

CONFIDENTIAL

# AI를 이용한 승강기 예지보전 기술 소개

연구개발실

서상윤 부장(Ph.D.)

2025. 11. 11



# Table of Contents

---

1. 서론
2. 승강기 유지보수 개념 및 종류
3. 승강기 고장분석
4. 승강기 예지보전 항목
5. AI(Artificial Intelligence, 인공지능)의 적용
6. 예지보전 장치(edge 시스템)의 구성
7. 예지보전 플랫폼의 구성
8. 승강기 예지보전 플랫폼
9. 결론
10. 향후 계획

# 1. 서론

1

## 승강기 이용자의 안전확보와 운행효율성 향상을 위해 승강기 유지보수 방식 변화 필요

- 고장나면 수리하는 사후보전과 주기적인 부품교체 위주의 예방보전을 탈피하여 상태감시를 통한 예지보전 도입 필요

2

## 승강기 고장예지를 위해서는 진동 및 전류, 고장패턴 등으로 고장 감지 가능

- 진동은 기계적인 고장을 감지하기 위한 가장 좋은 수단임
- 전기 및 제어 고장은 제어반 에러코드로 평가가 가능하나, 프로토콜은 제품별로 정의가 다르기 때문에 패턴별 감시 필요

3

## 인공지능을 이용한 전문지식 학습으로 승강기 안전확보 및 운행효율성 향상

- 전문가의 전문 지식을 인공지능을 이용하여 학습함으로써 고장을 사전 예방하여 갑작스런 고장으로 인한 이용자 안전확보 및 효율적인 운행 가능

## 2. 승강기 유지보수 개념 및 종류

1

### 사후 보전

- 승강기 유지보수는 유지보수 작업자가 원격지에 있어 일상점검 등의 행위가 불가능함
- 고장나면 수리하는 방식의 사후 보전 방식이 가장 많이 적용되고 있음

2

### 예방 보전

- 시간 기반의 주기적인 부품 교체로 열화되지 않은 부품 교체 시 유지보수 비용이 증가 됨
- 누적 운행시간 및 부품별 동작시간 원격감시

3

### 예지보전

- 센서 데이터 등을 이용하여 고장 발생 전 점검 및 조치를 할 수 있는 상태 기반의 보전 방식
- ICT 기술의 급격한 발달에 따라 승강기 고장 특성을 센서 및 제어반 데이터를 이용하여 상태감시하고 인공지능을 이용하여 학습시켜 고장진단 및 수명예측
- 고장발생 시기 예측을 통한 선행 보전 활동 수행으로 보전활동 신뢰도 증가 및 경제성 개선 가능
- 승객의 안전확보와 운행시간 증가 가능

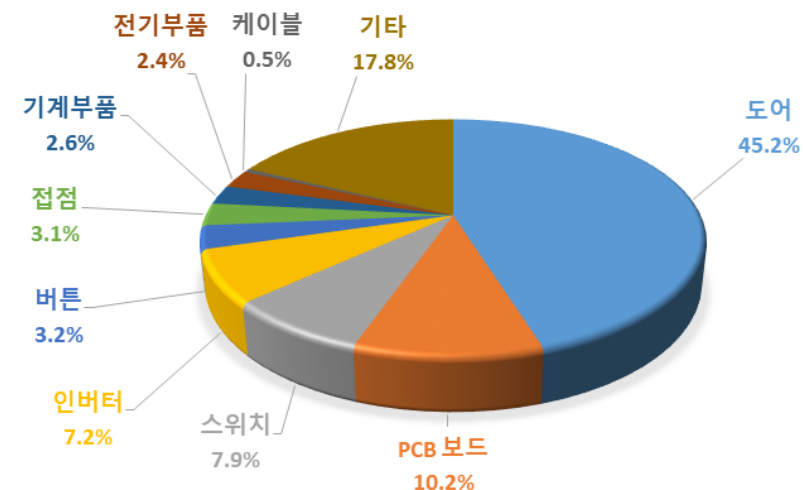
### 3. 승강기 고장분석

[고장분류 체계에 따른 부품별 고장 내역]

		대분류									전체
		기계실	카내	카도어	카상부	승강로	승강도어	승강버튼	피트	비상용기능	
가	빈도	495	348	675	88	69	683	505	50	1	2,914
	%	17	11.9	23.2	3	2.4	23.4	17.3	1.7	0	100
나	빈도	1,286	79	849	91	76	1,117	82	60	3	3,643
	%	35.3	2.2	23.3	2.5	2.1	30.7	2.3	1.6	0.1	100
전체	빈도	1,781	427	1,524	179	145	1,800	587	110	4	6,557
	%	27.2	6.5	23.2	2.7	2.2	27.5	9.0	1.7	0.1	100

- 도어결함 전체 결함의 약 50%

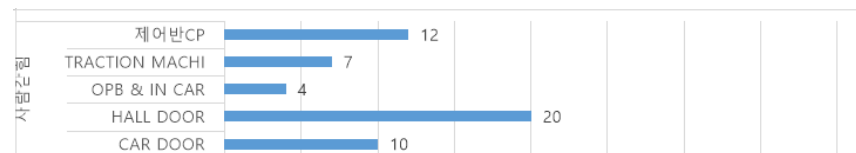
[엘리베이터 부품별 고장 비율]



[감힘 고장 원인 분석]

#### • 감힘 고장 원인

- 제어반(23%), 권상기(13%), 도어(57%), OPB & IN CAR(8%)



## 4. 승강기 예지보전 항목

1

### 기계적인 결함 예측

- 감힘고장 관련
  - 권상기(기어드 타입) : 불평형, 정렬불량, 편심 등
  - 권상기(동기전동기) : 불평형, 정렬불량, 공극불평형, 자속결함 등
  - 도어결함
- 품질관련
  - 가이드롤러, 레일
  - 로프텐션, 공진 문제 등
- 승차감 크기변화를 통한 상태 관리

