



VR을 활용한 실감형 재난 대피 교육

POSCO Academy AI Project (Team of 6)
AI NPC Implementation: 임채훈

• 목차 •



프로젝트 개요

- 추진배경
- 기업 사례
- 전기수 분석 및 차별점
- 논문 분석



구현 기술

- 구현 기술
- 시나리오
- 시연영상



프로젝트 소개

- 수행 목표
- 시스템 구조도
- MAP 제작



결론

- 기대효과
- 제한점 및 개선기회

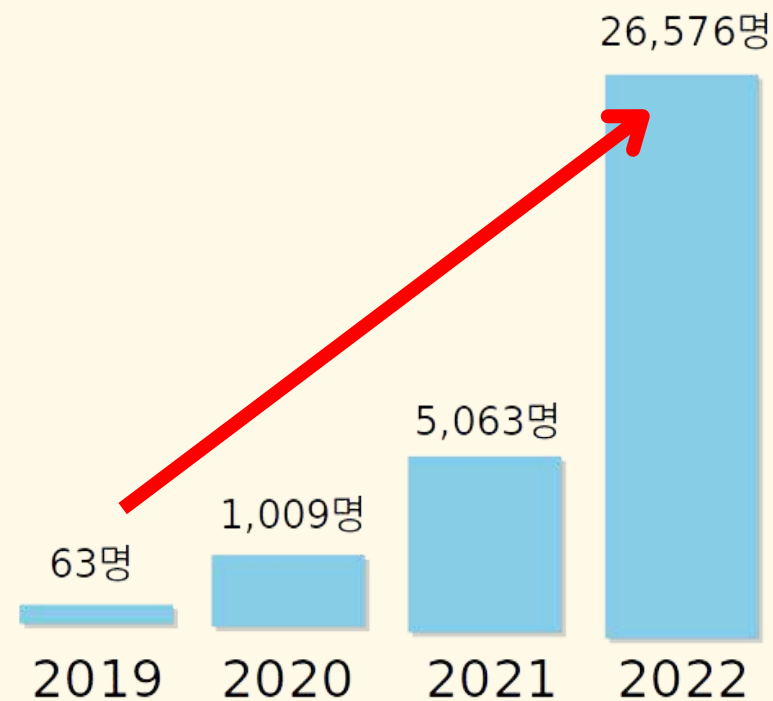


프로젝트 개요



추진 배경

재난 인명 피해 증가



- 국민의 약 30%가 재난 발생 시 구체적인 대피 행동을 숙지하지 못함
- 재난 인명 피해가 지속적으로 증가

➡ 안전 사고 예방 교육 필요

출처:통계청

기존 교육 방식의 한계



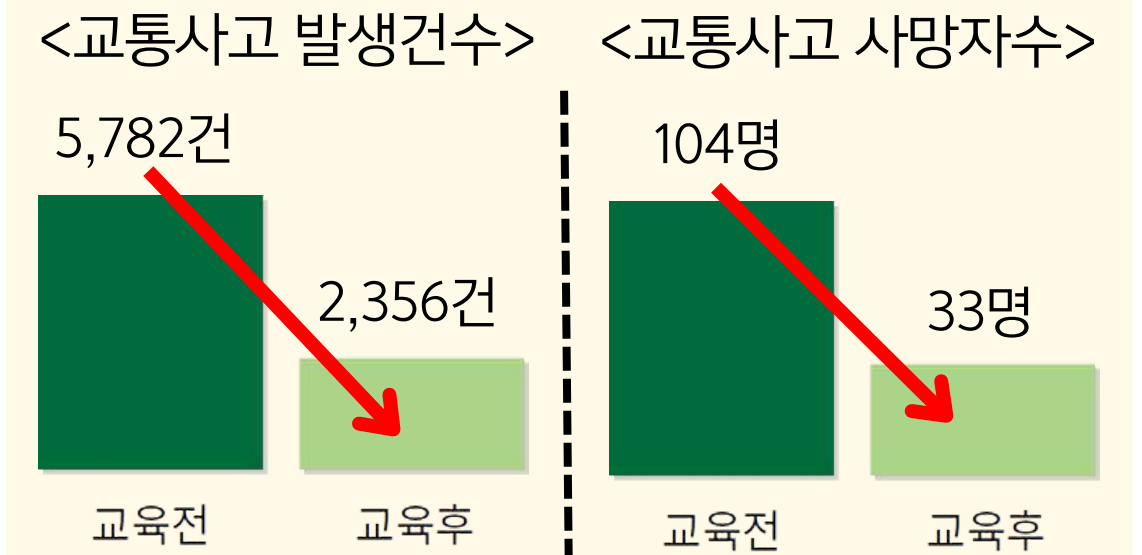
학교서 안전교육받은 88% '기억 못해'

- 시간, 인력, 그리고 장소에 대한 부담으로 시청각 자료를 활용한 안전교육을 시행하나, 실효성 부족

➡ 경제적 효율성을 갖춘 대안 필요

출처:이데일리 뉴스

체험형 교육의 효과



- 체험형 교육을 도입한 결과
교통사고 발생건수 **59% 감소**,
교통사고 사망자수는 **68% 감소**

➡ 가상환경을 통한 실감형 교육 필요

출처:교통안전공단, 일간투데이

기업 사례

대한안전교육협회



재난 상황 가상 구현
→ 사용자가 재난 발생 시 안전한 대피 경로를
스스로 탐색하고 대처 방법을 익힘

에듀포올



아파트 화재 상황 가상 구현
→ 사용자가 연기 속 시야 제한, 엘리베이터 사용 금지
등을 체험하며 안전한 대피 방법을 스스로 탐색

➡ 교육에 VR을 적극적으로 도입하고 있으나, 가상환경 내 사용자가 상호작용 할 수 있는 AI 구현 부재

• 선행 프로젝트 분석 및 차별점 •

VR기기를 활용한 가상환경 토론 플랫폼



- STT: 음성을 텍스트로 변환하는 과정에서 구글 STT API 를 사용
- TTS: 텍스트를 음성으로 변환하는 과정에서 텍스트의 자연스러운 발화를 위한 음성 합성 기술을 사용
- Socket 통신: Unity와 Python 간 데이터 전송

차별점



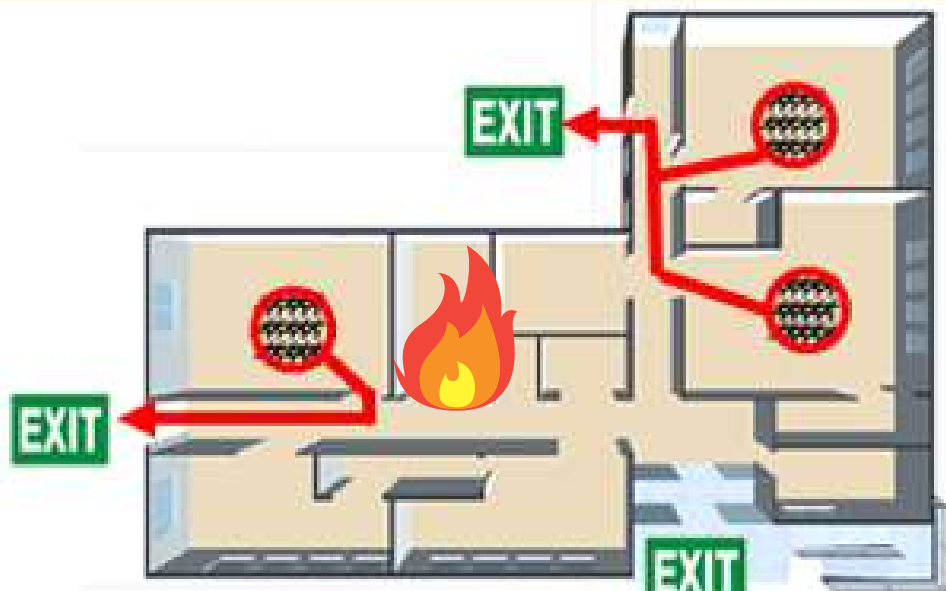
1. ML-Agents로 강화학습된 **AI agent 탑재**
 - 밀집된 군중을 재현하는 군중 agent를 구현
2. **A* 알고리즘 탑재**
 - 사용자 위치와 환경 요소를 실시간 분석하여 최적 경로를 제공 가능

