



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



프로젝트 소개

- 수행 목표
- 시스템 구조도
- MAP 제작



구현 기술

- 구현 기술
- 시나리오
- 시연영상



결론

- 기대효과
- 제한점 및 개선기회

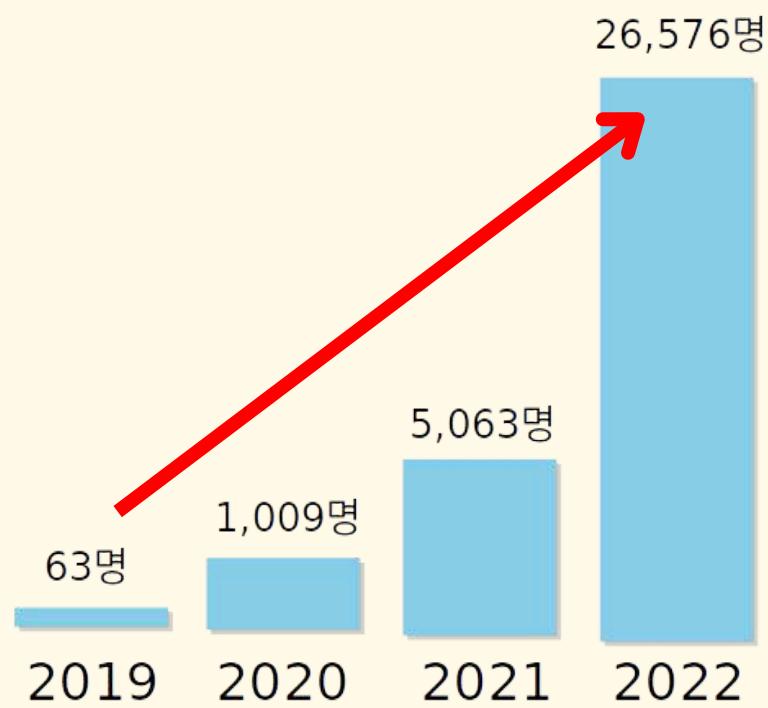


프로젝트 개요



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

<교통사고 발생건수>

5,782건

교육전

2,356건

교육후

<교통사고 사망자수>

104명

교육전

33명

교육후

- 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 API를 사용
- TTS: 텍스트를 음성으로 변환하는 과정에서 텍스트의 자연스러운 발화를 위한 음성 합성 기술을 사용
- Socket 통신: Unity와 Python 간 데이터 전송

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

차별점

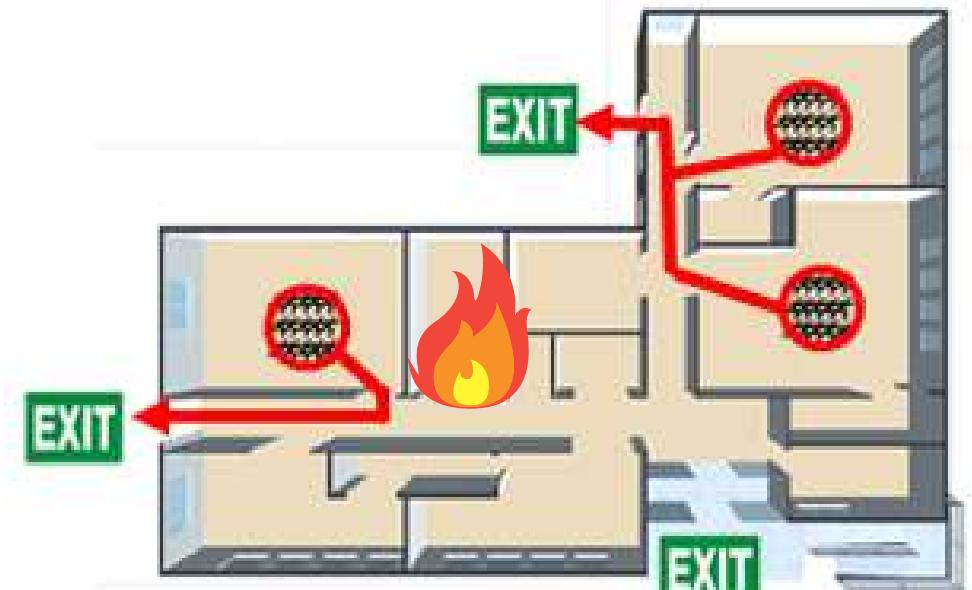


1. ML-Agents로 강화학습된 **AI agent 탑재**
 - 밀집된 군중을 재현하는 군중 agent를 구현
2. **A* 알고리즘 탑재**
 - 사용자 위치와 환경 요소를 실시간 분석하여 최적 경로를 제공 가능

논문 분석

재난 상황 최적화 경로 탐색 알고리즘

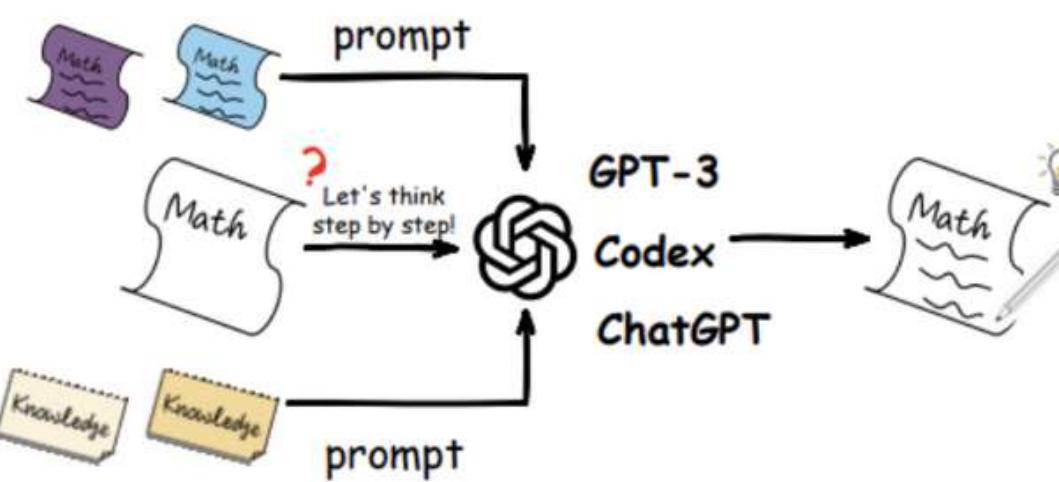
“A study on the Application of Optimal Evacuation Route through Evacuation Simulation System in Case of Fire(2020)”



- 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

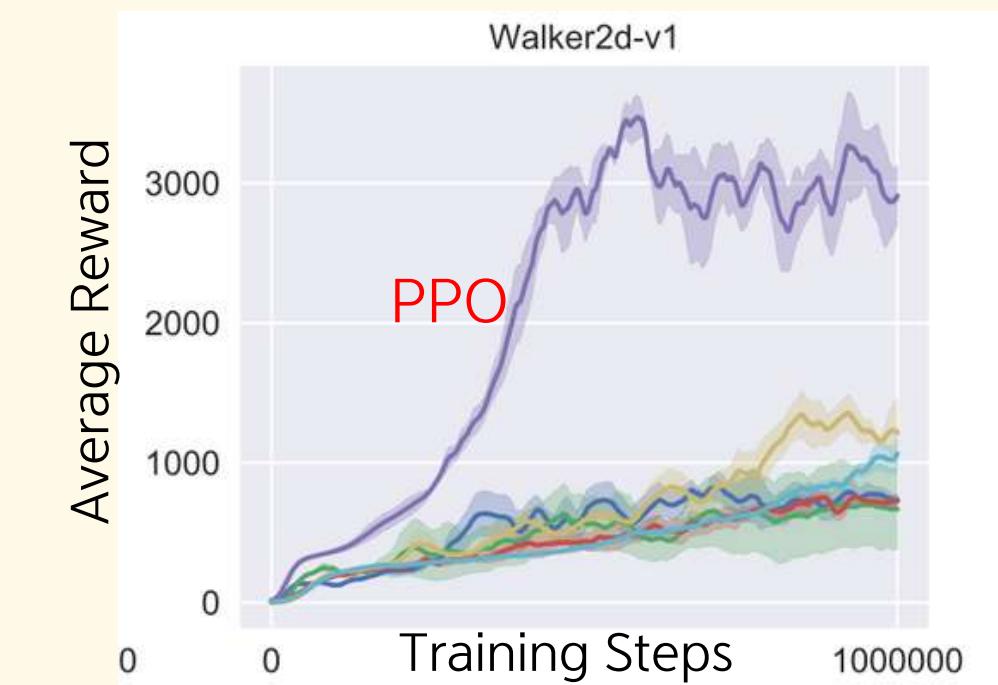
“ASURVEYOFPROMPTENGINEERINGMETHODSIN LARGE LANGUAGE MODELS FOR DIFFERENT NLP TASKS”(2024)