2

### 전기적인 결함 예측

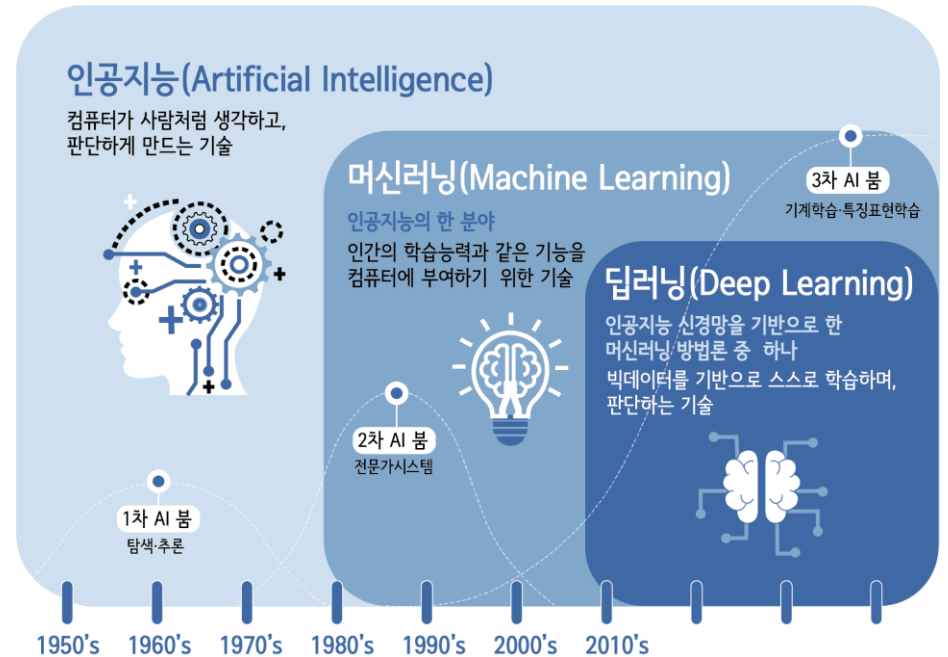
- 현재: 에러코드 기반 에러표시
- 향후:
  - 시간 기반, 운행 기반의 전자부품류 열화 주기 및 고장빈도 점검 후 고장 예측 가능  
(동일기종, 동일부품)
  - 에러코드 누적으로 연관되는 결함 예측 가능
  - 초기단계로 관련 메뉴 작성 후 추진 예정

## 5. AI(Artificial Intelligence, 인공지능)의 적용

### [기술별 분류]

- **규칙기반 AI(Rule-based AI)**
  - 미리 정해진 규칙과 알고리즘에 따라 동작하는 초기 형태의 AI
  - 예) 간단한 채팅봇, 공장 자동화 시스템
- **머신러닝(Machine Learning)**
  - 데이터를 학습하여 패턴을 인식하고 예측하는 AI 기술
  - 예) 스팸 필터, 음성변환 시스템
- **딥러닝(Deep Learning)**
  - 인공 신경망을 사용해 더 깊고 복잡한 데이터 패턴을 학습하는 기술
  - 예) 자율주행차, 이미지 생성 AI
- **자연어 처리(Natural Language Processing, NLP)**
  - 언어 데이터를 분석하고 이해하는 데 특화된 AI기술
  - 예) 번역기, 챗봇, 문서 요약 시스템

### [인공지능 발전단계]



### [규칙기반 AI 적용 이유]

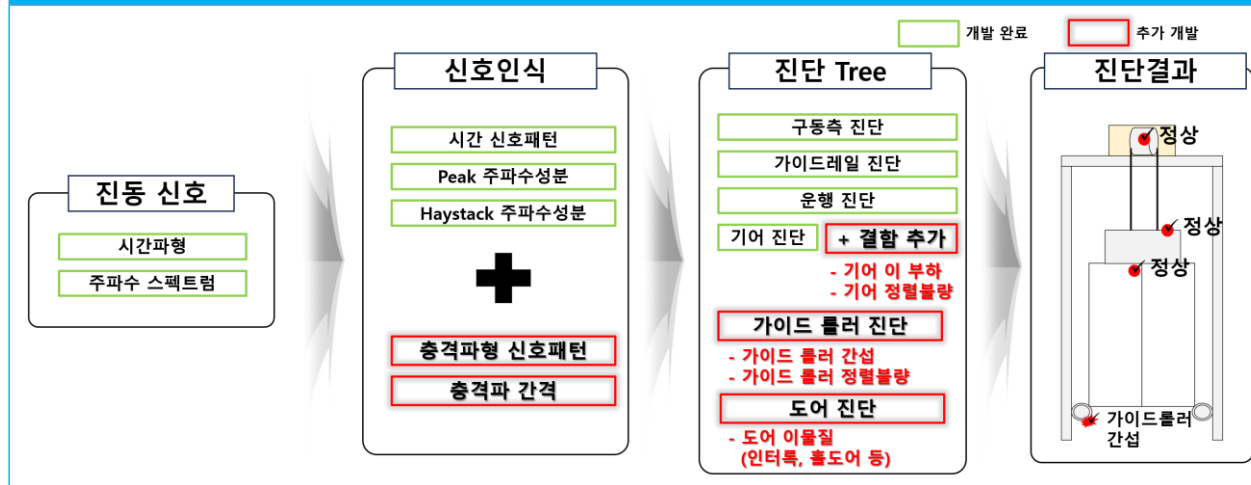
- 승강기 결함은 구성 부품과 부품별 결함 패턴이 정해져있어 전문가의 지식에 따라 결함 분석 가능
- 결함데이터가 많지 않기 때문에 전문가가 진단 방식에 따라 진단을 할 수 있도록 구성하였음