➡ 가상환경 내에 사용자와 상호작용 agent를 구현 + 강화학습된 군중 AI agent & A*알고리즘 기능 추가

논문 분석

재난 상황 최적화 경로 탐색 알고리즘

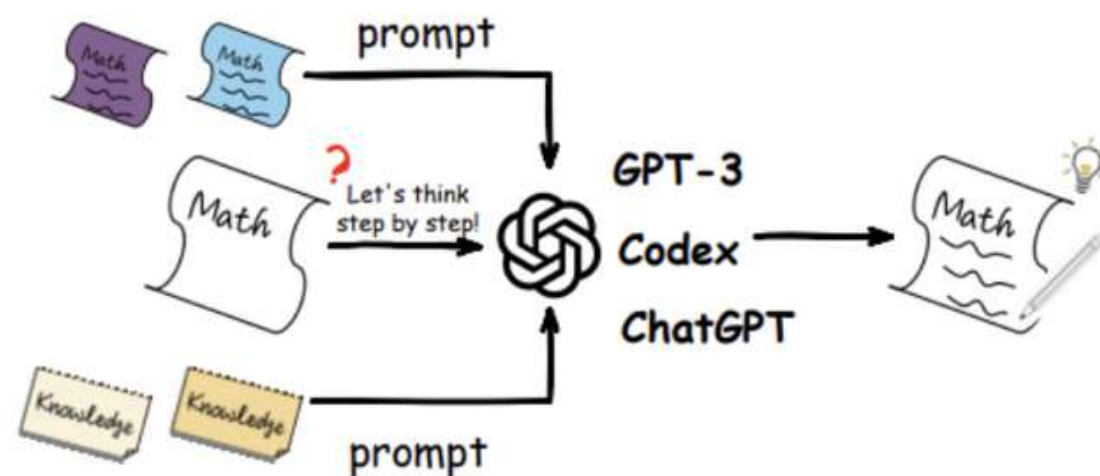
“A study on the Application of Optimal Evacuation Route through Evacuation Simulation System in Case of Fire(2020)”



- A* Algorithm: dijkstra 알고리즘에 휴리스틱함수를 추가하여 출구 방향을 고려한 경로 탐색 가능
- $f(n) = g(n) + h(n)$
g(n): 출발점에서 현재 위치까지의 비용.
h(n): 현재 위치에서 목표 지점까지의 추정 비용

PromptEngineering LLM

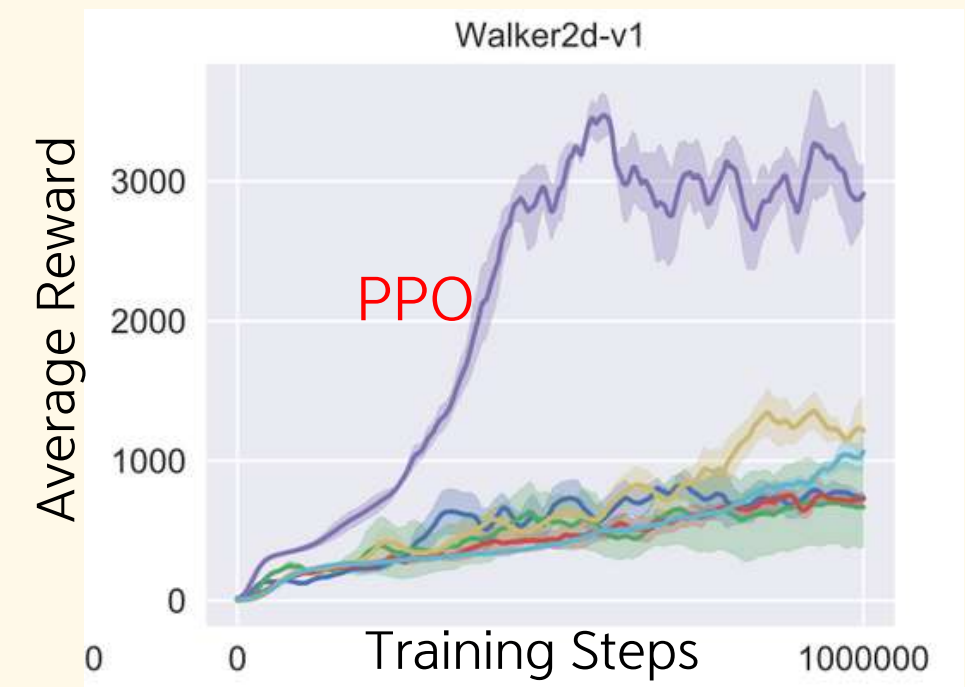
“ASURVEYOFPROMPTENGINEERINGMETHODSIN LARGE LANGUAGE MODELS FOR DIFFERENT NLP TASKS”(2024)



- ReAct(Reason+Act): 실시간 환경 데이터를 입력 받아 상황을 추론하고 행동을 생성하는 프롬프트 설계
- Chain-of-Thought(CoT): 단계적 문제 해결 과정을 유도하는 프롬프트 설계

군중 AI Agent 구현을 위한 강화학습 알고리즘

“Proximal Policy Optimization Algorithms- OpenAI(2017)”



- PPO(Proximal Policy Optimization): 기존 정책과 새로운 정책의 차이를 제한하는 클리핑 기법으로, 동적 환경에서도 에이전트가 예측 가능하고 일관된 행동을 하도록 최적화된 강화학습 알고리즘

프로젝트 소개



수행목표

문제

VR 가상환경 내 다양한 위험에 대한 상호작용 제한으로 인한 미흡한 대피 교육



해결 방안

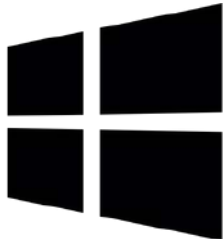

1. 사용자 위치 기반 대피 경로 안내: Map에 A* algorithm 적용
2. 사용자와 실시간 대화: 상호작용 AI Agent에 NLP적용
3. 탈출구를 찾는 군중 재현: 군중 AI Agent에 강화학습 적용



“특정 장소 내 상황을 재현하며 실시간으로 사용자와 상호작용하여 경로를 안내하는 가상현실”