- 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



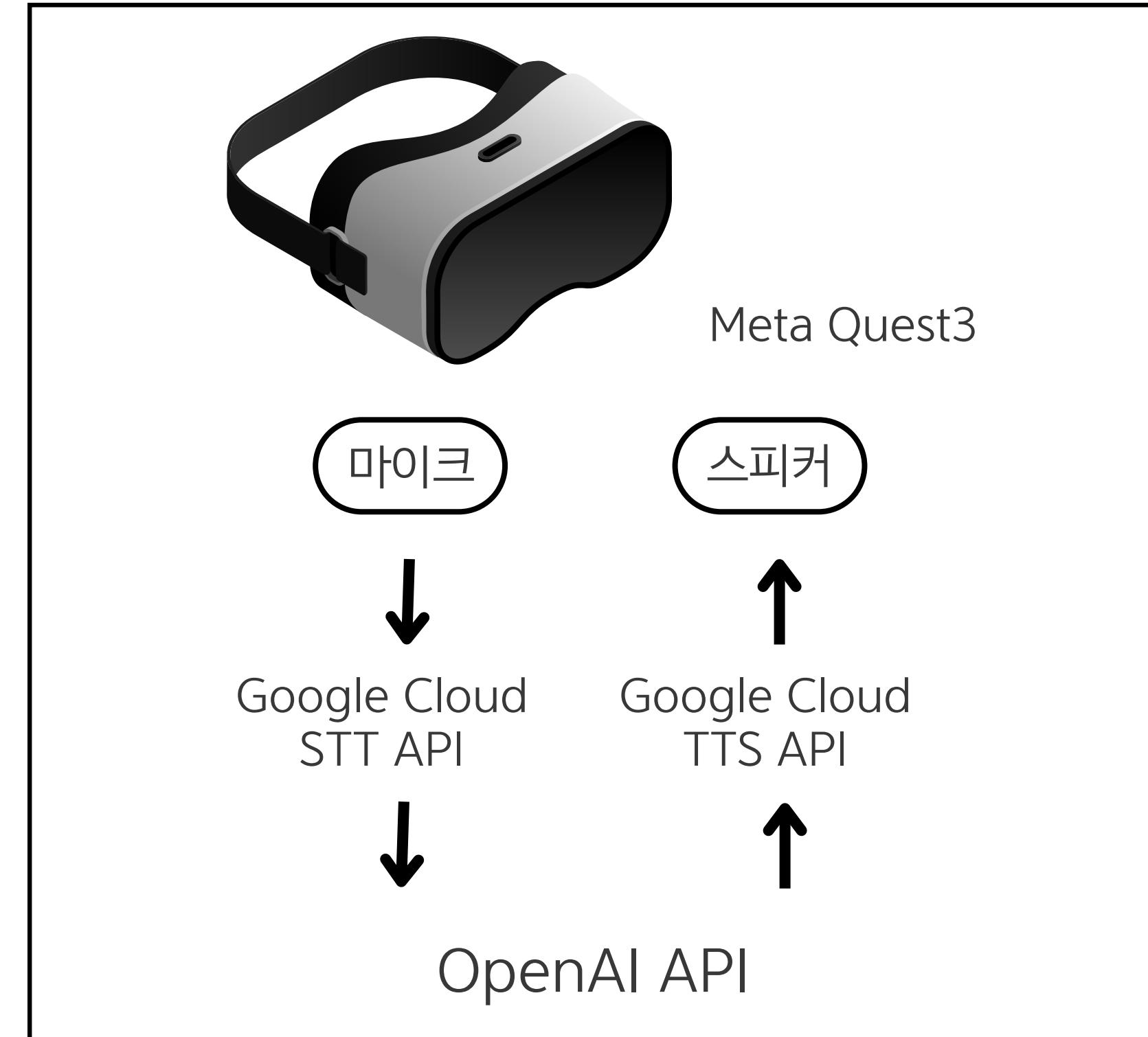
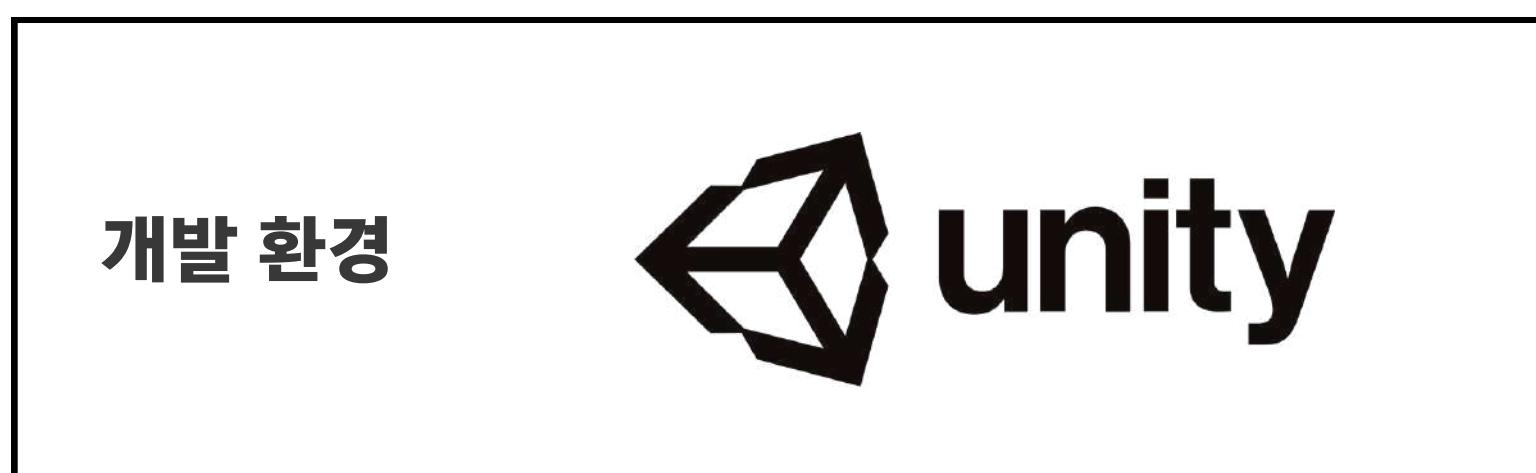
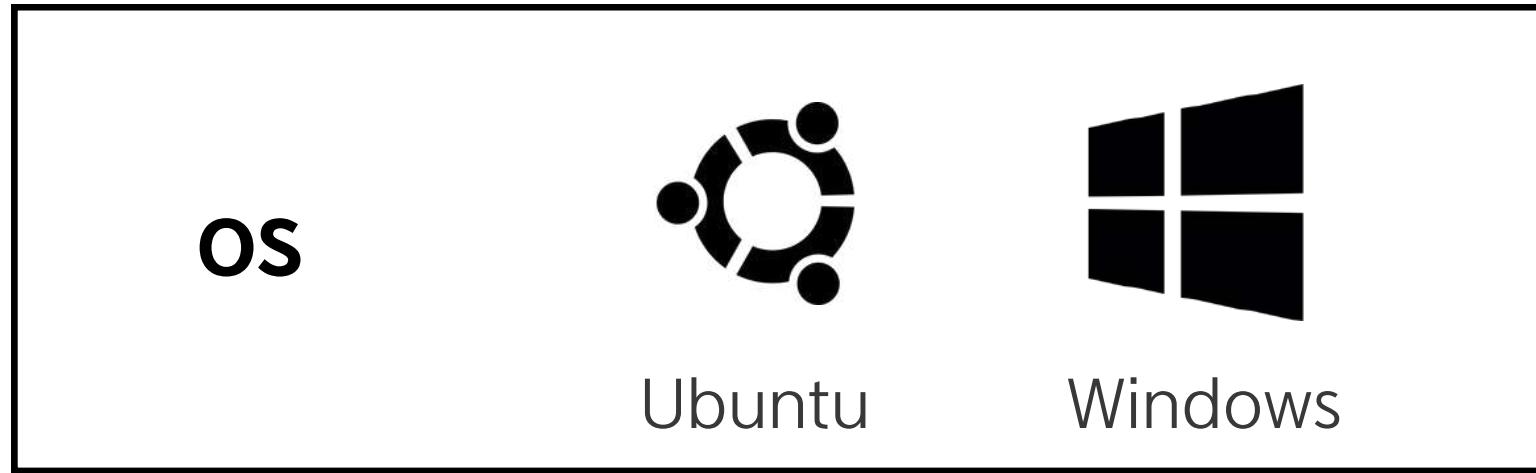
해결 방안