# 5-1. 승차감 결함 진단 방법

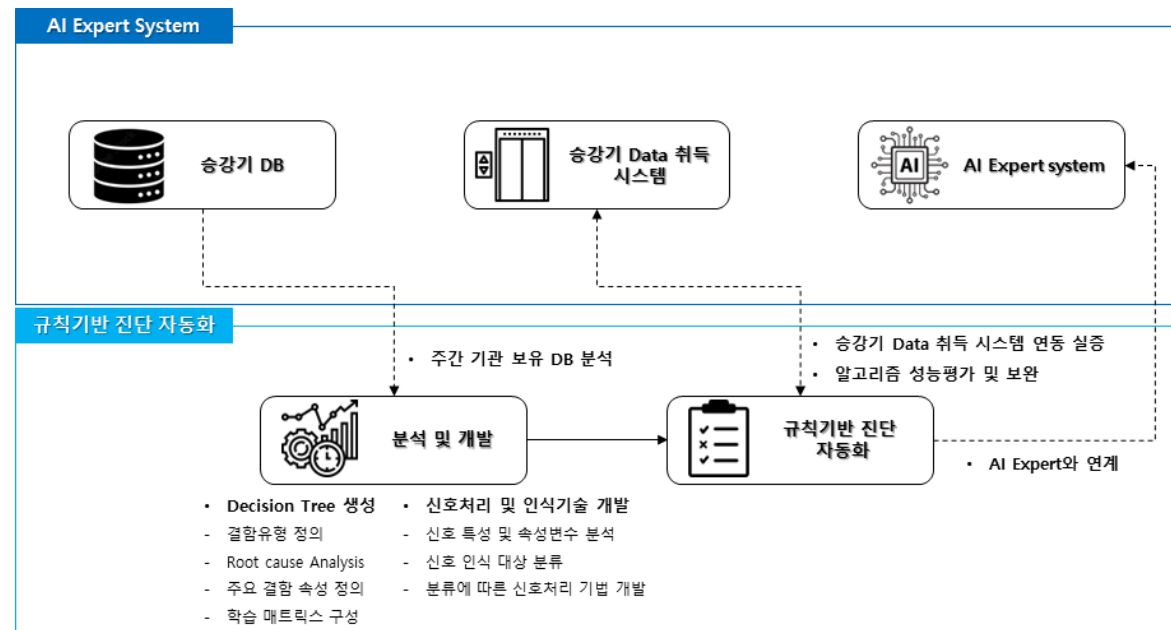
진단 절차 설명 추가

[규칙기반 진단 자동화 알고리즘]

규칙기반 진단 자동화 알고리즘

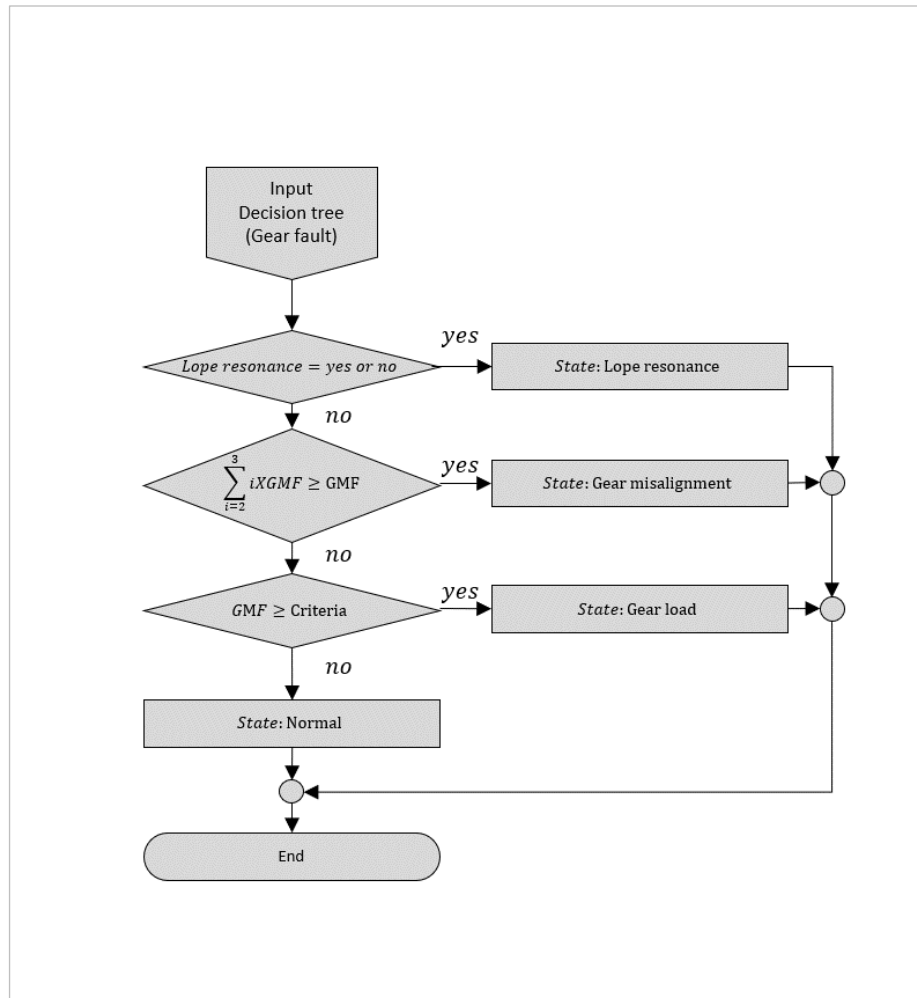


[규칙기반 진단 자동화 방안]

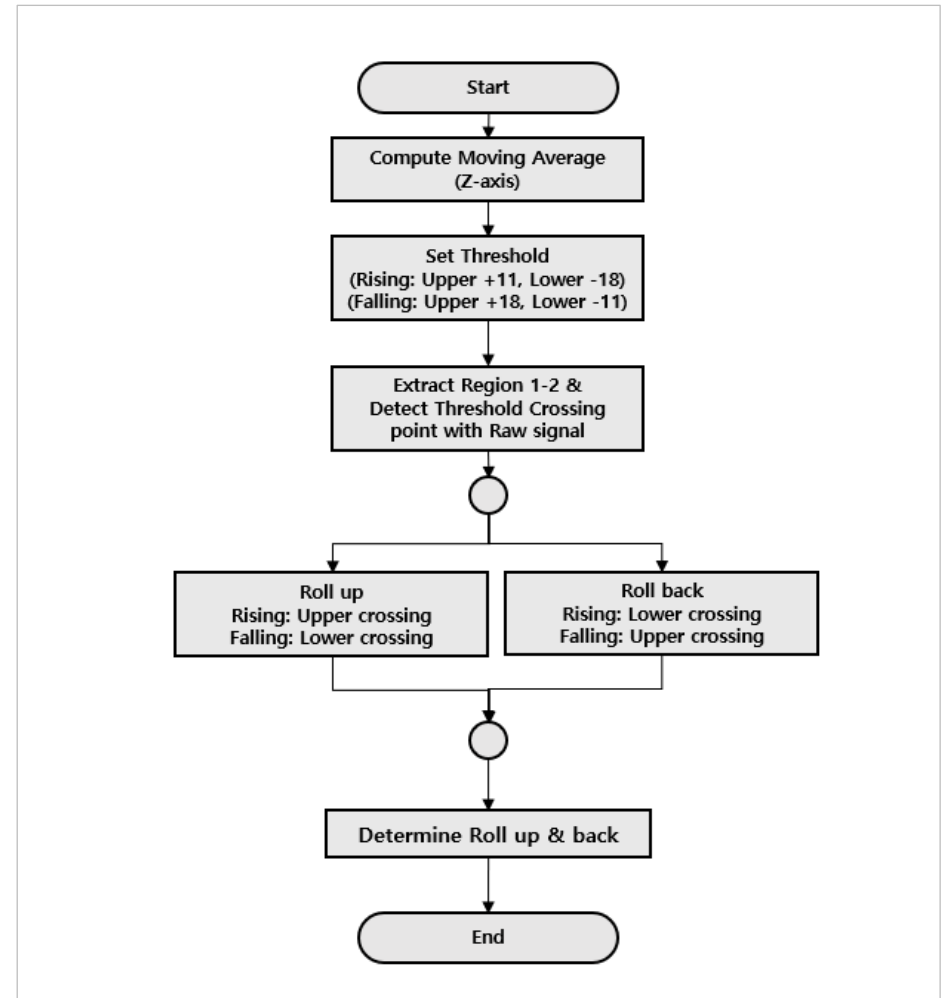


## 5-2. 규칙기반 결함진단 알고리즘의 예

[기어 결함 진단 알고리즘]