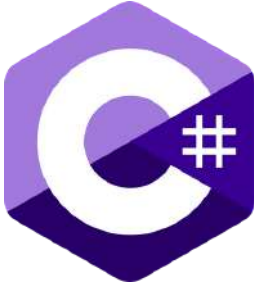
시스템 구조도

OS




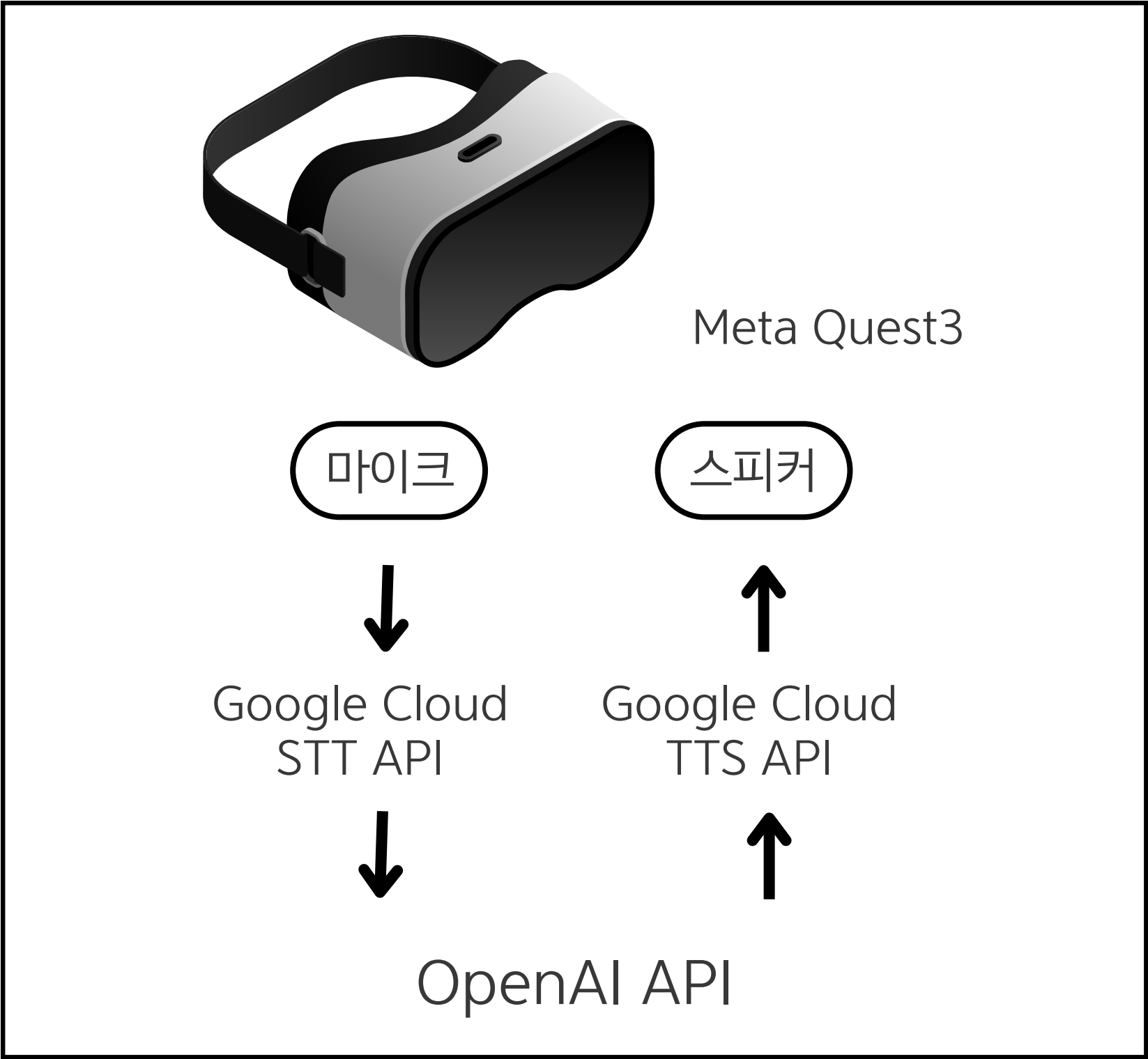
UbuntuWindows

개발 언어

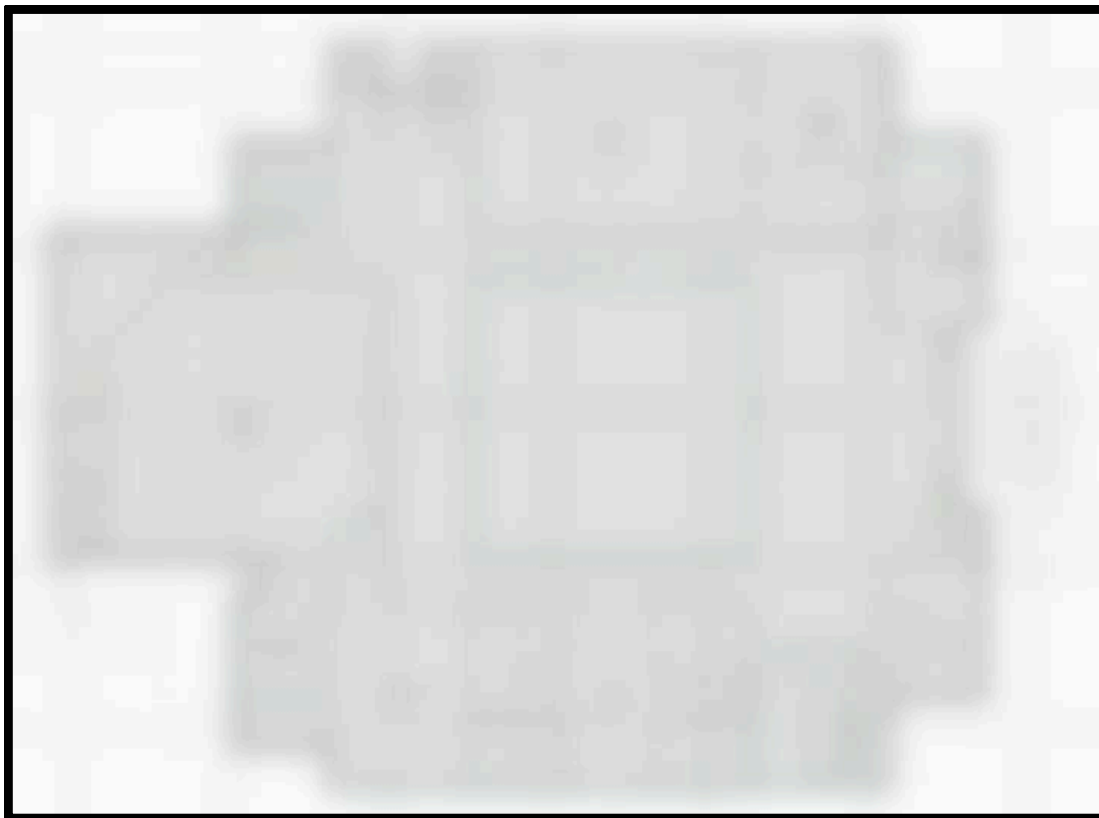


개발 환경

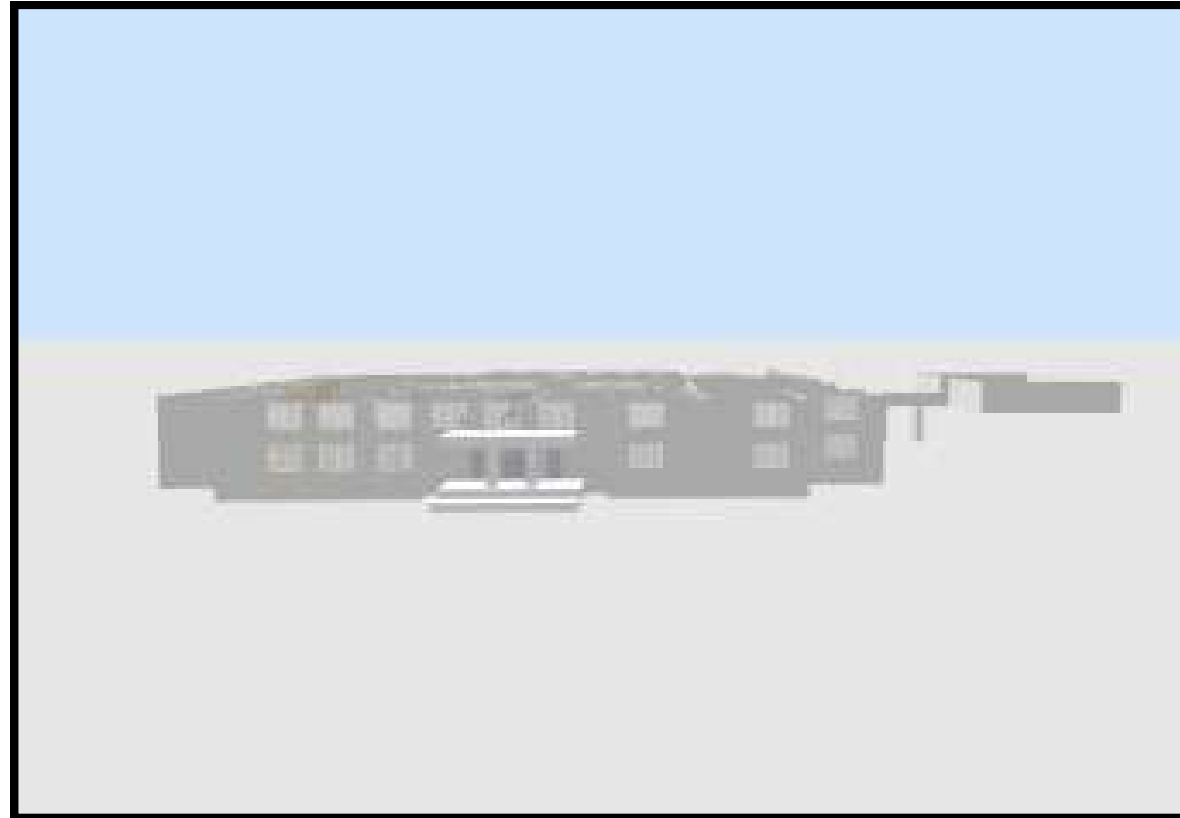




MAP 제작



실제 연구시설 구조를
참고한 가상 건물 도면



Sweet Home 3D를 활용