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

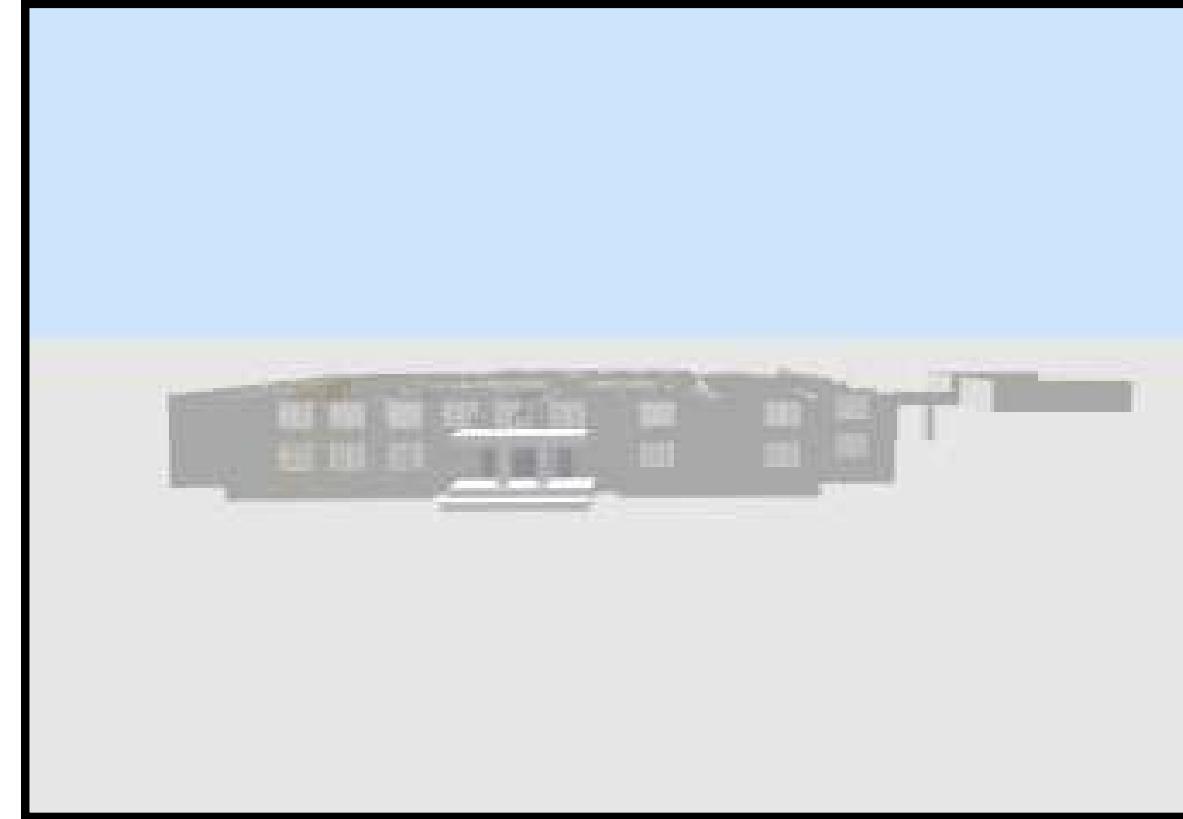
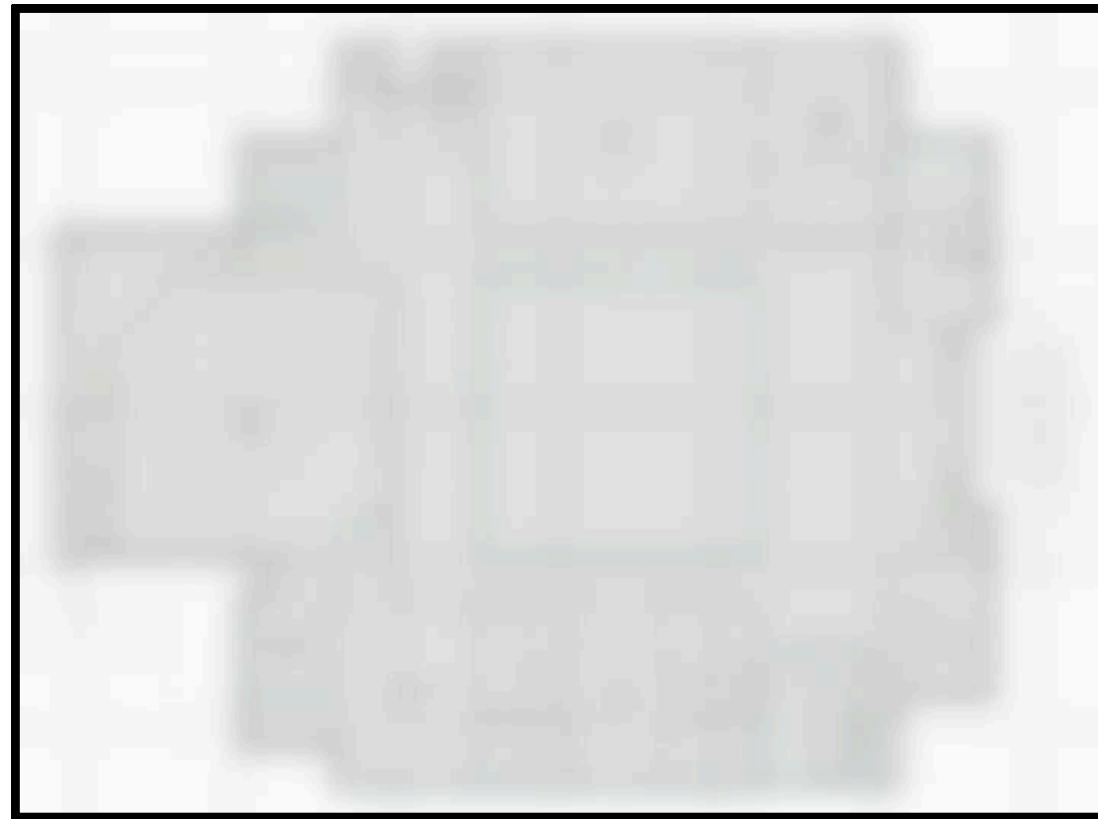


“특정 장소 내 상황을 재현하며 실시간으로 사용자와 상호작용하여 경로를 안내하는 가상현실”

