

2024 현대건설기술교육원 Smart 안전

# 4조 불 가능? 불가능!

연기 감지기를 통한 화재 예측

강혜나, 김민준, 이승연(보건), 정세림



# 목차

스마트 안전 4조 연기 감지기를 통한  
화재예측 목차를 소개합니다.

## 01 개발 목적

- 사물인터넷(IoT)
- 재산 인명 피해 최소화
- 모니터링 시스템

## 02 배경지식

- 인천 전기차 화재
- 지하주차장 관련 법률

## 03 데이터 분석

- 온도 데이터, 습도 데이터
- TVOC, CO<sub>2</sub> 등가 온도
- 공기 압력, 미세먼지 데이터

## 04 개발 내용

- 정확도
- 정밀도
- 재현율

## 05 개발 결과

- 그래프

## 06 결론

- 다양한 AI 모델의 비교 및 평가
- 효과적인 화재 예측 가능성 확인
- 실제 적용을 위한 잠재력

# 화재!

## 연기 감지기, 왜 필요한가요?

### 개발 목적

#### [ 사물인터넷(IoT) ]



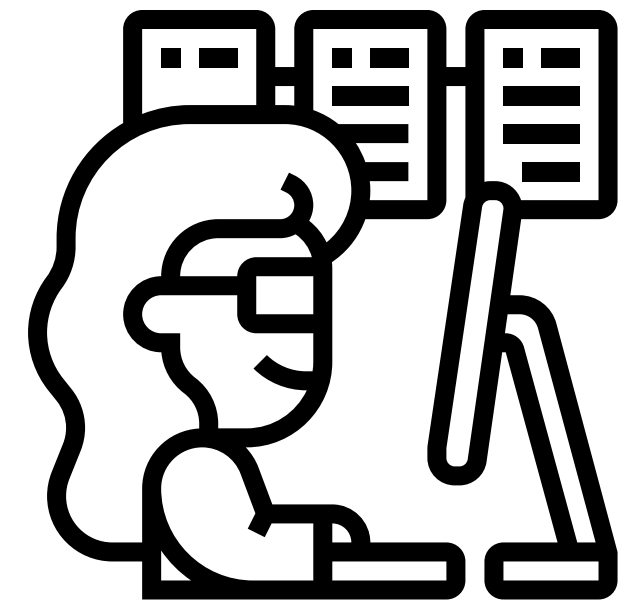
다양한 센서를 통해 수집된 데이터를 실시간으로 분석하여 화재 발생 가능성을 예측하고, 필요 시 경보를 울릴 수 있는 시스템에 통합할 수 있습니다.

#### [ 재산 인명 피해 최소화 ]



화재를 조기에 감지함으로써 인명과 재산 피해를 줄이는데 중요한 역할을 할 수 있습니다.

#### [ 모니터링 시스템 ]



공공장소나 대규모 산업시설 등에서 실시간 모니터링 시스템과 결합하여 안전성을 크게 향상시킬 수 있습니다.

화재!

연기 감지기, 왜 필요한가요?

# 경보장치의 오작동 및 비화재보로 인한 안전 불감증으로 재해 발생

다양한 센서를 통해 수집된 데이터를 실시간으로 분석하여 화재 발생 가능성을 예측하고, 필요 시 경보를 울릴 수 있는 시스템에 통합할 수 있습니다.

화재를 조기에 감지함으로써 인명과 재산 피해를 줄이는 데 중요한 역할을 할 수 있습니다.

공공장소나 대규모 산업시설 등에서 실시간 모니터링 시스템과 결합하여 안전성을 크게 향상시킬 수 있습니다.

# 과거에 머물러 있는 소방 현실

## 아날로그 방식

유선 화재 감지장치의 한계

실시간 데이터 부재로  
초기 화재 조기 감지 불가

## 잘은 오작동과 노후화

광전식 연기감지 방식의 오작동(습기,  
먼지 등)과 잘은 비화재보로 오류 발생



제 123호 1판

2024년 08월 01일

1234  
5678  
910111

HYUNDAI NEWS

www.hyundai.com

am 6:00  
-pm 15:00  
Mon-Sat

## '인천 전기차 화재' 스프링클러 끈 직원

### 인천 벤츠 전기차 화재, 스프링클러 미작동으로 피해 확산

최근 인천의 전기차 화재로 전기차의 지하주차장 이용 제한이 논란이 되고 있지만 이번 사고가 대형 화재로 번진 핵심은 스프링클러 미작동이라는 점을 간과하면 안 된다는 지적이 나온다. 전기차든, 내연기관차든 화재 위험은 존재하기 때문에 피해 확산을 막기 위한 시설 정비 필요하다는 것이다. 20일 업계와 경찰 등에 따르면 지난 1일 인천 청라 한 아파트 지하주차장에 주차돼 있던 벤츠 전기차 EQE에 불이 붙은 직후 야간 근무자였던 A 씨는 관리사무소 내 방재실의 수신기로 화재 신호가 전달되자 스프링클러 밸브와 연동된 정지 버튼을 눌렀다.

