

QR 코드를 이용한 AR 스마트 피난 안내도

최지훈¹ · 김윤지¹ · 한승주¹ · 이현^{2*}

¹선문대학교 컴퓨터공학부 학사

^{2*}선문대학교 컴퓨터공학부 부교수

AR Smart Evacuation Map Using QR Code

Ji-Hoon Choi¹ · Yun-Ji Kim¹ · Seung-Ju Han¹ · Hyun Lee^{2*}

¹Undergraduate Program, Division of Computer Science and Engineering, Sun Moon University, Asan-si 31460, Korea

^{2*}Professor, Division of Computer Science and Engineering, Sun Moon University, Asan-si 31460, Korea

[요약]

대부분의 재난 상황에서 피난은 생명을 구하는 중요한 요소 중 하나이다. 그래서 신속 정확하고 빠른 대피 시스템 필요하나 기존의 피난 방법들은 대부분 고정적이고 표준화된 경로를 제공하기 때문에 실제 재난 상황에서는 도움이 되지 않을 때가 많다. 안전 기술의 부분적 발전과 공급과 수요의 부재가 문제점으로 볼 수 있다. 스마트 피난 안내는 이러한 문제를 해결하기 위해, 실시간 위치 정보와 현재 상황을 반영한 동적인 피난 경로를 제공하고, 이를 직관적으로 이해할 수 있도록 AR(Augmented Reality)을 활용한다. 결과적으로 피난 상황을 도울 수 있는 Web 관제 시스템과 대피자에게 대피경로를 제공하는 AR 기능을 구현했다. 기존 스마트 피난 안내 시스템과 증강현실 기반 피난 경로 안내 시스템의 경우 계단을 따라 내려가거나 올라가는 등의 문제는 해결하지 못한 것으로 보인다. 결과적으로 이러한 계단 문제를 해결함으로써 피난 경로 안내를 보다 안정감 있게 구현했다.

[Abstract]

In most disaster scenarios, evacuation is a critical action for saving lives. Traditional evacuation methods often fail in real emergencies as they provide fixed and standardized routes. Slow advancements in safety technology and the mismatch between supply and demand are considered as factors contributing to the shortcomings of these methods. To address these issues, in this study, a smart evacuation guidance system is developed using real-time location data and dynamic evacuation routes that reflect current conditions. This system employs augmented reality (AR) for an intuitive understanding of these routes. A web control system is implemented to provide evacuees with AR-enabled escape routes in evacuation situations. Existing smart evacuation systems and AR-based guidance have not solved problems such as difficulty in navigating stairs during evacuation. By resolving these stair-related issues, the proposed system enhances the reliability and safety of the evacuation guidance provided.

색인어 : 피난 안내, 실내, 재난, 증강현실, 계단

Keyword : Evacuation Guidance, Indoor, Disaster, Augmented Reality, Stairs

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.3.789>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 26 December 2023; **Revised** 23 January 2024

Accepted 26 January 2024

***Corresponding Author; Hyun Lee**

Tel: +82-41-530-2218

E-mail: mahyun91@sunmoon.ac.kr

I. 서론

대부분의 재난 상황에서 피난은 생명을 구하는 중요한 요소 중 하나이다. 그러나 기존의 피난 안내 방법들은 대부분 고정적이고 표준화된 경로를 제공하고 있다. 이에 따라 실제 재난 상황에서는 도움이 되지 않을 때가 많다. 게다가 재난 발생 시에는 패닉 상태에 빠진 사람들이 많아, 한눈에 알아보기 어려운 안내 방법은 더욱 혼란을 일으키며, 이에 따라 피난 행동이 지연되거나 잘못된 방향으로 이동하는 사태가 발생할 수 있다.

스마트폰은 현대 사회에서 가장 흔하게 접할 수 있는 기기 중 하나이며, 이를 활용해 피난율과 생존율을 높일 수 있다는 아이디어는 매우 효과적이다. 스마트폰의 위치 추적 기능, 카메라, AR 기능 등을 활용해 실시간으로 변화하는 재난 상황에 대응할 수 있는 동적인 피난 경로를 제공함으로써, 피난자들이 더 빠르고 안전하게 피난할 수 있게 돕는다. 이는 기존의 정적인 피난 경로 안내 방식이 가지고 있는 한계를 극복하고, 피난자들이 복잡하고 혼란스러운 재난 상황에서도 쉽게 이해하고 따를 수 있는 보다 효과적인 안내를 제공한다.

