

# 언리얼엔진 기반 승강기 3D모델 시뮬레이터 프레임워크 설계 및 구현

김 운 용\*

## 요 약

승강기는 2만여 개의 다양한 부품들이 조합된 기계 전자적 장치로 서로 간의 밀접한 연관관계를 가지고 조직적으로 운영되고 있다. 이러한 복잡한 승강기 구조를 직관적으로 이해하고, 운영되는 모델을 효율적으로 인식함으로써 승강기 시스템에 대한 이해와 유지보수관리의 효율을 증가시킬 수 있을 것이다. 기존 승강기 관리 시스템은 승강기에서 발생하는 데이터를 기반으로 정보를 수집하고 이해하는 과정으로 승강기 유지 관리 시 실세계 정보의 표현 및 관리의 효율성이 부족한 구조를 가진다. 이에 본 논문에서는 승강기 실제 모델을 근간으로 효율적으로 운영할 수 있는 시뮬레이터 프레임워크를 제시하고자 한다. 구체적 사물에 대한 인식을 3D기반의 서비스 모델을 통해 구성하고, 동작 과정을 시각화함으로써 승강기 운영에 필요한 구조 및 운영방식에 대한 이해를 높일 수 있을 것이다. 이를 위해 승강기 시스템에 대한 핵심 구성요소를 파악하고 이들 간의 관계와 운영 방식을 시각화하고 시뮬레이터를 구현한다. 이를 바탕으로 가상공간과 현장의 효율적인 관리 구조를 통해 현실적인 정보관리 및 운영환경을 제공할 수 있을 것이다.

## The Design and Implementation of an Elevator 3D Model Simulator Framework based on Unreal Engine

Woon-Yong Kim\*

## ABSTRACT

An elevator is a mechanical and electronic device composed of about 20,000 various parts, and is systematically operated with a close relationship with each other. By intuitively understanding this complex elevator structure and efficiently recognizing the operating model, it will be possible to increase the understanding of the elevator system and the efficiency of maintenance. The existing elevator management system is a process of collecting and understanding information based on data generated from elevators, and has a structure that lacks efficiency in expressing and managing real-world information during elevator maintenance. Therefore, this paper proposes a simulator framework that can operate efficiently based on the actual elevator model. By constructing the recognition of specific objects through a 3D-based service model and visualizing the operation process, it will be possible to enhance the understanding of the structure and operation required for elevator operation. To this end, the core components of the elevator system are identified, the relationship between them and the operating method are visualized, and a simulator is implemented. Based on this, it will be possible to provide a realistic information management and operating environment in virtual space and real platform.

**Key words : Elevator, 3D Modeling, Remote Monitoring Digital Twin, EMS(Elevator Management System)**

접수일(2023년 02월 28일), 수정일(2023년 03월 15일),  
게재확정일(2023년 03월 31일)

\* 강원도립대학교 드론융합과(주저자)

## 1. 서 론

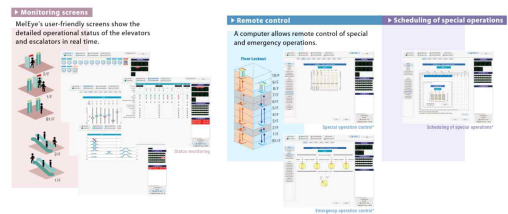
고층빌딩 도시에서 일상적 생활 밀착 수직 교통수단으로 자리 잡고 있는 승강기는 전력, 운전, 신호, 제어장치, 권상장치, 승강카, 승강로 등 승객의 안전과 기계적 전기적 시스템 장치를 포함한 2만여 개의 구성품들이 상호 긴밀하게 연결되어 운영되는 복잡하고 정밀한 구조를 가진다[1]. 한국은 세계 승강기 보유율 9위, 설치 증가율을 세계 3위로 승강기 강국으로 평가받고 있으며, 2023년 1월 기준 우리나라 설치 승강기 수가 813,949대로 시장 규모도 지속해 확대되고 있다[2]. 승강기 보유수와 활용도의 증가는 더욱 효과적인 운영관리를 위한 체계가 요구된다. 기존의 승강기 유지보수와 관리는 승강기 신호에 따른 정기적 비정기적 점검을 통해 이루어지고 있으며 유지보수 점검자의 경험에 의존함으로써 효율적인 관리체계가 미흡한 실정이다[3][4]. 이에 본 논문에서는 승강기의 운영과 관련 장치들의 세부적인 구조를 분석하고 운영 구조를 이해할 수 있는 3D기반의 승강기 시뮬레이션 구조를 제시하고자 한다. 최신IT기술과 융합을 통해 기존 단순 2D도면 기반의 분석구조를 3D모델 관점으로 확장하고 다양한 부품 간의 관계를 3D 시각화를 통해 시뮬레이션 함으로써 승강기 동적 운행과정에 대한 이해를 증대시킴으로써 승강기 유지 관리에 대한 체계적인 이해의 폭을 넓힘으로써 승강기 시스템에 대한 전문적인 이해를 바탕으로 효율적인 관리 운영에 도움이 될 것이다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 승강기 관리 시스템

