

햅틱 컨트롤러를 활용한 혼합 현실 공포게임 개발

손정훈*¹, 박주연*², 남은솔*³, 전예지**⁴, 최동수***⁵

Development of a Mixed Reality Horror Game Utilizing a Haptic Controller

Jeong-Hun Son*¹, JuYeon Park*², Eun-Sol Nam*³, Ye-Ji Jun**⁴, and Dong-Soo Choi***⁵

이 연구는 국립금오공과대학교 대학 연구과제비(2024~2026)와 2025년도 경상북도 지역혁신중심 대학지원체계(RISE)-아이디어 창업밸리의 지원을 받아 수행된 결과로 지원되었음

요약

본 논문에서는 몰입감 극대화를 위해 카메라 형태의 전용 햅틱 컨트롤러와 공간 매핑 기반 혼합 현실 공포 게임을 제안한다. 사용자는 제안하는 컨트롤러의 내장된 센서와 진동모터를 통해 게임과 실시간 상호작용한다. 개발한 게임은 기존 가상현실 공포 게임의 반복적이고 정적인 맵 구성의 한계를 극복하기 위해 Apple Vision Pro를 통해 사용자의 실제 공간을 동적으로 분석해 공포 테마를 증강하며, 사전 맵 제작 없이 맵을 자동 생성한다. 또한 귀신 유형별 진동 패턴 설계, 손전등 동기화, 체력 단계별 피드백, 엔딩 분기 등 멀티모달 상호작용을 통해 사용자에게 더욱 몰입감 있는 게임 경험을 제공한다. 향후 정량적 사용자 평가를 통해 제안한 시스템의 몰입감 향상 효과를 검증하고, 다양한 몰입형 콘텐츠로의 확장 가능성을 탐구할 예정이다.

Abstract

This paper proposes a camera-shaped haptic controller and a spatial mapping-based mixed reality horror game designed to maximize immersion. The user interacts with the game in real-time using the controller's built-in sensors and vibration motors. To overcome the limitations of repetitive and static map configurations in conventional virtual reality horror games, the developed game dynamically analyzes the user's real space via an Apple Vision Pro, augmenting it with a horror theme to generate a map automatically without prior creation. Multimodal interactions—such as ghost-specific vibration patterns, flashlight synchronization, and health-based feedback—provide a more immersive gaming experience. Future work will involve quantitative user studies to validate the proposed system's effectiveness in improving user immersion and to investigate its applicability to diverse immersive content domains.

Keywords

virtual reality, haptic feedback, immersion, augmented reality, haptic device

* 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 학생연구원

- ORCID¹: <https://orcid.org/0009-0007-3377-9873>

- ORCID²: <https://orcid.org/0009-0000-0563-721X>

- ORCID³: <https://orcid.org/0009-0008-6263-2341>

** 국립금오공과대학교 컴퓨터·AI융합공학과 석사과정

- ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7897-0335>

*** 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 부교수(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8694-0965>

· Received: Oct. 10, 2025, Revised: Nov. 06, 2025, Accepted: Nov. 09, 2025

· Corresponding Author: Dong-Soo Choi

Dept. of Computer Engineering, Kumoh National Institute of Technology,
Gumi, Korea

Tel.: +82-54-478-7538, Email: choids@kumoh.ac.kr

I. 서 론

최근 가상현실 기술의 발전에 따라 이를 기반으로 한 다양한 게임 콘텐츠가 출시되고 있으며, 이용자들의 수요도 꾸준히 증가하고 있다. 가상현실 콘텐츠는 시각과 청각 등 직관적이고 감각적인 자극을 통해 “상호작용”, “몰입감”, “상상력”을 제공하여 게임의 재미 요소를 한층 강화한다. 특히 공포 게임 콘텐츠는 이러한 시각적·청각적 자극을 활용해 게임 내 캐릭터가 직면한 위험한 상황을 사용자에게 직접적으로 전달함으로써 공포감을 극대화한다[1]. 그러나 기존 게임의 반복적이고 정적인 맵 구성은 사용자에게 지속적인 재미와 새로운 자극을 제공하기 어렵다는 한계가 있다. 매번 새로운 자극을 제공하기 위해서는 방대한 양의 콘텐츠 구현이 요구되지만, 현실적으로 극복하기 어려운 문제이다[2][3].

가상현실 게임에서 컨트롤러는 사용자 경험과 몰입감 향상에 큰 영향을 미친다. 게임 속 움직임과 사용자의 실제 동작이 일치하는 직관적 상호작용과 햅틱 피드백(진동 등)은 사용자의 몰입을 크게 높인다[4]-[6]. 또한, 게임 콘셉트에 맞춰 디자인된 컨트롤러는 그 외형만으로도 가상 경험과의 연결고리를 만들어 사용자 경험을 증진한다[7].