AR 스마트 피난 안내는 이러한 문제를 해결하기 위해, 실시간 위치 정보와 현재 상황을 반영한 동적인 대피경로를 제공하고, 이를 직관적으로 이해할 수 있도록 AR을 활용한다. 특히 계단을 오르고 내릴 때의 방법을 제시하지 않거나 단순한 정적인 화살표로 표기하는 기존 방법과는 다르게 이동 방향을 향해 움직이며 대피경로를 안내하는 증강현실로 구현한 3D 화살표를 사용했다. 이는 대피경로를 안내하는 데 있어 흐름이 끊기지 않고, 통일성 있게 대피자에게 나타내어 혼란을 줄이고 더욱 안정감 있게 대피 활동을 유지할 수 있도록 한다. 그 외에도 기존에 있던 재난 대처 방법들을 보다 더 접근용이 하게 하여 대피자의 생존율을 높였다. 또한 웹을 통한 상황 관리 시스템은 재난 관리자가 실시간으로 상황을 파악하고 대응할 수 있게 해주어, 효율적인 재난 대응이 가능하도록 지원한다.

이처럼 이 연구는 스마트폰과 웹을 활용한 비상 재난 시의 피난율과 생존율 향상을 목표로 한다. 이를 위해 사용자를 안전하게 대피시키는 AR 기반의 스마트 피난 안내 기능에 재난 상황에 피난자들이 필요로 하는 필수요소들을 추가하여 전용 애플리케이션을 구현하였다. 그리고 웹을 통해 긴급한 상황을 관리할 수 있는 효율적인 구조 시스템을 구현하였다.

본 논문에서는 AR 스마트 피난 안내 시스템을 구축하기 위한 기본적인 구조와 기술을 소개한다. 다음으로, 각 기술을 활용하여 실제로 어떻게 피난 안내를 제공하고 상황을 관리할 수 있는지에 대한 설계 및 구현 과정에 대해 자세히 설명한다. 이어서, 본 시스템의 성능을 평가하기 위한 실험 방법론과 그 결과를 제시한다. 마지막으로, 본 연구의 결론과 향후 연구 방향에 대해 논의한다.

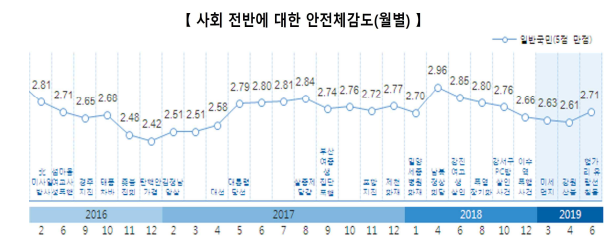
II. 관련 연구

2-1 사회 재난 현황

2016년 강원도 삼척 산불, 2017년 제천 스포츠센터 화재, 2018년 고양 종합터미널 화재, 2019년 대구 서문시장 화재, 2020년 울산 화력발전소 화재 등 이러한 대규모 재난이 발생하면서 많은 인명피해가 발생하고 있다.

행정안전부가 발표한 2016년부터 2020년까지 최근 5년간 사회 재난 발생 데이터를 활용해 분석한 인명피해 현황을 보여준다[1]. 통계에 따르면, 이 기간에 사회 재난 발생 추이는 2016년 12건에서 2020년 25건으로 증가하였으며, 이는 약 2.1배 증가한 수치다. 연평균 증가율은 이 기간에 19.6%로 나타났다. 특히, 2019년과 2020년에는 사회 재난 발생 건수가 많이 증가했다. 재난에 따른 인명피해 현황을 보면, 2016년에는 사망 14명, 부상 25명, 실종 5명이 발생했고, 2019년에는 사망 52명, 부상 149명, 실종 11명으로 인명피해가 증가했다. 더욱이, 2020년에는 사망 998명, 부상 83명, 실종 10명으로 큰 인명피해가 발생했다. 이러한 데이터는 재난 발생 건수와 인명피해의 추이가 비슷하게 움직이는 경향을 보여준다. 2020년의 대규모 인명피해는 특히 주목할 만하며, 이는 전체 인명피해의 상당 부분을 차지한다.

2-2 안전 인지도 현황



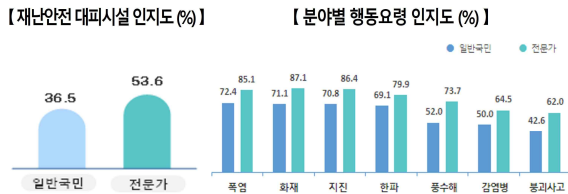
*Reason: Original in Korean, no English material.

그림 1. 2016년~2019년 사회 전반에 대한 안전 체감도 (단위: 점)
 Fig. 1. Safety perception for society as a whole from 2016 to 2019 (unit: score)

그림 1처럼 최근 4년 동안 사회 전반에 대한 안전 체감도는 3점을 넘어서지 못하는 양상을 보였다[2]. 특히 2019년도 중반까지는 코로나-19가 발생하기 직전이었음에도, 사회 전반에 대한 안전 체감도는 평균 2.7점에 불과했다. 이 기간에 안전 체감도가 가장 높았던 시기는 2018년 4월의 2.96점이었으며, 가장 낮았던 시기는 2016년 12월의 2.42점이었다.