승강기 업계는 선진보수기법 도입 및 지속적 유지관리를 위한 시스템을 구축하고 운영하고 있으며 최근 원격감시 장치 도입을 통한 365일 실시간 승강기 운행 상태를 감시할 뿐만 아니라 원격 점검 및 고장 처리가 가능한 시스템을 구성하여 유지관리의 효율을 높이는데 노력하고 있다[5][6].

현대에는 HRTS(H-Real Time Service)을 통해 전국 승강기 운행상태를 실시간 모니터링 및 원격 점검 및 고장 처리 시스템 구축하여 운영하고 있으며, OTS사 역시 REM(Remote Elevator Monitoring)시스템을 통해 고장·이상 유무 판단 및 정밀 점검 및 실시간 모니터링을 통한 통합 플랫폼을 제공하고 있다. Mitsubishi electric 사는 MeEye 시스템을 통해 웹서버 및 웹브라우저 기반 승강기 네트워크 환경을 제공하고 모니터링 및 원격 제어 로그 정보 등을 관리 운영하고 있다. TK Elevator는 SMART-MAX는 Smart 시스템과 Max 시스템을 결합한 AI 기반의 원격 모니터링을 구축하고 운영하고 있다. 현대, OTIS, 미쓰비시, TK 등 국내의 주요 승강기 업체들은 각자의 시스템의 운영에 활용할 수 있는 시스템을 구축하고 운영하고 있으나 대부분 데이터 기반의 서비스 구조를 가지며 승강기 시스템에 대한 직관적이고 현실적인 모델 구성은 미미한 실정이다[7][8][9].



(그림 1) MeEye 시스템 구성도  
(출처: MITSUBISHI ELECTRIC MeEye Brochure)

### 2.2 국가 승강기 정보시스템

승강기 제조사 및 모델 등에 대한 각종 규격, 제원, 유지관리, 사고 현황 등 체계적 유지관리를 위해 국가 승강기 정보시스템을 구축하여 관리하고 있다[10]. 승강기 시설 안전관리를 목적으로 유지관리업자, 교육기관, 검사기관, 행정기관 등 관리주체에 정보를 제공함으로써 종합적이고 체계적인 운영 관리를 제공하는 데 그 목적이 있다. 국가 승강기 정보 시스템은 설치, 검사, 유지보수, 서비스, 모니터링 등 승강기 운영에 필요한 전반에 대한 서비스 환경을 제공하고 국가가 관리하는

체계로 안전사고 예방관리의 역할을 제공하고 있다. 그림2는 국가 승강기 정보 체계를 보여주고 있다.



(그림 2) 국가승강기정보시스템(출처:[5])

