

2025학년도 인천현송중학교  
과학전람회 출품계획서

AI 기반 화재 위치 탐지  
솔루션: 파이어비전  
(FireVision)에 관한 연구

출품부문

산업 및 에너지

2025. 3.

학교	학번	성명
인천현송중학교		조하준, 김범진, 문주원

## I. 탐구(연구) 동기 및 목적

2025년 1월, 캘리포니아에서 발생한 대규모 산불로 인해 약 200만 에이커(8,093km<sup>2</sup>)의 삼림이 불탔으며, 10만 명 이상이 대피하는 피해가 발생했다. 산불의 원인은 단순한 폭죽 사용이었으며, 이는 예측 불가능한 화재 발생 사례 중 하나였다. 저희는 이런 화재 사고를 감지하는 현존 화재 감지 시스템을 분석하였으며 기존 시스템은 연기·온도·열 감지 센서를 활용하는 방식이며,

1. 지연된 탐지 → 화재가 발생한 후에야 감지됨
2. 위치 특정 어려움 → 화재 원점이 불명확한 경우 많음
3. 오탐지 문제 → 요리, 기기 열 등으로 인한 잘못된 감지

위와 같은 단점을 가지고 있다. 특히, 비행기·선박·기차 같은 대형 이동 수단에서는 화재가 발생하면 신속한 탈출이 어렵기 때문에 빠른 탐지와 정확한 위치 파악이 필수적이다.

이에 따라, AI와 영상 분석을 활용하여 화재를 조기에 예측하고, 빠르게 발생 위치를 특정하는 “FireVision” 시스템을 연구·개발하고자 한다.



<https://www.dtnews24.com/news/articleView.html?idxno=785479>

<https://www.datasom.co.kr/news/articleView.html?idxno=115298>

출처 : 디트NEWS24(<http://www.dtnews24.com>)

(단위: 건)

구분	계	2016	2017	2018	2019	2020
선박화재	537	115	80	116	107	119

표1. 선박 화재 현황

(단위: 명, 억원)

구분	계	2016	2017	2018	2019	2020
----	---	------	------	------	------	------

인명피해	계	83	6	5	20	27	25
	사망	5	-	1	-	1	3
	부상	78	6	4	20	26	22
재산피해	222	222	44	17	95	59	7

표2. 인명피해 및 재산피해 현황

현재 화재 탐지는 정온식감지기와 차동식감지기, 연기감지기가 있다. 정온식감지기는 주변의 열을 감지해서 화재 발생시 작동하는 타입이다. 다만, 주방과 같이 불을 사용하는 경우 오작동이 발생할 수 있기 때문에 주변의 온도가 설정되어 있는 온도 이상으로 높게 올라갈 경우 이상을 알려주도록 작동된다. 차동식감지기는 같은 열을 탐지하지만 주변의 온도가 정상 범위의 온도 상승률 이상의 온도로 급격한 변화를 보일 때 이상을 알려주는 타입이다. 반면 연기감지기는 주변의 연기를 감지해서 작동한다. 하지만 이러한 방식의 단점으로는 연기나 불꽃이 탐지기 범위 내에 있어야하기 때문에 신속하게 탐지 할 수 없다는 것, 오류가 빈번하다는 것 등 여러 단점이 존재한다. 열복합형 감지기는 두 기준을 모두 만족시켜야 하기 때문에 화재가 번지는 걸 막기 어려운 단점을 가지고 있다.

이러한 경보기들은 빈번한 오작동률과 너무 늦은 대처 같은 단점이있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 AI로 화재를 예측하고 탐지하는 솔루션을 연구했다. 다양한 데이터(습도, 온도 변화 패턴, 기압 등)로 화재를 예측하고 화재가 예측이 되었을 때 CCTV를 통해 화재 위치를 탐지한다면 신속한 조치가 가능하다.