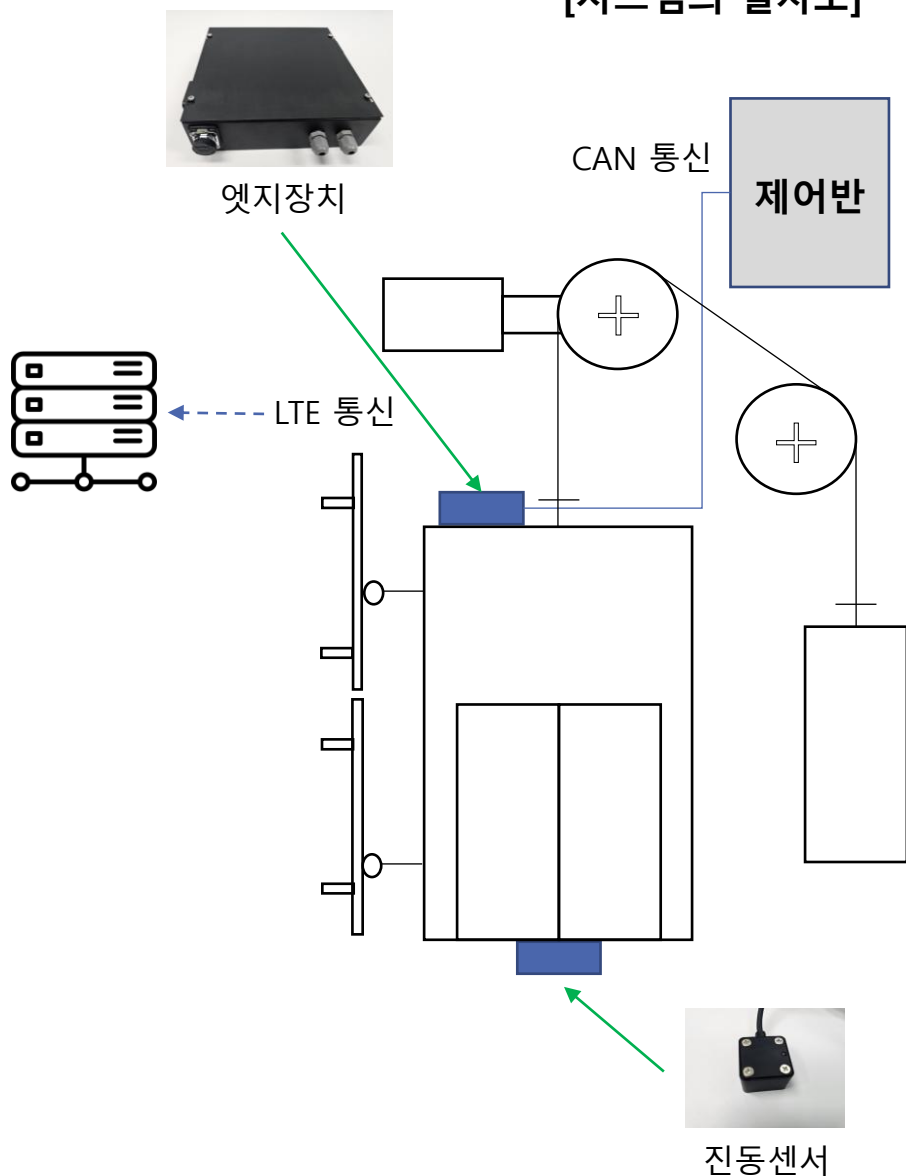


[롤백인식 알고리즘]



## 6. 예지보전 장치(edge 시스템)의 구성

[시스템의 설치도]



[시스템 사양]

항목	사양	비고
Main Processor (SOM: System On Module)	-Arm Cortex quad core 1.5GHz -Linux -RAM: 1GB이상 -Storage: 8GB이상	
측정항목	-승강기 승차감 진동 -승강기 도어개폐모터의 전류	
센서	승차감	-X/Y/Z 3축 MEMS 진동 -6G이상 -설치위치 및 수량 : 카하부 1EA -Sample Rate : 최대 1024 / sec
	도어전류	-Max. 20A 측정범위 -센서 모델 : (설치 현장 상황에 따라 선택) -신호출력 : 전압DC0-5V 또는 4-20mA -Sample Rate : 최대 1024 / sec -설치위치 및 수량 : 카상부 1EA
통신방식	-서버연결: LAN -제어반연결: RS422/RS485/CAN/LAN (선택)	
설치위치	-승강기 카 상부	
전원	-POE 또는 DC Adaptor (전원의 형태는 설치현장조건에 따라 다름) -소비전력 : 최대 15W	
케이스	-철제(금속제)제작이며 설치현장 조건에 따라 최적의 크기로 변경될 수 있음.	
크기 및 무게	200 x 200 x 50 - 1.3kg (금속케이스, 모뎀내장형) 설치현장 조건에 따라 변경될 수 있음.	

