

특집논문 (Special Paper)

방송공학회논문지 제31권 제5호, 2026년 9월 (JBE Vol.31, No.5, September 2026)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2026.31.5.974>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

다자 간 공감을 위한 XR 돌탑 설계 및 구현

박 주 영^{a)}, 신 춘 성^{a)b)†}

Design and Implementation of XR Stone Cairn for Fostering Empathy Among Multiple Users

Juyoung Park^{a)} and Choonsung Shin^{a)b)†}

요 약

본 연구는 확장현실에서 다자 간 공감을 유발하고 반응을 체계적으로 측정하기 위해 기본 XR 콘텐츠 모형을 정의하고 이를 일반인을 대상으로 실현하기 위해 전통문화 소재인 돌탑을 바탕으로 한 XR 돌탑을 제안한다. 제안한 다자 간의 공감을 위한 XR 콘텐츠 모델은 현존감을 시작으로, 상호작용을 바탕으로 체화와 몰입이 이루어지도록 구성되었으며 이러한 깊은 몰입 과정을 통해 공감적 관여가 이루어지고 최종적으로는 공감 상태에 이르는 것을 목표로 하였다. 또한 공감을 위한 XR 콘텐츠로 사용자들이 쉽게 참여하고 협력할 수 있는 전통문화 소재를 바탕으로 한 XR 돌탑을 제안하였다. 제안한 XR 돌탑은 다자가 참여하는 환경에서 공동의 목표하에 각자의 역할이 주어지고 실시간 정보 공유와 상호작용을 통해 사용자들이 협력하고 공감적 반응을 유도하도록 구성되었다. 제안된 XR 돌탑은 유니티 3D 환경에서 구현되었으며 VR 기기를 바탕으로 다자가 참여하고 이들 간의 상호작용과 공유가 가능함을 확인하였다. 제안한 공감형 XR 콘텐츠 모형과 XR 돌탑 콘텐츠는 향후 공감형 XR 콘텐츠를 설계하고 체계적으로 분석하기 위한 토대로 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

Abstract

This study defined a basic content model to induce empathy among multiple users in an extended reality (XR) environment and systematically evaluate their responses. To realize the proposed model for general users, an XR content model and an XR stone cairn content based on the traditional cultural element of stone cairn building were proposed. The proposed XR content model for fostering empathy among multiple users was structured to facilitate presence as the starting point, followed by embodiment and immersion through interaction. Through this immersive process, empathic engagement was intended to be achieved, ultimately leading to an empathic state. In addition, a stone cairn content based on a traditional cultural element was proposed as an XR experience that enables users to participate to participate and collaborate easily for empathic interaction. The XR stone cairn was designed for a multi-user environment where participants are assigned individual roles under a shared goal, and where collaboration and empathic responses are encouraged through real-time information sharing and interaction. The proposed XR stone cairn content was implemented in the Unity 3D environment, and it was confirmed that multiple users could participate through VR devices while enabling interaction and experience sharing among them. The proposed empathic XR content model and XR stone cairn content are expected to serve as a foundation for designing and systematically analyzing future empathy-oriented XR contents.

Keyword : Extended reality, Empathy, Presence, Embodiment, Cultural technology

Copyright © 2026 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

I. 서론

메타버스(Metaverse), 공간컴퓨팅(Spatial computing) 등의 발전과 확산에 따라 확장현실(Extended reality, XR) 환경에서 체험, 교육 등 다자 간 교류와 활동이 늘어나면서 이용자들 간의 긴밀한 소통과 관계를 형성하기 위한 서로 간의 공감(Empathy)이 중요해지고 있다. 공감은 타인의 상황과 감정을 이해하고 반응하는 것으로 인지적 공감과 정서적 공감으로 정의되며, 타인의 감정 상태에 동조하거나 반응하는 과정에서 형성된다^[1]. 공감은 심리학 관점에서 연구가 주로 시작되었지만, 가상으로 상황을 재현하고 감각적 피드백을 제공하여 타인의 상황과 경험할 수 있는 가상 현실이 더욱 중요한 도구로 잠재성이 매우 높다^[2-3]. 더 나아가 메타버스와 확장현실로 확대됨에 따라 개인 중심의 경험에서 사람 간의 교류와 소통으로 역할이 늘어나고 있어 긴밀한 관계를 형성하고 지속 가능한 감성교류 환경을 유지하기 위한 요소로 더욱 중요해지고 있다^[4-5].