A 씨는 5분 뒤 정지버튼을 해제했지만, 이미 발생한 화재 열기로 화재 중계기 선로가 파손되면서 스프링클러는 작동하지 않았다. 열폭주 현상이 발생하는 전기차 화재의 경우, 스프링클러가 작동하더라도 초기 진화가 쉽지 않지만, 적어도 불이 옆 차로 쉽게 번지는 것은 막을 수 있었다고 전문가들은 설명한다.

국내 대표 배터리 전문가인 윤원섭 성균관대 에너지과학과 교수는 "(벤츠 화재 사고가 커진 것은) 스프링클러 미작동이 결정적"이라고 말했다.

소방 관계자는 "지하에서 불이 났을 때 이번 경우처럼 스프링클러 등 초기 진압이 되지 않으면 전기차든 내연기관차든 똑같이 큰 피해가 발생할 수밖에 없다"며 "스프링클러 등 기본 설비부터 제대로 갖춰야 한다"고 진단했다.

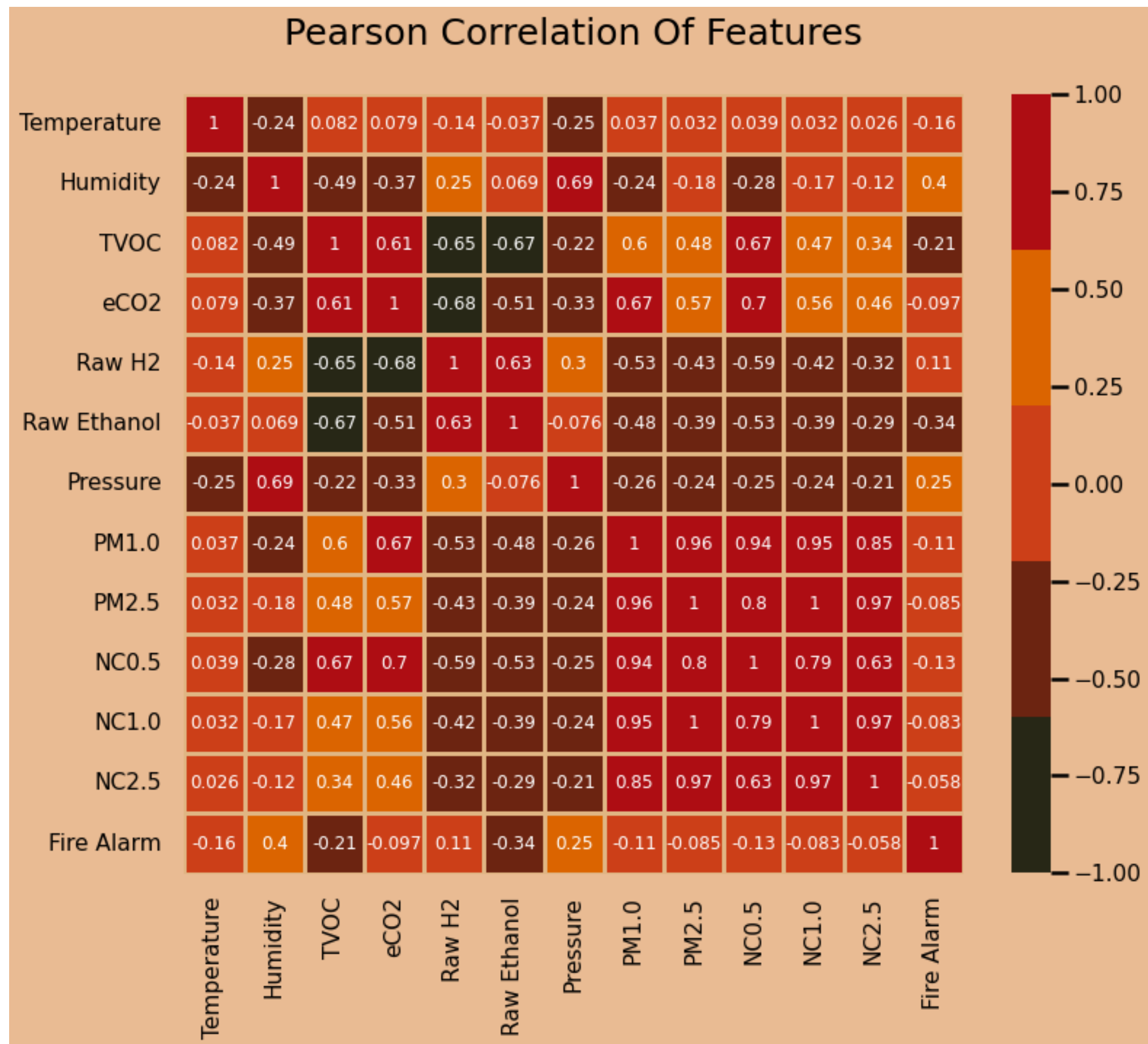


# 데이터 수집 및 전처리

	UTC	Temperature	Humidity[%]	TVOC[ppb]	eCO2[ppm]	Raw H2	Raw Ethanol	Pressure[hPa]	PM1.0	PM2.5	NC0.5	NC1.0	NC2.5	CNT	Fire Alarm
0	1.65E+09	20	57.36	0	400	12306	18520	939.735	0	0	0	0	0	0	0
1	1.65E+09	20.015	56.67	0	400	12345	18651	939.744	0	0	0	0	0	1	0
2	1.65E+09	20.029	55.96	0	400	12374	18764	939.738	0	0	0	0	0	2	0
3	1.65E+09	20.044	55.28	0	400	12390	18849	939.736	0	0	0	0	0	3	0
4	1.65E+09	20.059	54.69	0	400	12403	18921	939.744	0	0	0	0	0	4	0
