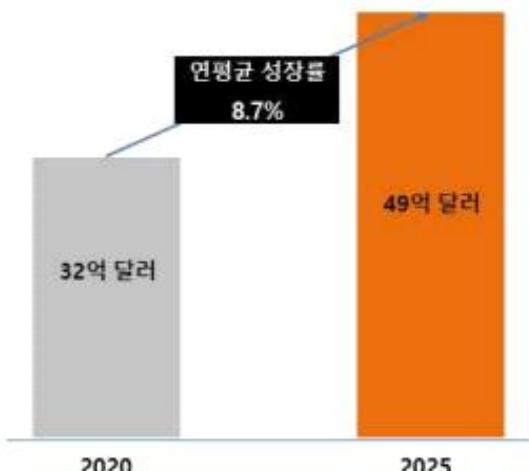


# 프로젝트 기획서

과제명 : 타이어 공장 혼합 구역  
실시간 관제 시스템

2023. 09. 22.

## 프로젝트 기획서

팀명	미야호						
팀원 및 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 팀장 : 김현식 프로젝트 총괄 (PM, 기획 담당)</li> <li>■ 팀원 : 오평일(AI·데이터 분석 담당), 정하늘(IoT·센서 하드웨어 담당), 최지훈(플랫폼·시스템 개발 담당)</li> </ul>						
아이디어 주제	타이어 공장 혼합 구역 실시간 관제 시스템						
리버스 엔지니어링 챌린지 포인트	-						
제안 배경 및 필요성	<p><b>■ 시장현황 및 필요성</b></p> <p>1. 산업 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 타이어 제조업 특징</li> <li>- 고무·화학물질 대량 보관</li> <li>- 고온·고압 설비 사용</li> <li>- 기름 성분·분진 다량 발생 → 화재 고위험 상존</li> </ul> <p>2. 국내 산업·시장 규모</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 주요 타이어 제조사 금호타이어는 연 매출 4조 5381억원대, 영업이익 5906억원</li> <li>- 글로벌 타이어 제조 산업은 2024년 기준 약 150조 원 이상 규모 → 화재 한 건 발생 시 수백억~수천억 원의 직접적 피해 + 글로벌 공급망 차질</li> </ul>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>연도</th> <th>규모 (억 달러)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>32억 달러</td> </tr> <tr> <td>2025</td> <td>49억 달러</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">연평균 성장률 <b>8.7%</b></p> <p style="text-align: center;">우리나라 화재 방지 시스템 시장 규모 및 전망, (자료: MarketsandMarkets, Fire Protection System Market, 2020)</p>	연도	규모 (억 달러)	2020	32억 달러	2025	49억 달러
연도	규모 (억 달러)						
2020	32억 달러						
2025	49억 달러						

- 국내 화재 경보 장비 시장 보고서에 따르면, 2024년: 약 45억 달러 규모이며, 2033년 전망: 약 72억 달러가 전망됨
- **2026~2033년 CAGR: 6.5% 전망됨**

### 3. 관련 뉴스 사례

"수개월 전부터 조짐 있었다"…금호타이어 화재, '예고된 인재'였나

The screenshot shows a news article from the Korean Economic Daily (한국 경제) dated May 18, 2025. The headline reads: "'수개월 전부터 조짐 있었다'…금호타이어 화재, '예고된 인재'였나". Below the headline, there is a summary of the event: "정년 공정서 발화… 이듬해 진압 설비 과정·분진 누적 가능성 제기 생고무, 물로는 쉽게 끄지지 않아" and "방화문 고장·대피방송 없어" 저작 소방·경찰·노동부, 협동 감식 예고 공장 협주자 글로벌 납품 차질 우려". To the right, there is a sidebar titled "많이 본 뉴스" (Most Viewed News) with five links:

1. 매년 50만톤씩 텁글하연 '20 16안전' 된다…'안전법 손…'
2. "차서점 보 타겠네"…?호선 의자서 발견된 게 '충격'
3. 美, 한국인도 죽임처리 나…."17조 날릴 판" 악용…
4. "청동원이 잘못된 건 맞지 안…" 민들, 분노 유탈한…
5. "설립잘 못 사격겠네"…'주 석 일부고 남여'의 불어졌다

(자료: 한국 경제)

- 최근 국내 타이어 공장 대형 화재로 수일간 생산 중단
- 지역사회 대기오염·안전 문제 발생
- 노후 설비(6~25%)<sup>1)</sup>, 실시간 감시 체계(12~25%)<sup>2)</sup> 미비가 주요 원인으로 지목됨
  - 한국화재보험협회 특수건물 화재통계에서 공장 화재 776건 중 상당수가 노후 설비나 관리 부실이 주요 원인
  - 소방청·국토부<sup>3)</sup>에서 "공기 흡입형 감지기 도입, CCTV 연계 자동 감지 체계 구축 등으로 초동 인지 역량을 강화할 필요가 있다."고 언급

1) "(노후 설비 미비)법정·권고 기준 대비 6~25% 구간에서 안전관리 실패", 산출근거 별첨 참고.

2) "(실시간 감시 체계 미비) 고위험 구역에서 최소 12~25% 미충족", 산출근거 별첨 참고.

3) 「물류창고 화재 원인 분석 및 재발 방지 대책」, 2022, 관계부처 합동

4) 「2022년 특수건물 화재통계」, 2022, 요약

5) 「산업단지 내 공장의 화재위험요인 선별을 위한 관련법령 및 문헌분석」, 2023.

6) 「머신러닝 기반 화재감지용 센서 적합성 연구」, 2024.

7) 「에지 컴퓨팅 환경에서 비콘을 활용한 특수건물 화재 경보 시스템 개선 방안 연구」, 2022.

8) PRISM: Prevention(예방), Response(대응), Inspection(점검) & Safety Management(안전 관리)

9) 「Heat Detectors According to NFPA 72」, 2019 edition.

10) 「건물 내 미세먼지에 영향을 미치는 실내외 환경인자에 대한 이해」, 2020.

11) 「ISO 7240-7」, 2023

**포항 연일읍 공장 화재…검은 연기에 놀란 시민들 신고** | 월요일 화재 이후  
Goodyear 현장 생산 곧 재개 예정

최장훈 기자  
2025.09.08 오후 06:31

발이 본 뉴스  
1 허리수 차 기 #  
2 “내 차 열...”  
3 벌집 위 이면 빠  
4 이지에 애 ‘아’  
5 이해찬 전 비주

설정입니다. 화재가 발생한 후 플라-베르크에 있는 고무어 공장의 생산이 중단되었지만, 곧 운영이 재개될 것으로 예상됩니다.