몰입형 콘텐츠 연구에서는 다중 감각 자극의 통합적 활용과 현실 세계와의 연속성 확보가 몰입을 극대화하는 핵심 요인으로 제시된다[8]. 그러나, 다수의 기존 연구는 통제된 가상 환경에서 시·청각 중심의 상호작용에 치중하여, VR/AR 환경에서의 실질적 몰입 경험에 대한 분석이 부족하다는 한계를 지닌다[9]. 이러한 한계를 보완하기 위해 최근에는 촉각 피드백을 활용한 멀티모달 상호작용과 적응형 게임 디자인을 중심으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 VR 공포 게임 분야에서는 머신러닝 기반의 플레이어 모델링을 통해 각 사용자별 두려움 반응을 분석하고 이에 따라 공포 자극의 강도와 발생 시점을 동적으로 조절하는 적응형 에이전트 시스템이 제안되었다[10]. 이러한 접근은 몰입감과 플로우(Flow)를 유의미하게 향상시키지만, 대부분 스크립트 기반의 가상 환경에 한정되어 있어, 현실 공간과의 연동성 측면에서는 여전히 한계를 보인다.

본 논문에서는 기존 가상현실 기반 공포 게임의

한계를 극복하기 위해, 게임 콘셉트에 맞춰 설계된 전용 햅틱 컨트롤러(카메라형)와 공간 매핑 기반 혼합 현실 기술을 접목한 공포게임을 제안한다. 제안하는 시스템은 전용 햅틱 컨트롤러를 통해 촉각 상호작용을 제공하고, HMD(Head-Mounted Display) (Apple, Vision Pro)의 LiDAR(Light Detection And Ranging) 센서와 비전 카메라, IMU(Inertia Measurement Unit)를 융합한 공간 매핑으로 주변 환경을 3D로 스캔한다. 이후 스캔된 공간의 의미 정보를 분석한 뒤 공포 분위기의 텍스처를 증강(Scene augmentation)함으로써, 사용자가 위치한 환경에 따라 동적으로 맵이 자동 생성된다.

II. 시스템 설계

제안하는 시스템은 카메라형 햅틱 컨트롤러와 공간 매핑 기반 혼합 현실 공포 게임으로 구성된다(그림 1). 사용자는 심령 현상을 취재하는 기자가 되어, 심령 카메라를 이용해 심령 사진을 촬영하여 취재를 완수하는 것을 목표로 한다.

카메라형 햅틱 컨트롤러는 버튼 입력(촬영 및 손전등 조작), 주변 밝기 측정, 컨트롤러 각도 측정, 그리고 햅틱 피드백 생성 기능으로 구성된다. 제안하는 햅틱 컨트롤러는 사용자의 버튼 조작 정보, 주변 밝기, 컨트롤러 각도 정보를 혼합 현실 공포 게임에 전달하고, 게임에서 수신한 정보(충돌한 귀신 오브젝트)를 기반으로 사용자에게 다양한 햅틱 피드백을 제공한다.

III. 카메라형 햅틱 컨트롤러

그림 2는 카메라형 햅틱 컨트롤러의 시스템 구조를 보여준다. 제안하는 햅틱 컨트롤러는 주변 밝기 센싱 모듈, 충돌 피드백 생성 모듈, 손전등 조작 모듈, 셔터 조작 모듈, 각도 측정 모듈, 그리고 이 모듈들을 제어하는 마이크로컨트롤러로 구성된다. 주변 밝기 센싱 모듈은 사용자가 위치한 현실 공간의 환경광 정보를 측정하여 공포 게임에 전달한다. 각도 측정 모듈은 카메라형 햅틱 컨트롤러의 3축 기울기(Yaw, Roll, Pitch)를 측정하고, 이를 가상 환경의 심령 카메라 오브젝트에 반영한다.

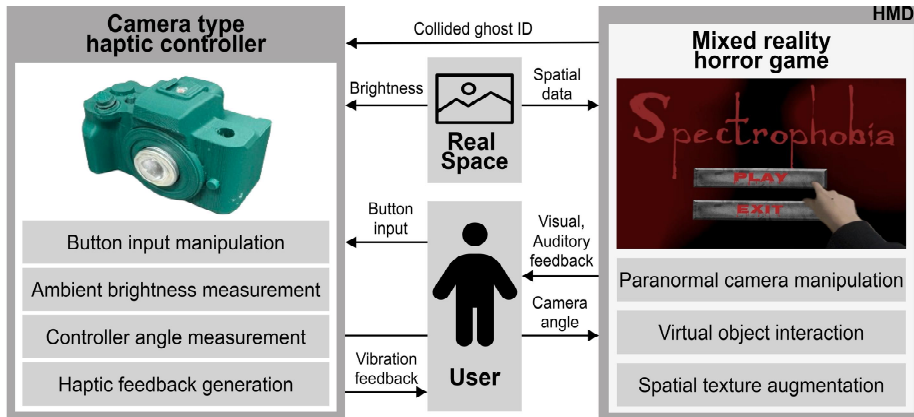


그림 1. 전체 시스템 구조
Fig. 1. Overall system structure

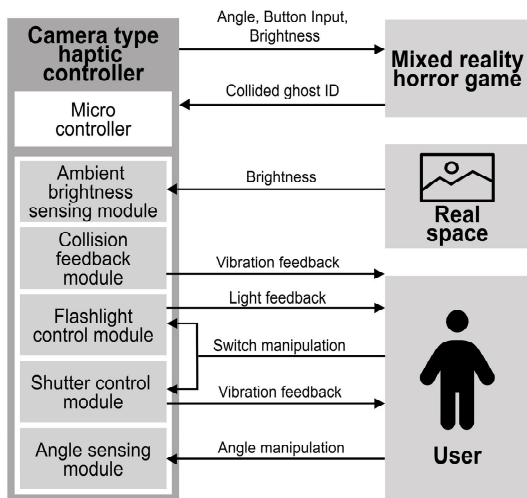


그림 2. 햅틱 컨트롤러 시스템 구조
Fig. 2. Haptic controller system structure

사용자가 손전등 조작 버튼을 누르면, 컨트롤러에 내장된 광원(LED, Light Emitting Diode)이 켜지며, 공포 게임 내에서도 손전등 효과가 실행된다. 셔터 조작 버튼을 누르면, 진동 피드백을 사용자에게 제공하고, 가상 환경에 촬영 정보가 반영된다.