공감에 관한 연구는 정해진 목적으로 시뮬레이션 된 가상현실을 중심으로 연구가 진행되어 왔다. 주요 대상 공간 및 상황으로 저널리즘, 카페, 거리, 교육 등이 활용되었으며 각기 다른 환경에서의 스토리텔링과 간접 경험을 제공하고 이에 대한 공감 효과를 평가하였다^[7-13]. 이를 통해 참여자들은 간접 경험에서의 현존감(Presence)이 제공된 상황과 몰입(Immersion) 과정을 거쳐 최종적으로 공감에 이르는 것으로 나타났다. 또한 아바타와의 상호작용 과정에서 아바타의 체화감, 표현 요소 및 대화로 인한 공감 유발 가능성이 제시되었으며^[14-16], 다자 간의 원격지 협업 연구는 사용자 간의 맥락적 정보 공유와 이에 대한 원격 현존감과 협업

효과성을 중점적으로 연구되었다^[4,17]. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 다수 사용자 간의 공감에 관한 연구가 부족하며, 공감 유발 요인과 과정에 대한 방식은 서로 상이한 측면이 있어 이를 확장하거나 다른 응용으로의 활용이 어렵다는 한계가 있다. 또한 공감 유발과 관련된 현존감, 아바타, 몰입 등 반응 평가 요소들이 주로 주관적으로 측정되어 공감형 콘텐츠 개발에 있어 객관적인 가이드로 활용하기에는 모호하며^[19-21], 공감 유발 요인이나 구성요소 간의 복합적 연관성을 분석하기에는 한계가 있다^[22-23].

이에 확장현실에서의 다자 간의 긴밀한 소통과 감성적 교류가 가능한 공감형 XR 콘텐츠 개발을 효과적으로 지원하기 위해서는 공감을 다각적으로 유발하고 반응을 객관화하기 위한 XR 콘텐츠 연구가 필요하다. 이에 본 연구는 확장현실에서의 공감 유발을 위한 다자 참여형 XR 콘텐츠 모형을 제안하고 이를 구체화하기 위해 전통문화 요소인 돌탑(Stone cairn)을 소재로 한 콘텐츠로 XR 돌탑을 소개한다. 제안한 XR 콘텐츠 모형은 공감 과정을 현존감, 체화·몰입(Embodiment and immersion), 공감적 관여(Empathic engagement) 및 공감·통합(Empathy and integration)의 4개의 단계로 정의하고 지속적인 체화와 몰입 및 공감적 관여의 반복을 통해 통합적 공감으로의 과정을 제시한다. 이를 바탕으로 한 XR 돌탑 콘텐츠는 가상현실, 혼합현실, 증강현실 공간을 활용하도록 공간 특성, 아바타 특성, 상호작용 등의 특성을 구성 및 제어하여 지속적인 공유와 협력을 통해 공감을 형성하고 관찰할 수 있도록 구성되었다. 제안한 XR 돌탑은 인터랙티브 VR 환경에서 구현되었으며 사용자 간의 상호인지, 상호작용을 통해 공유와 협력이 가능함을 확인하였다. 이를 통해서 확장현실 공간에서 사람 간 혹은 아바타와의 공감을 유발하는 과정을 체계화할 수 있으며, 향후 반응 측정을 정량화 및 객관화하여 교육, 상담, 체험 등 감성교류가 가능한 XR 환경과 콘텐츠의 활성화에 있어 중요한 기반이 될 것으로 기대된다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. II장에서는 상황적 공감과 다자가 참여하는 상황에서의 공감 유발을 위한 접근 방법과 효과성 측정에 관한 연구를 분석한다. III장에서는 XR 환경에서 다자 간 공감 유발과 반응 평가를 위한 기본 콘텐츠 모형을 정의하고 이를 바탕으로 한 XR 돌탑 콘텐츠

a) 전남대학교 일반대학원 문화학과(Department of Cultural studies, Graduate School, Chonnam National University)

b) 전남대학교 문화전문대학원(Graduate School of Culture, Chonnam National University)

‡ Corresponding Author : 신춘성(Choonsung Shin)

E-mail: cshin@jnu.ac.kr

Tel: +82-62-530-4092

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-4022>

※ This study was financially supported by Chonnam National University (Grant number : 2025-0099-01)

· Manuscript received July 27, 2026; Revised August 10, 2026; Accepted August 10, 2026.