5	1.65E+09	20.073	54.12	0	400	12419	18998	939.725	0	0	0	0	0	5	0
6	1.65E+09	20.088	53.61	0	400	12432	19058	939.738	0	0	0	0	0	6	0
7	1.65E+09	20.103	53.2	0	400	12439	19114	939.758	0	0	0	0	0	7	0
8	1.65E+09	20.117	52.81	0	400	12448	19155	939.758	0	0	0	0	0	8	0
9	1.65E+09	20.132	52.46	0	400	12453	19195	939.756	0.9	3.78	0	4.369	2.78	9	0
10	1.65E+09	20.146	52.15	0	400	12454	19230	939.757	0.89	3.71	0	4.289	2.73	10	0
11	1.65E+09	20.161	51.84	0	400	12467	19264	939.754	0.84	3.51	0	4.053	2.58	11	0
12	1.65E+09	20.175	51.62	0	400	12467	19299	939.755	0.81	3.38	0	3.909	2.488	12	0
13	1.65E+09	20.19	51.39	0	400	12469	19317	939.758	0.74	3.11	0	3.588	2.284	13	0
14	1.65E+09	20.204	51.17	0	403	12468	19338	939.742	0.71	2.96	0	3.419	2.176	14	0
15	1.65E+09	20.219	50.99	0	400	12475	19362	939.741	0.64	2.66	0	3.077	1.959	15	0
16	1.65E+09	20.233	50.86	0	400	12480	19382	939.758	0.6	2.52	0	2.908	1.851	16	0