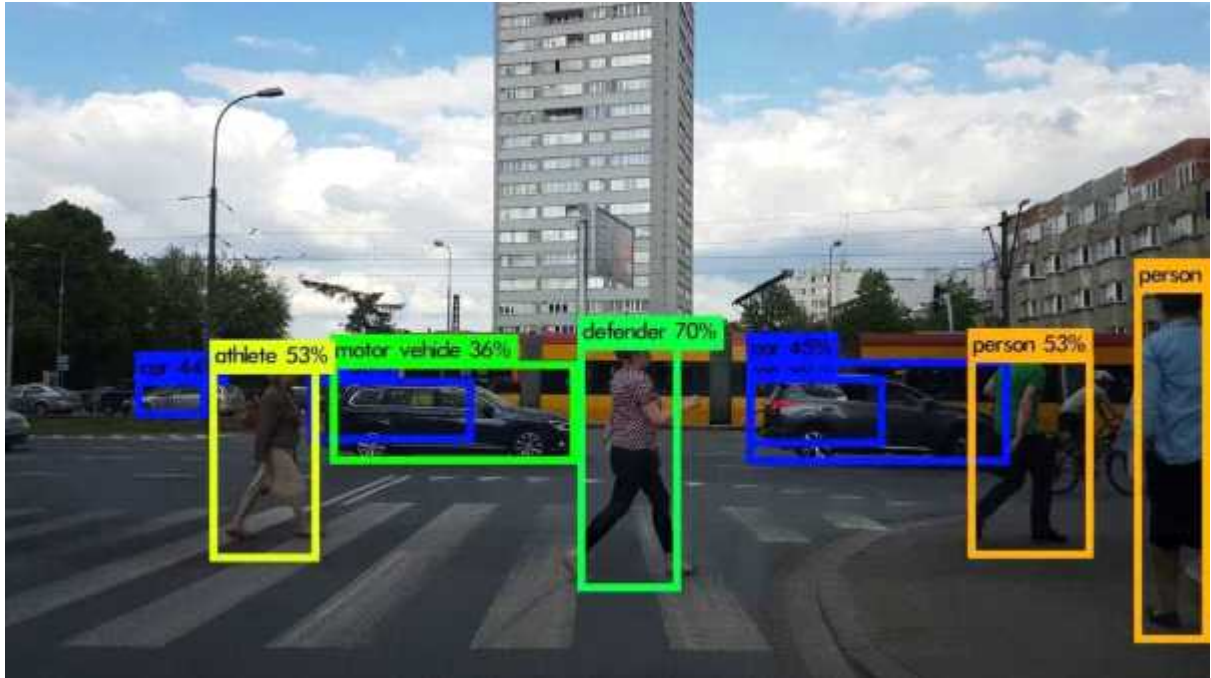
## II. 탐구(연구) 방법

### 가. 선행연구 분석

AI는 영상 데이터를 사용하여 상황을 판단한다. 이를 위해 컴퓨터 비전 기술을 사용하여 화재를 탐지하는데, 컴퓨터 비전은 컴퓨터가 인간처럼 이미지를 보고 이해하는 기술을 의미한다. 즉, 카메라(CCTV)를 이용해 얻은 영상을 분석하여 유용한 정보를 추출하는 인공지능이다.

컴퓨터비전 기술 중, YOLO(You Only Look Once)를 이용해 객체탐지(Object Detection)를 수행한다. YOLO는 한 번의 연산으로 객체를 탐지하기 때문에 빠른 속도로 실시간 탐지가 가능하다. YOLO는 입력 이미지를 SxS 그리드(cell)로 나누고 각 그리드에서 객체를 탐지한다. 이미지가 입력되면 그리드를 분할하고, 경계 상자(Bounding Box)를 예측한다. 그다음, 각 셀에서 B개의 경계 상자과 신뢰도, 클래스 확률을 예측한다. 이후 객체를 탐지하고 신뢰도를 계산한다. 각 예측된 박스는 객체

가 존재할 확률을 포함하고 신뢰도를 계산한다. 마지막으로, 여러 개의 박스(Bounding Box)가 겹칠 경우, 가장 신뢰도가 높은 박스만을 선택해 불필요한 중복을 제거한다.