시스템 구조도



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



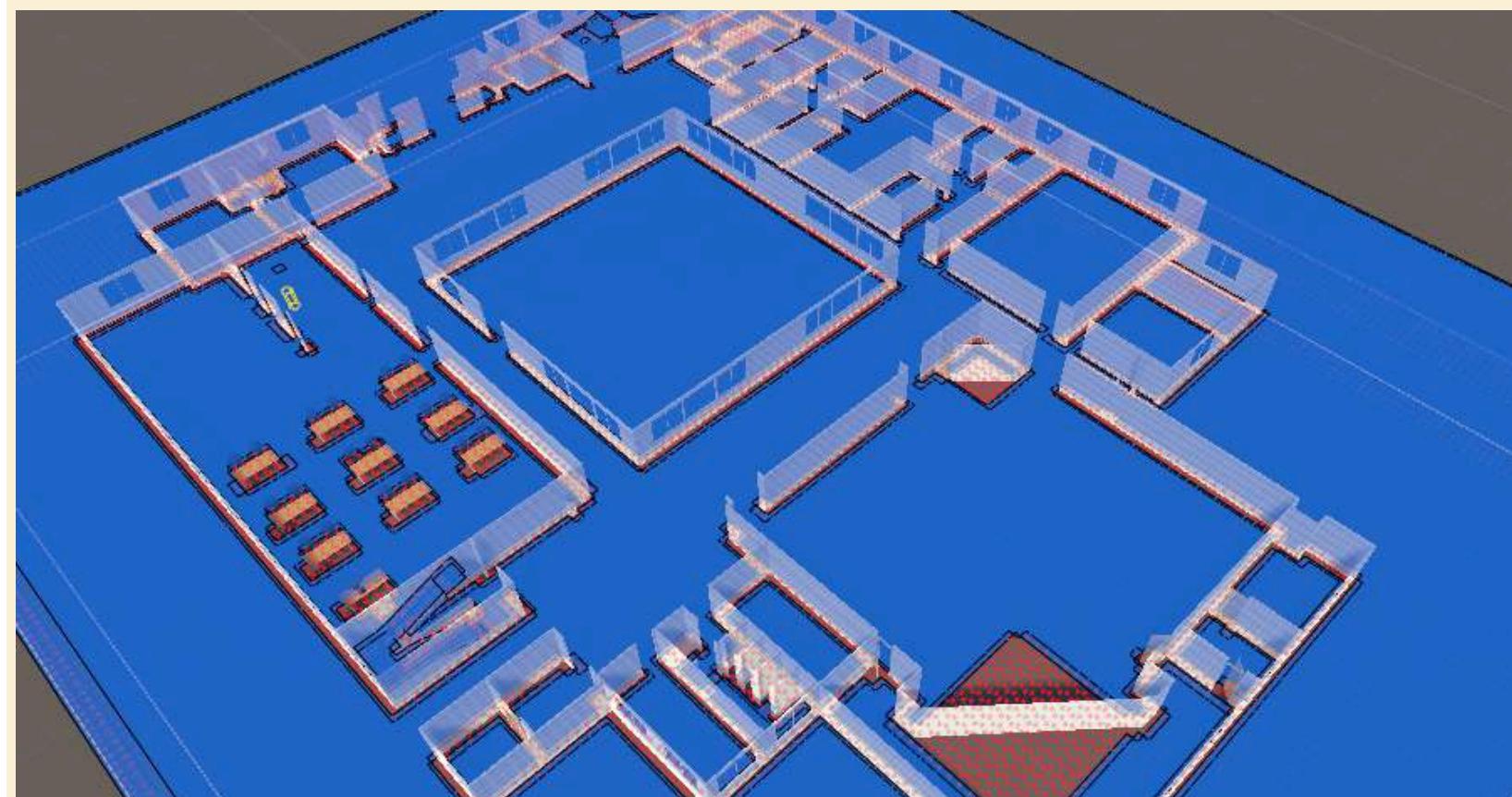
1. A* Algorithm

실시간 동적 경로 재탐색



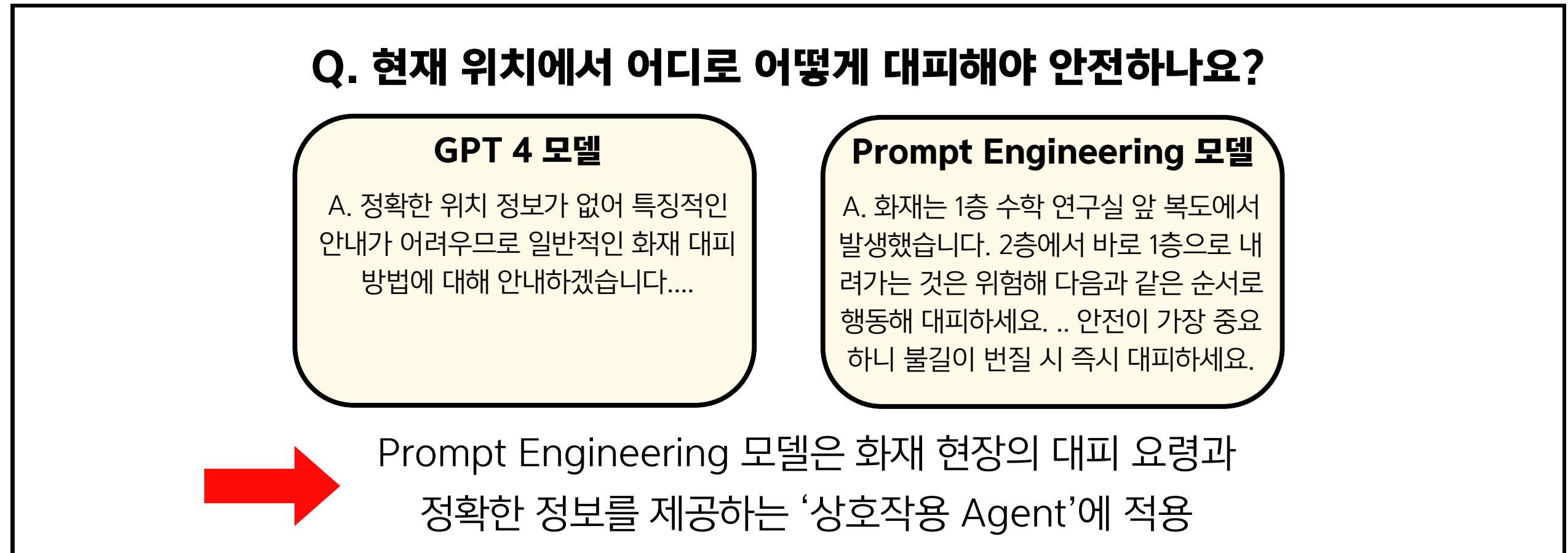
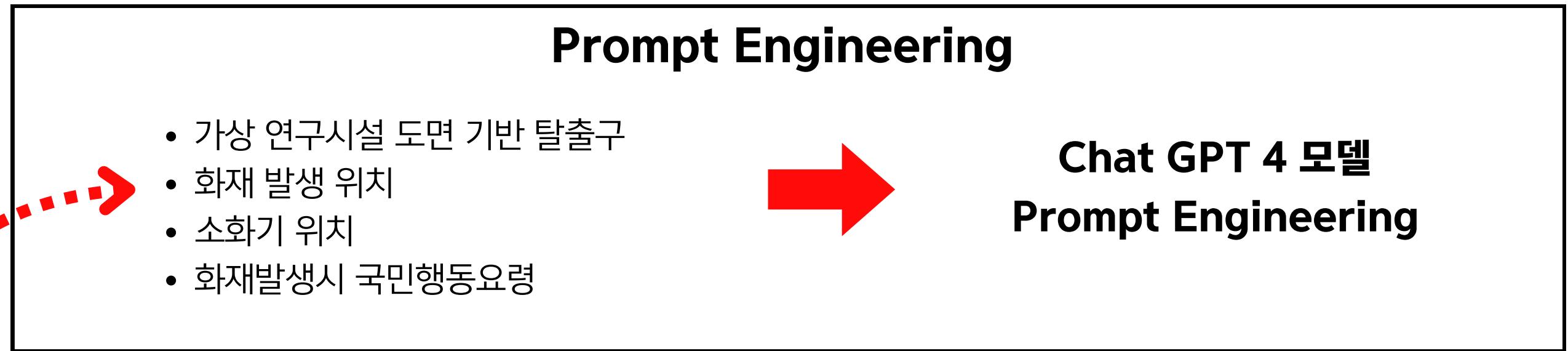
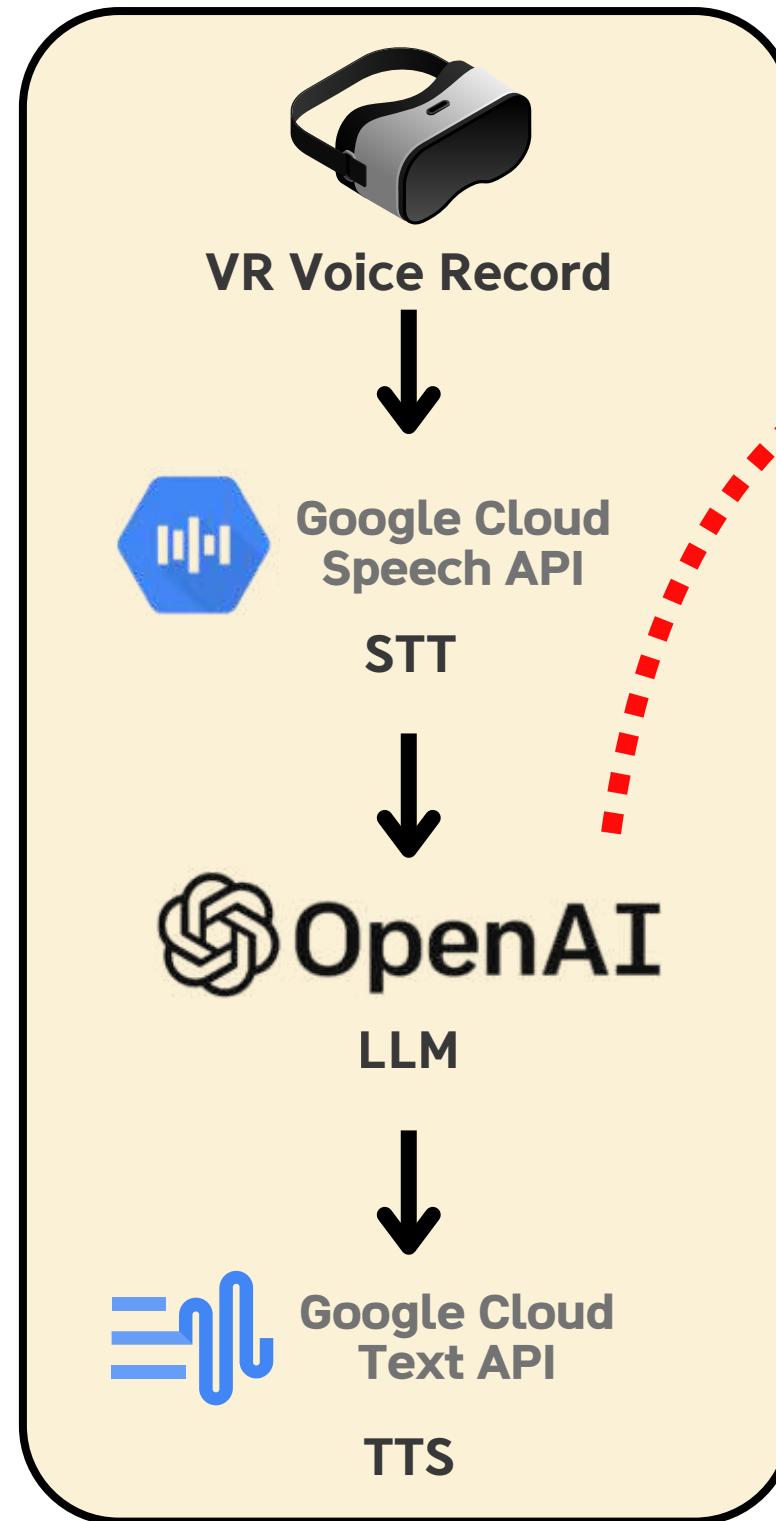
- **A* Algorithm 구현:** Unity에서 경로 탐색 코드를 작성 및 구현하여 최단 경로를 탐색
- **동적 상황 반영:** 화재 확산이나 장애물 변화 시 실시간으로 경로를 재탐색하도록 코드 추가