데이터의 품질을 높이기 위해 결측값 처리, 중복 데이터 제거, 데이터 정규화 등의 전처리 과정을 거침

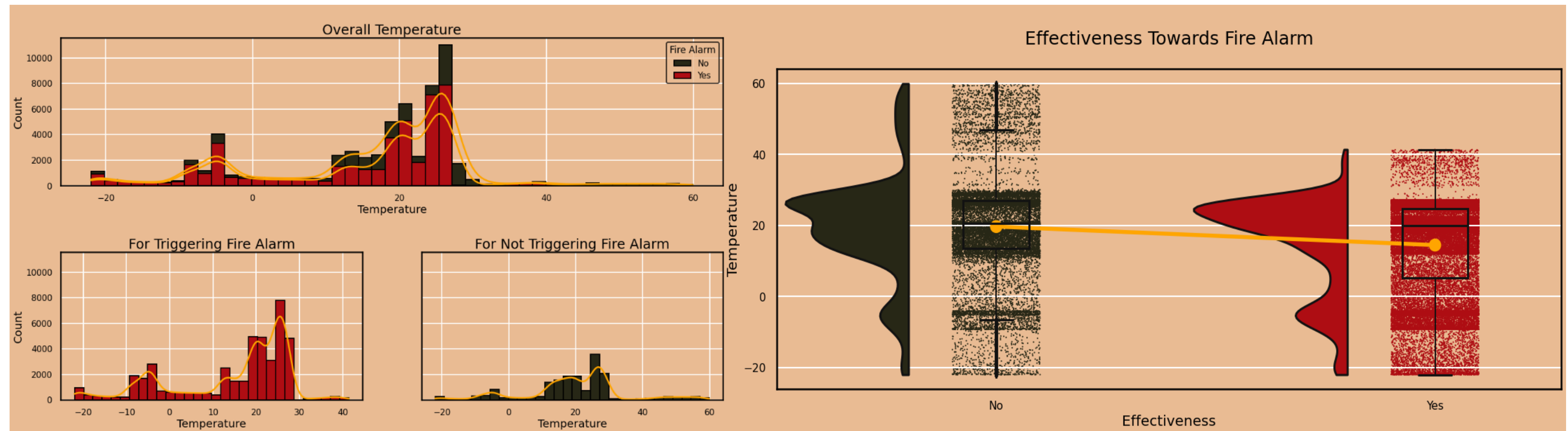
# 상관관계 히트맵





# 온도 데이터

## Temperature



01

### 온도 분포

대부분의 온도는 12°C ~ 28°C 사이에 집중

02

### 화재 경보 발생 시

주로 18°C ~ 28°C 사이에 분포

03

### 화재 경보 울리지 않을때

대부분의 온도는 12°C ~ 28°C 사이에 집중

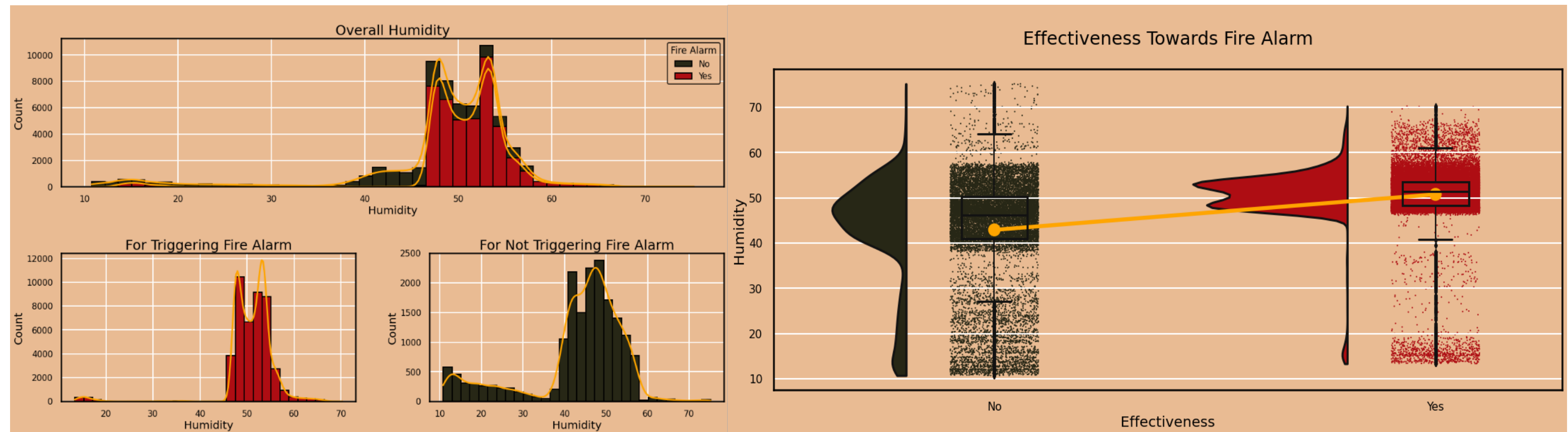
04

### 평균 온도 비교

- 화재 경보가 울릴 때 : 약 19.69°C
- 화재 경보가 울리지 않을 때 : 약 14.48°C

# 습도 데이터

## Humidity



01

### 습도 분포

대부분의 습도는 46% ~ 57% 사이에 집중

02

### 화재 경보 발생 시

주로 46% ~ 56% 사이에 분포

03

### 화재 경보 울리지 않을때

습도는 40%~ 54% 사이에 집중

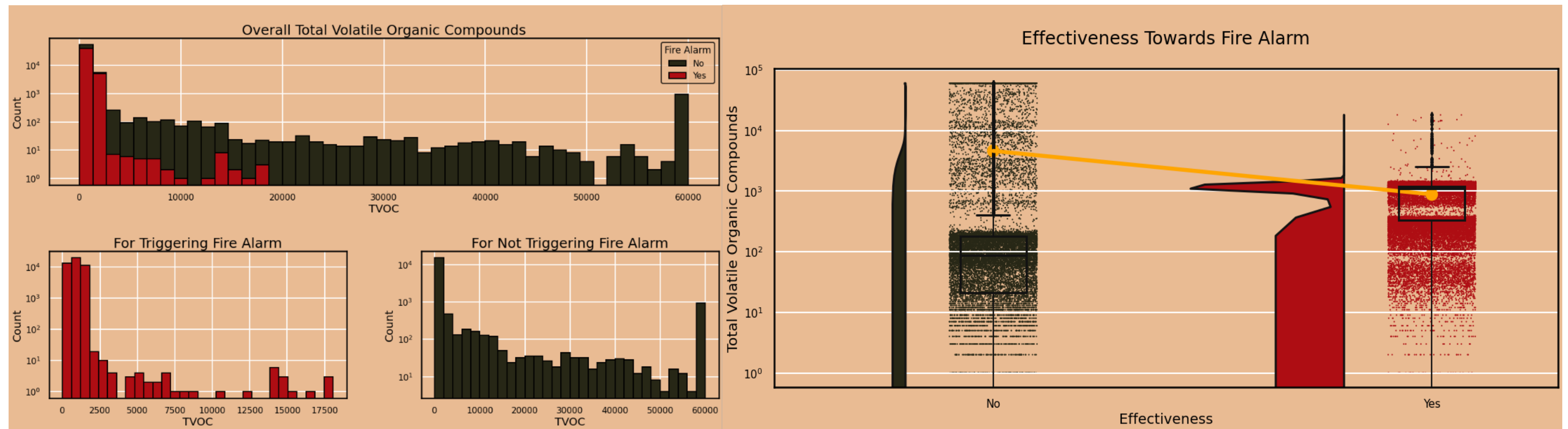
04

### 평균 습도 비교

- 화재 경보가 울릴 때 : 약 50.78%
- 화재 경보가 울리지 않을 때 : 약 42.93%