설정입니다. 플라-베르크에 있는 고무어 나라이어 생산 현장에서 발생한 화재에 따른 새로운 바쁜 일정입니다.

연예 > 도입구조 특별기획부/이민

(자료: 뉴스1(좌), RTL TODAY(우))

- 대부분의 공장 화재는 공장 내 혼합 구역에서 발화 발생지로 지목

#### 4. 시장 현황

**Fire Protection System Market**  
Size, by Region, 2018 - 2030

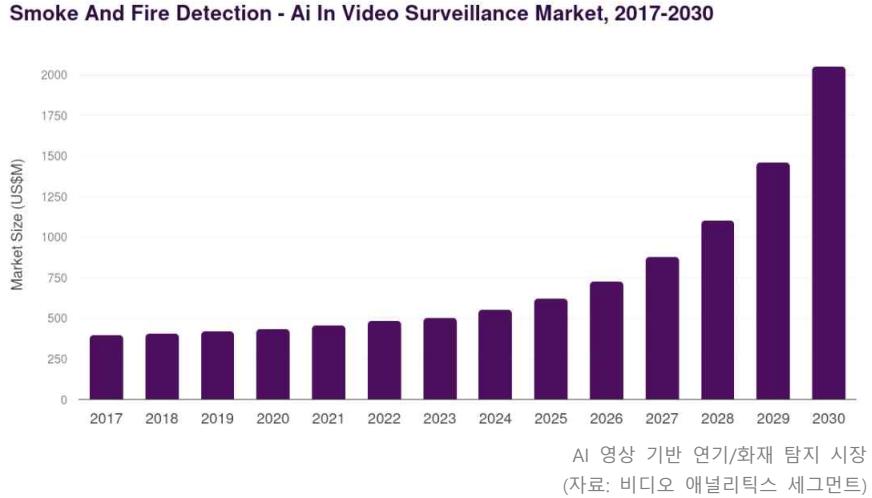
Year	MEA	Latin America	Asia Pacific	Europe	North America	Total
2018	~10	~5	~10	~10	~20	\$77.9B
2019	~12	~6	~12	~12	~22	\$79.5B
2020	~14	~7	~14	~14	~24	\$81.1B
2021	~16	~8	~16	~16	~26	\$82.7B
2022	~18	~9	~18	~18	~28	\$84.3B
2023	~20	~10	~20	~20	~30	\$85.9B
2024	~22	~11	~22	~22	~32	\$88.9B
2025	~24	~12	~24	~24	~34	\$94.9B
2026	~26	~13	~26	~26	~36	\$100.9B
2027	~28	~14	~28	~28	~38	\$106.9B
2028	~30	~15	~30	~30	~40	\$112.9B
2029	~32	~16	~32	~32	~42	\$118.9B
2030	~34	~17	~34	~34	~44	\$130.4B

전 세계 화재 보호 시스템(총괄)  
(자료: Grand View Research, *Fire Protection System Market Report*)

- 2022년 \$77.9B → 2030년 \$130.4B, CAGR 6.6%
- 전반적 '감지·경보·소화·관리'가 모두 포함

12) 「Toxicity Assessment of Products of Combustion of Flexible Polyurethane Foam」, 2005.

13) 「열화상 카메라를 이용한 화재탐지시스템」, 2016.

 <p><b>Smoke And Fire Detection - Ai In Video Surveillance Market, 2017-2030</b></p> <p>Market Size (US\$M)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th><th>Market Size (US\$M)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>2017</td><td>~400</td></tr> <tr><td>2018</td><td>~400</td></tr> <tr><td>2019</td><td>~400</td></tr> <tr><td>2020</td><td>~400</td></tr> <tr><td>2021</td><td>~400</td></tr> <tr><td>2022</td><td>~450</td></tr> <tr><td>2023</td><td>~500</td></tr> <tr><td>2024</td><td>~550</td></tr> <tr><td>2025</td><td>~600</td></tr> <tr><td>2026</td><td>~700</td></tr> <tr><td>2027</td><td>~850</td></tr> <tr><td>2028</td><td>~1100</td></tr> <tr><td>2029</td><td>~1400</td></tr> <tr><td>2030</td><td>~2000</td></tr> </tbody> </table> <p>AI 영상 기반 연기/화재 탐지 시장 (자료: 비디오 애널리틱스 세그먼트)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2024년 \$548.2M → 2030년 \$2.05B, CAGR ~27%</li> <li>- "CCTV + AI로 연기/불꽃을 조기 인지" 분야의 고성장 코어</li> </ul>		Year	Market Size (US\$M)	2017	~400	2018	~400	2019	~400	2020	~400	2021	~400	2022	~450	2023	~500	2024	~550	2025	~600	2026	~700	2027	~850	2028	~1100	2029	~1400	2030	~2000
Year	Market Size (US\$M)																														
2017	~400																														
2018	~400																														
2019	~400																														
2020	~400																														
2021	~400																														
2022	~450																														
2023	~500																														
2024	~550																														
2025	~600																														
2026	~700																														
2027	~850																														
2028	~1100																														
2029	~1400																														
2030	~2000																														
<h2>5. 위험 및 문제점</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화재보험협회(2024.02)<sup>4)</sup>에 따르면, 특수건물 화재발생률 및 재산피해액 중 공장 재산 피해율이 83.0%에 해당</li> <li>- 또한, 발화 장소 및 관련기기 화재발생비율에 따르면 '산업장비', '설비, 저장' 등의 공간에서 각각 340건, 507건으로 집계</li> <li>- KCI 등재된 한국화재소방학회 연구 논문<sup>5)</sup>에 따르면, 공장 설비 밀집된 구역 또는 분진, 가연성 물질이 혼합된, "혼합구역"의 위험도 사고 통계 상위로 분류</li> <li>- 기존 단일 감지기의 한계 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단일 센서 의존: 연기·열만 탐지 → 가스·분진·냄새 등은 인지 불가</li> <li>- 경보 지연(10~20분 지연)<sup>6)</sup></li> <li>- 사각지대 존재<sup>7)</sup></li> <li>- 사후 대응 한계</li> </ul> </li> <li>- 산업 구조적 위험성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고무·화학물질·분진·고온·고압 설비 동시 존재 대량 화재 피해 우려</li> <li>- 대형 공장 화재로 인한 공장 가동 중단 손실 발생</li> <li>- 글로벌 타이어 공급망 지연 → 산업 전반 연쇄 피해</li> </ul> </li> </ul>	<h3>■ 기존 서비스 및 유사 제품 분석 및 비교</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>선광시스템</th><th>우리방재산업</th><th>PRISM<sup>8)</sup></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>공통점1</td><td>화재 조기 감지 및 피해 최소화</td><td>화재 감지를 통해 인명·재산 피해</td><td>화재 조기 감지 및 예방을 통한 안전</td></tr> </tbody> </table>	구분	선광시스템	우리방재산업	PRISM <sup>8)</sup>	공통점1	화재 조기 감지 및 피해 최소화	화재 감지를 통해 인명·재산 피해	화재 조기 감지 및 예방을 통한 안전																						
구분	선광시스템	우리방재산업	PRISM <sup>8)</sup>																												
공통점1	화재 조기 감지 및 피해 최소화	화재 감지를 통해 인명·재산 피해	화재 조기 감지 및 예방을 통한 안전																												