를 제안한다. IV장에서는 제안한 XR 돌탑의 한 예로 VR 돌탑 콘텐츠의 구현 사례를 소개하고 마지막 V장에서는 향후 연구와 함께 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

공감에 관한 연구는 주로 특수한 목적으로 구성된 가상 현실을 중심으로 진행되어 오고 있으며, 특히 특정한 장소나 상황을 가상현실로 구성하여 공감을 유발하고 평가하거나, 가상현실 아바타를 포함한 다른 사람과의 직간접 상호작용을 통한 공감 연구가 진행되고 있다^[5-6].

1. 상황에 대한 공감 연구

상황에 대한 공감은 가상 시뮬레이션 상황에 대한 공감으로 미디어, 일상생활, 카페 등에 대한 간접적 체험 환경을 구성하거나, 스토리텔링을 바탕으로 상황을 재구성하여 참여자들의 공감을 유발하고 이에 대한 효과성을 분석하였다.

초기에는 가상현실에서의 간접 체험을 바탕으로 한 공감 연구가 진행되었다. 초기 연구로 가상현실 환경에서 비행능력을 갖춘 슈퍼히어로 아바타를 조종하는 체험이 현실 공간의 공감적 행동에 미치는 영향에 관한 연구가 진행되었다^[7]. 이 연구에서 참가자들은 1인칭 시점의 가상현실에서 슈퍼히어로를 체험하고 이후 생각하도록 했을 때 참가자들의 자원봉사에 참여할 의사가 높아짐을 확인하였다. 가상현실 대학 생활 환경에서 다른 학생에 대한 관점 바꾸기 활동은 실제 환경에서 관련된 학생의 상황 이해에 대한 공감이 향상됨을 파악하였다^[8]. 가상현실에서 대학생들이 평소에는 잘 체감하지 못하고 지나치기 쉬운 임산부, 노인, 휠체어 이용자, 시각 장애인 등 사회적 약자들의 일상적 어려움을 체험한 연구가 진행되었다^[9]. 이 연구는 이러한 약자들에 대한 체험이 가능한 VR을 활용한 교육이 학생들의 인식을 높이고 공감을 이끌어 내는 데 효과적인 것으로 나타났다. 이와 유사하게 청각장애가 있는 아이 부모님의 공감을 위한 연구가 진행되었다^[10]. 이 연구는 인공와우를 착용한 청각장애 아이의 입장에서 듣기를 가상현실에서 재

현함으로써 부모들이 청각장애 아이의 듣기 상태와 학교 활동을 이해하는 데 있어 공감 수준이 높아짐을 확인하였다.

더 나아가 VR 환경에서 스토리텔링 중심으로 공감에 관한 연구가 진행되었다. 초기 연구는 고립된 상황을 담은 VR 스토리텔링을 통해 공감에 대한 특성을 파악하였다^[11]. 이 연구에서 VR 스토리텔링은 VR HMD와 데스크탑 단말을 활용해 제공되었는데 이용하는 몰입 환경에 따른 공감 효과에 대한 차이가 없음을 확인하였다. 하지만 VR 스토리텔링이 뉴스나 영화와 같은 몰입형 저널리즘과 결합될 때는 결과가 달라졌다. 몰입 형태로 구성된 가상 환경은 현존감과 몰입감이 사용자로 하여금 가상 세계를 온전히 체화하게 만들고, 깊은 공감을 이끌어 낼 수 있었고, 이어 만족도와 지속적인 커뮤니케이션 의지를 향상시키는 결과로 이어졌다^[12-13].

요약해 보면 이러한 상황적 체험에서 사용자들의 가상 세계에 대한 경험이 현실 세계의 본인의 생각과 활동에 영향이 있음을 알 수 있으나 다수 사용자가 참여하는 공감에 관한 연구는 매우 부족하다. 또한 가상현실 기기를 통한 가상현실 현존감이 형성되지만, 공감으로 이어지도록 하기 위해서는 체화와 몰입 과정에 충분한 스토리텔링 기반의 상호작용이 중요함을 알 수 있다.