# 총휘발성유기화합물

TVOC



01

## TVOC 분포

대부분의 TVOC 값은 80PPB ~ 2000PPB

02

## 화재 경보 발생 시

주로 200PPB ~ 2000PPB 사이에 분포

03

## 화재 경보 울리지 않을때

80PPB ~ 300PPB 사이에 집중

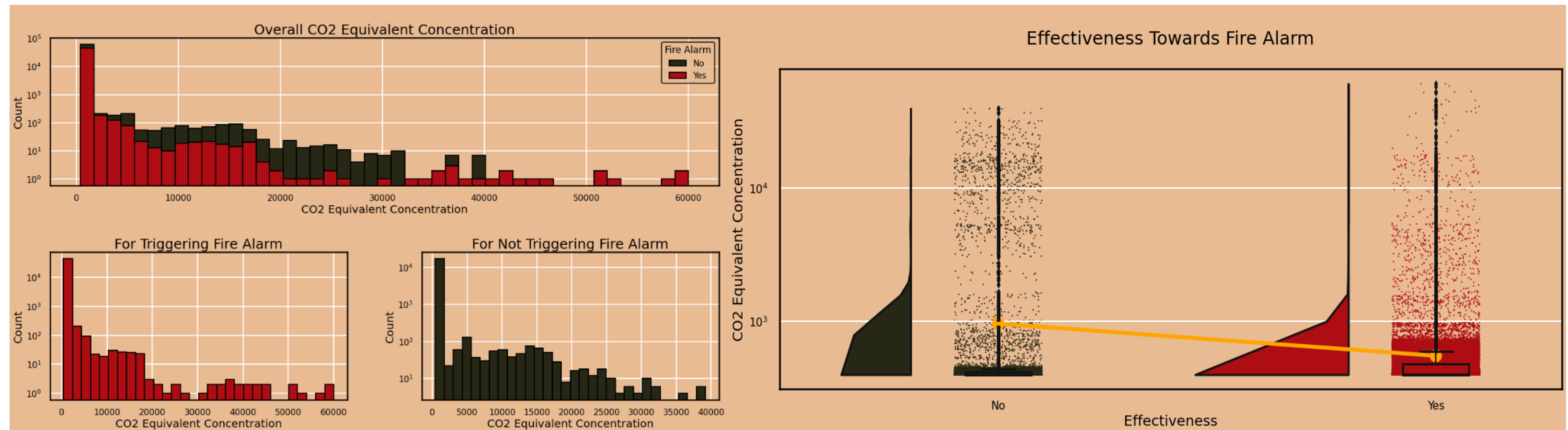
04

## 평균 TVOC 값 비교

- 화재 경보가 울릴 때 : 약 882PPB
- 화재 경보가 울리지 않을 때 : 약 4596.587PPB

# CO<sub>2</sub> 등가 농도

## CO<sub>2</sub> Equivalent Concentration



01

### CO<sub>2</sub> 등가 농도 분포

대부분 400PPM ~ 450PPM 사이 분포

02

### 화재 경보 발생 시

주로 400PPM ~ 438PPM 사이에 분포

03

### 화재 경보 울리지 않을때

400PPM ~ 440PPM 사이에 집중

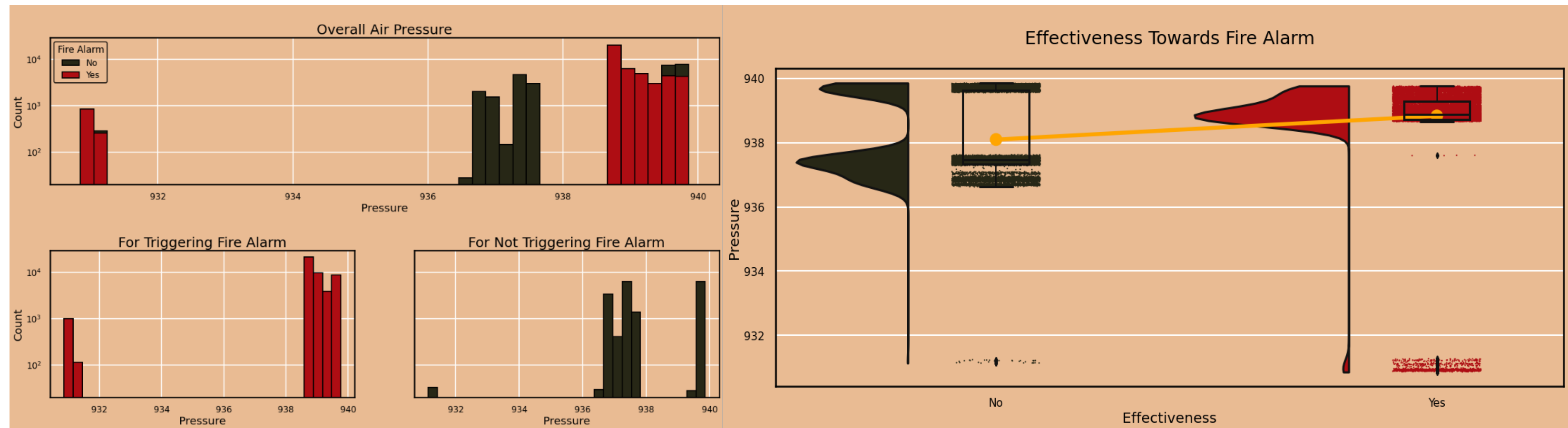
04

### 평균 CO<sub>2</sub> 등가 농도 비교

- 화재 경보가 울릴 때 : 약 553.19PPM
- 화재 경보가 울리지 않을 때 : 약 962.58PPM

# 공기 압력

## Air Pressure



01