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

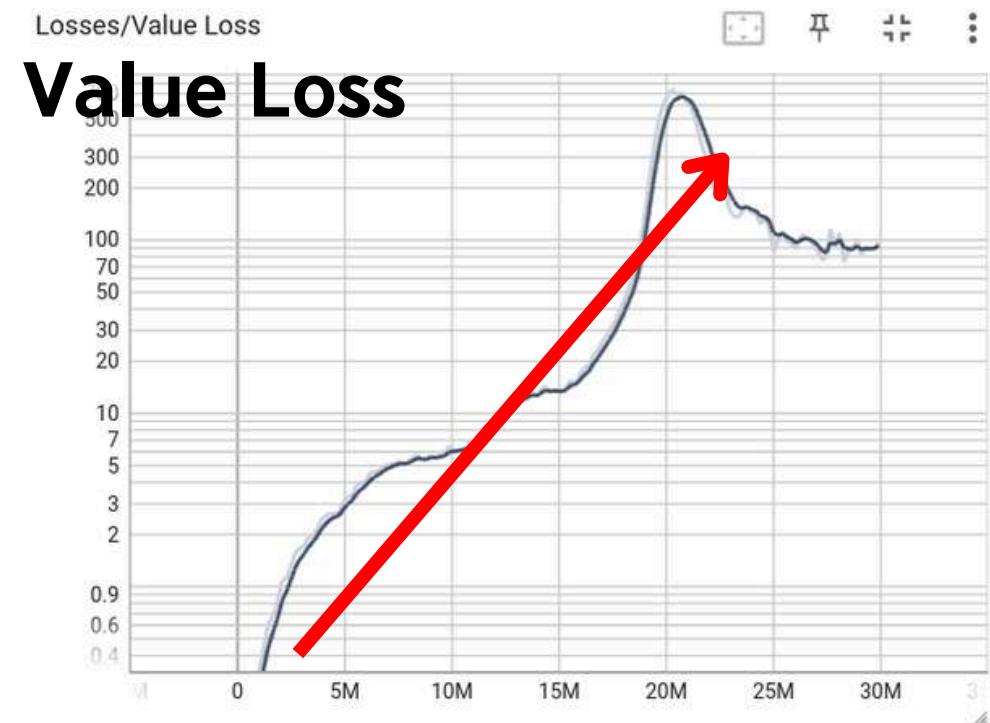


• 3. Reinforcement Learning •

1. 강화학습 알고리즘 선정

Walker모델 + **PPO**알고리즘
Walker모델 + **SAC**알고리즘

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 Loss 증가
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 설정

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.