3.1 하드웨어 구성

개발한 카메라형 햅틱 컨트롤러는 1개의 마이크로컨트롤러(WeMos, ESP32-WROOM-32), 2개의 리튬이온 배터리(Coms, 18650 LB200), 1개의 배터리 충전 모듈(Coms, TB425), 1개의 DC-DC 컨버터

(SMG-A, SZH-PWSD-011), 1개의 AHRS (Attitude Heading Reference System) 모듈 (E2BOX, EBIMU-9DOFV5), 2개의 탭트 스위치 (OEM, SZH-TH0018), 1개의 고휘도 LED, 1개의 조도 센서 (Senba Sensing Tech, GL5528), 1개의 충돌 피드백용 LRA (Linear Resonant Actuator) (자화전자, JHV 12H1 L43), 1개의 셔터 피드백용 LRA (자화전자, JHV 10R1 L00NM)로 구성된다.

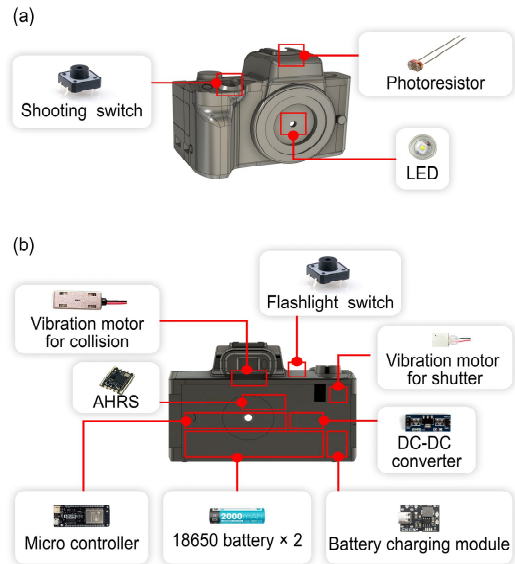


그림 3. 햅틱 컨트롤러 하드웨어 구성
(a) 전면부, (b) 후면부
Fig. 3. Hardware configuration of the haptic controller
(a) Front view, (b) Rear view

그림 3은 카메라형 햅틱 컨트롤러의 구성을 보여 준다. 그림 3(a)는 컨트롤러의 전면부를 나타내며, 촬영 스위치, 조도 센서, 그리고 LED가 배치되어 있다. 촬영 스위치는 실제 카메라의 셔터 위치에 배치하여 조작의 현실감을 높였으며, 조도 센서는 주변 환경광 정보를 정확히 측정할 수 있도록 상단에 배치하였다. LED는 전면에 위치시켜 피드백 신호를 직관적으로 확인할 수 있도록 하였다. 그림 3(b)는 컨트롤러의 후면부를 나타내며, 손전등 스위치, LRA, 마이크로컨트롤러, 배터리, 배터리 충전 모듈, DC-DC 컨버터, 그리고 AHRS가 배치되어 있다. 이들 부품은 주로 컨트롤러의 내부에 탑재되었으며, LRA는 사용자에게 상황에 맞는 진동 피드백을 줄 수 있는 위치에 배치하였다.

조도 센서를 활용한 밝기 측정 모듈은 현실 공간의 주변 밝기를 측정한다. 충돌 피드백 모듈은 마이크로컨트롤러를 통해 혼합 현실 공포 게임에서 수신한 충돌 정보를 바탕으로 설정된 진동 시간과 진동 세기로 LRA를 구동하여 사용자에게 진동 피드백을 제공한다. 사용자가 손전등 조작 모듈 또는 셔터 조작 모듈의 스위치를 조작하는 경우, 각 모듈은 사용자에게 시각 피드백(손전등 조명 효과)과 진동 피드백을 제공한다. 각도 측정 모듈은 AHRS를 통해 카메라형 햅틱 컨트롤러의 3축 각도를 측정한다. 마이크로컨트롤러는 모듈을 통해 저장한 각도 정보, 버튼 입력 정보, 그리고 실세계 환경광 정보를 게임으로 송신한다.

카메라형 햅틱 컨트롤러는 TCP/IP 기반으로 혼합 현실 공포 게임과 통신한다. 게임 애플리케이션은 TCP 서버로 동작하며, 컨트롤러는 클라이언트로 접속해 데이터를 송수신한다. 컨트롤러의 Wi-Fi 모듈을 HMD와 동일한 네트워크 환경에 연결함으로써 클라이언트가 서버에 손쉽게 접속하도록 구성하였다.

3.2 컨트롤러 시스템 흐름도

컨트롤러에 전원을 인가하면, 먼저 AHRS의 3축 자세(Orientation)를 수신하기 위해 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)를 초기화하고, 각 부품 제어를 위한GPIO(General-purpose Input/Output)를 설정한다. 그리고 FreeRTOS(Free Real-Time

Operating System)를 사용하여 동작 별 태스크를 생성하고 스케줄링한다. 개발한 햅틱 컨트롤러에서는 7개의 태스크가 병렬로 동작한다. 그림 4는 햅틱 컨트롤러의 시스템 흐름도를 보여준다.