### 공기 압력 분포

두 구간, 936.6HPA ~ 937.7HPA 사이  
또는 938.7HPA ~ 939.9HPA 사이에 분포

02

### 화재 경보 발생 시

주로 938.7HPA ~ 939.9HPA 사이에 분포

03

### 화재 경보 울리지 않을때

주로 936.6HPA ~ 937.7HPA 사이에 분포

04

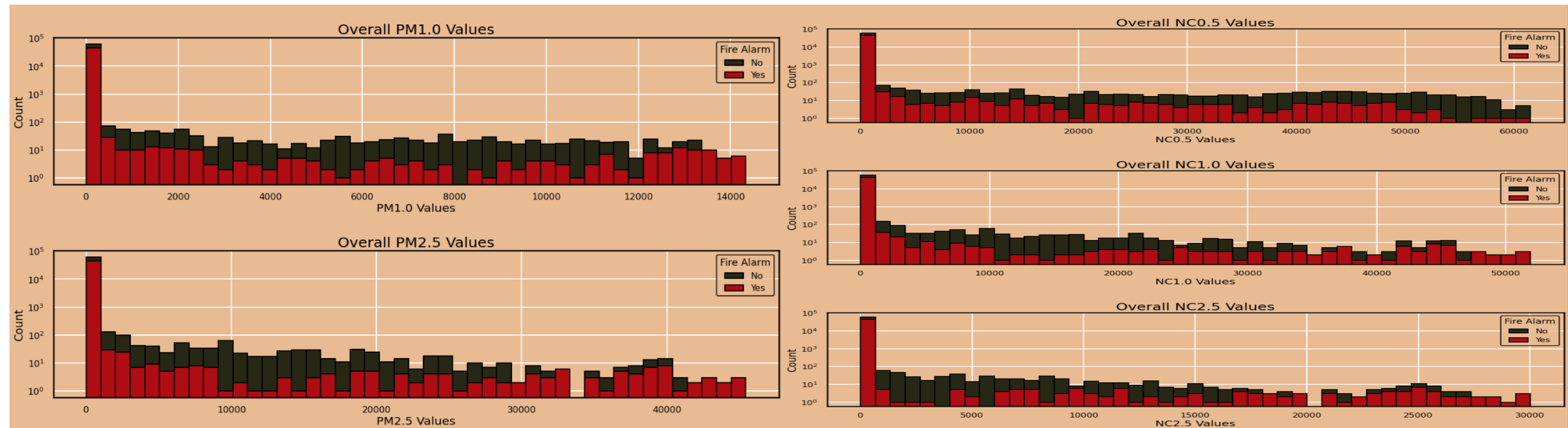
### 평균 공기 압력 비교

- 화재 경보가 울릴 때 : 약 938.8HPA  
- 화재 경보가 울리지 않을 때 : 약 938.1HPA



# 미세먼지 데이터

## Particulate Matter



01

### 미세먼지 농도 분포

대부분의 미세먼지 값은 낮은 범위에 속함

02

### 화재 경보 발생 시

특정 범위 안에 주로 분포되어 있습니다.  
예를 들어, PM0.5는 11.68PPM에서  
14.34PPM 사이에 분포

03

### 화재 경보 울리지 않을때

미세먼지 값은 더 넓은 범위에 분포

04

### 평균 CO<sub>2</sub> 증가 농도 비교

화재 경보가 울릴 때와 울리지 않을 때의 평균 미세먼지 값은 다릅니다. 예를 들어, PM0.5의 평균값은 경보가 울릴 때 약 146.1PPM, 울리지 않을 때 약 1356.3PPM입니다.