### 2.3 3D기반 승강기 시뮬레이션 모델

3D기반 승강기 시뮬레이션 모델은 현실적인 환경에서 승강기 시스템의 동작을 묘사하고, 다양한 시나리오에서 시스템을 시뮬레이션 함으로써 시스템의 안정성과 신뢰성 검증방안으로 다양하게 연구되고 있으며, 승강기 제어 시스템 모델링, 승강기 안전 기능 모델링, 승강기 최적화 모델링 및 승강기 교육 시스템을 위한 목적으로 다양하게 연구되고 있습니다[11][12]. 논문[11] “Using Unity3D As An Elevator Simulation Tool”은 Unity 3D엔진을 활용한 승강기 시뮬레이션 도구 활용방안으로 기존 DES(Discrete-event simulations) 시뮬레이션 도구의 2D 또는 3D기반의 추상적인 그래픽 구조에 대한 개선 방안을 제시하였다. 논문[12] “Construction of virtual simulation teaching platform for elevator control”은 PLC 교육 및 훈련 플랫폼으로 승강기를 활용한 학습모델을 제시하였다. 이 논문에서는 Unity 3D엔진을 사용하여 학생들이 관련 과정의 기본지식을 배우고 승강기 기본 구조를 이해하며, PLC 프로그램을 작성하고 디버깅할 수 있는 가상 시뮬레이션 교육 플랫폼을 제시하였다.

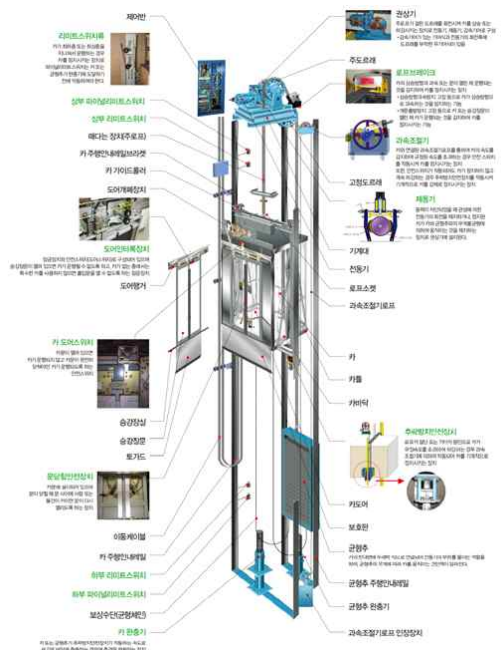
3D기반 승강기 시뮬레이션 모델은 현실적인 환경의 동작 묘사를 통한 승강기 설치 운영 관리 등의 비용 효율성, 다양한 시나리오 작업 및 실험의 수행, 시각적인 교육 및 훈련 효과 제공 등 다양

하게 활용할 수 있으며 실 모델과의 효율적 설계 구조는 다양한 분야로의 확장이 가능하다. 이에 본 논문에서는 현실 모델과 밀접한 구조의 승강기 시스템 시뮬레이터 프레임워크를 제시하고자 한다.

## 3. 언리얼 기반 승강기 시뮬레이터 프레임워크 설계

### 3.1 승강기 시스템 구조

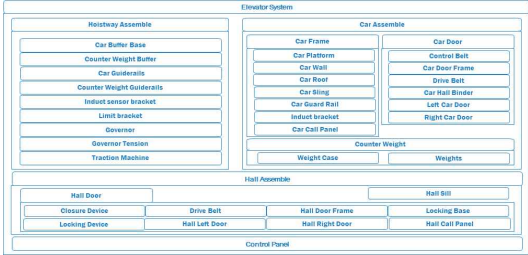
승강기는 구동기, 주행 장치, 카, 균형추, 출입문, 전기 구동장치, 운행 제어장치, 안전장치 등으로 구분할 수 있다[2]. 구성 내용은 그림 3과 같다.



(그림 3) 승강기 구조도  
(출처:한국승강기안전공단)

승강기 시스템에 포함된 다양한 부품들은 그림 3과 같이 다양한 구성요소를 가진다. 이들을 효율적으로 시뮬레이션 구조로 적용하기 위해 본 논문에서는 구성요소를 크게 승강로, 승강기, 승강장으로 분류하고 각 구성요소에 포함된 부품들을 포함

관계로 승강기 시물레이터 구조를 정의한다. 그림 4는 이러한 승강기 시스템 구성요소와 관계를 보여준다.