통신은 TCP/IP 기반으로 이루어지며, 안정적인 통신을 위해 지속적으로 Wi-Fi의 연결 상태를 확인하고, 연결이 불안정할 경우 재연결을 시도한다. 현실 공간과 가상 공간의 동기화를 위해 환경광 정보와 컨트롤러의 자세 정보를 지속 측정한다. 사용자가 스위치를 조작할 시 종류를 판별해 입력 상태를 기록한다. 손전등 스위치 입력은 LED On/Off 제어로, 셔터 스위치는 셔터용 진동모터를 구동으로 매핑한다. 수집된 환경광 정보, 자세, 스위치 정보를 게임으로 실시간 송신한다. 게임에서 귀신 오브젝트 충돌 이벤트와 유형 정보를 수신하면 이에 대응하는 햅틱 패턴을 생성한다.

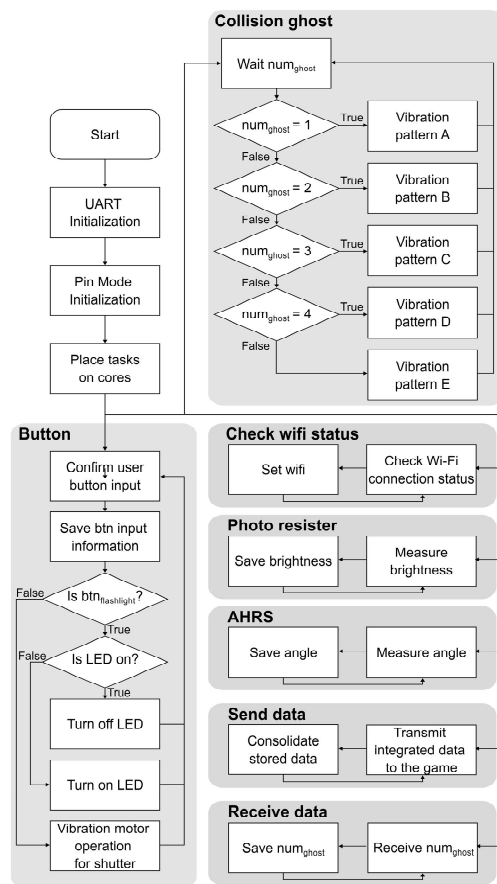


그림 4. 햅틱 컨트롤러 흐름도
Fig. 4. Haptic controller flow chart

3.3 햅틱 피드백 패턴 설계

햅틱 피드백 패턴은 각 귀신의 고유한 소리와 분위기를 모사하도록 설계하였다(그림 5). White는 긴 한숨을 내뿜으며 접근하므로, 긴 한숨 뒤 서서히 감쇠하는(Decay) 패턴을 적용하였다. Mask는 웃음소리와 함께 등장하며, 끊어지는 웃음소리의 특징을 따라 설계하였다. Black은 바람이 스치는 듯한 소리를 내며 나타나므로, 삼각형 패턴을 사용하여 커졌다가 잦아드는 바람 소리를 모사하였다. Organ은 울음소리를 내며 등장하므로, 짧고 규칙적이게 흐르는 울음 소리를 따라 패턴을 설계하였다. 2개 이상의 귀신과 동시에 충돌할 경우, 일정한 패턴의 진동을 생성하도록 하였다.

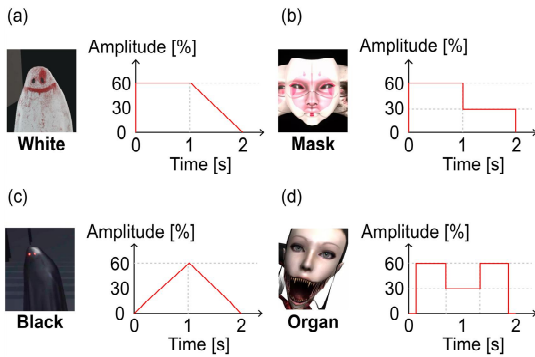


그림 5. 상황별 햅틱 패턴
 (a) White, (b) Mask, (c) Black, (d) Organ
 Fig. 5. Situation-specific haptic pattern
 (a) White, (b) Mask, (c) Black, (d) Organ

IV. 혼합 현실 공포게임

4.1 소프트웨어 구성

혼합 현실 공포게임은 심령 카메라 조작 기능, 가상 오브젝트 상호작용 기능, 가상 텍스처 증강 기능으로 구성된다(그림 6). 사용자는 HMD를 착용하여 게임을 플레이하며, 카메라형 햅틱 컨트롤러를 통해 게임과 상호작용한다. 심령 카메라 조작 기능은 햅틱 컨트롤러로부터 스위치 입력 정보, 각도 정보, 밝기 정보를 전달받아 게임 내 심령 카메라를 작동시킨다. 가상 오브젝트 상호작용 기능은 게임에서 가상 오브젝트와의 충돌 정보를 햅틱 컨트롤러

에 전달하여 사용자에게 촉각 피드백을 제공한다. 마지막으로, 가상 텍스처 증강 기능은 실제 환경의 3D 공간 정보를 바탕으로 게임의 맵을 구성한다.