## 7. 예지보전 플랫폼의 구성

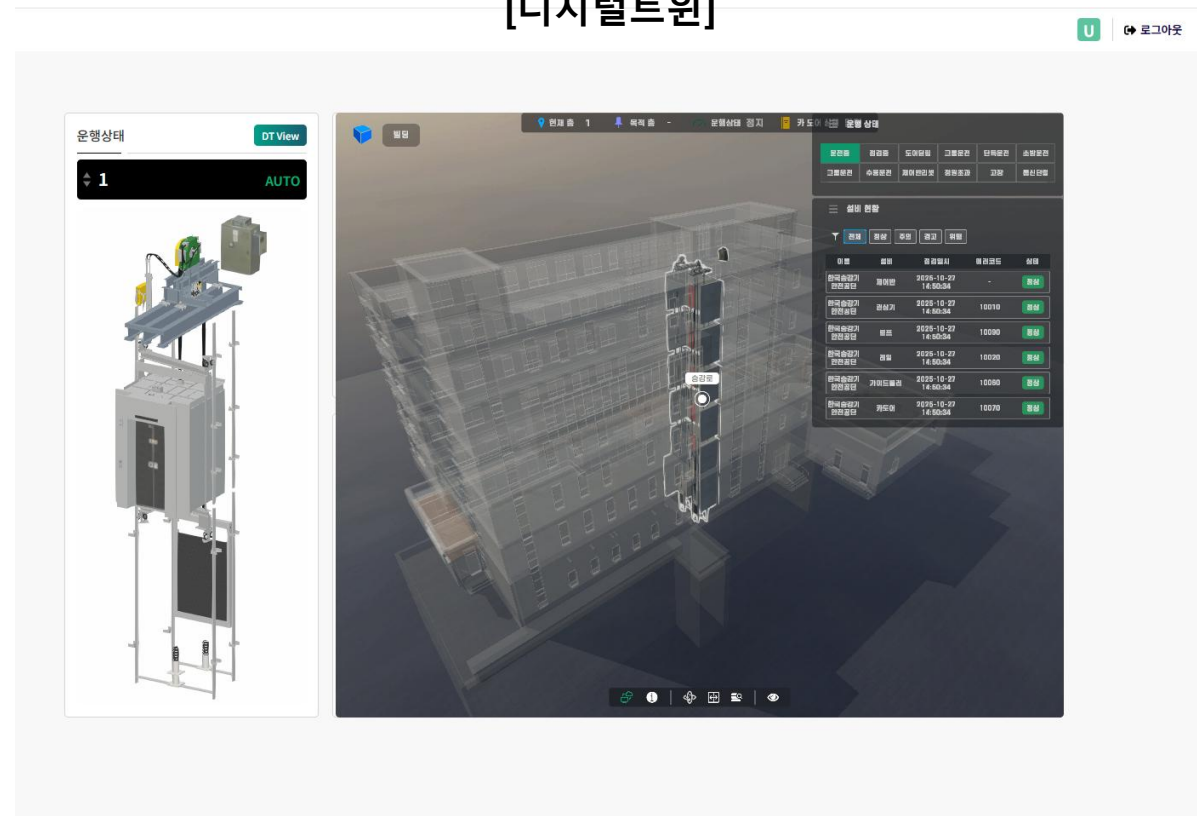
### [플랫폼 구성]



### [스마트글래스]

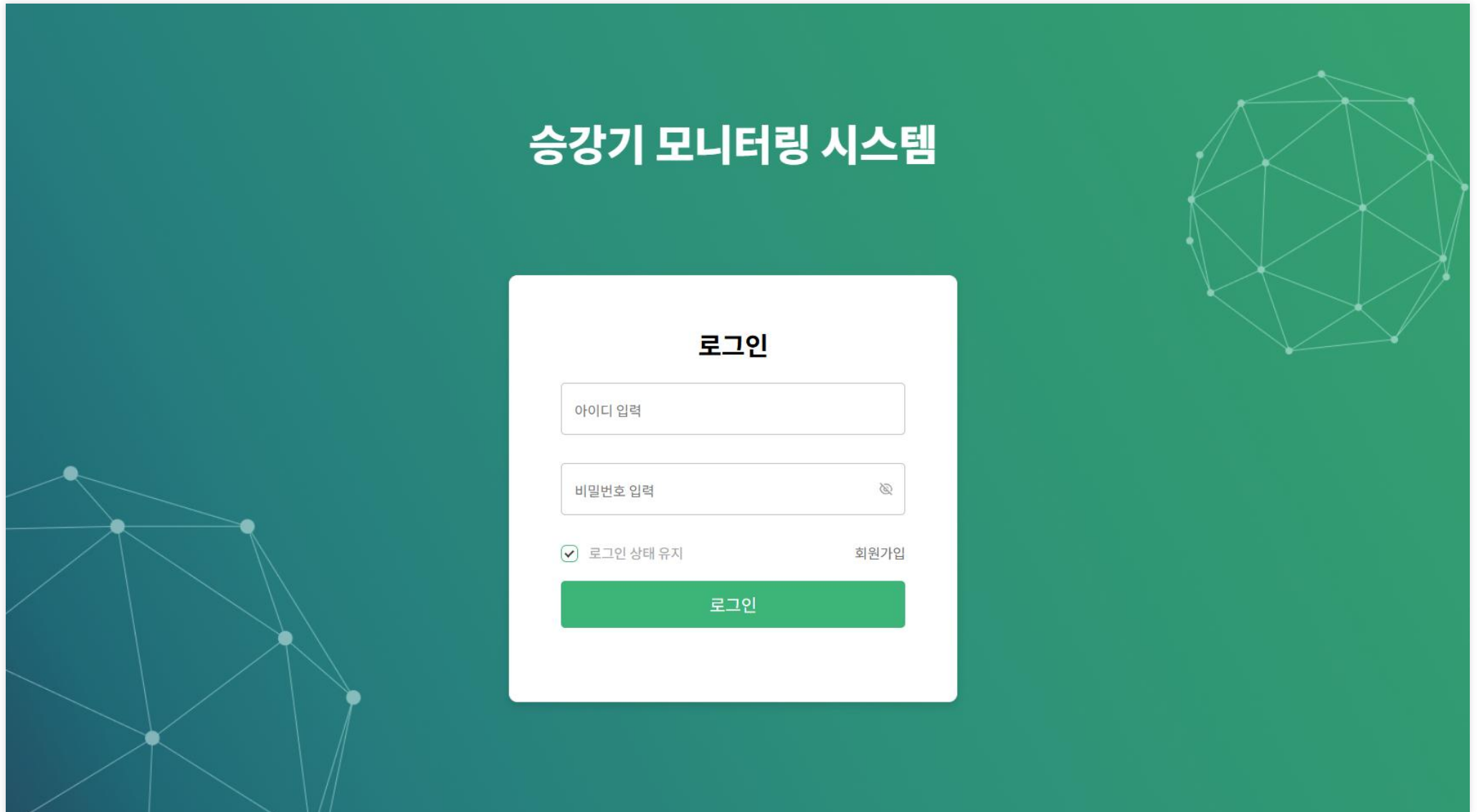


### [디지털트윈]



## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

[접속화면]



The image shows a login interface for the 'Elevator Monitoring System' (승강기 모니터링 시스템). The background is a dark teal color with a network diagram of nodes and lines. The login form is a white card in the center. It has a title '로그인' (Login) and two input fields: '아이디 입력' (ID Input) and '비밀번호 입력' (Password Input) with a toggle icon. Below the password field is a checkbox '로그인 상태 유지' (Keep login state) which is checked, and a link '회원가입' (Sign up). At the bottom is a green '로그인' (Login) button.