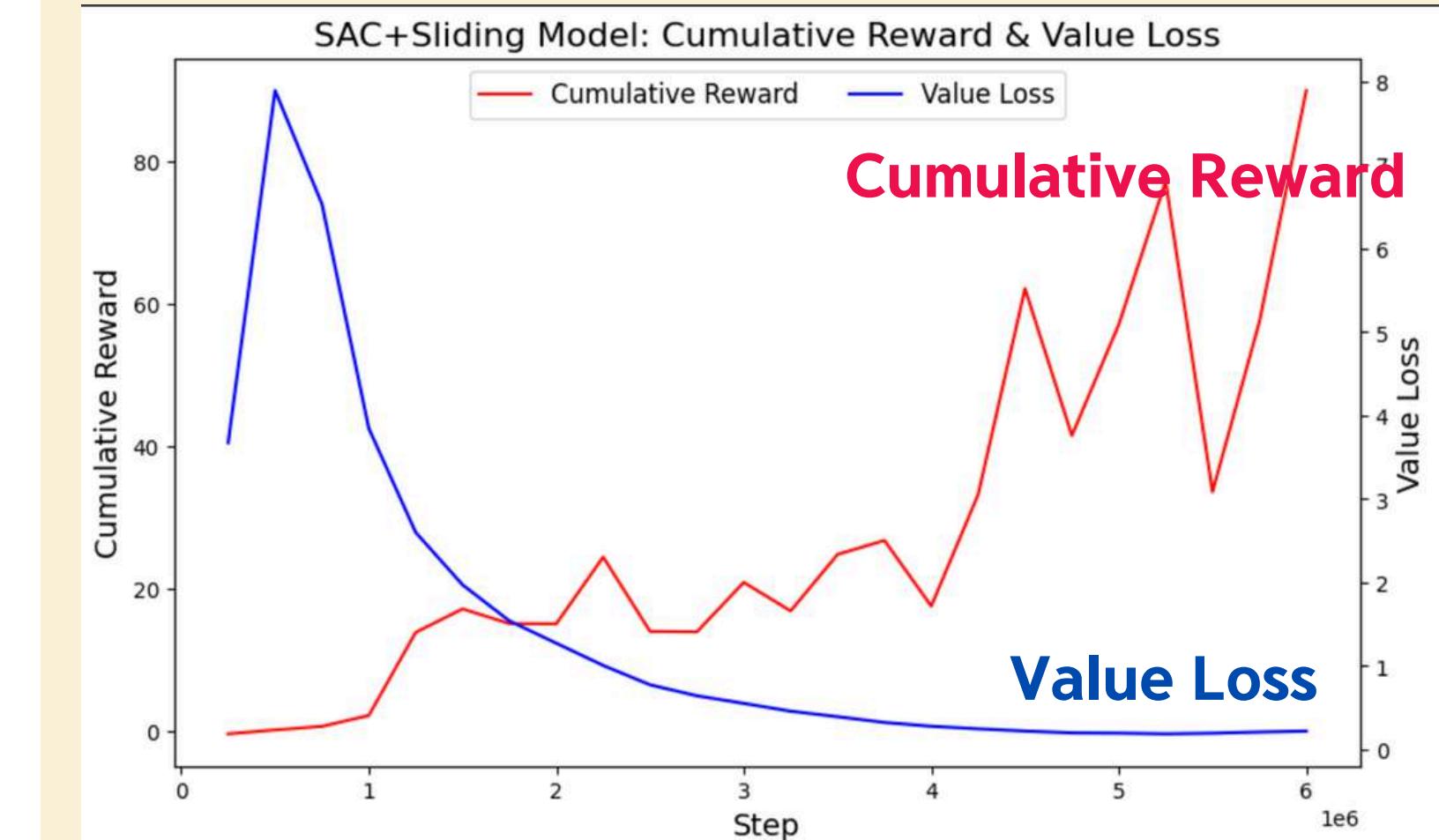


해결책: Sliding 모델로 변경

- 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

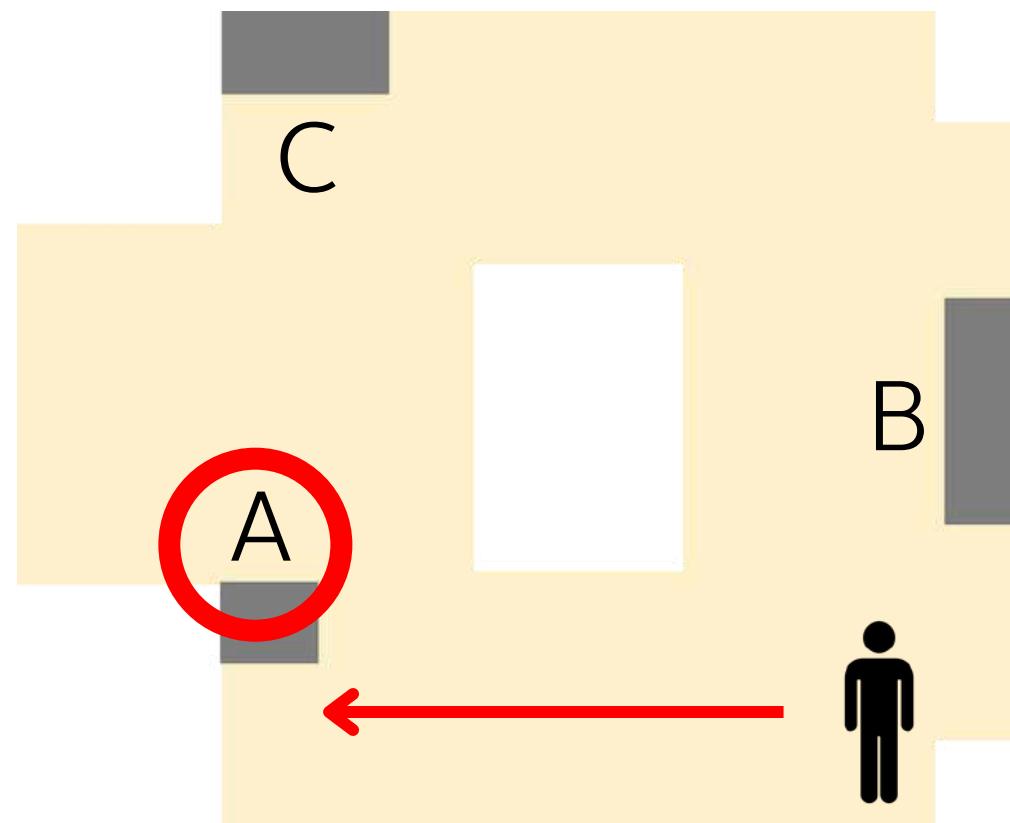
- 1) 경로 방해 X
- 2) 경로 방해 O

기존 경로 표시
경로 재탐색 후 표시

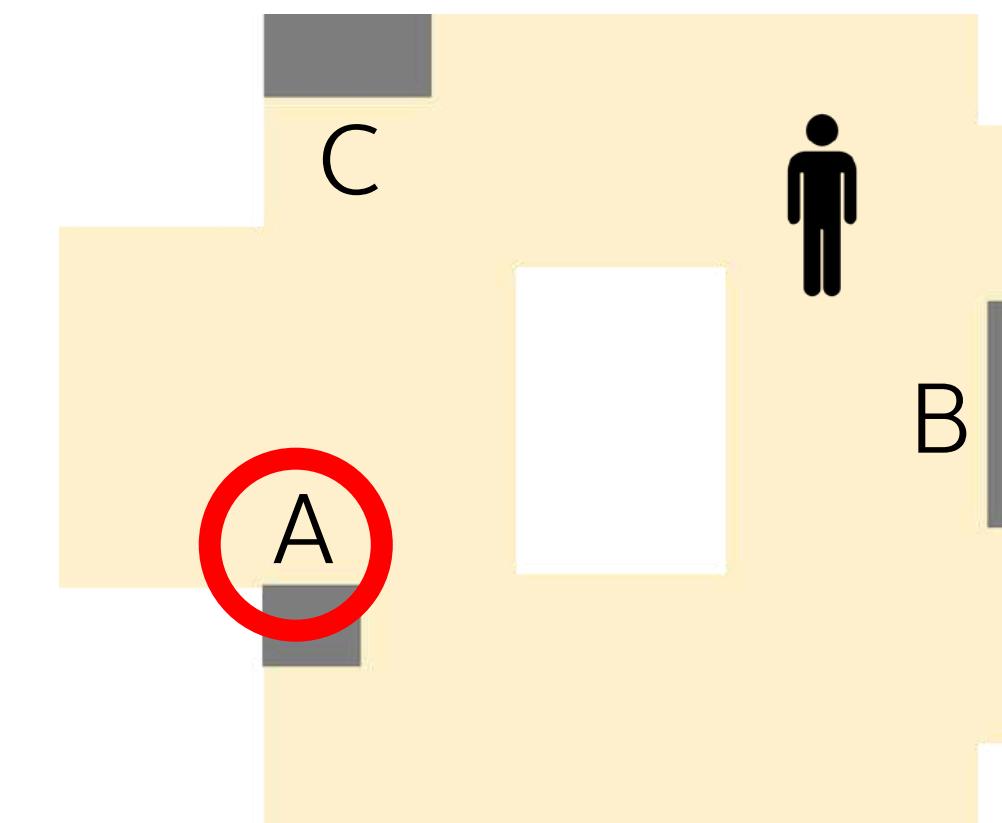


시나리오

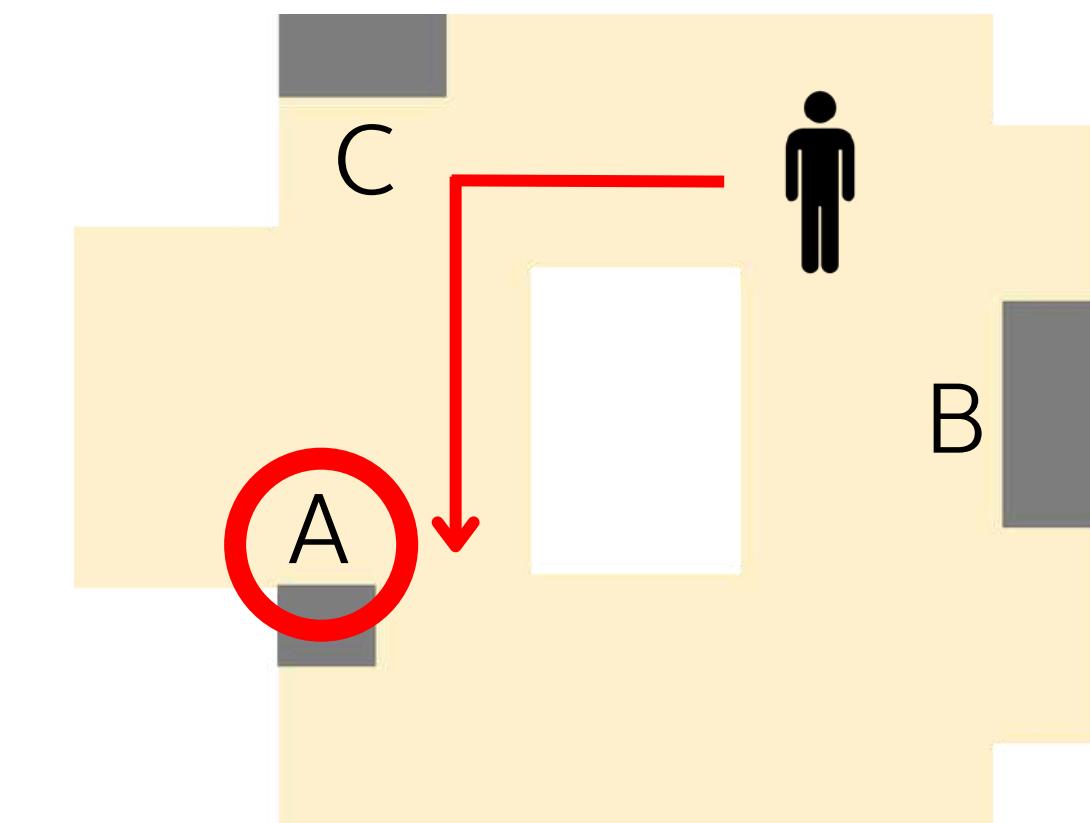