한 건물 전체 구조 모델링



Unity에서 세부 디테일
수정 및 구현

구현 기술



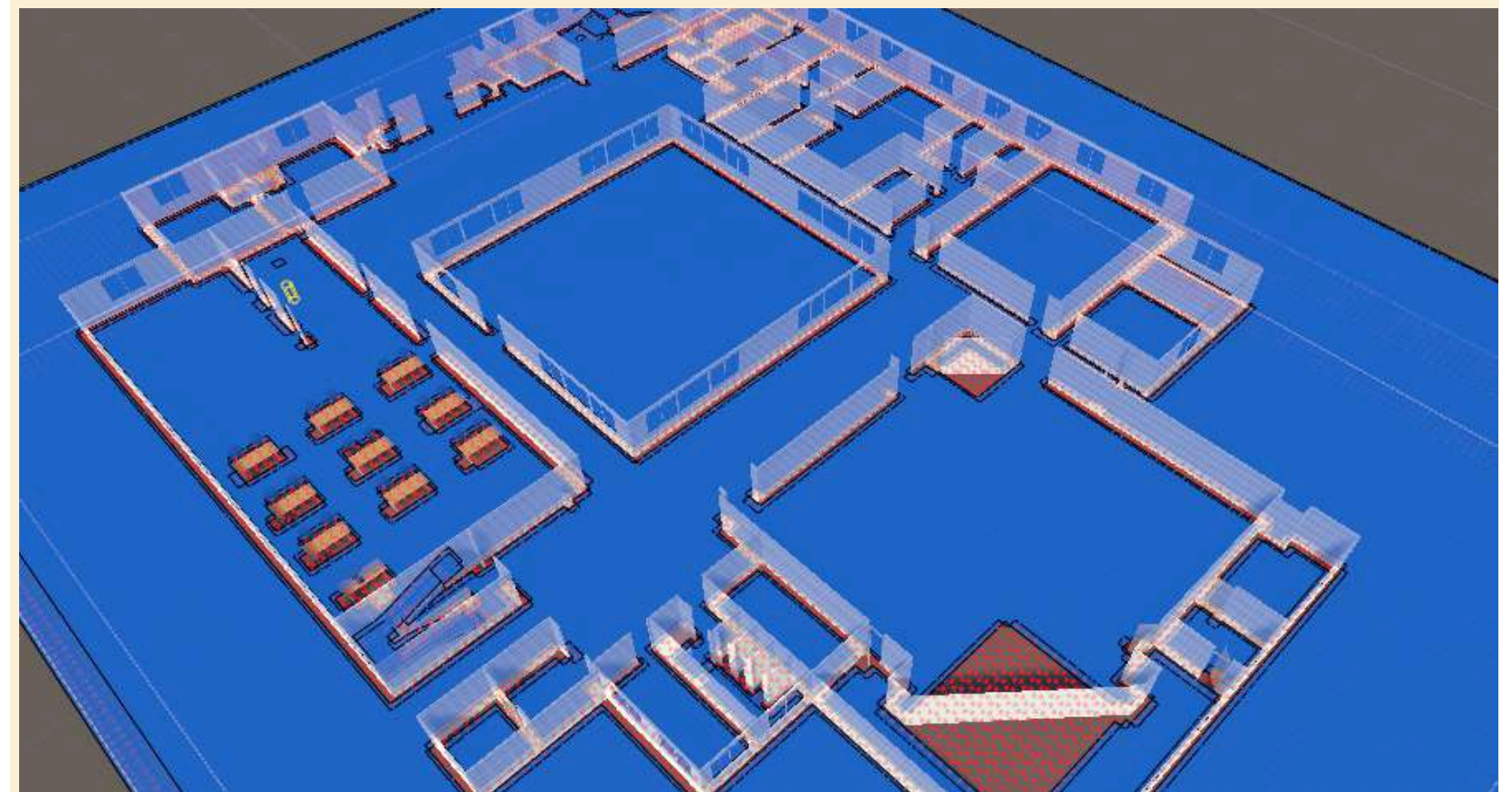
• 1. A* Algorithm •

실시간 동적 경로 재탐색



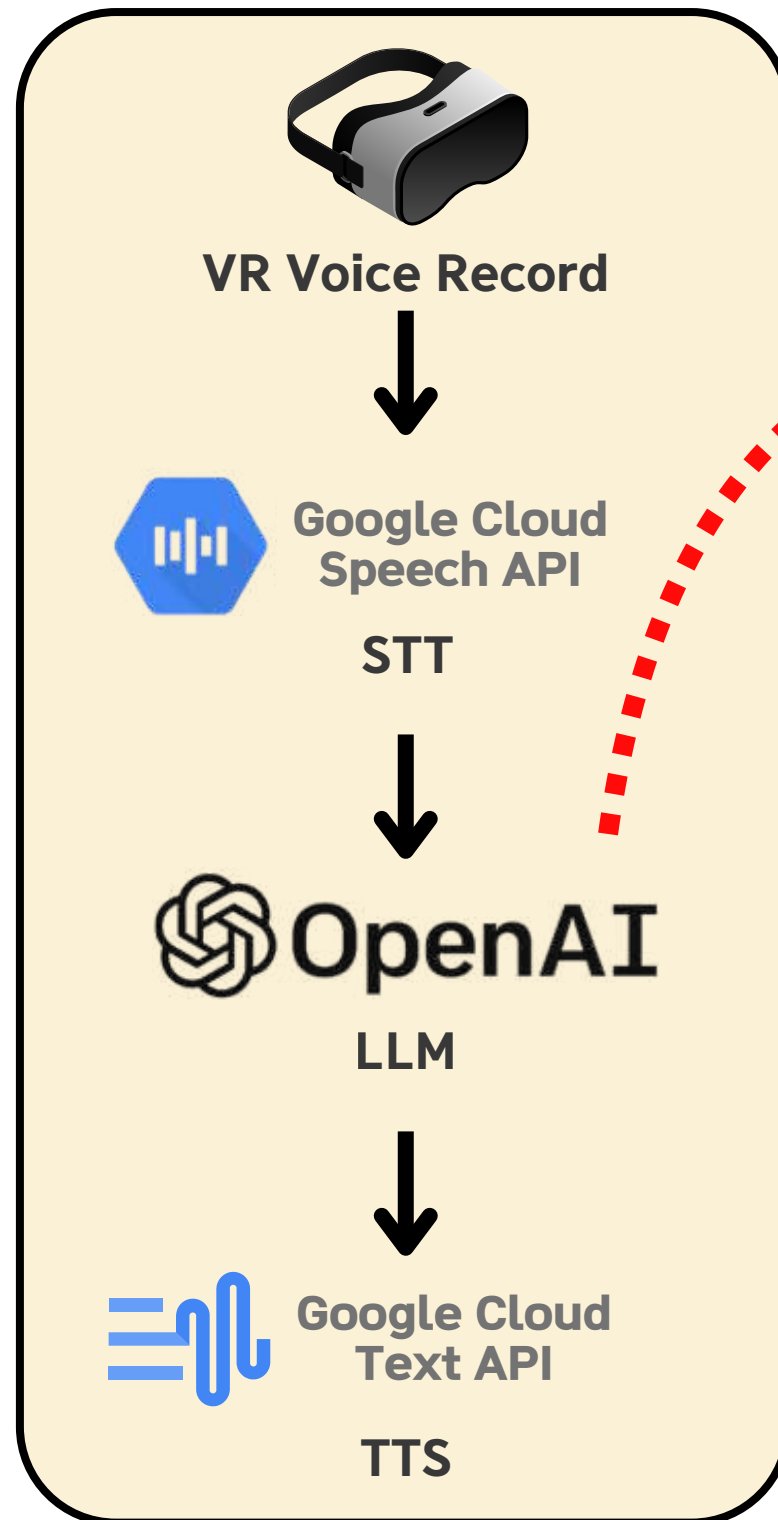
- A* Algorithm 구현: Unity에서 경로 탐색 코드를 작성 및 구현하여 최단 경로를 탐색
- 동적 상황 반영: 화재 확산이나 장애물 변화 시 실시간으로 경로를 재탐색하도록 코드 추가