제안 내용	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th><th>목표</th><th>최소화 목표</th><th>확보</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>공통점2</td><td>감지기·수계통 제어 기반 모니터링</td><td>센서·경보기기반 실시간 감시</td><td>온도·가스·연기·열화 상·분진 센서 활용 실시간 감지</td></tr> <tr> <td>차이점1</td><td>사후 대응 중심 (발생 후 신속 대응 시스템)</td><td>사후 대응 중심 (화재 발생 후 감지·경보)</td><td><b>AI기반 사전 예방 조기 탐지 중심</b></td></tr> <tr> <td>차이점2</td><td>소방설비 시공 및 전통적 감지망 구축</td><td>건물·공장 단위 설비 설치·유지보수</td><td><b>다양한 센서 활용으로 타사 대비 오탐률 최소화</b></td></tr> </tbody> </table>					목표	최소화 목표	확보	공통점2	감지기·수계통 제어 기반 모니터링	센서·경보기기반 실시간 감시	온도·가스·연기·열화 상·분진 센서 활용 실시간 감지	차이점1	사후 대응 중심 (발생 후 신속 대응 시스템)	사후 대응 중심 (화재 발생 후 감지·경보)	<b>AI기반 사전 예방 조기 탐지 중심</b>	차이점2	소방설비 시공 및 전통적 감지망 구축	건물·공장 단위 설비 설치·유지보수	<b>다양한 센서 활용으로 타사 대비 오탐률 최소화</b>
	목표	최소화 목표	확보																	
공통점2	감지기·수계통 제어 기반 모니터링	센서·경보기기반 실시간 감시	온도·가스·연기·열화 상·분진 센서 활용 실시간 감지																	
차이점1	사후 대응 중심 (발생 후 신속 대응 시스템)	사후 대응 중심 (화재 발생 후 감지·경보)	<b>AI기반 사전 예방 조기 탐지 중심</b>																	
차이점2	소방설비 시공 및 전통적 감지망 구축	건물·공장 단위 설비 설치·유지보수	<b>다양한 센서 활용으로 타사 대비 오탐률 최소화</b>																	
<p><b>■ 개발 목표</b></p> <p style="text-align: center;">기획 범위 (<b>조기 탐지</b> → <b>위치 확인</b> → <b>실시간 관제</b> → 자동 대응)</p>																				
<p><b>1. 조기탐지</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CCTV + AI 영상분석을 메인 → 연기·불꽃·열 패턴 조기 인지</li> <li>- 멀티센서 보조: 분진·가스 센서로 다각적 감지</li> <li>- 소형 순찰 드론(서브): CCTV 사각지대·대형 창고 상공 정기 순찰, 위험 구역 점검 보완</li> </ul>																				
<p><b>2. 위치확인</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 맵핑: 실내는 층·구역 단위 2D 지도 시각화</li> <li>- 이상 징후 발생 시: 대시보드에 <b>CCTV 화면</b> + 좌표 연동 표시</li> </ul>																				
<p><b>3. 실시간 관제</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 웹/앱 기반 통합 관제 플랫폼 (PC·모바일 지원)</li> <li>- 대시보드: 센서 지표(온도, 가스 농도 등) + CCTV 영상 통합 표시</li> <li>- 사용자 맞춤 알림: 관리자 UI 제공</li> </ul>																				
<p><b>4. 자동 대응(확장 전략)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CCTV·센서 이상 탐지 → 즉시 경보 전송 (관리자·소방당국)</li> <li>- IoT 연동 초기 대응: 스프링클러, 배기장치, 전력 차단 자동 작동</li> <li>- 소방 드론(서브): 화재 지점 상공 출동, 소화탄·약제 투하로 초기 대응 지원</li> <li>- 사후 데이터 로그: CCTV 영상·드론 영상·센서 데이터 저장 → 원인 분석 및 예방 모델 학습</li> </ul>																				
<p><b>개발 목표:</b> 실시간 관제를 중심으로 WEB 대시보드 제작 및 제품 연결 시뮬레이션</p>																				

## ■ 개발 내용

### - 회원가입 및 로그인

- 회원가입 / 로그인 / 권한관리 (일반 사용자, 관리자, 계정 구분)

### - 대시보드

- CCTV 실시간 모니터링 (메인)

- 발열 속도, 분진 농도, 가스 농도 등 **추세 기반 이상 패턴 시각화**

- 위험 발생 시 위치 좌표 + 공장 2D 설계도 연동

- 발열속도, 분진농도 추세 기반 데이터 이상 패턴

- AI 기반 이상 탐지 모델 → 정상 vs 이상 패턴 자동 판별

- 조기 경보 → 관리자 · 소방 당국에 실시간 알림 전송

### - 어드민 및 회원 웹 페이지

- 사용자용: 위험 알림, 현장 모니터링, 안전 매뉴얼 제공

- 관리자용: 기계별 센서 상태, 설비 점검 이력, 대응 로그 관리

### - 공장 2D 설계서

- 센서 CCTV 위치 실시간 맵핑

### - 기계 관리 (CCTV, 드론)

- CCTV 장비 상태, 점검 · 교체 이력 관리

- 드론 배터리/비행 로그/점검 기록 관리

## ■ AI기반 이상 패턴 탐지

### 1. 발열 속도 (온도 센서<sup>9)</sup>)

- 정상 상황: 1~2 °C/분 미만 상승

- 이상 상황(화재 직전): 6~8 °C/분 이상 상승 (NFPA·KFI 기준 참고)