2. 다자 간의 공유와 공감

아바타나 사용자 간의 공유와 협업 과정에서도 공감에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 먼저 혼합현실 및 가상현실에서 다수 사용자 간의 공유와 협업을 중심으로 공감에 관한 연구가 진행되었다. 혼합현실에서 다자 간의 협력을 위한 CoVAR 플랫폼이 제안되는데, 이 플랫폼은 다자 원격 협업자 간에 상대방의 시선, 포인팅 등의 인지 단서(Awareness cue)를 실시간 공유하고 시각화함으로써 협업 효율성과 사회적 현존감이 향상됨을 확인하였다^[14]. 또한 원격 사용자들이 실시간으로 가상현실(VR) 환경에서 협업을 위한 CoCoVR 플랫폼이 제안되었다^[17]. 이 플랫폼을 바탕으로 협업을 위한 작업으로 3차원 입체 퍼즐인 ‘소마 큐브(Soma cube puzzle)’가 주어졌으며 이를 함께 해결하는 동안 서로가 함께 있다고 느끼는 공존감(Co-presence)과 협업

의 질이 향상됨을 확인하였다.

또한 가상현실을 중심으로 아바타를 통한 공감 향상에 관한 연구가 증가하고 있다. 먼저 VR 속에서 사용자가 가상 아바타를 자신의 신체로 인지할 때 발생하는 체화감 (Sense of embodiment)이 소유감, 주체감, 자아 위치감의 세 가지 하위 요소의 결합으로 완성된다고 정의하고, 이 세 가지가 모두 충족되어야 완벽한 가상 몰입과 공감이 가능해진다고 제시하였다^[14]. 더 나아가 가상 인간이 슬프거나 기쁜 이야기를 전달할 때, 가상 인간의 1) 얼굴 표정, 2) 신체 제스처, 3) 목소리 톤 중 어떤 단서가 사용자의 정서적·인지적 공감을 자극하는 데 가장 결정적인 역할을 하는지 멀티모달 관점에서 분석하였다^[15]. 이와 유사하게 소셜 VR 공간에서 두 사람이 아바타를 통해 대화할 때 발생하는 공감 유발과 실시간 측정 방법이 연구되었는데, 인간이 가상 현실에서 타인에게 공감할 때 아바타의 눈빛, 표정, 상·하체 움직임에 특정한 패턴이 나타남을 확인하였다^[18]. 더 나아가 최근에는 대규모 언어모델(Large language model, LLM)을 내장한 아바타를 통해 인지적 공간을 훈련하고 향상하기 위한 CoEmpaTeam이 제안되었다^[16]. 이 연구는 LLM을 바탕으로 실시간 대화가 가능한 가상 아바타들을 구축하고, 이들과 가상현실 내에서 동적인 다자 간 역할극을 수행함으로써, 사용자의 인지적 공감을 발현하고 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

요약해 보면 확장현실이 다양한 응용과 참여자로 확대되고 있음에도 다자가 참여하는 공감 유발과 반응에 관한 체계적인 연구가 매우 부족하다. 대상 응용이나 사용자가 다르더라도 공감 유발을 위한 요소 및 평가에 있어서 참고할 개발 가이드나 평가 지표가 필요하다. 또한, 공감을 위한 확장현실 공간은 단순히 화려한 3D 그래픽을 보여주는 시각적 자극을 넘어, 보다 깊은 상호작용과 몰입을 유도하는 협력적 공간으로써 역할이 중요하다. 참여자 간의 깊은 공감과 만족도를 이끌어 내기 위해서는 단순한 소통을 넘어 실시간 시선 공유, 신체적 비언어 단서의 동조, 그리고 유기적인 상호작용이 필수적이다. 따라서 확장현실 공간 내에서의 공감은 사용자 간의 긴밀한 협업과 상호작용이 인지적·감정적 연결로 이어지도록 XR 콘텐츠를 설계할 필요가 있다.

III. 다자 간의 공감을 위한 XR 돌탑 콘텐츠

1. 다자 간의 공감

공감은 타인의 감정을 이해하고 공유하는 능력으로, 인간관계에서 필수적인 사회적 상호작용 과정이다. 심리학적 관점에서 Reik는 공감을 공유된 정서로 보았으며, 상담자가 환자의 내면세계를 이해하기 위해 거치는 일련의 심리적 단계로 정의하고 공감 과정은 몰입 → 인지적 반응 → 정서적 반응 → 공감 및 분리의 4단계로 설명하였다^[24]. 또한 Eisenberg와 Strayer는 공감이 정서적 반응과 인지적 이해를 포함하며 타인의 감정 상태에 동조하거나 반응하는 과정에서 형성되는 것으로 관찰하였으며, 공감은 타인의 정서를 단순히 모방하는 데 그치지 않고, 이를 바탕으로 한 정서적 연결과 사회적 협력을 가능하게 하는 기반이라고 제시하였다^[1]. 더 나아가 Hoffman은 공감이 초기에는 단순히 타인의 정서를 감지하고 이에 반응하는 정서적 감염에서 시작되지만, 시간이 지남에 따라 타인의 입장을 고려하는 인지적 공감으로 발전한다고 보았다^[2].