YOLO 모델은 다양한 물품(객체)를 80가지의 종류를 인식할 수 있다. 그 중에서 화재를 일으킬 수 있는 전자기기와 가연성 물품이 인식여부에 따라서 경고 여부를 발생시킨다.

화재발생의 원인이 될 수 있는 대표적인 물건들은 TV,노트북, 마우스, 리모컨, 키보드, 휴대폰, 전자레인지, 오븐,토스터, 냉장고등이 있다.

이때, 이 제품들은 모두 YOLO로 감지가 가능하며 그 물건들에서 연기나 다른 화재 징조가 나타났을때 즉시 그 물건을 집중 감시할 수 있다. 이 물건을 감시 함으로써 화재가 날 시에는 조종실에 경고를 보내서 미리 대처를 한다.

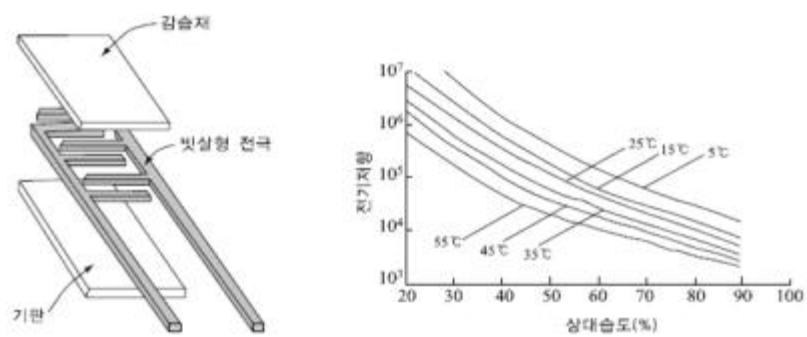
#### 나. 화재 예측 방안:

AI는 각종 데이터(습도, 온도 변화 패턴, 기압 등)를 이용해 화재를 감지한 후 자동으로 CCTV를 통해 화재 우려 물체들을 감지한다.

##### 1) 온습도를 따른 환경 변화 파악

화재로 인하여 평상시의 환경에서 온습도의 변화가 많이 일어나므로 온습도 파악해

야할 필요가 있음.



공기중에 있는 습도와 주변의 온도를 이용하여 상대습도를 구할 수 있다. 저항식 습도 센서는 수분이 센서의 감지 재료에 흡수되거나 방출될 때 저항 값이 변하는 특성을 이용합니다.

2) 가스 인식 센서를 활용한 가연성 기체 여부 파악

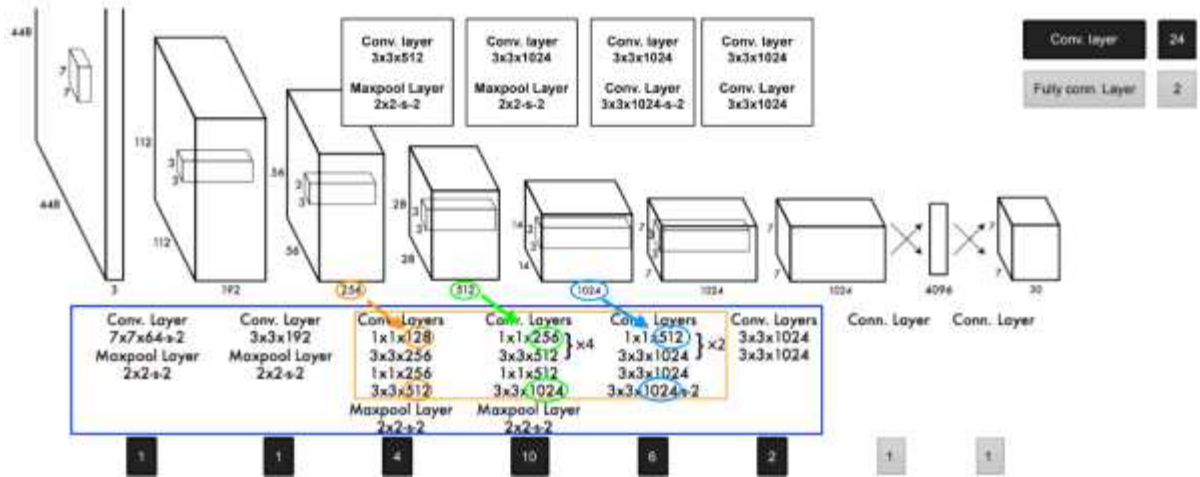
가연성 기체 중 한가지인 가스를 감지를 해야한다. 가스를 인식하기 위해 필요한 것으로 특정한 물체에 따른 변화가 있는 물질로 이뤄진 산화주석으로 이뤄진 물체에 따른 전도도를 통해서 가스 누출여부를 확인해볼 수 있다.