복잡한 다층 구조에 대한 최적화된 경로 제공



- Layered Grid Graph 활용: 다층 구조로 확장하여 층간 이동 및 복잡한 공간에서도 최적 경로 탐색 가능

2. NLP



Prompt Engineering

- 가상 연구시설 도면 기반 탈출구
- 화재 발생 위치
- 소화기 위치
- 화재발생시 국민행동요령

Chat GPT 4 모델
Prompt Engineering

Q. 현재 위치에서 어디로 어떻게 대피해야 안전하나요?

GPT 4 모델

A. 정확한 위치 정보가 없어 특징적인 안내가 어려우므로 일반적인 화재 대피 방법에 대해 안내하겠습니다....

Prompt Engineering 모델

A. 화재는 1층 수학 연구실 앞 복도에서 발생했습니다. 2층에서 바로 1층으로 내려가는 것은 위험해 다음과 같은 순서로 행동해 대피하세요. .. 안전이 가장 중요하니 불길이 번질 시 즉시 대피하세요.

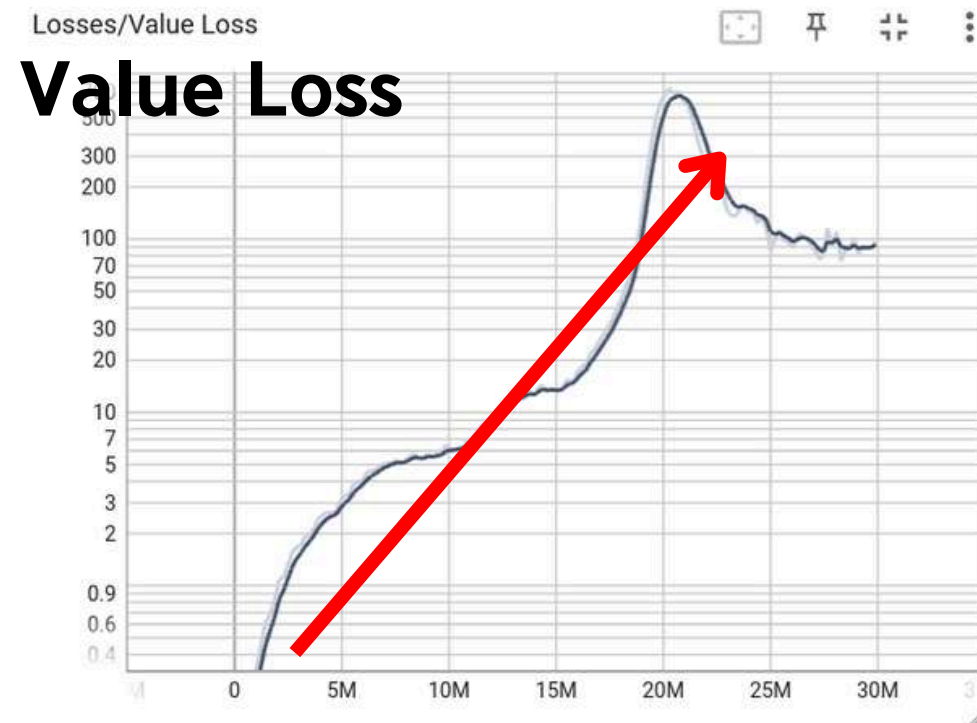
Prompt Engineering 모델은 화재 현장의 대피 요령과 정확한 정보를 제공하는 '상호작용 Agent'에 적용

• 3. Reinforcement Learning •

1. 강화학습 알고리즘 선정

Walker모델 + PPO알고리즘
Walker모델 + SAC알고리즘

0차 기본 yaml, Map 환경에서 학습



바로 복잡한 환경에서 학습 잘 되지 않음

1차 간단한 환경에서 학습

→ Loss 증가 문제 발견하여 하이퍼 파라미터 조정
+ 학습시간이 부족해 보이는 것으로 판단하여 steps 수 증가

2차 하이퍼 파라미터 조정 + steps 수 증가

→ PPO: 학습 초반부터 Value Loss증가
SAC: **학습이 되다가 72만 step부터 Loss 증가**

➡ **SAC 알고리즘 채택**

3차 2차 하이퍼 파라미터 + 72만 Step으로 조정

→ SAC: 걷는 것까지 yaml의 하이퍼 파라미터 조정으로 구현 가능.
하지만 정상적인 학습 유도를 위해서는 추가적인 보상과 패널티 반영이 필수적으로 판단됨.

• 3. Reinforcement Learning •

2. AI Agent 모델 선정

문제인식

출구 경로 탐색에 앞서 동작 학습에 과도한 시간이 소모

- Walker 모델로 학습 시, 정상적으로 걷는 동작을 학습하는 데에만 32 시간 이상 소요.
- Walker 모델은 다리의 움직임을 정교하게 제어해야 하기 때문에 학습 속도가 느림.