- 수집: 온도 시계열 → 이동평균 → 미분값으로 발열 속도 계산

### 2. 분진 농도 (PM 센서<sup>10)</sup>)

- 정상: 작업 환경에 따라 50~200 µg/m³ (예: 용접·분진 발생 공정)

- 이상: 급격히 500 µg/m³ 이상 치솟고 연속 30초 이상 유지될 때  
"비정상"

### 3. 연기/광전식 감지기<sup>11)</sup>

- 신호 세기(투과율) 급감 → 일정 임계값(예: 투과율 80% 이하)에서  
이상 판정

### 4. 가스 센서<sup>12)</sup>

- CO<sub>2</sub>: 정상 400ppm, 연소 시 수천 ppm으로 급증

- HCN/HCl: 평상시 거의 0, 특정 자재(우레탄·PVC) 연소 시  
단번에 검출 → "발화 지표"

	<p>5. 열화상 카메라<sup>13)</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 온도 분포의 “급격한 Hotspot 생성” 패턴 → 임계치 = 평균 대비 20~30°C 이상 차이나면 경보</li> </ul> <p>목표: 정상 데이터를 충분히 많이 수집한 뒤, “정상 분포에서 벗어난 급격한 변화”를 이상 패턴으로 학습</p>												
수행 방법	<p>■ 데이터 확보방안</p> <p>1. 수집 데이터</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [화재 발생 데이터] <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화재 中 발열 속도 감지</li> <li>- 화재 이후 분진 농도</li> </ul> </li> <li>- [실시간 데이터] <ul style="list-style-type: none"> <li>- 열화상 온도 측정</li> <li>- 광전식 감지기</li> <li>- 가스 센서 측정 정량 지표로 기록 <ul style="list-style-type: none"> <li>- CO(그을음/무염 연소), CO<sub>2</sub>(연소 진행), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(고무/황 성분), HCN(우레탄:섬유), HCl(PVC), VOCs(톨루엔:스타이렌 등), O<sub>2</sub> 감소 등</li> </ul> </li> <li>- 화재 위치 감지</li> </ul> </li> </ul> <p>2. 데이터 수집 방법</p> <table border="1" data-bbox="466 1175 1334 1511"> <thead> <tr> <th>데이터 항목</th><th>센서/제품</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>분진 농도</td><td>Plantower PMS7003(미세먼지 센서)</td></tr> <tr> <td>화재 감지기</td><td>5채널 불꽃 감지 모듈</td></tr> <tr> <td>가스</td><td>MQ-2 가스 센서(LPG, CO 연기 감지)</td></tr> <tr> <td>온도 센서</td><td>DS18B20(접촉식) / MLX90614 (비접촉 적외선 온도 센서, I<sup>2</sup>C)</td></tr> <tr> <td>카메라</td><td>AMG8833 IR 8x8 열화상 카메라 / 라즈베리파이 카메라 모듈 5MP</td></tr> </tbody> </table> <p>3. 공공 데이터 활용 및 참고</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소방청</li> <li>- 공공데이터포털</li> <li>- 국가기술표준원(KATS)-안전보건공단(KOSHA)</li> </ul> <p>4. 메타 데이터</p> <p>1) 기본 정보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 ID: 고유 번호</li> <li>- 수집 일시: YYYY-MM-DD hh:mm:ss</li> </ul>	데이터 항목	센서/제품	분진 농도	Plantower PMS7003(미세먼지 센서)	화재 감지기	5채널 불꽃 감지 모듈	가스	MQ-2 가스 센서(LPG, CO 연기 감지)	온도 센서	DS18B20(접촉식) / MLX90614 (비접촉 적외선 온도 센서, I <sup>2</sup> C)	카메라	AMG8833 IR 8x8 열화상 카메라 / 라즈베리파이 카메라 모듈 5MP
데이터 항목	센서/제품												
분진 농도	Plantower PMS7003(미세먼지 센서)												
화재 감지기	5채널 불꽃 감지 모듈												
가스	MQ-2 가스 센서(LPG, CO 연기 감지)												
온도 센서	DS18B20(접촉식) / MLX90614 (비접촉 적외선 온도 센서, I <sup>2</sup> C)												
카메라	AMG8833 IR 8x8 열화상 카메라 / 라즈베리파이 카메라 모듈 5MP												

- 수집 장소: 타이어공장/혼합구역, GPS 좌표
- 2) 센서/장비 정보(센서명 및 모델)
- MQ-2 가연성 가스 센서 모듈,
  - 아두이노 5채널 불꽃감지 화염감지 센서 모듈
  - PMS7003M 미세먼지 센서 모듈
  - GY-BME280 디지털 센서 기압 센서 모듈 BME280 5V I2C SPI
  - 아두이노 GY906 MLX90614 비접촉식 적외선 온도 센서 모듈
  - 아두이노 DS18B20 온도 센서 모듈
  - 아두이노 ADS1115 16Bit 4채널 ADC 모듈
  - 설치 위치: CCTV
    - 측정 단위/정밀도: (°C, ppm, Lux 등)
    - 통신 방식: (LoRa, RS485, Wi-Fi 등)
- 3) 데이터 특성
- 데이터 종류 (온도, 가스, 열화상, 연기 등)
  - 샘플링 주기 (초/분 단위)
  - 원본 형식 (CSV, JSON, Image, Video 등)
  - 전처리 여부 (Raw / Normalized / Feature Extracted)
- 4) 환경 정보
- 내부 조건 (기온, 습도, 환기 상태, 작업 상태)
  - 작업 여부 (주간/야간, 무인/가동 중)
- 5) 라벨링 정보
- 상태: 정상 / 발열 / 화재 / 오경보
  - 이벤트 단계: 관심(보통) 1단계 / 주의 2단계 / 경계 3단계 / 심각 4단계
  - 근거: CCTV 확인, 소방 리포트, 실험 시나리오