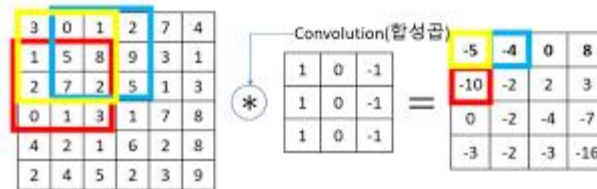
3) 인공지능을 활용하여 물체 인식

이 AI는 비행기나 선박, 기차등에서 화제를 cctv로 바운딩 박스를 사용한 뒤, 픽셀 단위로 객체를 더 자세하게 탐지하고, 화제라는 결론이 도출되면 기장과 선장, 기관

사 등에게 경고 메시지를 보낸다. 아래와 같은 이미지는 CCTV와 같은 영상처럼 제공하고 있는 이미지들을 어떻게 처리가 되는지를 확인할 수 있는 구조이다.

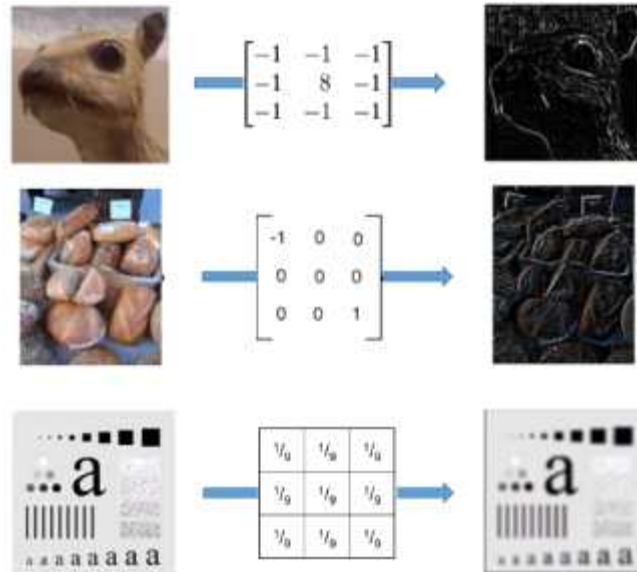


물체를 확인하기 위해서 주변에 있는 픽셀과 상태를 확인하여 물체를 맞추는 방식으로 계산이 이루어 진다. 이러한 계산하는 방안으로 CNN 레이어의 합성곱 계산이다.