그림 2를 보면 국민의 재난 대피 시설 인지도와 분야별 행동 요령 인지도는 또한 부족한 상황이다[3]. 재난 대피 시설에 대한 일반 국민의 인지도는 36.5%에 불과하며, 전문가도 53.6%로 절반 조금 넘는 수준이었다. 또한, 분야별 행동 요령에 대한 인지도는 폭염(일반국민 72.4%, 전문가 85.1%), 화

재(일반국민 71.1%, 전문가 87.1%), 지진(일반국민 70.8%, 전문가 86.4%) 등이 비교적 높았으나, 풍수해(일반국민 52.0%, 전문가 73.7%), 감염병(일반국민 50.0%, 전문가 64.5%), 붕괴사고(일반국민 42.6%, 전문가 62.0%) 등에 대한 인지도는 절반도 못 미치는 수준이었다.



*Reason: Original in Korean, no English material.

그림 2. 대피시설 및 행동 요령 인지도 (단위: %)
 Fig. 2. Awareness of evacuation facilities & tips (unit: %)

한편 사회 안전 네트워크의 전문가들은 "안전 체감도는 사회 전반의 안전 문화를 반영하는 중요한 지표이며, 이를 향상하는 것이 중요하다."라고 강조하였다. 또한 "재난 대피 시설과 분야별 행동 요령에 대한 인지도는 국민의 생명과 재산을 보호하는 데 있어서 결정적인 요소이며, 이를 향상하기 위해서는 국민교육의 강화가 필요하다."라고 덧붙였다. 국민의 생활에 직접적인 영향을 미치는 폭염, 화재, 지진 등의 재난에 대한 대처 요령은 대부분이 알고 있지만, 풍수해, 감염병, 붕괴사고 등에 대한 인지도는 상대적으로 낮아 이에 대한 교육과 홍보가 필요하다는 의견이다.

2-3 재난 대피경로 안내

재난 대피경로 안내 연구의 경우 화재 상황 시 상황인지를 위한 안전한 대피경로 및 유도를 건물에 부착된 화재 복합 센서 정보를 바탕으로 화재 관리 시스템에 전달되어 대피경로를 계산하고 이를 대피 유도 단말을 통해 화재 발생 현장에 표시하는 연구가 있었으며[4], 스마트시티를 위한 화재 대피경로 안내를 통신 모듈을 가지고 건물 내부에 LED 모듈로 안내하는 연구가 있다[5]. 또한 화재 발생 시 효율적인 대피를 돕기 위해 실내 위치를 추적하고 이에 생성된 추적 데이터를 기반으로 최단 대피경로를 계산하고 비상구 유도등을 통해 안내하고 대피자들의 스마트폰 애플리케이션에 전송되어 경로 확인 및 119로 전화하는 시스템도 연구되고 있다[6]. 재난 상황 시 골든타임 이내의 신속한 대피를 위해 사용자의 위치를 추정하고 알고리즘을 통해 증강현실로 탈출 경로를 사용자에게 제공하는 연구가 있으며, 해당 연구의 경우 최단 경로 알고리즘에 초점을 두고 증강현실을 통해 도시화하였지만, 계단 혹은 경사면이 있는 구간에 대해서는 알고리즘에 따른 증강현실 도시화가 미흡한 부분이 있다[7]. 지진 발생 시 신속한 대피를 위해 대피소까지의 경로를 IoT 센서 기반의 실시간 정보 제공으로 안전한 대피소를 선정하고 경로를 제공

하는 연구도 있다[8].

모바일 캠퍼스 길 찾기 앱으로 2D/3D 증강현실 길 안내를 구현하고 상하이 전력 대학 (SUEP; Shanghai University of Electric Power)에서 소규모 학생 표본을 선택하여 시스템의 효과와 사용성에 대해 분석한 결과에 관해 나타난 연구와[9] 증강현실과 시맨틱웹 기술을 이용한 실내 내비게이션 방법론과 QR code와 AR을 활용한 프로토타입 앱을 제시한 연구[10], 그리고 Unity와 스마트폰을 통해 자이로스코프와 SLAM 기법, QR code를 사용해 건물 내부를 안내하는 초기 모델을 만들고 사용자 경험을 분석한 연구[11]가 있다. 기존 연구들은 모바일 장치를 통해 증강현실 기반 실내 내비게이션 연구를 진행하였다. 기존 연구에선 실내 내비게이션에 대한 중요성과 사용자 만족에 관한 결과를 분석하고 그 결과를 긍정적으로 기술하면서 실내 내비게이션의 여러 층과 많은 방, 계단 등 복잡한 구조에 따른 연구가 아직 개발 중임을 말하지만, 결과물로 올린 사진에는 평지의 경우만 올렸으며 계단을 자연스럽게 이동하는 화살표나 방법론에 대해 잘 기술되어 있지 않았다. 경사가 있는 지형의 경우 Unity에서 NavMesh를 통해 A*알고리즘을 적용한다면 단순히 시물레이터에서 보이는 선은 정상적으로 나오지만, AR을 실제로 기기에서 구동했을 때 이동 비용의 복잡성, 3D 공간의 표현 한계, 높이 변화의 처리와 같은 이유로 경사면 안내를 자동으로 처리하지 않고, 추가적인 로직이 필요하며, 높이 변화를 처리하는 메커니즘이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 3D 게임에서 주로 사용되는 NevMeshAgent 기능을 적용하여 화살표를 Agent로 지정하는 방법을 통해 경사면까지 내비게이션 기능이 잘 동작하도록 개선하였다.