01

## 로지스틱 회귀

```
Classification Report :

              precision    recall  f1-score   support

     0       0.86       0.76       0.81       3594
     1       0.91       0.95       0.93       8932

 accuracy          0.90       12526
 macro avg       0.88       0.85       0.87       12526
 weighted avg    0.89       0.90       0.89       12526

Accuracy of Logistic Regression is 89.54 %
```

정확도: 89.54%

정밀도: 0.86 (화재가 아닌 경우),  
0.91 (화재가 발생한 경우)재현율: 0.76 (화재가 아닌 경우),  
0.95 (화재가 발생한 경우)

02

가우시안 나이브  
베이즈

```
Classification Report :

              precision    recall  f1-score   support

     0       0.79       0.24       0.37       3594
     1       0.76       0.97       0.85       8932

 accuracy          0.76       12526
 macro avg       0.77       0.61       0.61       12526
 weighted avg    0.77       0.76       0.72       12526

Accuracy of Gaussian Naive Bayes is 76.37 %
```

정확도: 76.37%

정밀도: 0.79 (화재가 아닌 경우),  
0.76 (화재가 발생한 경우)재현율: 0.24 (화재가 아닌 경우),  
0.97 (화재가 발생한 경우)

03

## 랜덤포레스트

```
Classification Report :

              precision    recall  f1-score   support

     0       1.00       1.00       1.00       3594
     1       1.00       1.00       1.00       8932

 accuracy          1.00       12526
 macro avg       1.00       1.00       1.00       12526
 weighted avg    1.00       1.00       1.00       12526

Accuracy of Random Forest Classifier is 100.0 %
```

정확도: 100%

정밀도와 재현율 모두 1.00

04

익스트림 그라디  
언트 부스팅

```
Classification Report :

              precision    recall  f1-score   support

     0       1.00       1.00       1.00       3594
     1       1.00       1.00       1.00       8932

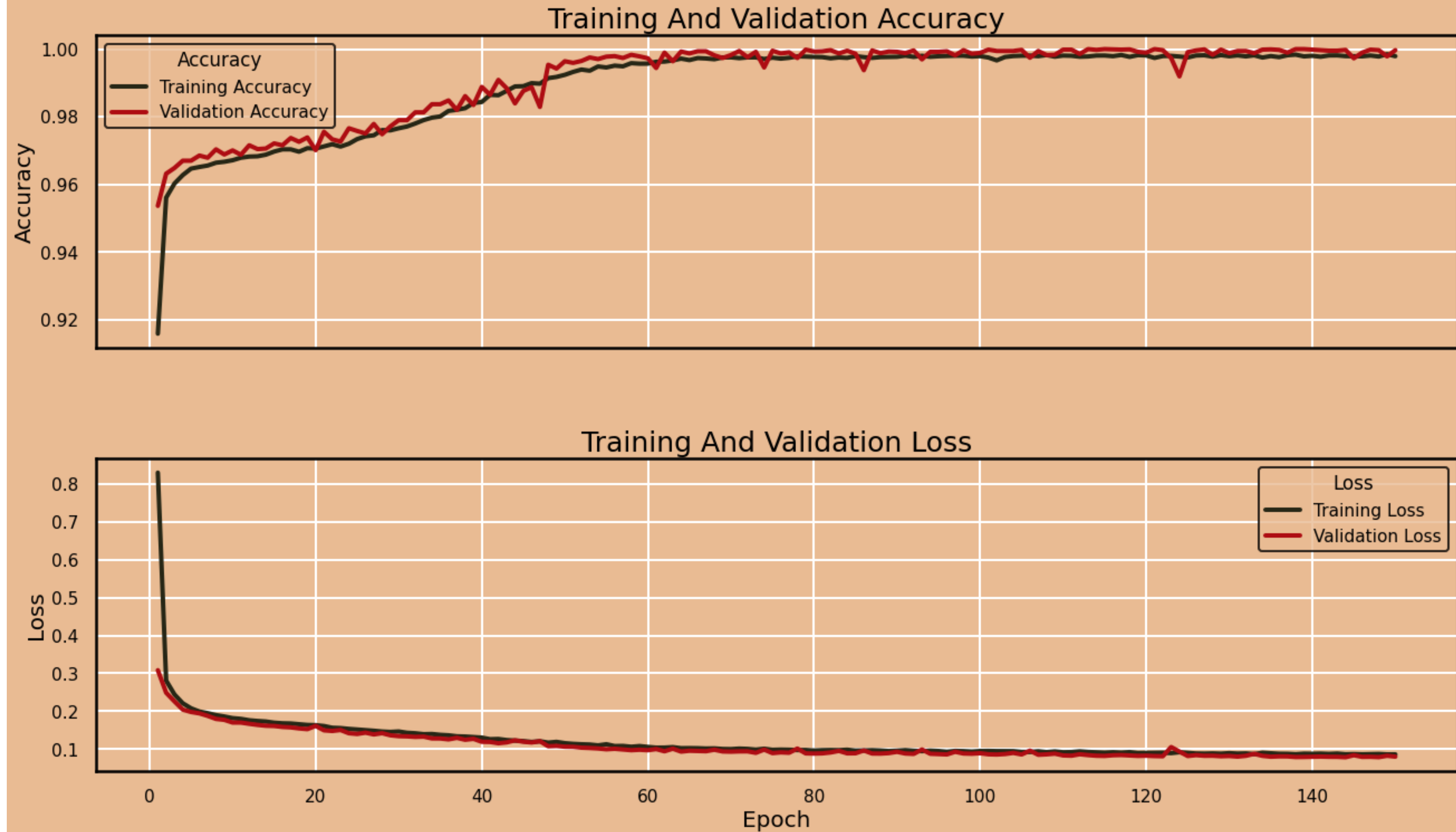
 accuracy          1.00       12526
 macro avg       1.00       1.00       1.00       12526
 weighted avg    1.00       1.00       1.00       12526

Accuracy of Extreme Gradient Boosting Classifier is 99.99 %
```