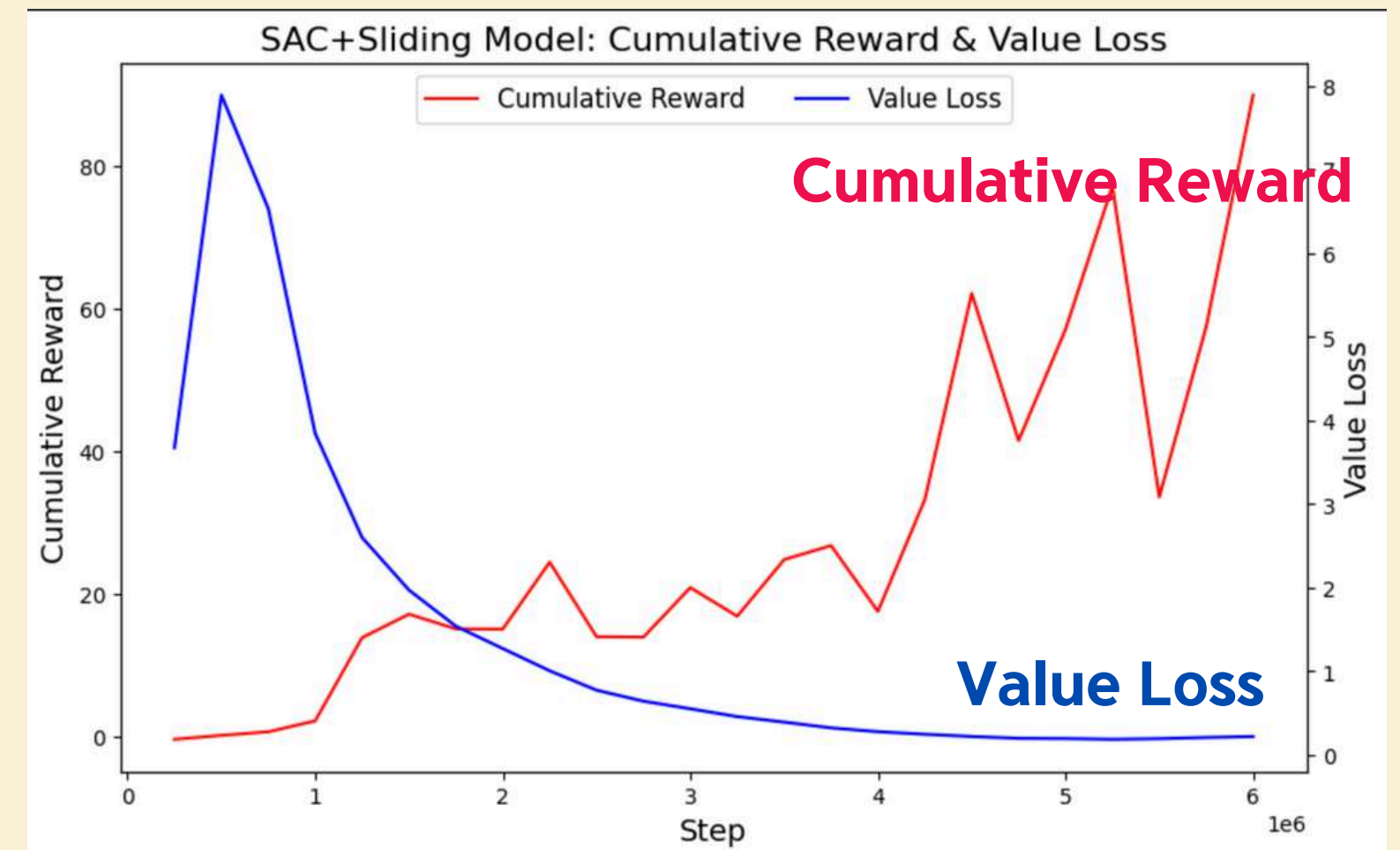


해결책: Sliding 모델로 변경

- Sliding 모델은 동작 제어 학습의 복잡성을 제거하여 에이전트가 경로 탐색 학습에만 집중할 수 있도록 함

3. AI Agent 강화학습 진행

SAC 알고리즘 + Sliding 모델



→ 학습이 정상적으로 이루어짐

시나리오 소개



시나리오

CASE 1: 경로 방해 시 재탐색

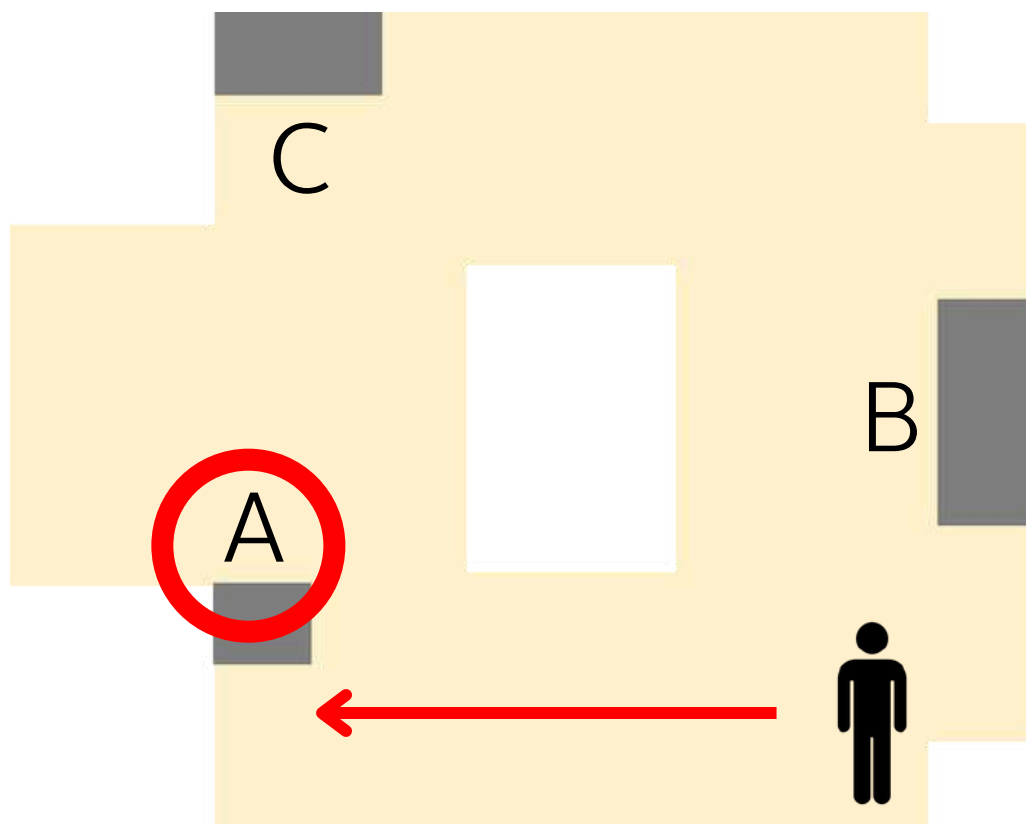
이동 가능한 길인지 판단

- 1) 경로 방해 X> 기존 경로 표시