### ■ 추진 전략(일정, 수행 방법 등)

	추진 내용	추진 일정	상세 추진 내용
계획 수립	25/09/01 ~ 25/09/07	프로젝트 기획 및 보고	
요구 분석	25/09/08 ~ 25/09/14	요구사항 분석 및 요구사항 명세서 작성	
설계	25/09/15 ~ 25/09/21	DB 및 화면 설계	
구현	25/09/22 ~ 25/10/23	기능 구현, 단위 테스트	
테스트	25/10/24 ~ 25/10/28	코드 통합 및 테스트	
통합	25/10/27 ~ 25/10/30	완성 및 시연	

**■ 기대효과**

1. 조기 탐지 및 신속 대응
  - 기존 단일 감지기(평균 20분)보다 5분내 단축으로 80% 빠른 조기 경보 속도 개선
  - 화재 피해 최소화 (조기 경보 단축시 소방청·화재보험통계 기준으로 직접 피해액의 70% 절감 가능)
2. 인명 및 작업자 안전 확보
  - 실시간 경보·위치기반 알림으로 작업자 대피 시간 확보
  - 소방관·안전요원이 화재 발생 지점을 명확히 파악 후 진입 → 2차 인명피해 최소화
3. 생산 연속성 보장
  - 대규모 설비 중단 방지 → 납기 지연, 글로벌 공급망 차질 최소화
4. 지역사회·환경 보호
  - 기업 이미지 및 사회적 신뢰도 제고

**기대효과 및 활용방안**

**■ 활용방안**

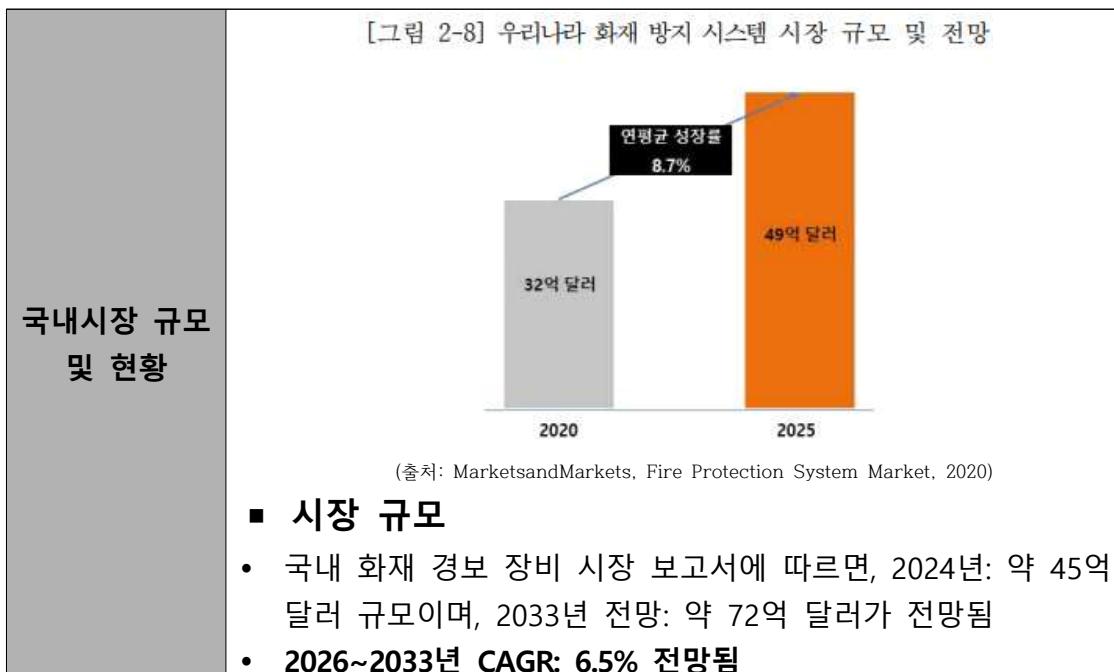
1. 타이어 제조 공장 내 적용
  - 원자재 창고: 고무·화학물질 보관소의 발열/가스 감지
  - 생산 설비 라인: 고온·고압 장치 주변 열화상 모니터링
  - 완제품 보관소: 연기·분진 농도 감지
2. 스마트 대시보드 기반 운영
  - 관리자·안전요원이 PC/모바일에서 실시간 상태 확인
  - 이상 징후 발생 시 자동 알람 + 소방방재팀 즉시 공유
  - 축적된 데이터 기반으로 월별/분기별 화재 위험 리포트 제공 → 예방 전략 수립
3. 차별화 요소로 드론 보완 활용
  - 고정 센서망이 놓치는 사각지대를 점검하는 정기 순찰/비상 대응 도구
  - 공장 내부 특수구역(천장, 배관 뒤편 등) 점검 보조
4. 확장 활용
  - 타이어 공장 외에도 석유화학·제철·물류창고 등 고위험

	<p>산업군에 확장 가능</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 향후 보험사·지자체 연계: 시스템 도입 기업에 보험료 할인, 정부 지원사업 참여</li> </ul>
--	--

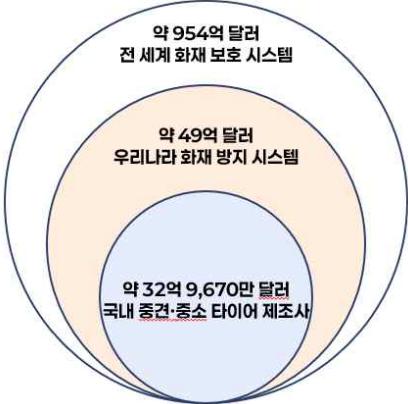
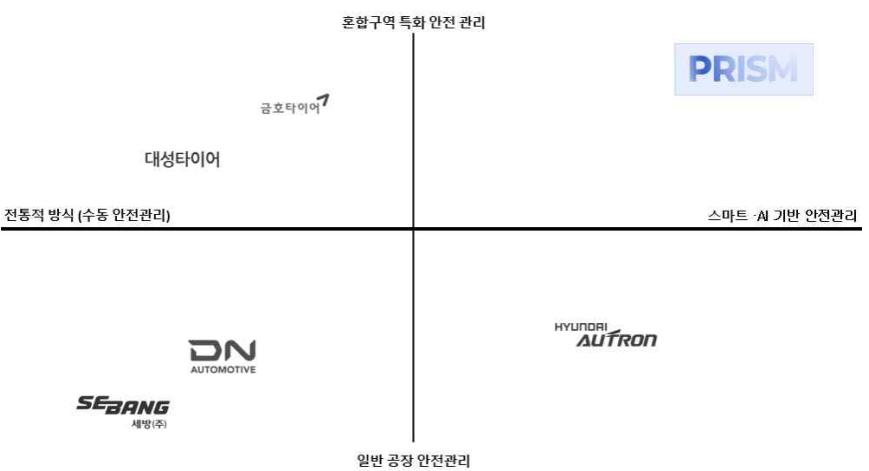
## (1) 제안 배경 - 외부 환경 분석 (PEST / STEEP)