III. 본 연구의 기능별 고찰

3-1 QR 코드를 이용한 AR 스마트 피난 안내도

본 연구에서 QR 코드를 이용해서 AR 스마트 피난 안내도를 만들고자 한다. 전체적인 피난 안내도의 프로세스는 그림 3과 같다. 먼저 재난에 초점이 맞춰진 상태로 서비스 제공 상태를 분석하면 많은 항목의 조건을 만족해야 하므로 서비스 가능, 불가능 상태를 기준으로 판단한다. 즉, QR을 인식할 수 있도록 피난 안내도가 식별이 가능한 상태여야 한다.

불가능일 시 보조수단인 비컨 인식이 가능한 상태여야 한다. 따라서 사용자는 애플리케이션으로 QR 혹은 비컨을 인식한 뒤 원하는 서비스를 선택해 받는다. 관제 시스템은 사용자의 실시간 위치나 기타 정보들을 열람한다. 사용자가 AR 길 찾기 기능을 선택한다면 상황에 맞는 길이 사용자의 스마트폰에 안내된다. 특히, 위의 프로세스 단계별 절차를 구현하기 위해, 본 연구에서는 우선 사용자가 피난 안내도에 기재되어 있는 QR 코드를 자신의 스마트폰으로 인식하면 특정 층수와 호실 수가 텍

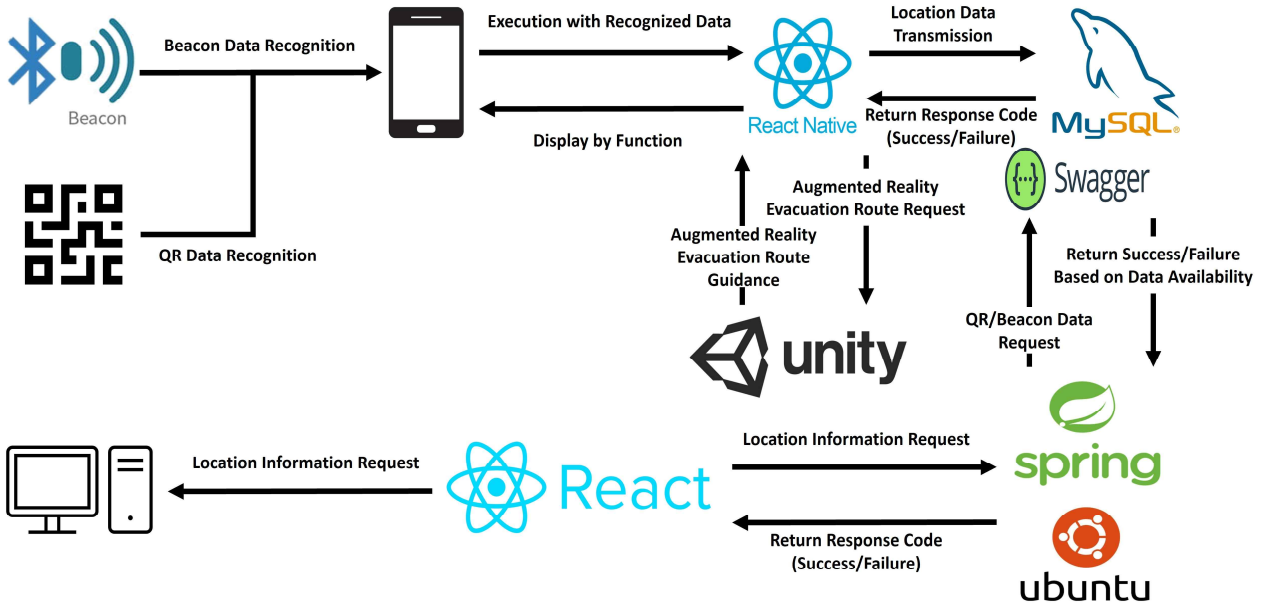


그림 3. 시스템 구성도
Fig. 3. The overview of system

스트 데이터로 인식되도록 하였는데, “내 위치 전송”의 기능을 통해, 관제 센터와의 통신이 이루어지도록 하였다.