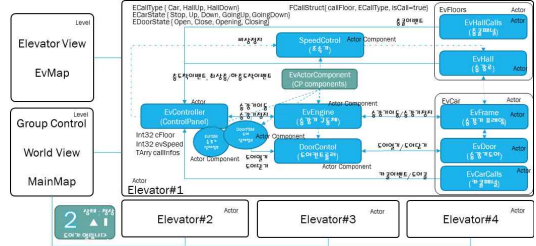
(그림 4) 승강기 시스템 구성 요소

승강기 시스템은 Hoistway(승강로), Car(승강기), 승강장(Hall) 구조 형태로 시물레이터를 구성한다. 승강로는 카 완충기, 균형추 완충기, 카 및 균형추 가이드 레일, 층 인식 센서, 조속기, 조속기텐션, 구동기 등을 포함하고 있으며, Car(승강기)는 Car Frame과 Car Door 그리고 Counter Weight인 완충기 등 카의 이동과 관계되는 요소들을 포함하여 구성한다. Car Frame은 다시 카바닥, 카벽, 카지붕, 카슬링, 카 안전 레일, 층 인식 브라켓, 카 호출 패널을 포함하고 있으며, Car Door는 제어 및 연동 벨트, Car & Hall Binder, 도어프레임, Car 도어(Left, Right Door)로 구성된다. Counter Weight는 Weight Case와 Weights 들로 구성된다. Hall은 Hall Door Frame과 잠금장치, 닫힘 장치, 연동 벨트, Hall Doors(Left, Right) 및 Hall Call Panel을 포함한다.

### 3.2 승강기 시물레이터 동적모델

승강기 시물레이터 동적 모델은 3.1에서 정의된 구성요소를 기반으로 이동할 수 있는 요소를 분류하고 이를 기반으로 승강기 운행에 대한 동적 시물레이션을 구성하는 할 수 있는 관계를 보여준다. 승강기 시물레이터 동적 모델은 구동 요소와 이벤트 발생 요소 그리고 상태정보를 기반으로 동작할 수 있다. 승강기의 기본적 동작에 필요한 승강기 이동 및 정지의 상태 정보, 도어의 열림과 닫힘 정보 그리고 층 도착 이벤트 및 최상층과 최하층에 도착 이벤트, 카 및 승강장 호출 이벤트

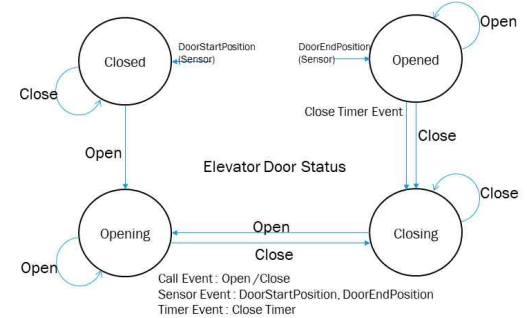
등 승강기 시스템 운영에 필요한 각종 이벤트 및 움직임을 관리해야 한다. 그림5는 이러한 동적 모델 구성 형태를 보여준다.



(그림 5) 승강기 시스템 동적 모델

### 3.3 승강기 도어 상태 관리

승강기 도어 상태는 Closed(닫힘), Opened(열림), Closing(닫히는 중), Opening(열리는 중) 상태인 4가지 상태를 가지며 각종 이벤트 발생 시 해당 상태에 대한 행위방식의 변화가 필요하다. 이러한 상태 다이어그램은 그림6과 같다.



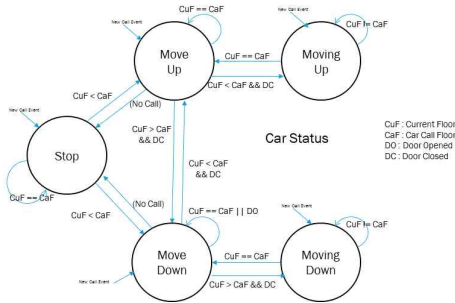
(그림 6) 승강기 도어 상태 다이어그램

상태변화는 호출 및 타이머 이벤트 그리고 도어 포지션 관련 이벤트들로 구성될 수 있다. 발생한 이벤트는 현재 상태에 의해 다음 상태의 변화에 영향을 미치는 구조를 가진다.

### 3.4 승강기 이동상태 관리

승강기의 이동상태는 5가지의 상태를 가지며 각 상태는 이전상태에 영향을 받는다. Stop, MoveUp, MoveDown, MovingUp, MovingDown 상태로 현재 승강기 위치 및 카 호출 층, 도어 오픈

및 닫힘 상태 등에 의해 다음 상태로의 전이가 발생하고 이들과의 관계는 그림7과 같다.