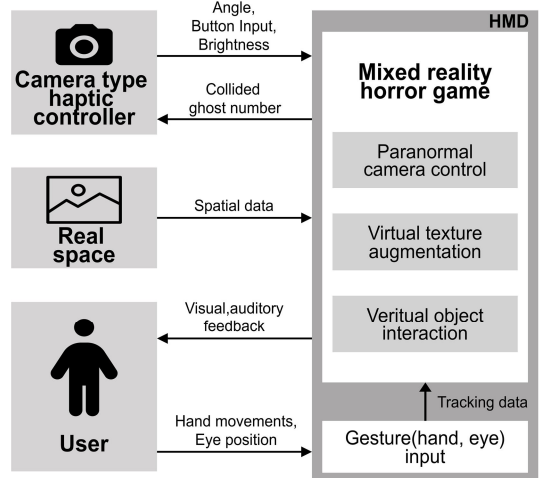


그림 6. 혼합 현실 공포게임 데이터 흐름도
 Fig. 6. Data flow diagram of the proposed mixed-reality-based horror game

4.2 게임 시스템 세부 기능

4.2.1 심령 카메라 조작 기능

사용자는 심령 카메라의 뷰포트(Viewport)를 통해 촬영할 귀신 오브젝트와 게임 진행과 관련된 정보를 확인할 수 있다(그림 7).

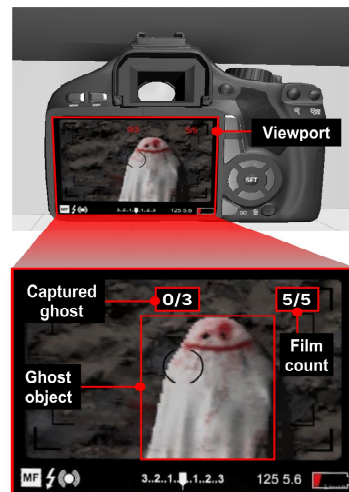


그림 7. 게임 내 심령 카메라의 유저 인터페이스
 Fig. 7. User interface of the in-game paranormal camera

뷰포트의 상단에는 현재까지 카메라로 촬영한 귀신의 수와 목표가 표시된다. 우측 상단에는 현재 사용된 필름의 개수와 제공된 필름의 수가 표시된다. 사용자는 심령 카메라 뷰포트를 통해 확인된 귀신 오브젝트를 촬영할 수 있다. 사용자가 햅틱 컨트롤러의 셔터를 누르면, 해당 신호가 게임으로 전달되어 심령 카메라의 사진 촬영 기능이 실행된다. 이후 촬영된 사진을 분석하여 귀신 오브젝트가 포착되었는지 확인한다.

게임 내에서 귀신 오브젝트의 포착 성공 여부는 오브젝트를 감싸는 경계 상자(Boundary box)를 기준으로 판정한다(그림 8). 경계 상자는 상·하 그림 8(a)와 좌·우 그림 8(b)로 나누어 총 4개의 영역으로 분할된다. 이후 각 경계 상자 정점을 기준으로, 오브젝트가 뷰포트 안에 포함되는지 확인한다. 만약 오브젝트 경계 상자의 정점 중 절반 이상이 뷰포트에 포함되면, 해당 오브젝트가 카메라에 포착된 것으로 판단한다. 귀신 오브젝트가 일부만 포착되는 상황을 방지하기 위해, 뷰포트의 가장자리 영역은 포착 판단에서 제외하였다. 제외된 영역은 상·하단은 각각 전체 높이의 10%, 좌·우는 전체 너비의 5%로 설정하였다. 촬영된 귀신 오브젝트는 투명도가 점진적으로 증가하며 사라진다.

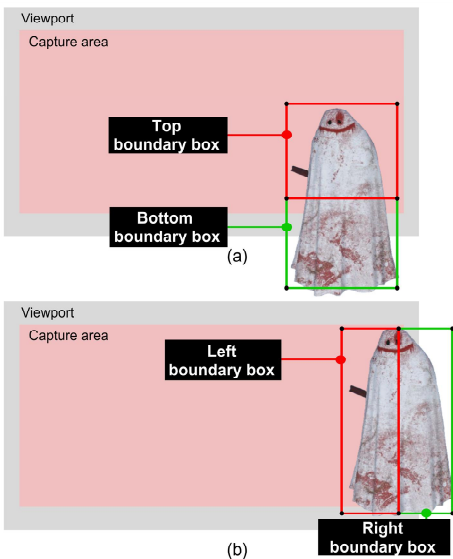


그림 8. 귀신 포착을 위한 경계 상자 매커니즘
 (a) 상하 경계 확인 (b) 좌우 경계 확인
 Fig. 8. Boundary box mechanism for detecting the ghost
 (a) Checking the top and bottom boundaries
 (b) Checking the left and right boundaries

사용자가 컨트롤러의 손전등 스위치를 누르면, 입력 신호가 게임 시스템으로 전송되며, 현재 손전등 상태가 토글된다. 게임 내 손전등 기능은 화면 외곽을 어둡게 해 중심부를 강조하는 비네팅(Vignetting) 효과를 활용하였다.