### 승강기 모니터링 시스템

#### 로그인

아이디 입력

비밀번호 입력

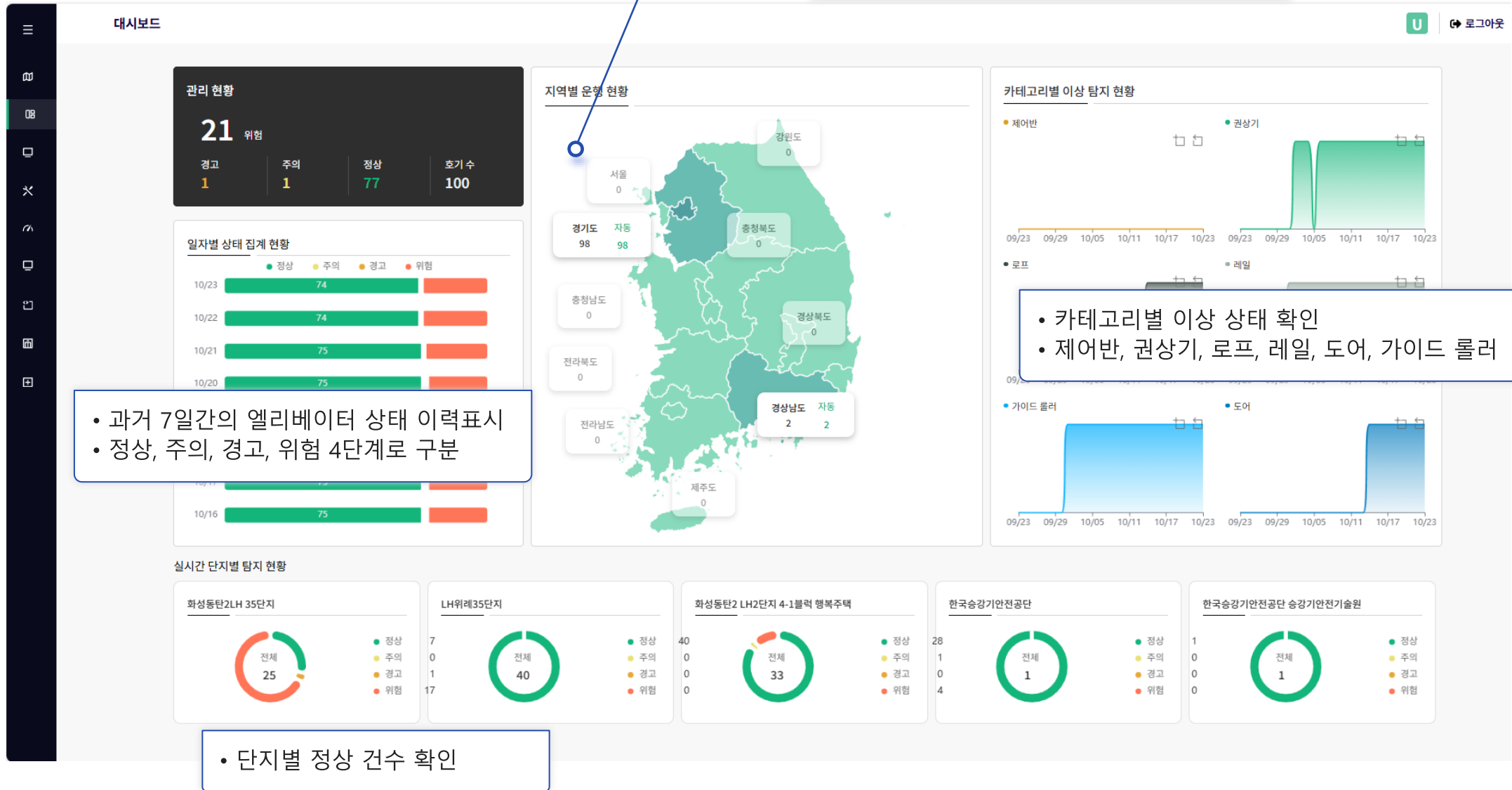
☒ 로그인 상태 유지 [회원가입](#)

로그인

## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

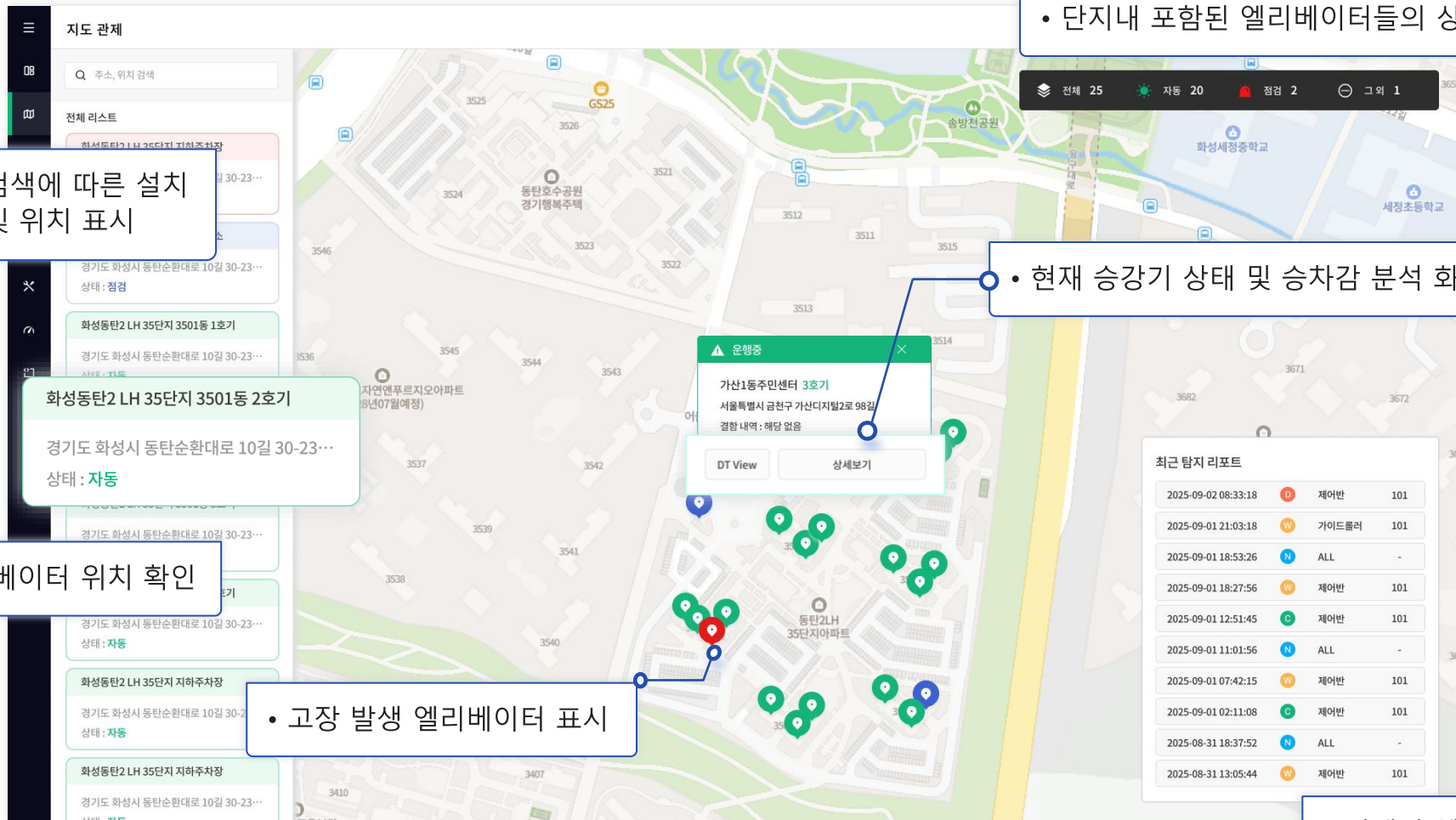
### [대시보드]