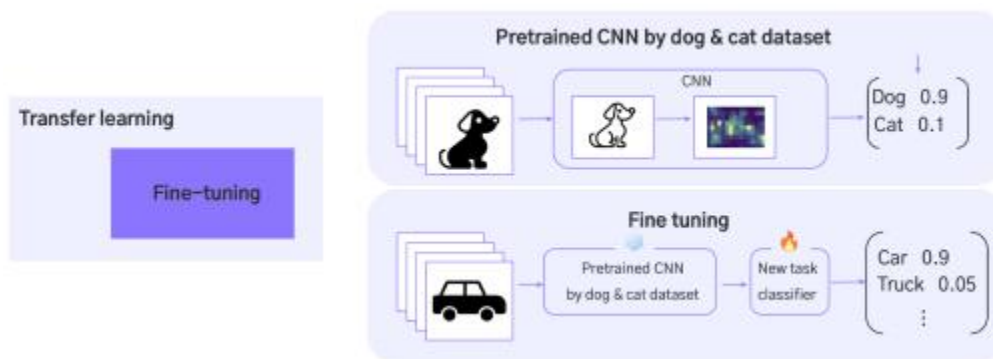


- ✓ 합성곱은 filter를 통한 elemental-wise 한 행렬 연산
- ✓ Filter가 영상을 차례대로 한 pixel씩 움직이며 각 원소간의 곱을 전부 합하여 결과로 내보냄
- ✓ Convolutional Neural Network에서는 feature를 뽑기 위한 용도로 사용

합성곱에 곱하는 대상에 따라서 추출되는 특성이 달라지고, 그 안에 있는 필터에 따라서 변화가 되는 것으로 물체에 맞는 필터를 찾아서 특성을 추출한 후 물체 인식과 해당하는 위치를 구할 수 있다.



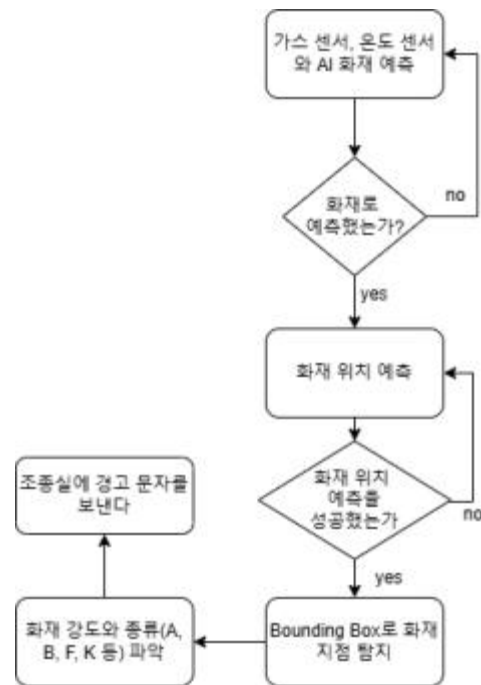
### III. 예상 결과



전이학습그리고 연기 등 화재가 일어날 것 같은 징조가 있다면 화재 발생 확률을 더 높게 예측하고 화재 발생률이 80~90% 사이라면 근처 관계자 혹은 소방서에 경고 문자를 보내어서 화재로부터 사전으로 대비할 수 있게 준비를 한다.

이후 경고와 함께 화재 발화 지점을 선장, 승무원, 기장 등 운항 책임자에게 경고를 보낸다. AI는 이미지나 센서 데이터를 분석하여 거짓 경고를 줄이고 실제 화재 상황을 더욱 정확하게 감지한다. 또한, 사람의 개입 없이 연속적으로 데이터를 분석하고 모니터링할 수 있어 언제 어디서든 화재를 실시간으로 감지할 수 있다.





#### IV. 기대효과

에어부산 화재와 같은 사례에서 화재를 미리 예측하고 발화 위치를 빠르게 탐지했다면 재산피해가 감소되었을 것으로 생각된다. 본 연구는 비행기 뿐만아니라 화재 발생 시 탐지가 어렵고 승객들 대피가 어려운 수단인 선박, 비행기, 기차와 같은 대형 교통수단에서 응용할 수 있다. 해당 교통수단을 이용하는 이용객들은 화재로 인한 사로로 피해를 입기 전에 조치를 취할 수 있을 것이다.장치를 이용하므로 하드웨어적인 추가가 필요하지 않다는 장점이 있다.

##### 가) 추후개발사항

예를 들어 YOLO가 열화상 카메라를 이용해 특정 범위에 있는 물체의 온도가 빠르게 높아지면 경계 박스로 범위를 측정하고 화재 발생률을 예측 할 수 있다.

불을 피우는데 나타나는 증상과 징조로는 불과, 연기 등을 인식하여야한다. 해당하는 기능은 기존의 YOLO 모델에서 인식할 수 있는 범위가 크지만, 화재가 일어날만한 요인들 중에서 인식할 수 있는 객체가 많이 없다.