이를 통해 어두운 환경에서 실제 손전등을 비추는 듯한 시각적 경험을 제공한다. 또한 손전등이 활성화되면 필터용 캔버스 오브젝트를 비활성화하여 손전등으로 비추는 부분이 상대적으로 밝아 보이도록 구현하였다. 그림 9는 손전등의 꺼짐, 켜짐 상태를 나타낸 예시이다. 그림 9(a)에서는 컨트롤러의 LED가 꺼져 있고 비네팅 효과가 비활성화된 화면을 보여주고, 그림 9(b)에서는 컨트롤러의 LED가 켜져 있고 게임 내 비네팅 효과가 활성화된 화면을 보여준다.

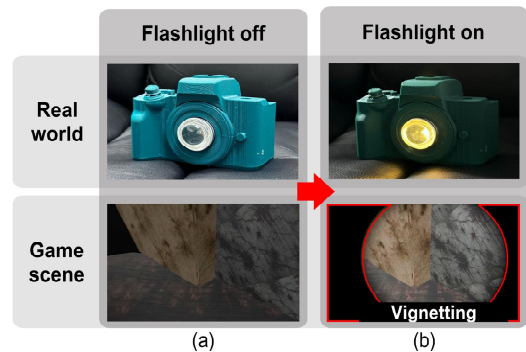


그림 9. 물리적 컨트롤러와 게임 내 비주얼 간의 손전등 동기화 (a) 손전등 꺼짐 상태 (b) 손전등 켜짐 상태
 Fig. 9. Synchronization of the flashlight between the physical controller and the in-game visuals (a) Flashlight off state (b) Flashlight on state with vignetting effect

4.2.2 가상 텍스처 증강 기능

사용자에게 적절한 공포감을 제공하기 위해 밝은 환경에서도 어두운 분위기를 조성하도록 설계하였다. 스크린-스페이스 캔버스(Screen-space canvas)를 사용자의 시야에 고정하고, 어두운 톤의 필터 이미지를 오버레이한 뒤, 색상과 투명도를 실시간으로 조절해 필터 효과를 적용한다. 필터의 투명도는 햅틱 컨트롤러로부터 수집된 환경광 정보를 기반으로 결정되며, 주변 조도가 높을수록 투명도를 낮춰 화면을 더 어둡게 하고, 주변 조도가 낮을수록 투명도를 높여 실제 환경의 시인성을 확보한다. 이러한 처

리 방식을 통해 밝은 장소에서도 공포 분위기를 유지하고, 어두운 장소에서는 실제 공간의 음영과 질감을 강조하여 몰입감을 높인다.

제안하는 게임의 맵은 공간 매핑 기술과 가상 텍스처 증강 기술을 통해 구현된다. 이를 위해 Vision Pro의 LiDAR 센서와 IMU, 다수의 카메라 센서를 활용하여 3D 공간 정보를 수집한다. LiDAR는 빛을 사용해 대상까지의 거리를 측정하는 기술로, 수집된 데이터를 기반으로 환경 구조를 정밀히 파악할 수 있다. 수집된 공간 정보는 3D 메쉬 형태로 변환되며, 표면은 삼각형 단위로 분할된다. 카메라 기준 레이캐스트(Raycast)로 충돌한 지점을 확인하고 해당 삼각형의 분류 값을 조회한다. 각 삼각형은 AR Foundation의 AR Mesh Classification 기능을 통해 기하학적 특징을 기반으로 8가지 종류(없음, 벽, 바닥, 천장, 책상, 의자, 문, 창문) 중 하나로 분류된다. 삼각형이 수평인 경우 바닥이나 천장으로, 수직인 경우 벽 또는 문으로 간주한다. 세부적인 분류는 위치 정보 및 공간의 고유한 기하학적 특징을 반영하여 결정된다. 이후 각 평면의 분류된 결과에 따라 해당 영역에 적합한 공포 테마 텍스처 (예: 벽의 균열, 바닥의 혈흔 등)를 실시간으로 증강한다. 그림 10(b)는 실제 공간 (그림 10(a))을 3D로 스캔하여 자동으로 생성된 공포 테마 맵의 예시를 보여준다. 이와 같이 제안한 시스템은 사전 설계된 맵 없이 사용자의 실제 환경 구조를 기반으로 3D 맵을 자동 생성하고, 각 영역의 의미적 분류에 따라 텍스처를 증강함으로써 기존 VR 공포 게임의 정적·반복적 맵 구성 한계를 극복하였다.



그림 10. 텍스처 증강을 통해 실제 공간을 게임 환경으로 변환 (a) 실제 공간 뷰 (b) 공포 테마 텍스처가 증강 및 렌더링된 동일한 뷰

Fig. 10. Transformation of a real space into a game environment via texture augmentation (a) Original real-world view (b) Same view rendered with augmented horror-themed textures

4.2.3 가상 오브젝트 상호작용 기능

사용자는 귀신 오브젝트와의 상호작용 및 플레이어의 상태 변화를 시각적으로 확인할 수 있다. 플레이어의 체력(HP, Health Point)에 따라 피드백을 단계화하여 제공한다. 귀신 오브젝트에는 고유 태그를 할당하여 태그별 피해량을 설정하였다. 이러한 위협 수준 차등화를 통해 긴장감을 유도한다. 사용자가 귀신 오브젝트와 충돌하면 해당 태그에 설정된 피해량 만큼 HP를 감소시키고, 귀신 오브젝트의 투명도를 점진적으로 증가시켜 사라지는 효과를 연출했다. 또한 HP가 50 이하로 낮아지면, 붉은 오버레이가 표시되고, HP가 감소할수록 오버레이의 강도를 높여 위기 상태를 직관적으로 인지하도록 했다. 그림 11은 HP 감소에 따라 시야가 점진적으로 붉어지는 과정을 보여준다.