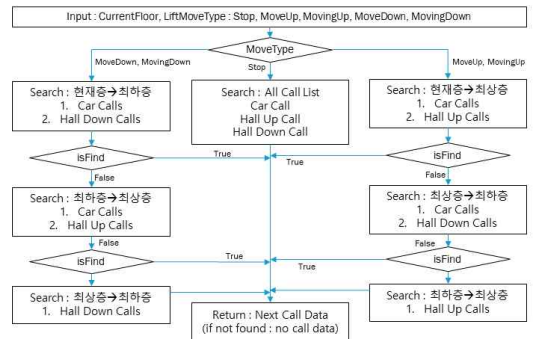


(그림 7) 승강기 이동 상태 다이어그램

Stop 상태는 MoveUp과 MoveDown으로 상태 전이가 발생할 수 있다. 승강기 Stop 상태에서 새로운 호출이 발생할 경우 동일층의 호출일 경우 Stop 상태 유지하고 현재층보다 호출 층이 높을 경우 MoveUp 상태로 전환되며 현 재층보다 호출 층이 낮을 경우 MoveDown 상태로 전이가 발생한다. MoveUp 상태일 경우 호출 층이 현 재층보다 높고 승강기 도어가 닫힘 상태일 경우 Moving Up 상태 전이가 발생하며 현재 층과 호출 층이 동일할 경우 현 상태를 유지하며, 새로운 호출을 받을 수 있다. MoveUp 상태에서 더 이상 호출이 없으면 Stop 상태로 상태 전이가 발생한다. Move Up 상태에서 새로운 호출이 들어올 경우 현 재층보다 호출 층이 낮을 경우 MoveDown 상태의 전이가 발생한다. MoveDown 상태일 경우 역시 새로운 호출을 받을 수 있으며 현재 층이 호출 층보다 낮고 승강기 도어가 닫힘 상태일 경우 Moving Down 상태 전이가 발생한다. MoveDown 상태에서 새로운 호출이 발생 시 호출 층이 높을 경우 MoveUp 상태로의 상태전이가 발생한다. Moving Up 상태에서 호출 층과 현재 층이 일치하지 않는 동안 MovingUp 상태를 유지하며 동일층일 경우 Move Up 상태로 상태 전이가 발생한다. Moving Down 상태 역시 동일한 과정을 거친다. 상태 간의 전이와 현재 상태에 따라 이동 방향 및 다음 호출 위치가 결정된다.

### 3.5 승강기 목적층 결정 방식

승강기는 현재 도어상태 및 이동 상태에 따라 다음 목적 층이 결정될 수 있다. 승강기의 현재 상태와 무관하게 승강기 호출은 홀 또는 승강기 내부에서 이루어지며 승강기의 상태에 따라 다음 층을 결정하여 운행되어야 한다. 승강기 목적 층 선택 방식은 그림 8과 같다.



(그림 8) 승강기 목적 층 선택 알고리즘

승강기 호출 이벤트 중 승강기 다음 층 이동을 위한 호출 프로세스는 그림8과 같다. 승강기 현재 이동상태에 따라 호출 프로세스에 영향을 미친다. Stop 상태는 이전 호출이 없는 상태로 새롭게 등록된 호출을 이동 방향으로 설정한다. MoveDown, MovingDown 상태는 이동 상태로 입력된 호출 리스트 중 승강기 이동 방향을 고려하여 다음 호출 층을 결정한다. 먼저 카 현재 층을 기준으로 최상층까지의 검색을 통해 Car Call 및 Hall Down 호출에 대한 호출 층을 판단하고 존재하지 않을 경우 최하층부터 최하층까지의 Car Call 및 Hall Up 호출을 검색한다. 새로운 호출이 없으면 최상층에서 최하층까지 Hall Down Call 정보를 검색하는 방식으로 이동 방향에 최단코스의 이동 층을 판단하여 다음 호출 호출로 적용하여 운영한다. MoveUp 및 MovingUp 상태에서의 다음 호출 층 검색은 현재 층에서 최상층까지 Car Call과 Hall Up 호출 여부를 식별 후 호출이 존재하지 않을 경우 최상층에서 최하층까지 Car Call 및 Hall Down 호출 여부를 파악하고 미 존재 시 최하층에서 최상층까지의 Hall Up Call을 식별하는 과정으로 다음 목적 층을 결정할 수 있다.