<b>기술적 배경</b>	<p><b>■ 기술적 배경</b></p> <p>T (Technological, 기술)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 영상 분석 + 멀티센서(온도·가스·분진·열화상) 기반 조기 탐지</li> <li>- <u>드론·IoT·웹/앱 통합 관제</u> 등 AI기반 안전관리 확산</li> </ul>
<b>사회·경제적 배경</b>	<p><b>■ 사회적 배경</b></p> <p>S (Social, 사회)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형 화재 사고 이후 안전 의식과 사회적 책임 요구 확대</li> <li>- 고령화로 숙련 노동자 감소 중</li> <li>- ESG·CSR 경영 확산 → 안전은 기업 이미지와 직결</li> </ul> <p><b>■ 경제적 배경</b></p> <p>E (Economic, 경제)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 화재 방지 시스템 시장 규모 및 전망 <b>연평균 8.7% 성장률(CAGR)</b></li> <li>- 화재 1건 발생 시 수백억~수천억 원 손실 + 공급망 차질 → <b>복구 비용 대비 예방 비용 효율성↑</b></li> </ul> <p><b>■ 환경적 배경</b></p> <p>E (Environmental, 환경)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화재 발생 및 화재 진압 지연 시 대기오염·탄소배출폐기물 문제 심각</li> <li>- 시스템 도입 효과 (환경적 측면) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화재 예방 → 오염물질 배출 자체를 줄임 → 친환경 공정 관리 기여</li> </ul> </li> </ul> <p><b>■ 정책적 배경</b></p> <p>P (Political, 정치)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정부·지자체의 스마트팩토리·AI 안전관리 지원 정책 확대</li> <li>- 소방청/KFI 인증 및 안전 규제 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국소방산업기술원(KFI) 인증</li> </ul> </li> <li>- 정책·예산·인증 체계가 정렬되어 도입 리스크는 낮아지고, 도입 유인은 커지고 있음</li> </ul>

## (2) 시장 분석



## (3) STP 전략

<b>시장 세분화 Segmentation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ B2B 산업군 기준           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 타이어 및 고무 제조 공장</li> <li>• 화학물질 혼합 공장</li> <li>• 자동차 부품 제조업</li> </ul> </li> <li>■ 기업 규모 기준           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대형 글로벌 타이어 제조사</li> <li>• 국내 중견·중소 타이어 공장</li> </ul> </li> <li>■ 위험도 기준           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 원재료 혼합 구역 (가장 위험)</li> <li>• 보관 구역 (가연성 물질 집적)</li> <li>• 생산 설비 구역 (기계 발열 및 스파크 위험)</li> </ul> </li> </ul>														
<b>표적 시장 Targeting</b>	 <p>1차 타겟: 전 세계 화재 보호 시스템      - (2022년 778.8억 → 2030년 1,303.7억 달러, CAGR 6.6%)<sup>14)</sup></p> <p>2차 타겟: 우리나라 화재 방지 시스템      - (2020년 32억 → 2025년 49억 달러, CAGR 8.7%)</p> <p>3차 확장타겟      - 국내 중견·중소 타이어 제조사      - (2024년 시장규모→2033년 시장전망 50억 2726만 달러, CAGR 4.8%)</p>														
<b>포지셔닝 Positioning</b>	<p>프리즘(PRISM)의 솔루션 포지셔닝</p>  <table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">흔합구역 특화 안전 관리</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">금호타이어<sup>17</sup></td> <td style="text-align: center;">PRISM</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">대성타이어</td> <td style="text-align: center;">스마트 -AI 기반 안전관리</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">전통적 방식 (수동 안전관리)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">DN AUTOMOTIVE</td> <td style="text-align: center;">HYUNDAI AUTRON</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">일반 공장 안전관리</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SEBANG 세방(주)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	흔합구역 특화 안전 관리		금호타이어 <sup>17</sup>	PRISM	대성타이어	스마트 -AI 기반 안전관리	전통적 방식 (수동 안전관리)		DN AUTOMOTIVE	HYUNDAI AUTRON	일반 공장 안전관리		SEBANG 세방(주)	
흔합구역 특화 안전 관리															
금호타이어 <sup>17</sup>	PRISM														
대성타이어	스마트 -AI 기반 안전관리														
전통적 방식 (수동 안전관리)															
DN AUTOMOTIVE	HYUNDAI AUTRON														
일반 공장 안전관리															
SEBANG 세방(주)															