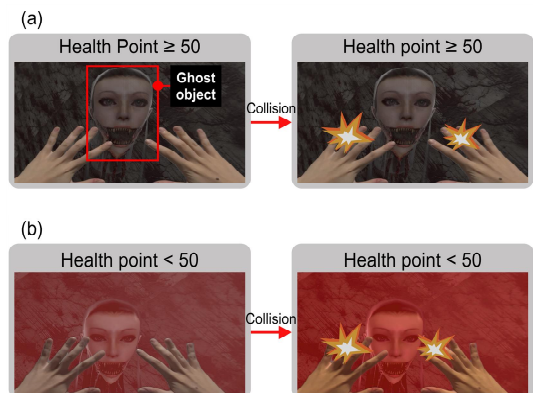


그림 11. 귀신 오브젝트 상호작용 기능

(a) 체력 ≥ 50 , (b) 체력 < 50

Fig. 11. Ghost object interaction function

(a) Health point ≥ 50 , (b) Health point < 50

4.3 게임 시스템 흐름도

그림 12는 혼합 현실 공포게임의 전체 흐름을 보여준다. 게임 실행 시 사용자는 메뉴 씬(Scene)에서 시작하며, 시작(Play) 버튼을 누르면 밝기 설정 씬으로 전환된다. 이때 컨트롤러로부터 전달된 환경광 정보를 바탕으로 게임의 초기 밝기가 설정되며, 사용자가 수동으로 조정할 수도 있다. 완료(Complete) 버튼을 누르면 인트로 씬(Intro.)으로 이동하여 게임

스토리과 카메라의 조작법을 학습한다. 메인 게임에 진입하면 등장된 맵이 형성되고, 그 위에 귀신 오브젝트가 무작위로 생성된다. 사용자가 귀신 오브젝트와 충돌하면 HP가 감소한다. 사용자가 햅틱 컨트롤러의 셔터 스위치를 누르면 필름이 소모되고 사진이 촬영된다. 엔딩은 세 가지로 분기된다. 사용자의 체력이 0 이하로 내려갈 경우, 엔딩1(기자 실종)으로 전환된다. 사용자의 체력이 0 이상이고, 주어진 필름을 모두 소모할 경우 촬영 성공한 심령 사진(CG, Captured Ghost)의 개수에 따라 엔딩2와 엔딩3으로 분기된다. 목표 이상의 심령사진 촬영에 성공할 경우 엔딩2(촬영 성공)으로, 목표 이하이면 엔딩3(촬영 실패)으로 전환된다.

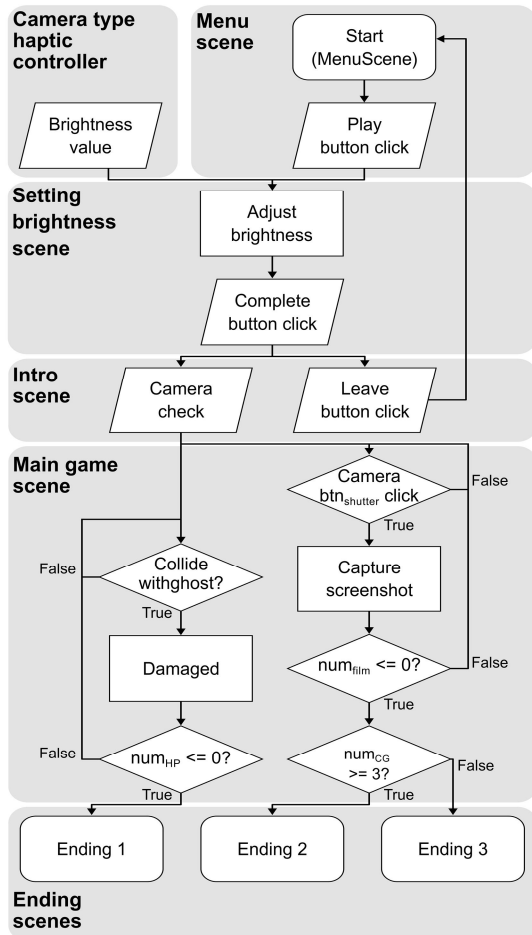


그림 12. 게임 시스템 흐름도
Fig. 12. Game system flow chart

V. 결론

본 연구에서는 공포 게임의 몰입감을 높이기 위해 카메라 형태의 햅틱 컨트롤러와 공간 매핑 기반 혼합 현실 공포 게임 애플리케이션을 개발하였다.

제안한 카메라형 햅틱 컨트롤러는 실제 카메라와 유사한 형태로 설계되어 사용자에게 촬영하는 듯한 경험을 제공하며, 진동 피드백과 같은 다양한 감각적 요소를 통해 현실감을 강화하였다. 컨트롤러는 게임과 실시간으로 통신하며, 사용자 상호작용 데이터를 전달받아 즉각적인 햅틱 피드백을 제공한다. 제안한 혼합 현실 공포 게임은 기존 VR 공포 게임의 단점을 보완하고자 현실 공간의 정보를 활용해 동적인 가상 텍스처를 증강하고, 사용자가 게임 내 가상 오브젝트와 상호작용할 때 시칭측각과 같은 멀티모달 피드백을 제공한다. 이를 통해 사용자에게 더욱 몰입감 있는 게임 경험을 제공할 수 있다.