서버 개발을 시작하기에 앞서, 서버 개발환경 구성을 그림 3처럼 구성하였다. 프론트엔드는 Nginx를 통해 React를 구성하고, API는 백엔드가 구성하는 방식으로 작동한다. 이렇게 되면 React와 Spring Boot는 독립적으로 구성되어 있어서 좋고, 백엔드 서버가 꺼지더라도, 프론트엔드에서 내부적으로 백엔드 API를 받는 데이터를 제외한 화면은 노출되므로 사용자 쪽의 불편함을 덜 수 있다. 또한, 빌드 과정에서 프론트엔드 또는 백엔드에서 문제가 발생하면 해당 문제를 해결하기 전까지 빌드 불가인 단점을 해결할 수 있다. 즉, 한 개의 오류가 다른 것에 영향을 주지 않는 것이다. 이러한 이점이 많아 백엔드 안에 프론트엔드가 감싸는 식이 아닌, 독립적인 구조를 선택하였다. 그리고 Ubuntu 22.04에서 개발환경을 구축하였다.

특히, 그림 4처럼 앱이 작동되는 React-Native가 ‘내 위치 전송’을 요청할 시, QR 데이터와 Beacon 데이터를 전달하는 postLocation 함수를 구현했다. 데이터를 전달한 이후, QR Code의 정보를 가진 Repository의 쿼리를 이용해서, React에서 Post로 요청한 QR 데이터와 DB의 QR 데이터가 일치하는 Entity가 있는지 확인하고 만약 존재한다면 그 Entity를 가져오는 방식이다. 이후 그 정보는 postLocation의 qrCode 변수에 담기게 되며 해당 QR code를 사용자가 카메라로 찍었으므로 기존 getCaptured_count() 가져와 1을 더한다. 마지막으로 수정된 시간을 현재로 바꾸고, 해당 데이터를 qrCodeRepository에 Entity 형태로 저장 후 “성공”과 200 상태 코드를 반환한다. 만약 DB의 QR 데이터가 일치하는 게 없다면 일치하는 Beacon 데이터가 DB에 있는지 확인하고, Beacon 데이터조차 없다면 “실패”와 400 상태코드를 반환한다. 일치하는 Beacon 데이터가 있다면 마지막으로 수정된 시간을 현재로 바꾸고, deviceRepository를 Entity 형태로 저장한 후 “성공”과 200 상태 코드를 반환한다.

예를 들어, 앱에서 ‘내 위치 전송’을 요청하면 웹에서 사용자의 위치를 빨간 점으로 표시하게 된다. 이 빨간 점의 데이터를 React에 전송하기 위해 GET으로 구현했다. 예전에 요청한 위치값이 페이지에 지속해서 노출되는 것을 막기 위해 QR 데이터와 Beacon 데이터에 마지막으로 수정된 시간을 2시간 사이의 값으로 변경한다. 그리고 웹 페이지에 빨간 점으로 위치가 노출되면 DB에 마지막으로 수정된 시간을 1970년, 즉 최소값으로 변경하여 중복 값을 최소화한다. 변경된 QR Code와 Beacon 데이터를 Entity로 저장한다. 이후 타입에 맞게 List에 add로 추가한다.

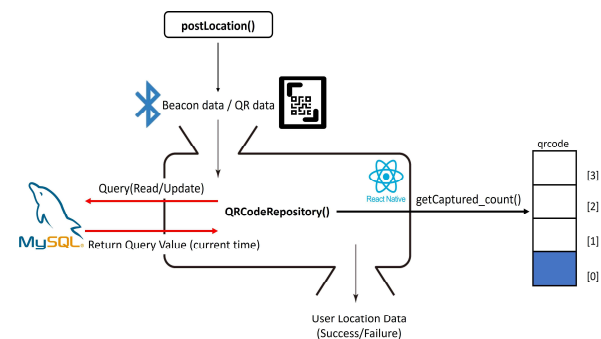


그림 4. 위치 요청 기능 동작 방식
Fig. 4. The method of location request function

3-2 사용자 Application

앞서 사용자에게 제공하는 기능 중 <대피경로 안내>는 Unity를 사용해 AR로 길 안내를 표시하도록 했다. 대피경로를 안내하기 위해서는 최적의 경로를 계산할 필요가 있다. 이를 위해 공간 정보가 필요하므로 본 프로젝트에서는 연구를 위해 실제 공간과 유사한 구조의 가상 3D 공간 모델을 Tinkercad라는 3D 모델링 프로그램으로 제작했다. 이후 대피경로 계산을 위해 Unity에서 제공하는 길 찾기 알고리즘을 사용하여 최적의 경로를 계산했다. 이때 사용한 길 찾기 알고리즘은 A* 알고리즘이며 Unity에서는 이를 NavMesh로 제공해준다.