정확도: 99.99%

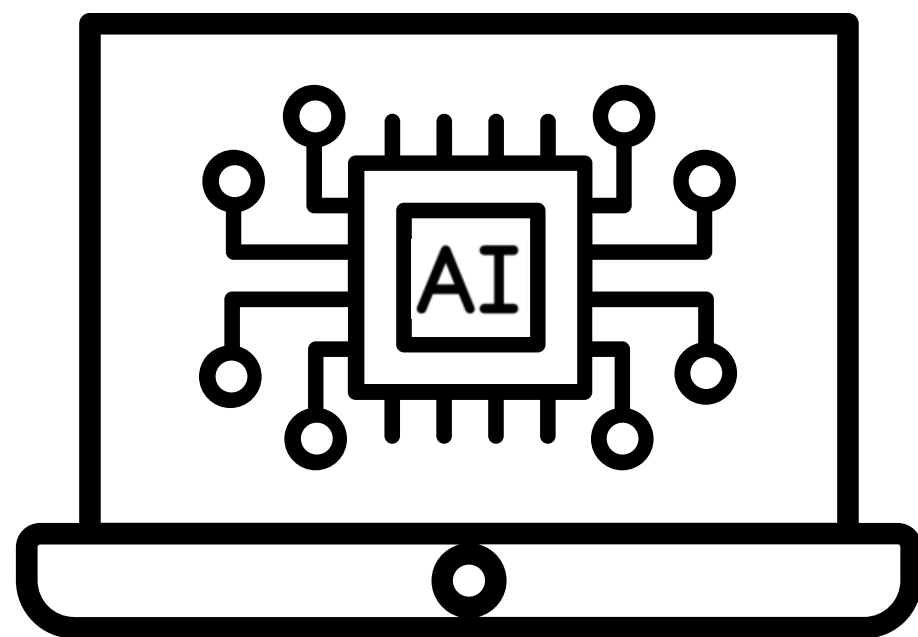
정밀도와 재현율 모두 1.00

```
Epoch 62/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.1023 - accuracy: 0.9956 - val_loss: 0.0939 - val_accuracy: 0.9994
Epoch 63/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.1014 - accuracy: 0.9963 - val_loss: 0.0924 - val_accuracy: 0.9986
Epoch 64/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.1023 - accuracy: 0.9952 - val_loss: 0.0926 - val_accuracy: 0.9994
Epoch 65/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.1004 - accuracy: 0.9962 - val_loss: 0.0913 - val_accuracy: 0.9989
Epoch 66/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0992 - accuracy: 0.9968 - val_loss: 0.0912 - val_accuracy: 0.9994
Epoch 67/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0998 - accuracy: 0.9959 - val_loss: 0.0926 - val_accuracy: 0.9995
Epoch 68/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0985 - accuracy: 0.9972 - val_loss: 0.0907 - val_accuracy: 0.9995
Epoch 69/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0986 - accuracy: 0.9969 - val_loss: 0.0905 - val_accuracy: 0.9994
Epoch 70/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0981 - accuracy: 0.9969 - val_loss: 0.0939 - val_accuracy: 0.9983
Epoch 71/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0979 - accuracy: 0.9964 - val_loss: 0.0892 - val_accuracy: 0.9986
Epoch 72/150
783/783 [=====] - 1s 1ms/step - loss: 0.0978 - accuracy: 0.9967 - val_loss: 0.0882 - val_accuracy: 0.9994
Epoch 73/150
```



## 결론

## [ 다양한 AI 모델의 비교 및 평가 ]



로지스틱 회귀, 가우시안 나이브 베이즈, 베르누이 나이브 베이즈, 서포트 벡터 머신, 랜덤 포레스트, K 최근접 이웃, 익스트림 그라디언트 부스팅 등 여러 AI 모델을 사용하여 데이터를 분석하였다.

## [ 효과적인 화재 예측 가능성 확인 ]



본 프로젝트에서 사용한 모델들은 대부분 높은 정확도와 정밀도를 보였으며, 이는 IoT 장치로부터 수집된 데이터를 바탕으로 화재 발생 가능성을 효과적으로 예측할 수 있음을 의미한다.

## [ 실제 적용을 위한 잠재력 ]



개발된 AI 모델들은 실시간 연기 감지 및 화재 예측 시스템에 적용할 수 있는 가능성을 보여주었다. 이를 통해 화재 발생 시 신속한 경고를 제공하여 인명과 재산 피해를 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다.



2024 현대건설기술교육원 Smart 안전

# 감사합니다.

연기 감지기를 통한 화재 예측