2) 경로 방해 O> 경로 재탐색 후 표시

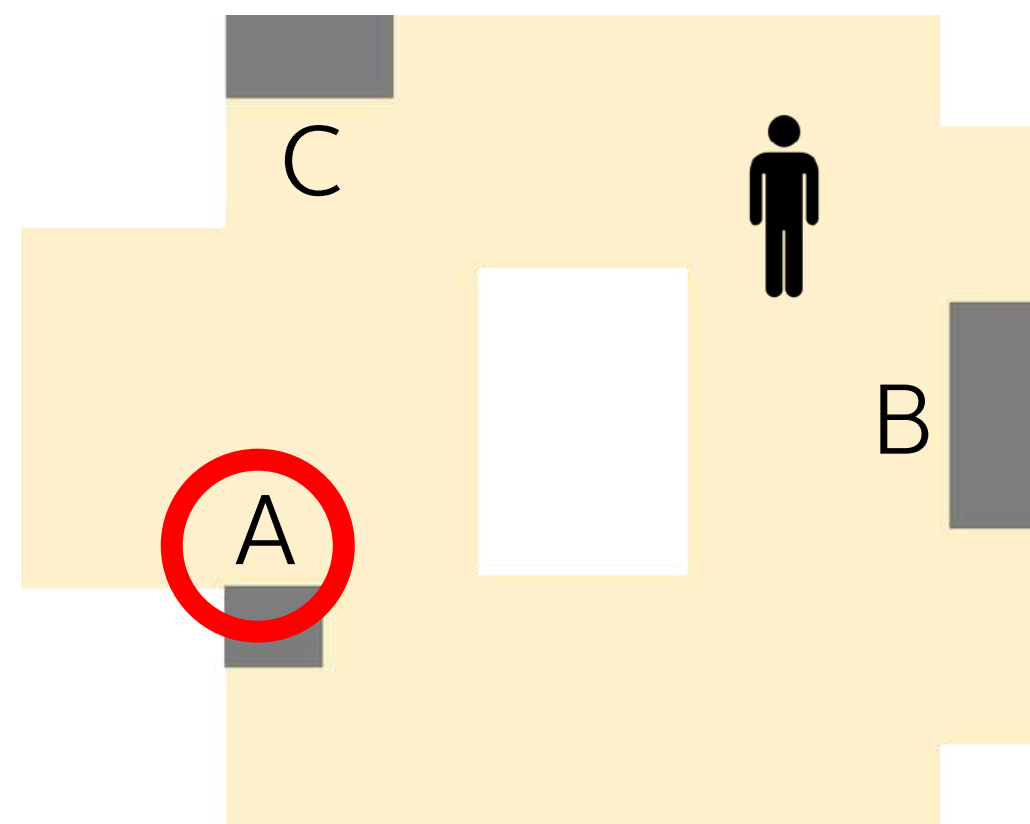


시나리오

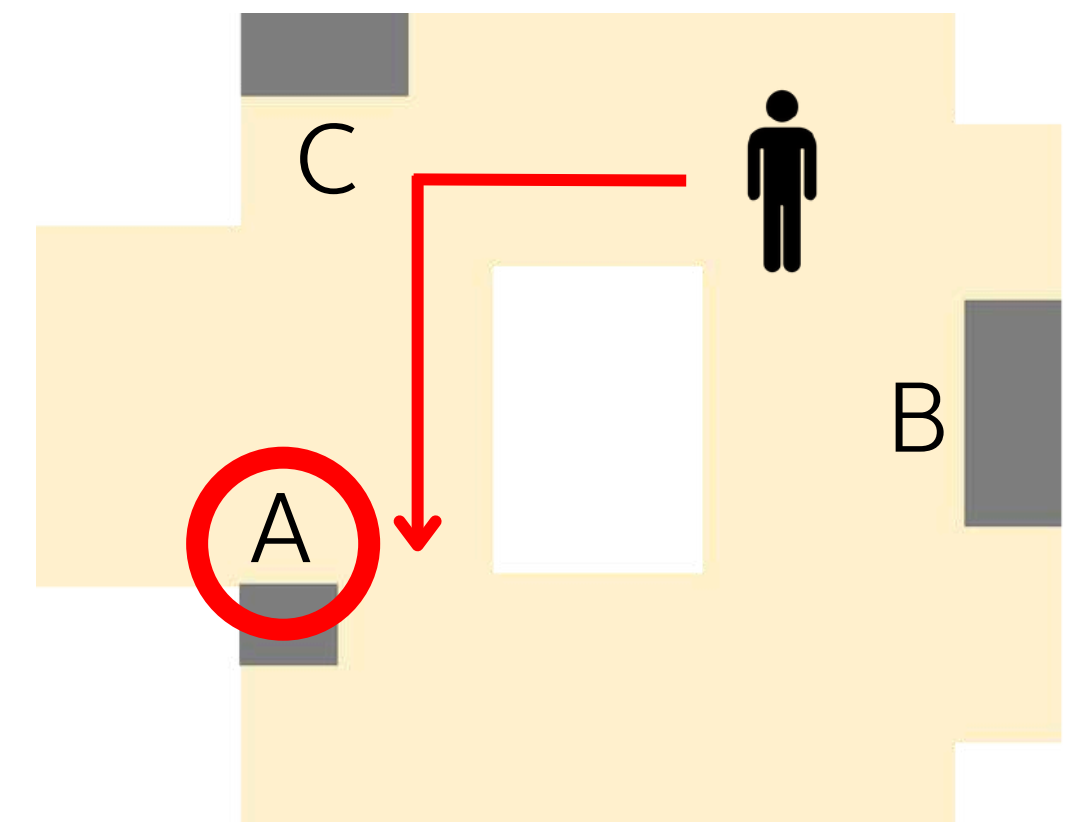
CASE 2: 경로 이탈 시 재탐색



기존 경로



사용자 경로 이탈

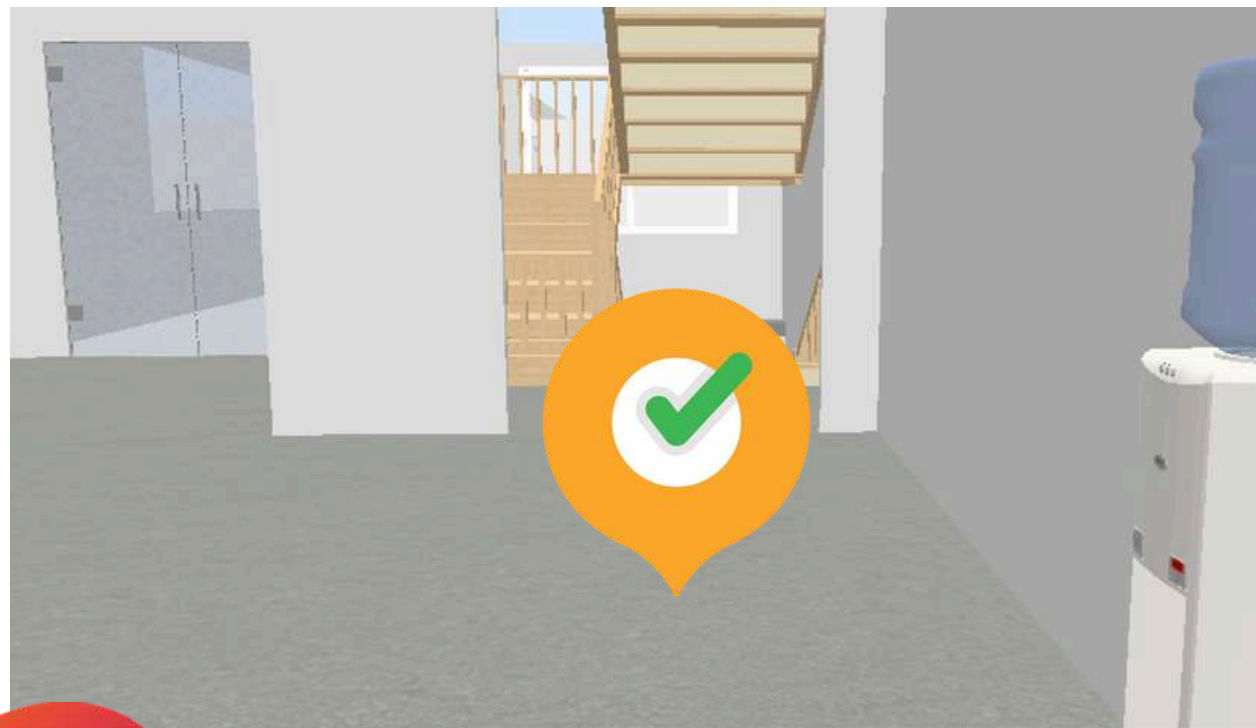


경로 재탐색 후 안내

시나리오

CASE 3: 양방향 대화 시스템

1) 포인트 지점을 통과 시 안내 메시지



그쪽으로 가시면 됩니다.
안전하게 이동하세요!