#### (4) 필요성

필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 타이어 공장은 고무·화학물질·분진 등 화재 고위험 환경으로 대량 피해 우려</li> <li>- 기존 단일 감지기(연기·열)는 탐지 지연·사각지대·오탐률 문제 존재</li> <li>- <b>최근 대형 화재 원인:</b> 노후 설비(6~25% 미이행)<sup>15)</sup>, 감시체계 미비(12~25% 부족)<sup>16)</sup></li> <li>- 대형 공장 화재시 공장 가동 중단은 공급망 지연으로 이어져 산업 전반 연쇄 피해 작용</li> </ul>
차별성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 경쟁사(선광시스템, 우리방재산업)는 사후 대응 중심,</li> <li>- 본 프로젝트는 AI 기반 조기 예방</li> <li>- 멀티센서 + AI 영상분석 → <b>오탐률 감소</b></li> <li>- 드론 순찰 → 사각지대 최소화</li> <li>- 웹/앱 통합 플랫폼으로 관리자·회원 등 이해관계자 맞춤 UI/UX 제공</li> </ul>
기대효과	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 조기 탐지 &amp; 산속 대응: 기존 대비 탐지 속도 80% 개선 (20분 → 5분 이내)</li> <li>2. 인명 보호: 대피 시간 확보, 2차 피해 감소</li> <li>3. 생산 연속성: 설비 중단·납기 지연 방지, 글로벌 공급망 안정성 확보</li> <li>4. 경제적 효과: 사고 복구 비용 대비 예방 투자로 비용 절감, 보험료 절감 가능</li> <li>5. 사회·환경적 효과: 대기오염·사회 불안 감소, 기업 신뢰도·이미지 강화</li> </ol>
활용방안	<p><b>타이어 제조 공장 내 구역별 적용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원자재 창고: 발열·가스 감지</li> <li>- 생산 라인: 열화상 기반 고온 설비 모니터링</li> <li>- 완제품 보관소: 연기·분진 농도 감지</li> </ul> <p><b>통합 관제 대시보드</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 알람, 소방당국 공유, 월간 위험 리포트 자동 생성</li> </ul> <p><b>드론 활용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 긴급 출동·정기 순찰로 사각지대 보완</li> </ul> <p><b>확장성</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 석유화학, 제철소, 물류창고 등 고위험 산업군 확장</li> <li>- AI 기반 위험 지도화 (Risk Mapping) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축적 데이터를 기반으로 <b>위험 구역 시뮬레이션</b> 제공 → 공장 설계·안전 교육에도 활용</li> </ul> </li> <li>- AI 모델을 <b>다국적 데이터셋(중국, 동남아 타이어·화학 공장)</b>으로 학습·튜닝 → 글로벌 시장 적용성 확보</li> <li>- 공장/산업별 데이터를 <b>클라우드 기반 통합 DB</b>에 축적을 기반으로 정부·보험사·지자체와 <b>데이터 공유 협약 가능성</b></li> </ul>

14) MarketsandMarkets. Fire Protection System Market. 2020.

15) (별첨 참조) 노후 설비 산출: "20년 이상 장비 비율(%)"은 KOSHA 권고 기준을 적용하여 산출.

	→ 보험료 할인, 규제 대응, 정책 연구 활용
--	---------------------------

## (5) 개발 내용

Orange Pi		
개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 영상(CCTV)분석을 메인 → 연기 · 불꽃 · 열 패턴 조기 인지</li> <li>- 멀티센서 보조: 연기 · 열 · 분진 · 가스 · 냄새 센서로 다각적 감지</li> </ul>	
개발 내용	데이터 항목	센서/제품
	분진 농도	Plantower PMS7003(미세먼지 센서)
	화재 감지기	5채널 불꽃 감지 모듈
	가스	MQ-2 가스 센서(LPG, CO 연기 감지)
	온도 센서	DS18B20(접촉식) / MLX90614 (비접촉 적외선 온도 센서, I <sup>2</sup> C)
	카메라	=

실시간 관제 대시보드 웹(UI/UX)		
개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 웹/앱 기반 통합 관제 플랫폼 (PC · 모바일 지원)</li> <li>- 대시보드: 센서 지표(온도, 가스 농도 등) + CCTV 영상 통합 표시</li> <li>- 사용자 맞춤 알림: 관리자 UI 제공</li> </ul>	
개발 내용	<b>회원가입 및 로그인</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 회원가입 / 로그인 / 권한관리 (일반 사용자, 관리자, 계정 구분)</li> </ul> <b>대시보드</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CCTV 실시간 모니터링 (메인)</li> <li>- 발열 속도, 분진 농도, 가스 농도 등 <b>추세 기반 이상 패턴 시각화</b></li> <li>- 위험 발생 시 위치 좌표 + 공장 2D 설계도 연동</li> </ul> <b>발열속도, 분진농도 추세 기반 데이터 이상 패턴</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 기반 이상 탐지 모델 → 정상 vs 이상 패턴 자동 판별</li> <li>- 조기 경보 → 관리자 · 소방 당국에 실시간 알림 전송</li> </ul> <b>어드민 및 회원 웹 페이지</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용자용: 위험 알림, 현장 모니터링, 안전 매뉴얼 제공</li> <li>- 관리자용: 기계별 센서 상태, 설비 점검 이력, 대응 로그 관리</li> </ul> <b>공장 2D 설계서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서 CCTV 위치 실시간 매픽</li> </ul>	
MVP	<b>1. 실시간 이벤트 피드 (Event Feed)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서 알림(연기·가스·온도·분진) 실시간 표시</li> </ul>	

16) (별첨 참조) 감시 체계 미비 산출: "고위험 구역 화재 건수 대비 실시간 감시 장치 보급률"을 비교하여 산출.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 심각도(주의-경계-심각) 색상 구분</li> </ul> <p><b>2. 구역별 지도/Heatmap 뷰 (Map View)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공장 도면 기반 구역 상태 표시 (정상/주의/경계/심각)</li> <li>- 선택 시 해당 구역 센서값과 카메라 썸네일 제공</li> </ul> <p><b>3. 센서 데이터 패널 (Sensor Snapshot)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 1~5분 간 센서 값(온도, 연기, 가스) 그래프 + 현재값</li> </ul> <p><b>4. 경보 알림 &amp; 승인 (Alarm &amp; Ack)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 알림 발생 → 관리자가 승인/해제</li> </ul> <p><b>5. 기본 리포트 (로그 기록)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사건 발생 시간·구역·센서·상태를 자동 기록</li> </ul>
--	--

## (6) 개발 일정

추진내용	담당자	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
프로젝트 계획 및 보고	김현식												
기존 제품 정밀 분석	최지훈												
시제품 설계	오평일												
시제품 자재 수집	정하늘												
시제품 제작	오평일												
시제품 현장 적용 테스트	정하늘												