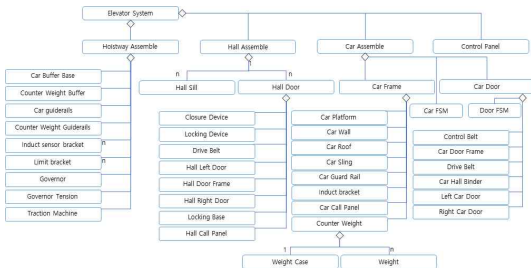
## 4. 승강기 3D 시뮬레이터 구현

### 4.1 언리얼엔진 기반 승강기 3D 시뮬레이터

실 모델에 대한 승강기 시뮬레이터를 구현하기 위해 본 논문에서는 3D게임엔진으로 산업에서 활용도가 높은 Unreal Engine을 활용하여 C++ 기반으로 구현한다. 구현 모델은 Unreal 구조의 Blueprint 기반으로 Actor 생성과 조합을 통해 구성하고 그들 간의 관계를 이용해 승강기 모델을 구성한다. 3장에서 제시된 정적, 동적 모델을 적용함으로써 실 모델을 기반으로 동작하는 승강기 시뮬레이터를 구현한다.

### 4.2 승강기 3D시뮬레이터 클래스(Actor) 구조

승강기 구성요소는 다양한 부품들의 조합으로 이들을 반영한 클래스 액터들 간의 구조 및 연관 관계는 그림 9와 같은 구조로 구성한다.



(그림 9) 승강기 3D시뮬레이터 클래스 구조

클래스(Actor) 구조에서 승강기 시스템은 승강로, 승강기, 승강장을 포함하고 각각의 승강로, 승강기, 승강장은 자신이 포함할 필요가 있는 부품들의 집합으로 구성된다. 승강로는 승강로를 구성하기 위해 필요한 레일, 구동기, 조속기, 완충기 등을 포함하고 있으며, 승강기는 카프레임과 카도어를 포함하고 카프레임은 카바닥, 벽, 지붕, 카슬링, 층 인식 브라켓, 카 호출 패널 및 무게추 등을 포함하여 구성한다. 승강장은 홀실과 홀도어를 포함하고 홀도어는 도어에 필요한 잠금장치, 닫힘장치 및 홀콜패널 등을 포함하여 구성한다. 승강기 시뮬레이션을 위해 본 논문에서는 승강기 실 모델을 기초로 승강기 프레임워크를 구성함으로써

실 모델의 동적 흐름과 승강기 시스템에 대한 이해를 높이고 향후 승강기 유지보수 및 운영에 효율적으로 적용할 수 있을 것이다.

### 4.3 승강기 3D시뮬레이터 모델

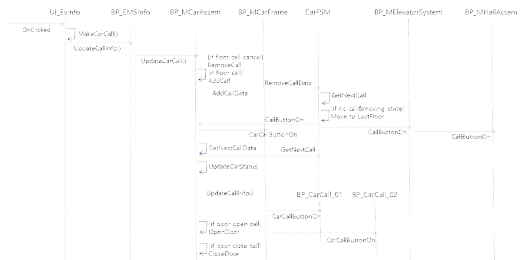
언리얼 기반 승강기 3D모델은 실 설계 자료를 바탕으로 각 부품을 제작하고 부품 간의 합성을 통해 서버 시스템을 구성하고 서버 시스템의 결합 구조를 통해 전체 승강기 시스템을 구성할 수 있다. 이러한 형태의 구현은 그림 10과 같은 형태를 가진다.



(그림 10) 승강기 3D시뮬레이터 모델 구조

### 4.4 승강기 3D시뮬레이터 동적 모델 구현

승강기 운행에 대한 동적 오퍼레이션 구현을 위해 정적모델을 활용해 이동 가능 객체를 선별하고 운행 상황을 점검할 수 있는 구조를 가진다. 승강기 호출 개괄적인 프로세스는 그림11과 같이 구성될 수 있다.