2) 질문 시 대답 송출



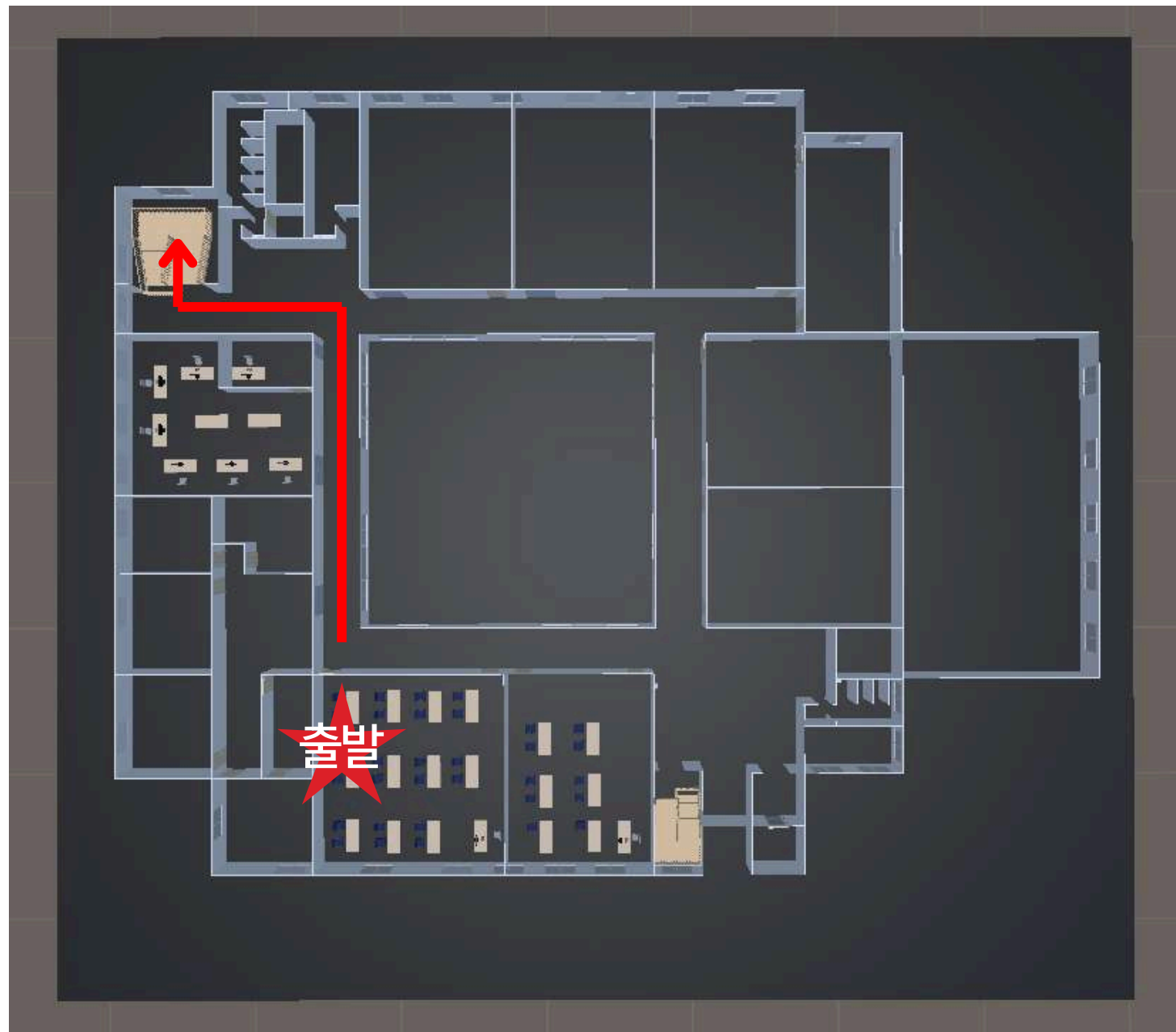
현재 위치 기준으로 가장
가까운 소화기는 어디있어?

왼쪽 화장실 입구에
소화기가 있어요!
진화 실패 시 신속히 대피하세요!

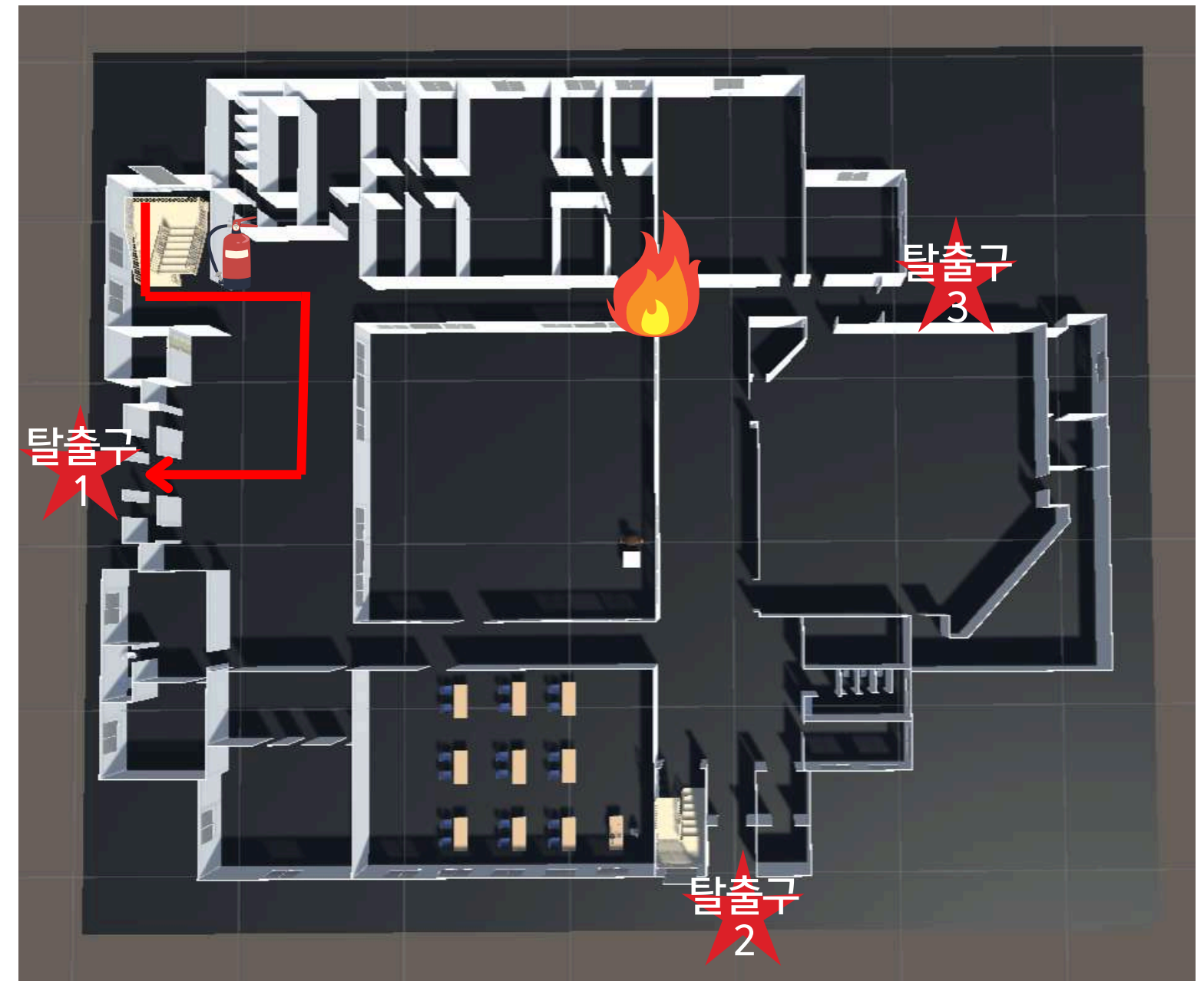


시연 영상

가상 연구시설 2층



가상 연구시설 1층 탈출구



• 시연 영상 •



기대 효과

실질적 대피 능력 향상

- **VR 장치**를 통해 재난 상황에서의 실시간 판단력과 대처 능력을 강화하여 **현실 적용 가능성을 증대**

교육 효과 극대화

- **군중 밀집 분석 및 최적 경로 안내**를 통해 **사용자 이해도를 높이고**, 실감형 학습으로 기존 이론 중심 교육의 한계를 극복

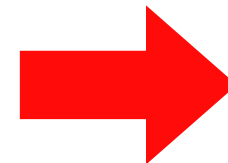
경제적 효율성 확보

- VR은 교육 프로그램 설계를 위한 초기 비용은 더 높을 수 있지만 규모의 경제를 노릴 수 있어 장기적으로 상당한 **비용 절감 효과**가 있음

• 제한점 및 개선기회 •

제한점

- 일반 군중 Agent가 사람처럼 걷는 동작을 학습하는데 많은 시간이 소요되어 슬라이딩 모델을 채택
- 실제 재난 상황의 예측 불가능성을 반영 불가
- 언어 모델로 sLLM을 사용하기 위해 환경 구축을 시도했으나 버전 호환성의 문제로 모델을 불러오지 못함



개선기회

- 보상 체계와 하이퍼파라미터를 수정하여 Agent의 걷는 동작 학습을 개선
- 동적 화재 위치 생성 및 확산 알고리즘을 도입하여 예측 불가능한 시나리오 구현
- 파인튜닝한 sLLM 모델을 도입하여 다양한 상황에 맞는 보다 정교한 답변 생성 가능

감사합니다.