## (7) 수행방법

데이터 확보 방안	<p><b>■ 데이터 출처</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자체 센서 노드(온도·발열속도, 분진농도, 열화상, 연기, 가스 등) 실측 데이터</li> <li>- 소방청·공공데이터포털·KATS-KOSHA 제공 공공 데이터 및 표준 기준</li> <li>- 화재사례 리포트·실험 데이터(소규모 모의 화재 테스트, 논문, 뉴스 등)</li> </ul>
	<p><b>■ 데이터 종류</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 발열속도 데이터, 분진 농도, 열화상 온도 분포, 가스, 연기 감지 로그</li> <li>- CO, CO<sub>2</sub>, HCN, HCl, VOCs, O<sub>2</sub> 감소 등 가스 농도</li> <li>- 정상/오경보/화재 상황 라벨링 데이터</li> </ul>
	<p><b>■ 데이터 확보 방법</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서 실시간 측정 → 게이트웨이 서버 전송 → DB 적재</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공데이터포털 OpenAPI 호출 → CSV/JSON 수집</li> <li>- 모의실험(재료 연소) 데이터 병합</li> </ul> <p><b>■ 데이터 저장 형식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서 데이터: JSON, CSV</li> <li>- 영상/이미지: JPEG, PNG (열화상, CCTV)</li> <li>- 통합 라벨링 데이터: DB(관계형)</li> </ul> <p><b>■ 리핑 횟수 및 총량</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서별: 초 단위 측정 (10,000건/일 수준)</li> <li>- 가스·분진: 5초~10초 평균값 → 1일 약 8,640건</li> <li>- 열화상: 1분 단위 캡처 → 1일 약 1,440장</li> <li>- 연간 확보 예상량: 약 3,000,000건 이상</li> </ul>
기능별 수행 방법	<p><b>■ 일정 기반 진행</b></p> <p>1단계: 데이터 수집 인프라 구축 → 센서별 API 연결 → DB 적재      2단계: 데이터 전처리 및 정규화 → 이상 탐지용 피쳐 추출<sup>17)</sup>      3단계: 임계치 기반 탐지 기능 구현 (규칙·임계치 로직 우선 적용)      4단계: AI 학습 및 예측 기능 적용 (Isolation Forest, LSTM Autoencoder<sup>18)</sup>)</p> <p><b>■ 활용 라이브러리 / 도구</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 수집: Python Requests (공공데이터 OpenAPI), MQTT/LoRa 통신</li> <li>- 전처리/분석: Pandas, Numpy, Scikit-learn</li> <li>- 시각화/대시보드: Grafana, Plotly, Tableau</li> <li>- AI 학습: TensorFlow, PyTorch</li> <li>- 오픈API: 소방청 화재정보 서비스 API 등</li> </ul>

## (8) 참여 인원

이름	역할 및 능력
김현식	<b>■ 프로젝트 총괄 (PM, 기획 담당)</b>
오평일	<b>■ AI·데이터 분석 담당</b>
정하늘	<b>■ IoT·센서 하드웨어 담당</b>
최지훈	<b>■ 플랫폼·시스템 개발 담당</b>

17) (별첨 참조) II. 이상 탐지용 피쳐 추출.

18) 이상 탐지 모델

## ■ 별첨

### I. 노후 설비·실시간 감시체계 미비 산출 방식

#### 1. 노후 설비 (Aging Facility)

##### 1) 산출 기준

- 국내 산업안전보건공단(KOSHA)-산업통상자원부 권고 기준: 20년 이상 사용된 주요 생산설비는 교체·보수 권장

##### 2) 적용 방식

- 조사 공장 설비 중 20년 이상 사용 비율(%) 산출
- 해당 비율이 국내 평균 대비 높은 경우 → 화재 위험 요인으로 지목

##### 3) 예시

- 조사 대상 공장: 전체 설비 120기 중 45기가 20년 이상 사용 → 37.5% 노후율
- 국내 평균(제조업 기준 약 25% 수준)보다 높음 → "노후 설비 방지" 문제 확인

### 2. 실시간 감시 체계 미비 (Lack of Real-time Monitoring)

##### 1) 산출 기준

- 화재 다발 구역임에도 CCTV 단순 관제만 존재,
- 열·연기·가스 감지 센서 + 자동 알림 체계 미설치

##### 2) 적용 방식

- 고위험 구역(화재 발생 빈도가 높은 구역) 비율 vs 관제 시스템 보급률 비교

##### 3) 예시

- 최근 5년간 화재 발생 상위 3개 구역에서 전체 20건 중 8건 발생(40%)
- 해당 구역 관제 체계: CCTV 2대만 운영, IoT/AI 기반 조기 탐지 장치 없음
- 결과: "고위험 구역임에도 대응 전략 부재"로 수치화

### III. 이상 탐지용 피쳐 추출

센서가 수집한 원시(raw) 데이터에서

'화재나 이상 상황을 잘 구분할 수 있는 특징값(Feature)'을 뽑아내는 과정

(예시)

- 단순히 "온도=40°C" 보다는,
  - "발열 속도(온도 상승률)",
  - "평균 대비 편차",
  - "동시에 변하는 가스 조합 패턴"
- 같은 값이 화재 탐지에 훨씬 의미 있음.

### IV. 실제 AI기반으로 해결된 유사 사례

- '화재 중대재해 0건' 넥센타이어

## ■ 참고 문헌

- MarketsandMarkets. Fire Protection System Market. 2020.
- 관계부처 합동. 「물류창고 화재 원인 분석 및 재발 방지 대책」. 2022.
- 소방청. 「2022년 특수건물 화재통계」. 2022.
- 「산업단지 내 공장의 화재위험요인 선별을 위한 관련법령 및 문헌분석」. 2023.
- 「머신러닝 기반 화재감지용 센서 적합성 연구」. 2024.
- 「에지 컴퓨팅 환경에서 비콘을 활용한 특수건물 화재 경보 시스템 개선 방안 연구」. 2022.
- NFPA. Heat Detectors According to NFPA 72. 2019 edition.
- 「건물 내 미세먼지에 영향을 미치는 실내외 환경인자에 대한 이해」. 2020.
- ISO. ISO 7240-7. 2023.
- 「Toxicity Assessment of Products of Combustion of Flexible Polyurethane Foam」. 2005.
- 「열화상 카메라를 이용한 화재탐지시스템」. 2016.
- Grand View Research. Fire Protection System Market Report. 2022.
- 비디오 애널리틱스 세그먼트. AI 영상 기반 연기/화재 탐지 시장 보고서. 2024.
- 한국화재보험협회. 「특수건물 화재통계」. 2024.
- KOSHA(산업안전보건공단). 20년 이상 장비 교체·보수 권고 기준. 별첨 자료.
- 소방청. 화재정보 서비스 API 및 공공데이터포털.
- Newsway. 「넥센타이어 '화재 중대재해 0건' 사례」. 2025.
- IMARC Group. (2025). 『대한민국 타이어 시장 규모, 점유율, 동향 및 예측 설계, 최종 용도, 차량 유형, 유통 채널, 계절, 지역별 분석 2025-2033년』. IMARC Group.