가상현실에서도 이와 유사하게 공감을 과정으로 정의하고 적용하고 있다. 가상현실에서는 공감을 일련의 과정으로 보고 현존감 → 몰입 → 체화 → 공감 → 만족의 5단계로 구분하고 분석하였다^[12-13]. 이는 가상현실에서 다자 간의 공감이 현존감과 몰입감 단계를 거쳐, 인지 및 정서적 변화의 과정으로 이루어지는 것을 알 수 있다. 더 나아가 가상현실에서 공감은 상호작용이 더욱 긴밀해질 수 있으며, 이 과정은 반복적인 상호작용과 경험의 축적으로 확장될 수 있다^[4,17].

이러한 선행 연구를 토대로 본 연구는 확장현실 환경에서 다자 간의 공감 과정을 현존감, 몰입과 체화, 공감적 관여 및 공감 단계로 구성하고, 몰입, 체화, 공감 형성이 반복·축적될 수 있도록 순환구조를 구성한다. 또한 사용자가 타인의 상황과 경험을 이해하고, 그 경험을 자신의 가치관과 태도에 통합하도록 영향을 주는 것으로 최종 단계를 공감 및 통합으로 구성한다. 이러한 공감과 공감 과정을 바탕으로 확장현실에서 다수의 사용자가 서로의 아바타와 활동을 통해 서로의 상황과 역할을 이해하면서 공유 및 협력하여 공감을 유발하고 진행 과정을 관찰할 수 있는 콘텐츠 모델

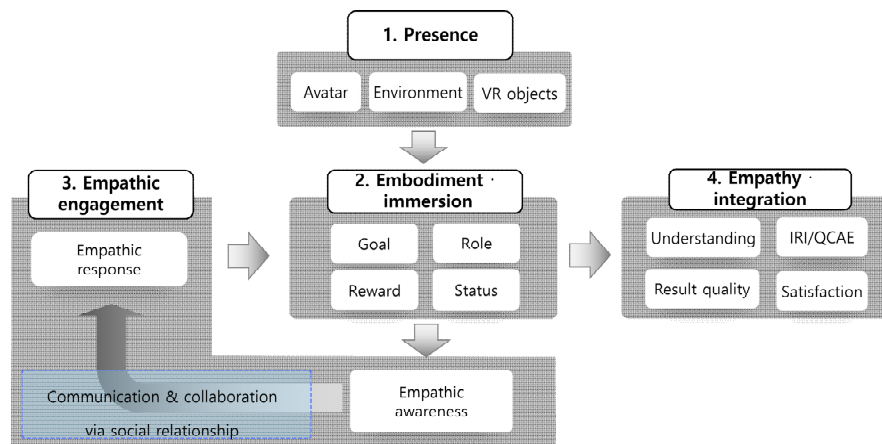


그림 1. XR content model for encouraging empathy
Fig. 1. 다자 간의 공감을 위한 XR 콘텐츠 모델

로 확장한다.

2. 다자 간 공감을 위한 XR 콘텐츠 모델

가상과 현실이 융합된 확장현실 환경은 다자 간의 교류가 가능해지면서 사용자 간의 공감이 매우 중요하다. 다자 간 공감은 여러 사람 간의 감정적 이해와 상호작용을 통해 형성되는 사회적 연결이 가능한데, 이는 개인이 타인의 감정을 인식하고 이에 반응하며, 자신의 감정을 공유함으로써 공동체적 유대감을 강화하는 과정이다. 확장현실은 다자 간 공감 형성을 지원하는 실감형 상호작용 환경이며, 다음과 같은 과정과 특성을 통해 공감 형성을 촉진한다.