YOLO모델을 기능을 살리면서 다양한 물체들을 인식하기 위해서는 특정한 물품들을 학습하여 활용할 수 있는 방하는 개념들 중으로, 전이학습과 파인튜닝을 이용하여



적용한다면, 화재에 관하여 탐지를 잘 할 수 있는 객체 인식 모델로 사용할 수 있다.

## V. 유사작품 검색 및 차별성

### 1. 국립중앙과학관 과학전람회 DB검색

#### 가. 검색결과

안전한 화재감지기 어디 없소?							
대회명	제69회 전국과학전람회	수상	특상	수상자	세지윤, 주아연	지도교사	이승후
화재감지기가 화재를 감지하는 방법에 숨어있는 과학적 원리를 탐구하고, 여러 조건들이 변화하는 동안 화재감지기가 어떻게 작동하는지 실험하였다. 또한 광전식 감지기와 가스(일산화탄소) 감지기를 혼합하여 보다 안전한 화재감지기를 제작하였다.							

#### 나. 차별성

조사한 연구는 AI를 활용한 화재감지기가 아닌 광전식 감지기와 일산화탄소 감지기를 사용함. 본 작품의 AI 카메라를 활용하는 탐지방식과 차이가 있다.

### 2. 학술연구정보서비스 논문 검색 DB검색

#### 가. 검색결과

KCI 등재후보

다중가스센서를 이용한 화재의 조기검출에 대한 연구 = A Study on the Early Fire Detection by Using Multi-Gas Sensor

<https://www.riss.kr/link?id=A100110426>

저자	조시형 ( Si Hyung Cho ) ; 장항원 ( Hyang Won Jang ) ; 전진욱 ( Jin Wook Jeon ) ; 최석임 ( Seok Im Choi ) ; 김선규 ( Sun Gyu Kim ) ; 강종위 ( Zhong Wei Jiang ) ; 최삼진 ( Sam Jin Choi ) ; 박찬원 ( Chan Won Park )	45	18	2
		상세조회	다운로드	내보내기

발행기관	한국센서학회
학술지명	센서학회지(Journal of Sensor Science and Technology)
권호사항	Vol.23 No.5 [2014]
발행연도	2014
작성언어	-
주제어	Multi-gas sensor device ; Early fire detection ; Air pollution detecting sensor ; Differential coefficient analysis

#### 나. 차별성

이 프로그램은 화재가 발생할 때에는 온도와 이산화탄소 농도가 급격하게 증가한다는 것의 내용으로 작성이 되어 있다

	사용된 알고리즘	기능	결과
센서만 이용한 화재 탐지	전기적인 저항값에 따른 값 변환	센서 사용, 온도센서에서 측정값	화재 일어날 물품을 사전으로 확인 못함.
AI를 이용한 예측	CNN1D, LSTM 등	객체 인식 모델	화재 일어날 물품을 사전으로 확인가능

가스 측정 여부에 따라서 화재 위험도를 측정할 수 있지만 화재는 다양한 방법으로 화재가 일어나는 것이므로 특정한 방법을 이용한 화재 위험 여부를 계산하는 것이 어려우며 사전으로 확인못하는 경우가 대다수지만, 이번에 작품 계획으로는 화재에 위험한 물품들을 사전으로 감지하여 미리 대비를 할 수 있다는 것이 큰 차이점이다.

- 유사작품 검색 및 차별성 : Print screen 후 그림으로 문서에 삽입
  - 국립중앙과학관 과학전람회 D/B검색 <https://www.science.go.kr>  
국립중앙과학관→특별전, 행사→행사안내→전람회 통합검색→검색어 입력
  - 학술연구정보서비스 논문 D/B검색 <http://www.riss.kr/index.do>  
학술연구정보서비스 홈페이지 접속 → 통합검색창 검색어 입력 → 결과 내 재검색으로 범위 축소  
→ 선행연구 검색 → 원문보기 필요시 로그인
- 연구내용에 선행연구 분석 반드시 포함할 것.