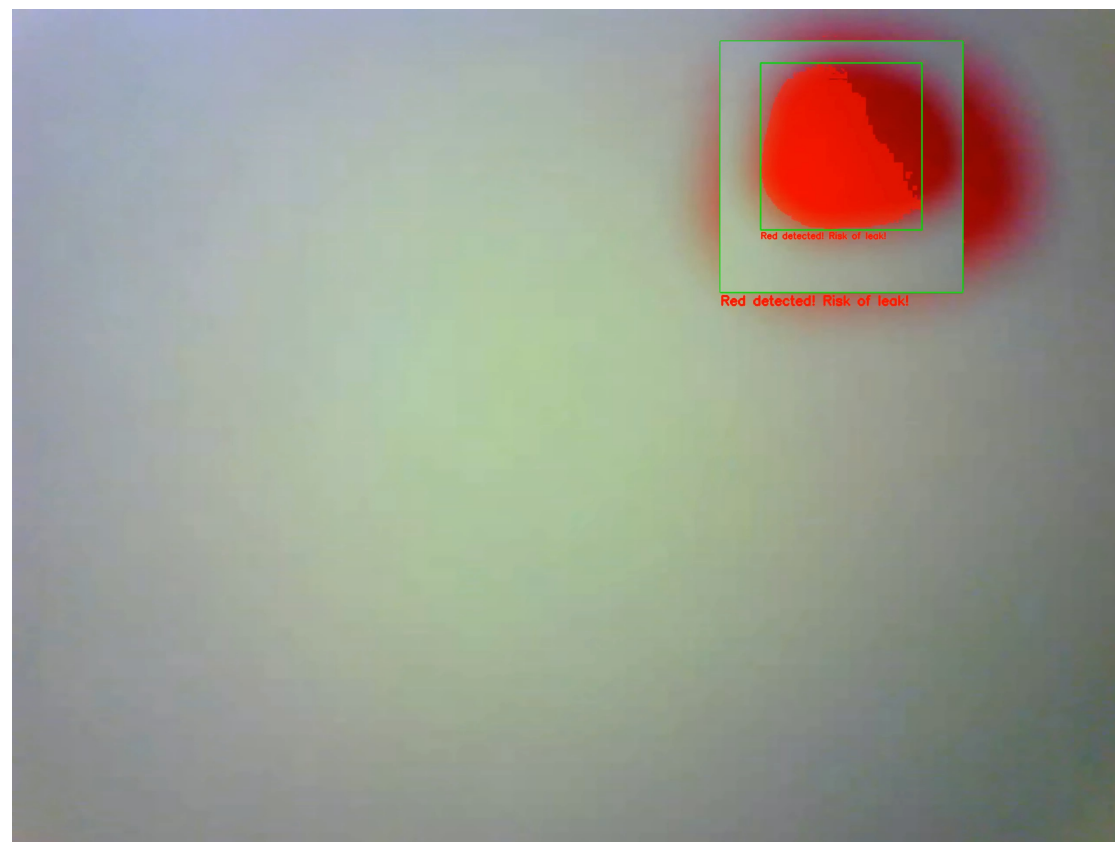


# 4. 모델 구현결과

Original Data



Upscaled Data



# 5. 기대효과 및 보완사항

## 기대효과

### 1. 실시간 유해화학물질 누출 탐지

초기 경고 및 빠른 대응을 통해 작업자의 안전을 확보하고, 환경 오염을 최소화 가능

### 2. 자동 경고 시스템 통합

탐지된 변색 영역에 대해 자동으로 경고 메시지를 생성하여  
현장 관리 시스템이나 안전 모니터링 시스템에 경고를 전송

### 3. 누출 영역 시각화 및 기록

탐지된 누출 영역을 영상에 시각적으로 표시하고, 그 결과를 저장함으로써  
사고 원인 분석 및 재발 방지 대책 마련에 유용하게 활용될 수 있음.

### 4. 다양한 환경에 적용 가능

다양한 산업 환경에 쉽게 적용 가능 (농업, 화학 공장, 정유 시설 등)

# 5. 기대효과 및 보완사항

## ■ 보완사항

### 1. 농도별 세밀한 탐지

- 보완점: 특정 색상 범위 내에서의 탐지에 초점을 맞추고 있어 농도별 미세한 차이를 탐지가 어려움.
- 보완 방법: 농도에 따른 색상 변화 및 세기를 구분할 수 있도록 HSV 색상 공간에서의 세밀한 분석을 추가  
Ex) 화학 물질의 농도가 높을수록 더 진한 색을 띠는 경우 HSV 값의 범위를 더 세밀하게 조정하여 농도별로 변화를 감지

### 2. 다양한 색상 및 물질에 대한 대응:

- 보완점: 특정 색상(빨간색)에 최적화되어 있어 다른 색상이나 다양한 화학 물질 탐지가 어려움.
- 보완 방법: 다중 색상 탐지 기능을 추가(다중 마스킹 기법 적용)

### 3. 환경 조건에 따른 변동성 대응:

- 보완점: 조명 조건, 카메라 품질, 환경적 요인 등에 따라 탐지 정확도가 달라질 수 있음.
- 보완 방법: 이미지 전처리 단계에서 조명 정규화 기법을 적용하여 변동성 최소화

### 4. 다중 객체 및 혼잡한 환경에서의 탐지 정확도 향상:

- 보완점: 다중 객체가 존재하거나 복잡한 배경 환경에서 탐지의 정확도가 떨어질 수 있음.
- 보완 방법: 물체의 형태와 크기를 고려하며 배경 노이즈 제거가 가능한 CNN 등을 활용하여 보다 정교한 객체 탐지 모델 도입