그림 5는 NavMesh를 통해서 경로 계산한 결과이다. 일반적인 NavMesh 경로 계산의 경우 평면 지형에 대해서는 잘 인식 및 계산하지만, 계단이나 경사가 있는 지형에 대해서는 잘 인식하지 못하고 계산하는 과정에서 제외되는 경우가 발생한다. 해당 문제점을 보완하기 위해서 가상 공간의 크기를 키웠다. 그 결과, 그림 5처럼 화면상에서는 보라색 선으로 경로를 잘 나타낸 것 같지만 실제 기기로 테스트를 진행했을 때 선이 사라지는 문제가 발생했다. 즉, 목적지까지의 경로를 안내할 때 제대로 시각화할 수 없다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 NavMeshAgent를 사용해 안내를 표시하는 화살표를 Agent로 지정해 Agent와 목적지까지의 경로를 계산했다. 위 방법은 게임에서는 많이 활용되지만, AR 분야에서는 활용 사례를 찾아볼 수 없었다. 따라서 기존 방법과는 다르게 NavMeshAgent를 활용한 AR 내비게이션 구현 방법을 직접 제시하였다.

최종적으로 그림 6처럼 Agent로 지정된 화살표 객체를 가지고 AR 기반으로 대피경로를 안내할 수 있도록 연구하고 구현하였다. 추가로 그림 7은 스마트폰을 통해 대피 장소까지 화살표로 안내해주는 것을 보여준다.

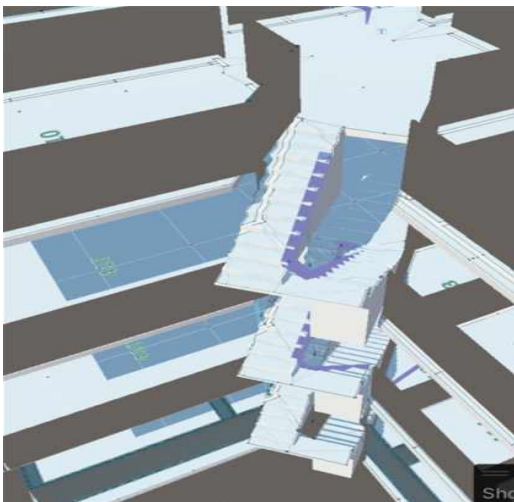


그림 5. NavMesh를 통한 경로 계산
Fig. 5. Path calculation via NavMesh



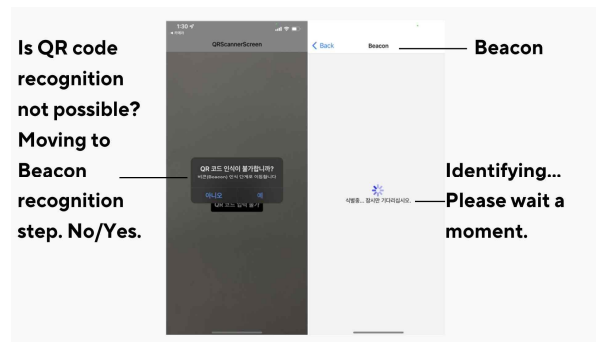
그림 6. 화살표가 계단을 내려가는 시뮬레이션
Fig. 6. Simulation of arrows going down stairs



그림 7. AR 기반 대피경로 안내
Fig. 7. AR-based evacuation route guidance

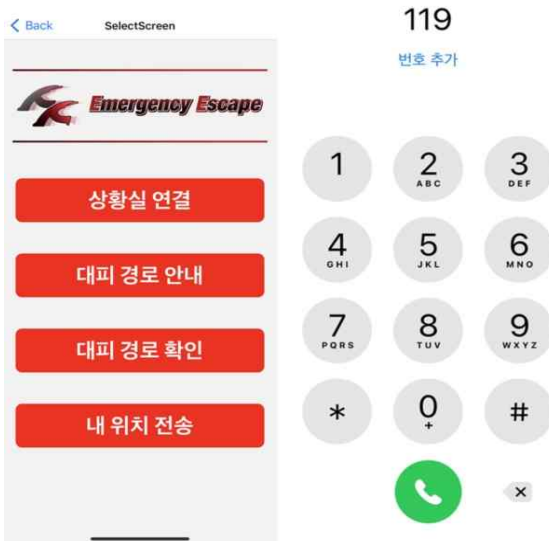
IV. 실험 결과

본 논문의 기능을 토대로 애플리케이션이 구현되어 있다. 먼저 사용자는 처음 애플리케이션 실행 시 시작 화면으로 QR을 인식화면을 볼 수 있다. QR code가 부착된 피난 안내도의 QR code를 인식하면 자동으로 화면이 넘어가지만, QR code가 인식 불가 상태가 될 수 있다. QR code를 인식하지 못하면, 그림 8처럼 QR 코드 입력 불가 버튼이 생긴다. 이는 피난 안내도를 이용할 수 없는 상황일 때 사용한다. 버튼을 누르면 QR 코드 인식이 불가능한 상황인지 확인 알림이 나타난다.