- 관리 대상 지역과 지역별 운행 상태 표시



## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

### [지도관제]



## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

### [실시간 모니터링]

The screenshot displays the Elevator Predictive Maintenance Platform interface, which is divided into several functional areas:

- Left Sidebar (Navigation):** Lists various management categories including '내 승강기 관리' (My Elevator Management), '화성동탄2LH 35단지' (Hwaseong-dongtan 2 LH 35-danji), and '지하주차장' (Underground Parking Lot). It also lists specific elevator units like '3503동 1호기' through '3506동 2호기'.
- Top Header:** Displays overall system statistics: '전체 100' (Total 100), '운영 88' (Operation 88), '점검 7' (Inspection 7), and '그 외 5' (Others 5).
- Main Monitoring Area:** A grid of elevator unit status cards. Each card shows the unit number (e.g., '3501동 1호기'), its current status ('자동' - Automatic), and a visual representation of the elevator door. Callouts highlight '단지별 엘리베이터 조회' (Search by building) and '실시간 운행 형태' (Real-time operation mode).
- Bottom Section:** A detailed analysis screen titled '제원 & 승차감 분석 화면' (Specification & Ride Comfort Analysis Screen). It includes fields for '기본 정보' (Basic Information), '상세 정보' (Detailed Information), and '설비 정보' (Equipment Information). The '상세 정보' section includes fields for '적재무중' (Load capacity), '적재량' (Load), '운행구간' (Operating range), '운행속도' (Operating speed), and '로터 여부' (Rotor presence). The '설비 정보' section includes 'Edge ID', 'Edge 설치일' (Edge installation date), and 'Edge 인증일' (Edge certification date).

## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

[상세 모니터링]

• 실시간 운행 상태 표시

• 과거 승차감 데이터 확인  
• 발생했던 결함내역 확인

• 실시간 9가지 운행 상태 확인

상세 모니터링

내 승강기 관리

화성동탄2LH 35단지

지하주차장

관리사무소

3503동 1호기

3503동 2호기

3503동 3호기

3503동 4호기

3504동 1호기

3504동 2호기

3504동 3호기

3504동 4호기

3505동 1호기

3506동 1호기

3506동 2호기

화성동탄2 LH2단지 4-1

한국승강기안전공단

LH위례35단지

역삼동 793-18

역삼동 793-19

역삼동 793-20

역삼동 793-21

신사동616-22

101동 1호기

101동 2호기

101동 3호기

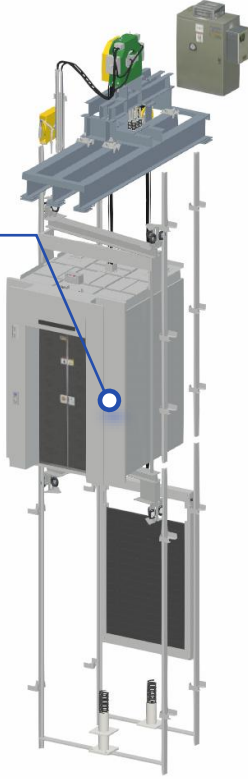
101동 4호기

운행 상태

DT View

↑ 8

AUTO



운행 현황 - 화성동탄2LH 35단지 지하주차장

2025-09-02 (화)

12:00

자동	점검	소방
지진	전용	파킹
화재	과중	미사용

원제 중 8

운행 상태 자동

최근 탐지 리포트

점검일시	위험도	유형	결함내역
2025-09-02 11:23:48	N	ALL	-
2025-09-02 10:35:24	N	ALL	-
2025-09-02 10:12:18	N	ALL	-
2025-09-02 09:55:42	N	ALL	-
2025-09-02 09:48:05	C	로프	101
2025-09-02 09:27:31	N	ALL	-
2025-09-02 09:05:14	W	레일	101
2025-09-02 08:56:09	C	가이드 롤러	101
		롤러	101
			101
2025-09-02 07:46:15	N	ALL	-
2025-09-02 07:30:27	D	권상기	101
2025-09-02 07:12:53	N	ALL	-
2025-09-02 06:48:39	N	ALL	-
2025-09-02 06:32:20	N	ALL	-
2025-09-02 11:23:48	N	ALL	-
2025-09-02 06:05:03	C	가이드 롤러	101
2025-09-02 05:48:56	N	ALL	-

자원 정보

승강기 번호	1234-567
단지명	화성동탄2LH 35단지 지하주차장
설치일	2023-11-16
제조업체	(주)대오형공
소재지	경기도 화성시 동탄영천로 108-21 (영천동)
종류	소방구조용, 장애인용, 승객화물용
적재하중	1000 kg

16

**[예측 이력]**

17

## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

[디지털트윈 모니터링]