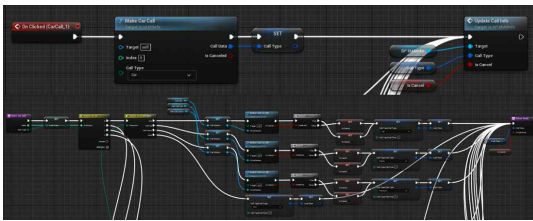


(그림 11) 승강기 호출 프로세스

#### 4.4.1 승강기 정보 표시 창 구성

승강기 운행 및 카 상태 정보 호출 정보 등을 표시하기 위해 승강기 정보 창을 구성하고 기본 정보, 기본 상태, 도어 상태, 이동상태, 카 호출, 호출콜, 홀다운콜, 도어 열림과 닫힘 등 운행에 필요한 기본 구성 및 이벤트 발생을 위한 구성을 제공한다.

승강기 호출 이벤트 구성은 카, 홀, 도어에서 발생하는 이벤트로 호출에 대한 이벤트는 사용자에 의해 발생하며 UI 상태 변경과 호출 상태 전달 과정이 이루어진다. 호출은 호출 취소와 호출 두 가지 모드를 지원하여 구성한다.



(그림 12) 승강기 호출 프로세스

호출 데이터는 카 호출, 호출콜, 도어콜이 발생하여 해당 호출에 대한 호출 데이터 생성 후 호출 정보 업데이트 과정으로 이루어진다. MakeCarCall() --> UpdateCallInfo(). CallInfo 업데이트 과정은 CallType, 과 호출 층, 호출 및 호출 취소 여부를 BP\_MCarAssem객체의 UpdateCarCall() 함수를 호출함으로써 이루어진다.

#### 4.5 승강기 3D시뮬레이터 구현 모델

언리얼 기반 승강기 시뮬레이터 구현을 위해 승강기 핵심 구조를 기반으로 시스템을 분류하고 각 시스템에 필요 요소 간의 동작 원리를 실 모델을 기반으로 구성하였다. 시스템 구성과 각 부품 간의 동적모델을 형성하기 위해 언리얼의 다양한 기능을 활용해 실제 시스템과의 동작 과정을 구성하고 경험할 수 있도록 구성함으로써 구체적 동작 원리를 직관적으로 인식하고 경험할 수 있도록 제작하였다. 이를 바탕으로 실제 운행모델에서 발생할 수 있는 시뮬레이터 환경을 구성할 수 있고, 동작 흐름을 파악함으로써 승강기에 대한 더욱 구

체적 이해를 제공할 수 있을 것이다. 구성된 승강기 시뮬레이터 형태는 그림13과 같다.



(그림 13) 승강기 3D시뮬레이터 구현 모델

제시된 승강기 3D 시뮬레이터 구현 모델은 실 모델에서 표현된 2만여 개의 부품들을 기반으로 승강기 시스템 대표 구성요소인 승강기, 승강로, 승강홀을 중심으로 부품 간의 관계 및 서브 시스템을 구성하고 이를 바탕으로 승강기 핵심 활동인 승강기 도어 컨트롤 및 카 이동 간의 관계를 구성하고 일인칭 관점의 승강기 시뮬레이터 운영환경을 제공하였다. 실세계 정보를 바탕으로 구성된 모델은 시각적 기능적 구조를 바탕으로 승강기 관계 시스템 및 승강기 교육환경에 효율적으로 적용할 수 있는 것이다.

<표 1> 승강기 3D 시뮬레이터 모델 분석

Analysis	Latif [11]	Chang [12]	연구논문
개발목적	DES도구 대체	PLC 교육 플랫폼	관계/운영 학습도구
접근방식	Unity3D	Unity3D	Unreal Engine 5.0
모델링 방식	핵심부품 대상	핵심부품 대상	승강기 전체 부품 대상
구현 방법	기능 단위 테스트	학습 데이터 기반	전체 시스템 단위 구조
동작방식	시나리오방식	Programming, 학습자료 활용	사용자 경험방식 (1인칭게임)

<표 1>은 기존 3D 기반 승강기 시뮬레이션 모델과 제시된 연구 방법에 대한 특성 및 차별성은 표 1과 같다. 기존방식은 특정 도구 나 학습 도구로 핵심부품 대상 테스트 및 학습 방법을 제공하는 구조로 전체 시스템에 대한 이해나 시각화가 부족하여 현실 모델에 대한 종합적인 고려가 부족하다. 제시된 논문은 승강기 실 모델의 전체구조

를 고려한 프레임 설계와 산업환경에서 널리 활용되는 Unreal Engine 기반 모델을 통해 시스템 관제 및 다양한 학습 도구에 효과적으로 활용할 수 있는 것이다.