*Application Created as a Prototype in Korean
그림 8. 비컨 인식으로 넘어가는 화면
Fig. 8. Screen transition to beacon recognition

인식이 끝났으면 그림 9와 같이, 주메뉴로 접근한다. 주메뉴는 상황실 연결, 대피경로 안내, 대피경로 확인, 내 위치 전송으로 이루어져 있다. 상황실 연결 버튼을 누르면 지정된 번호로 전화가 연결된다. 119로 기본 설정되어있다. 그림 9에서 대피경로 안내 버튼을 누르면 그림 10과 같이, AR과 미니맵을 통해 건물 내부에 있는 사용자에게 대피경로를 안내해주는 내비게이션이 실행된다.



*Application Created as a Prototype in Korean
그림 9. 주메뉴 화면
Fig. 9. Main menu screen

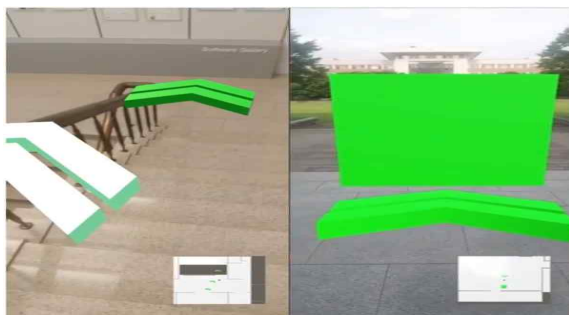
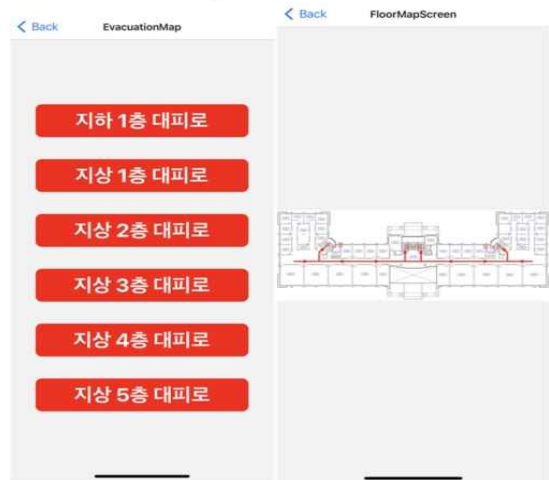
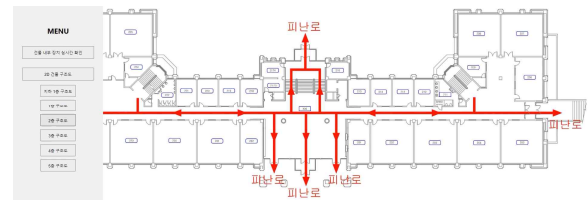


그림 10. 대피경로 안내 버튼 실행 시 AR 화면
Fig. 10. AR screen displayed when evacuation route guidance button is executed

그림 11에서 보는 바와 같이, 대피경로 확인은 내가 있는 건물 층의 도면을 확인해 2D 도면 기반으로 대피로를 확인시켜준다. 그리고 내 위치 전송은 실시간 QR/비컨 데이터를 관계 시스템으로 보내 사용자의 위치를 전송하는 방식을 적용한다. 따라서 건물 내부장치 실시간 확인과 2D 건물 구조도 중 선택할 수 있어서, 그림 12와 같이, 2D 건물 구조도 실행 시 층별 건물 구조도 및 대피경로를 확인할 수 있다.



*Application Created as a Prototype in Korean
그림 11. 층별 대피경로 확인 가능
Fig. 11. Floor-by-floor evacuation route check



*Application Created as a Prototype in Korean
그림 12. 층별 구조도 및 대피로 확인 화면
Fig. 12. Floor plan and evacuation route confirmation screen