상세 모니터링

내 승강기 관리

- > LH위례35단지 DT
- > 화성동탄2 LH2단지 4-1... DT
- > 화성동탄2LH 35단지 DT
  - 지하주차장
  - 관리사무소
  - 3502동 3호기
  - 3501동 4호기
  - 3502동 1호기
  - 3502동 2호기
  - 3503동 1호기
  - 3503동 2호기
  - 3503동 3호기
  - 3504동 3호기
  - 3504동 2호기
  - 3505동 2호기
  - 3506동 1호기
  - 3506동 3호기
  - 3506동 4호기
  - 3507동 1호기
  - 3507동 2호기
  - 3507동 3호기
  - 3505동 1호기
  - 3501동 1호기
  - 3501동 2호기
  - 3501동 3호기
  - 3504동 1호기
  - 3505동 3호기
  - 3506동 2호기
- > 한국수력기아저곡당 DT

운행상태

13 AUTO

DT View

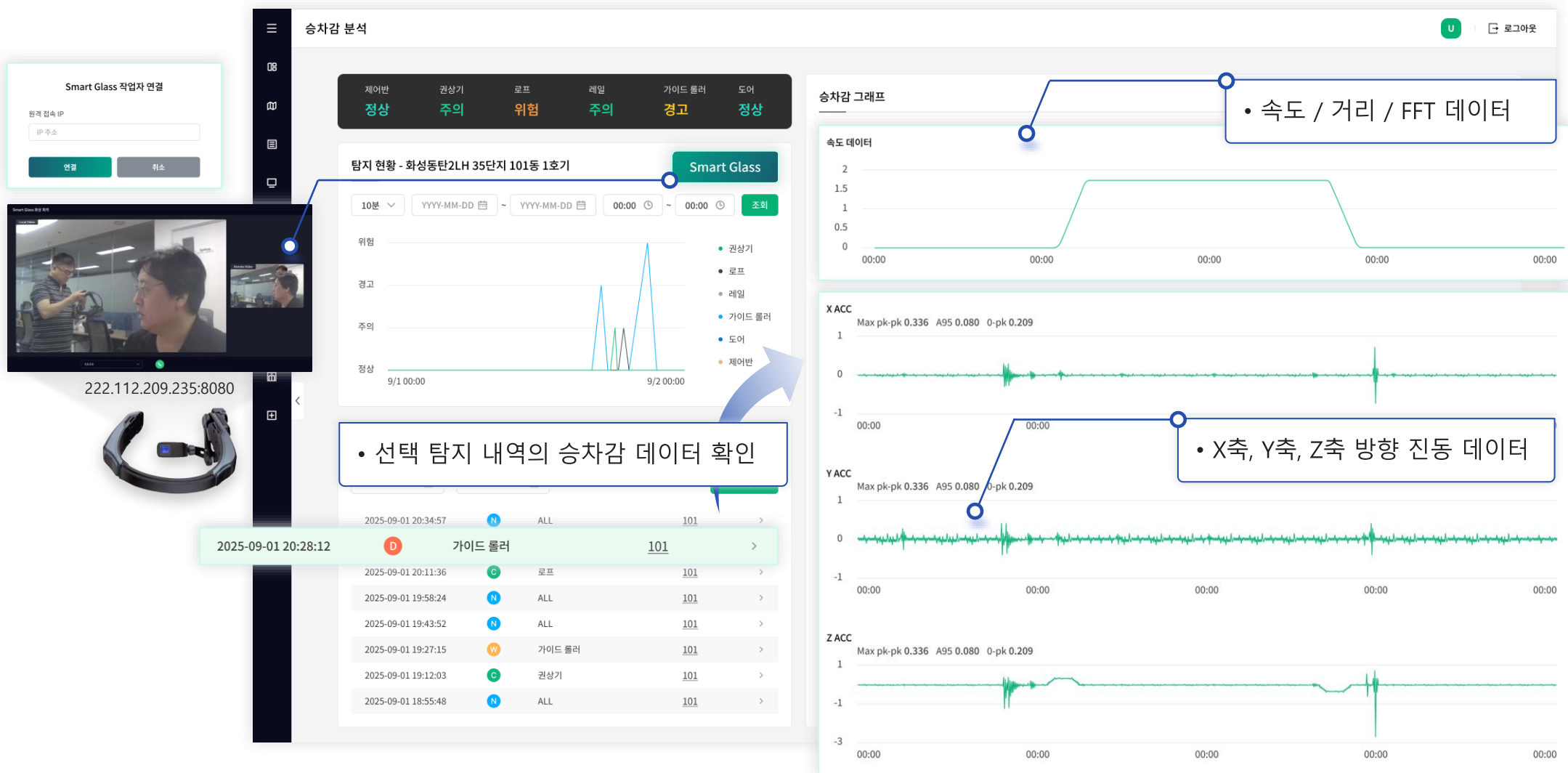
건물별/부품별 결함부위 확인

디지털트윈 가능 호기

구분	설비	점검일시	점검요도	상태
3501동 1호기	계단감	2025-10-27 17:01:50	-	정상
3501동 1호기	관상기	2025-10-27 17:01:50	10013	위험
3501동 1호기	부호	2025-10-27 17:01:50	10090	정상
3501동 1호기	계단	2025-10-27 17:01:50	10020	정상
3501동 1호기	계단도움	2025-10-27 17:01:50	10090	정상
3501동 1호기	계단	2025-10-27 17:01:50	10070	정상

## 8. 승강기 예지보전 플랫폼

[스마트글래스를 이용한 협업 시스템]



## 9. 결론

1

### 승강기 예지보전 플랫폼 개발

- 승강기 운행상태 관리
- 인공지능을 이용한 승강기 승차감 결함 분석 및 대책방안 제시
- 제어반 에러경보 및 대책 방안 제시
- 인공지능을 이용한 승강기 도어결함 분석 알고리즘 개발 및 검증

2

### 디지털트윈을 이용한 승강기 예지보전

- 승강기 주요부품의 열화상태 및 부품상태 확인
- 스마트글래스를 이용한 협업시스템 구축

## 10. 향후 계획

1

### 현장 실증을 통한 알고리즘 고도화

- LH현장 100대 구축 완료
- 추가 현장 100대 구축 예정(에스컬레이터, 엘리베이터)
- 제조사별 특징파악으로 맞춤형 예지보전 시스템 구축

2

### 디지털트윈을 이용한 승강기 예지보전

- 부품 구동방법 구현 고려
- 상세부품 표현방안 모색
- 부품도면 확인 방법 도입 등 추진 예정

경청해 주셔서 감사합니다!