## 5. 결 론

승강기 시장의 규모는 고속, 대형화 등 끊임없이 진화되고 있으며 동시에 승강기 안전에 대한 관리가 강화되는 추세이다. 승강기는 2만여 개의 부품들이 서로 밀접히 결합하여 운영되고 있으며 이러한 승강기 유지보수는 더욱 체계적인 관리와 점검이 요구된다. 이에 본 논문에서는 기존의 데이터 중심의 관리환경을 실세계 중심의 환경으로 개선하여 더 체계적이고 구체적인 관리 환경의 기반을 제공하고자 한다. 기존 단순 데이터와 도면 위주의 분석 및 관리에서 3D 동적 환경 모델을 통해 승강기의 동작 원리 및 부품 간의 관계를 파악하고 운영 방식을 이해함으로써, 복잡하고 다양한 시스템 구조를 보다 직관적이고 정확한 인식을 통해 문제 해결 방안을 확인하고 유지관리함으로써 유지보수의 효율을 증대시킬 수 있을 것이다. 향후 승강기 3D 동적 실 설계 기반의 시뮬레이터 모델을 기반으로 ICT 기술과 결합한 디지털트윈 기반의 원격 관리 시스템 구축을 통해 승강기 관리체계 효율을 증대시킬 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 어수용, "원격 제어 시스템에 의한 엘리베이터의 안전관리와 유지보수", 국내석사학위논문 경남대학교 산업대학원, 2013.
- [2] 국가승강기정보센터, "승강기 보유현황", <https://elevator.go.kr/stat/NationPossArea.do>, 2023.
- [3] 박주봉, "IoT기반 엘리베이터 안전성 향상을 위한 자체 부품 결함 예측 및 관리 시스템에 관한 연구", 한세대학교 대학원 박사학위논문, 2014.
- [4] 임병현, "엘리베이터 원격 고장 처리시스템 구현에 관한 연구", 전북대학교 산업기술대학원 석사학위논문, 2010.
- [5] 신환규, "승강기 안전관리에 대한 방안 연구." 국내

석사학위논문 서울과학기술대학교, 2015.

- [6] 이우진, 임계홍, "스마트 센서를 이용한 선박용 승강기 실시간 모니터링 시스템의 구현", 멀티미디어학회 논문지, 제19권 2호, pp.405-410, 2016.
- [7] 한관희, 김윤겸, "사례연구와 특허분석을 통한 승강기 원격모니터링 기술의 발전방향 고찰", 차세대융합기술학회논문지, 제5권, 제1호, pp.90-103, 2021.
- [8] Chan-yhul Choi, "Technical Trends of IoT Gateway for Remote Monitoring of Lift", Technical Report TTAR-10.0105, Telecommunications Technology Association, pp.1-10, 2019.
- [9] Chan-yang Pak, "elevator Management Resource Demonstration Service and Standard Development Committee Operation", Korea Elevator Safety agency, pp.38-152, 2018.
- [10] 김윤겸, "엘리베이터 원격검사 Framework을 활용한 Traction Force 검사 개선에 관한 연구" 국내박사학위논문 경성국립대학교 대학원, 2021.
- [11] Latif, M. N., et al. "Using unity3D as an elevator simulation tool." Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium. DAAAM International Vienna, 2017.
- [12] Chang, Wanfeng, et al. "Construction of virtual simulation teaching platform for elevator control." Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1848. No. 1. IOP Publishing, 2021.

## [ 저자소개 ]



김운용 (Woon-Yong Kim)  
1999년 2월 광운대학교 전자계산학과 석사  
2003년 2월 광운대학교 컴퓨터과학과 박사  
2006년 3월 ~ 현재 강원도립대학교 드론융합과 교수  
email : wykim@gw.ac.kr