V. 결 론

재난에 따른 위급 상황 시 애플리케이션을 통해 빠르고 편리하게 대피로 탐색을 할 수 있다. 이는 기존 피난 시스템을 사용하여 대피하거나 정보가 부족한 상황에서 자가 구조를 시행하려고 할 때 큰 도움을 줄 수 있다. 유지보수 비용 측면에서 대피에 관련된 QR 코드 스마트 피난 안내도와 보조수단인 비컨에 사용되는 비용이 대표적이다. 이는 추가적인 비용 없이 운영될 수 있음을 의미한다. 건물의 규격이나 생김새 등은 본 시스템을 구현하는데 제약이 되지 않는다. 3D 모델링으로 건물의 형태를 구성했다면 QR 코드를 부착하고 가동하면 된다. 보완해야 할 요소로는 현재 복잡한 원인으로 인해 Unity 3D 모델링 오차가 나오는 부분과 실시간 구조확인 UI 개선 및 안정적인 서버를 이용한 상태 유지가 있다. 앞으로의 연구와 개발을 통해 Unity 3D 모델링의 정확도를 높이고, 실시간 구조 확인 UI와 서버 안정성을 강화함으로써 이 시스템의 신뢰성과 사용성을 더욱 향상시킬 수 있을 것이다. 이러한 지속적인 개선과 투자는 재난 대응 시스템의 발전에 크게 기여하며, 더 안전한 사회 구축에 중요한 역할을 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Ministry of the Interior and Safety, 2021 Disaster Yearbook, Author, Sejong, 11-1750000-000020-10, p. 11, December 2022.
- [2] Ministry of the Interior and Safety, Public Safety Awareness Survey Results for the First Half of this Year, Author, Sejong, Press Release, p. 1, August 2019.
- [3] Ministry of the Interior and Safety, Public Safety Awareness Survey Results for the First Half of this Year, Author, Sejong, Press Release, p. 2, August 2019.
- [4] J.-H. Lee, S. S. Lee, M. Park, and H.-Y. Kang, "A Study on the Development of Safety Evacuation Path and Guidance System through Context-Aware Disaster Detection," in *Proceedings of Korea Software Congress 2020*, Online, pp. 141-143, December 2020.
- [5] J. Yeom, S. Jo, S. Yang, and K. Kim, "LoRa-Based Fire Escape Route Guidance System Available in Smart Cities," in *Proceedings of Korea Computer Congress 2021*, Jeju, pp. 1702-1704, June 2021.
- [6] Y.-J. Koh, N. Go, C. Y. Kim, S. H. Lee, and S. Park, "Real-time Fire Evacuation System Based on Indoor Location Tracking and Route Optimization," in *Proceedings of Korea Software Congress 2018*, Pyeongchang, pp. 1659-1661, December 2018.
- [7] Y.-J. Cho, S.-Y. Park, S.-H. Youn, S.-H. Choi, and S.-J. Yoo, "Machine Learning Based Optimal Evacuation Route Guidance AR Navigation System in Indoor Fire Situations," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 47, No. 1, pp. 88-97, January 2022. <http://doi.org/10.7840/kics.2022.47.1.88>
- [8] S. Kim, S. Choi, Y. Kwon, and S. Kim, "Development of an Evacuation Route Guidance Platform Considering the Location," in *Proceedings of Korea Software Congress 2020*, Online, pp. 147-149, December 2020.
- [9] Lu, F., Zhou, H., Guo, L., Chen, J., and Pei, L., "An ARCore-Based Augmented Reality Campus Navigation System," *Applied Sciences*, Vol. 11, No. 16, 7515, August 2021. <https://doi.org/10.3390/app11167515>
- [10] Rubio-Sandoval, J. I., Martinez-Rodriguez, J. L., Lopez-Arevalo, I., Rios-Alvarado, A. B., Rodriguez-Rodriguez, A. J., and Vargas-Requena, D. T., "An Indoor Navigation Methodology

for Mobile Devices by Integrating Augmented Reality and Semantic Web," *Sensors*, Vol. 21, No. 16, 5435, August 2021. <https://doi.org/10.3390/s21165435>

- [11] Fajrianti, E. D., Funabiki, N., Sukaridhoto, S., Panduman, Y. Y. F., Dezheng, K., Shihao, F., and Surya Pradhana, A. A., "INSUS: Indoor Navigation System Using Unity and Smartphone for User Ambulation Assistance," *Information*, Vol. 14, No. 7, 359, June 2023. <https://doi.org/10.3390/info14070359>

최지훈(Ji-Hoon Choi)



2017년~현 재: 선문대학교 컴퓨터공학부 재학
 ※관심분야: 웹 프론트엔드, 웹 백엔드, 데이터베이스, 알고리즘, 인공지능

김윤지(Yun-Ji Kim)



2021년 : 수원여자대학교
 모바일미디어과 (전문학사)

2021년~현 재: 선문대학교 컴퓨터공학부 재학
 ※관심분야: 웹 프론트엔드, 웹 백엔드, 데이터베이스

한승주(Seung-Ju Han)



2018년 : 배움사이버평생교육원
 심리학과 (학사)

2022년~현 재: 선문대학교 컴퓨터공학부 재학
 ※관심분야: 웹 프론트엔드, 웹 백엔드, 인공지능, 증강/가상 현실

이현 (Hyun Lee)



1998년 : 선문대학교 전자계산학과
(이학사)

2002년 : 선문대학교 대학원
전자계산학과 (이학석사)

2010년 : The CSE Department of the
Univ. of Texas at Arlington
(공학박사)

2011년: DGIST 로봇시스템 연구부 선임연구원

2012년~현 재: 선문대학교 컴퓨터공학과 부교수

2021년~현 재: BK21+ 바이오 빅데이터기반 충남 스마트클
린 전문인력양성사업단

※관심분야 : 실시간 의사결정시스템, 자율컴퓨팅, 휴먼케어
시스템, 바이오 빅데이터 분석 등 초거대 데이
터 기반 인공지능 활용분야