본 연구는 멀티모달 상호작용과 동적 환경 생성을 결합하여, 혼합 현실 기술이 공포 게임 장르에 기여할 수 있는 새로운 방향성을 제시했다는 점에서 의의를 갖는다. 향후 정량적 사용자 평가를 통해 제안 시스템의 몰입감 증진 효과를 객관적으로 검증하고, 본 연구의 핵심 기술을 타 장르나 전문 훈련 시뮬레이션과 같은 고몰입 응용 분야로 확장하는 후속 연구를 진행할 계획이다.

References

- [1] J. Wang and M. S. Kim, "The Systematization of Fear Elements for the Background Image Design on Virtual Reality Horror Games", The Treatise on The Plastic Media, Vol. 22, No. 3, pp. 137-146, Aug. 2019. <https://doi.org/10.35280/KOTPM.2019.22.3.15>.
- [2] J.-H. Kim and B.-H. Lee, "New Map Generation Algorithm in Rogue-Like Game", Journal of KIIT, Vol. 19, No. 1, pp. 139-146, Jan. 2021. <https://doi.org/10.14801/JKIIT.2021.19.1.139>.
- [3] B. Yoo, T.-G. Ha, T.-H. Park, I.-C. Baek, and K.-J. Kim, "Automatic Building of Large Game Maps from Small Concept Maps Using Wave

- Function Collapse Algorithm", KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 29, No. 6, pp. 275-281, Jun. 2023. <https://doi.org/10.5626/KTCP.2023.29.6.275>.
- [4] S.-S. Oh, H.-W. Jung, and K.-S. Kim, "Development of a Chair-Type Controller", Korea Game Society, Vol. 10, No. 6, pp. 47-55, Dec. 2010.
- [5] J.-D. Shen and J.-R. Park, "A Study on the Interaction Design of Music Rhythm VR Game-With "Beat Saber" as an example-", Cartoon and Animation Studies, No. 67, pp. 381-404, Jun. 2010. <https://doi.org/10.7230/KOSCAS.2022.67.381>.
- [6] H. Kim, S.-Y. Jang, and K.-U. Kyung, "Soft Haptic Actuators for Immersive VR Experiences", Proc. of Korean Institute of Information Scientists and Engineers Conference, Jeju, Korea, pp. 1064-1066, Dec. 2022.
- [7] K. Bang, J. Lim, H. Jun, H. Jo, and J. H. Chu, "BirdVR: UX design that enhances the connection between the form of the VR controller and the interaction within the content", Proc. of The HCI Society of Korea Conference, Seoul, Korea, pp. 813-815, Feb. 2022.
- [8] X. Chen, "Exploring the Pathways to Immersion in Horror Games", Proc. of the 3rd International Conference on Software Engineering and Machine Learning, Bandung, Indonesia, Vol. 163, No. 1, pp. 59-65, Oct. 2025. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/2025.24491>.
- [9] I. M. Ibrahim, K. A. Hamid, S. Omran, A. Elsebaay, M. A. Elaziz, A. Saied, K. Tawfik, and I. Abuhadrous, "Immersive Mechanics & Environmental Design in VR Horror Games", Advanced Sciences and Technology Journal, Vol. 2, No. 2, pp. 1-14, Dec. 2025. <https://doi.org/10.21608/ASTJ.2025.343445.1023>.
- [10] E. S. de Lima, B. M. C. Silva, and G. T. Galam, "Adaptive virtual reality horror games based on Machine learning and player modeling",

Entertainment Computing, Vol. 43, Aug. 2022. <https://doi.org/10.1016/J.ENTCOM.2022.100515>.

저자소개

손 정 훈 (Jeong-Hun Son)



2021년 3월 ~ 현재 :
국립금오공과대학교
컴퓨터공학전공 학사과정
관심분야 : 가상현실, 게임 개발

박 주 연 (JuYeon Park)



2023년 3월 ~ 현재 :
국립금오공과대학교
컴퓨터공학전공 학사과정
관심분야 : 가상현실, 게임 개발

남 은 솔 (Eun-Sol Nam)



2022년 3월 ~ 현재 :
국립금오공과대학교
컴퓨터공학전공 학사과정
관심분야 : 가상현실, 게임 개발

전 예 지 (Ye-Ji Jun)



2024년 8월 : 국립금오공과대학교
컴퓨터공학전공(학사)
2024년 9월 ~ 현재 :
국립금오공과대학교
컴퓨터·AI융합공학과 석사과정
관심분야 : 햅틱스

74 햅틱 컨트롤러를 활용한 혼합 현실 공포게임 개발

최 동 수 (Dong-Soo Choi)



2020년 8월 : 한국기술교육대학교

ICT융합전공(공학박사)

2020년 9월 ~ 2022년 2월 :

세명대학교 컴퓨터학부 조교수

2023년 1월 ~ 현재 :

한국햅틱스학회 이사

2022년 3월 ~ 현재 :

국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 부교수

관심분야 : 햅틱스, 몰입형 확장현실, HCI