CASE 2: 경로 이탈 시 재탐색



기존 경로



사용자 경로 이탈



경로 재탐색 후 안내

시나리오

CASE 3: 양방향 대화 시스템

1) 포인트 지점을 통과 시 안내 메세지

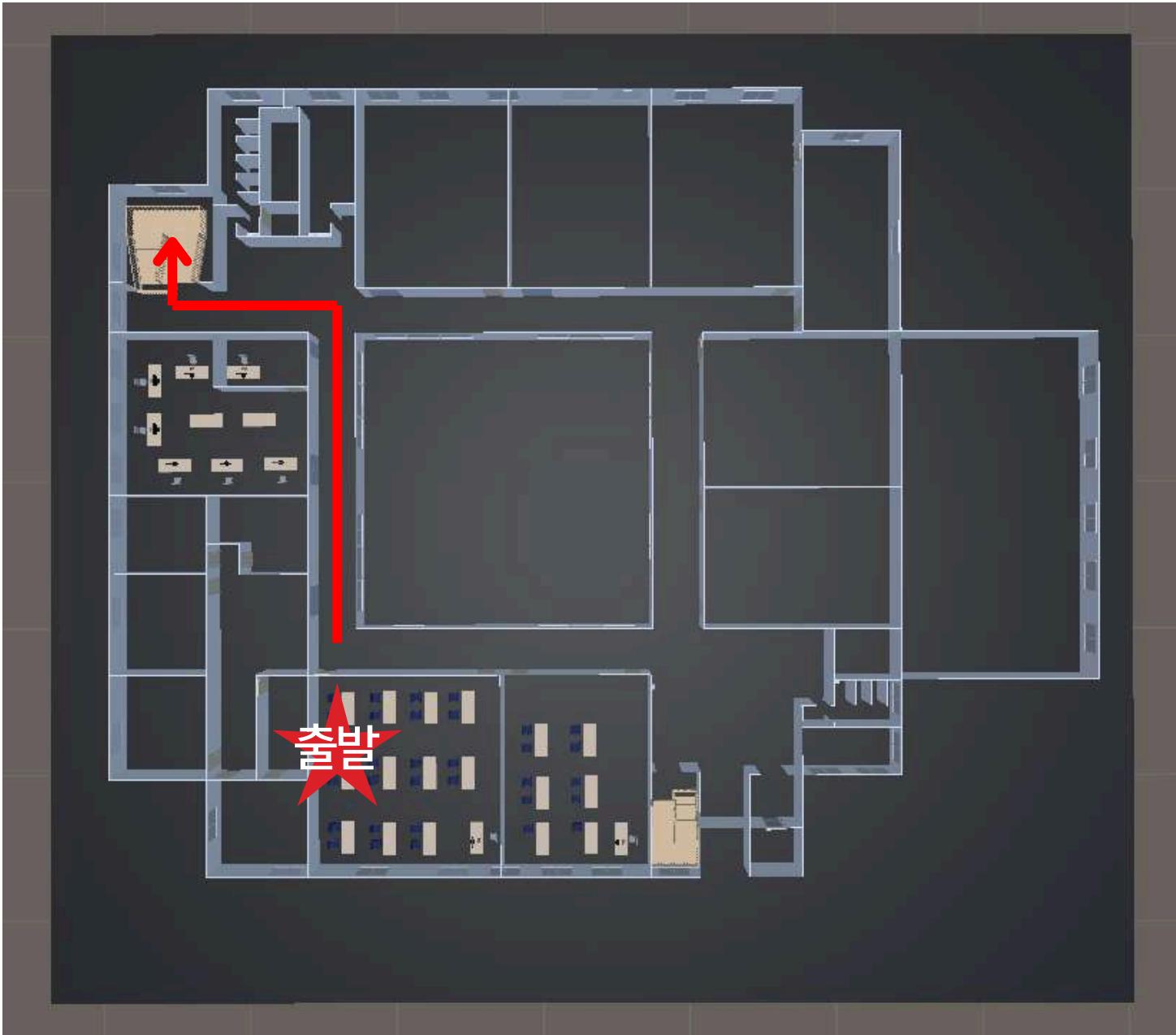


2) 질문 시 대답 송출

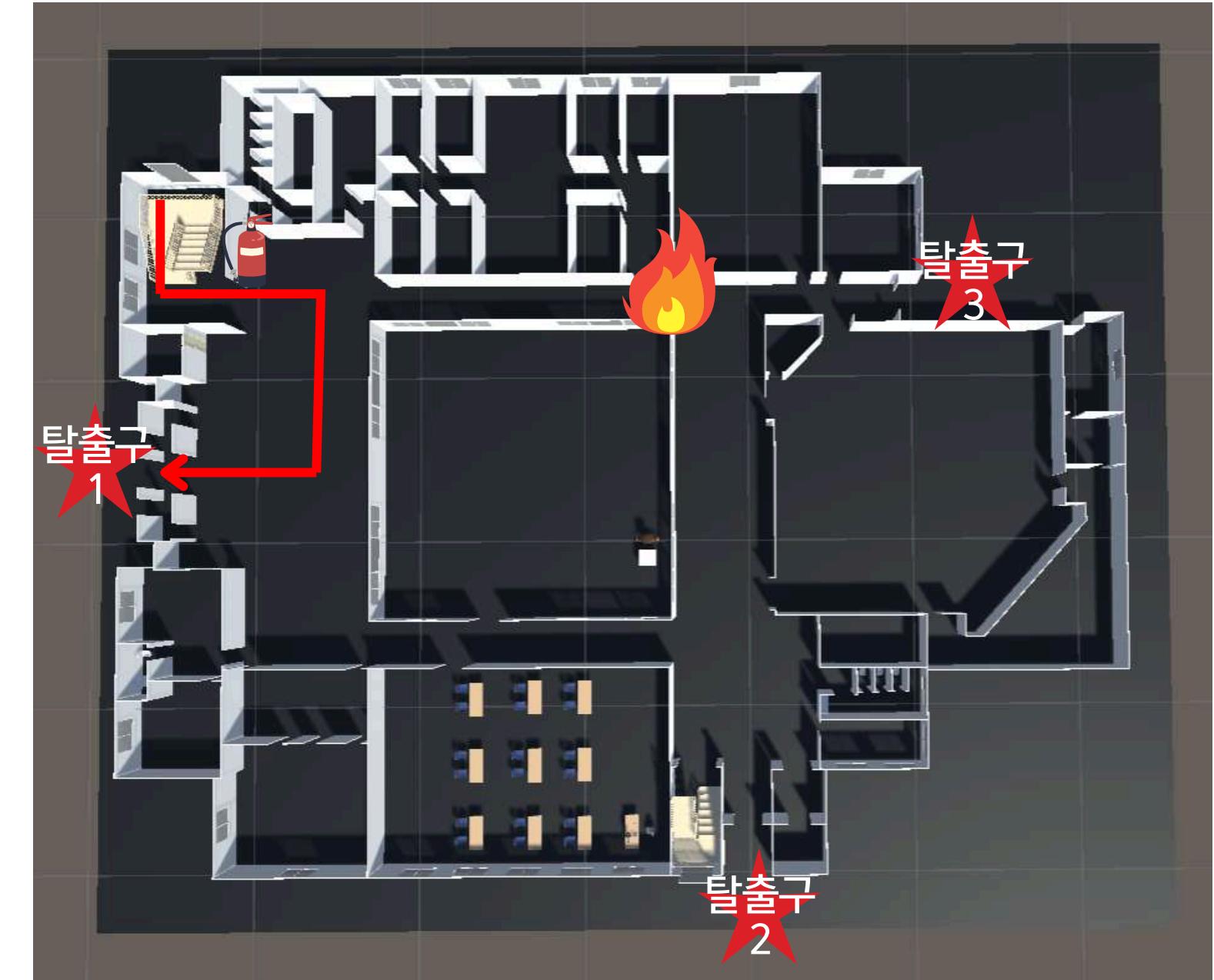


시연 영상

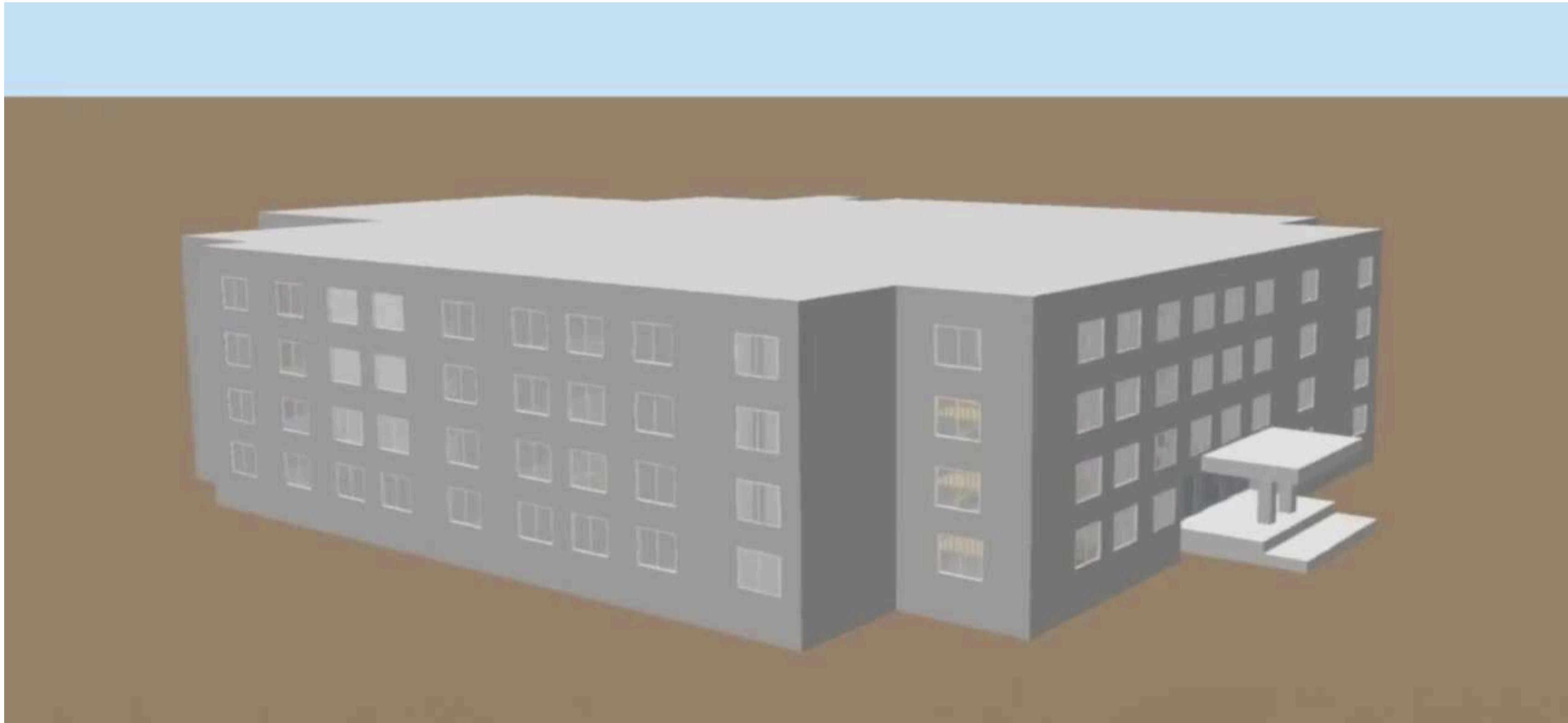
가상 연구시설 2층



가상 연구시설 1층 탈출구



시연 영상



기대 효과

실질적 대피 능력 향상

- VR 장치를 통해 재난 상황에서의 실시간 판단력과 대처 능력을 강화하여 현실 적용 가능성을 증대

교육 효과 극대화

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

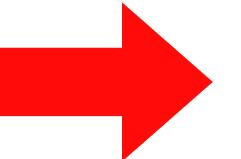
경제적 효율성 확보

- VR은 교육 프로그램 설계를 위한 초기 비용은 더 높을 수 있지만 규모의 경제를 노릴 수 있어 장기적으로 상당한 비용 절감 효과가 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.