본 연구에서 제안하는 다자 상호작용 콘텐츠 모델은 확장현실 환경에서 다자 간의 공감 형성을 위한 상호작용형 XR 콘텐츠 모형을 제안한다. 기존의 물리적 환경에서 행해지던 공감 활동을 확장현실에서 실현될 수 있도록 구현함으로써, 사용자는 디지털 환경에서 상호작용하며 공감을 체험하게 된다. 그림 1은 이와 관련한 상호작용형 XR 콘텐츠 모형이며 공감 과정은 현존감, 체화·몰입, 공감적 관여, 공감·통합의 4단계로 구성되며 체화·몰입 단계와 공감적 관여가 순환된다. 현존감 단계는 공감을 위한 가상현실 환경으로 아바타, 가상환경, 공유공간 등 기본 확장현실에 참여하기 위한 가상공간 형성이다. 체화·몰입 단계는 공감 유

발을 위한 단계로 협력 태스크와 상호작용이 이루어지는 단계이다. 이 단계에 참여하는 사용자들에게는 공동의 목표와 각자의 역할이 주어지며, 난이도와 상황을 고려해서 공유하고 협력하면서 공감이 유발된다. 공감적 관여는 상황인지와 이에 대한 신체 내외부 반응과 행동적, 인지적, 정서적 반응이 나타나는 단계이다. 이 단계는 체화와 몰입이 진행되는 동안 사용자들이 상황을 인지하고 공감하면서 공감적 반응이 나타나는 단계이다. 마지막으로 공감·통합 단계는 공감에 따른 태도 및 영향이 나타나는 단계이다. 이 단계는 최종 단계로 참여자 간의 공감 수준이 이전과는 다르게 공감 과정을 통해 서로 이해하고, 협력과 참여에 대한 태도가 바뀌는 단계이다. 이 4단계를 통해 확장현실에 대한 현존감을 시작으로 체화와 몰입을 통해 협력 태스크에 집중하는 동안 공감이 유발되고, 최종적으로 참여자의 태도나 행동에 영향을 줄 수 있다.

3. 다자 간 공감을 위한 XR 돌탑

다자 참여 확장현실에서 공감에 대한 발달 과정을 유발하고 관찰 및 평가할 수 있는 기초 콘텐츠로 XR 돌탑을 활용한다. XR 돌탑은 가상현실과 증강현실에서 구현 가능하고 손과 컨트롤러를 바탕으로 비교적 쉬운 작업과 협업 활동이 가능하며^[25-26], 다수 AR 사용자 간, 다수 VR 사용자 간 혹은 AR과 VR 사용자가 동시에 참여가 가능한 장점이

있다. 다자 간의 공감을 위한 시나리오는 사용자들이 현실(증강)과 가상현실에 서로 위치하면서 상호작용을 통해 이루어진다. XR 돌탑에서의 현존감, 체화와 몰입, 공감 관여, 공감 및 통합에 관한 세부 구성은 다음과 같다.

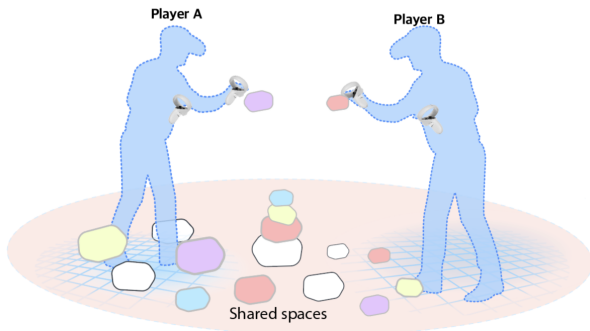


그림 2. 다자 간의 공감을 위한 XR 돌탑
Fig. 2. XR Stone Cairn for fostering empathy

3.1 현존감

현존감을 위해 다수 사용자 간의 공감을 쉽게 이해할 수 있고 행동 유발이 가능한 전통문화인 돌탑을 활용한다. 돌탑은 산행이나 지나다니면서 주변에 있는 돌을 한두 개 쌓아서 바로 쌓을 수 있으며, 쌓는 동안 자기만의 염원과 소망을 담으면서 소소한 즐거움을 느끼는 특징이 있다. 이러한 돌탑 소재를 XR 콘텐츠 소재로 활용하면 일반인들에게 바로 적용이 가능하며, 직관적인 상호작용을 유도함으로써 공감을 유발하고 축적하는 데 이상적인 환경을 구성할 수 있다. 그림 2와 같이 XR 돌탑은 VR 돌 객체, 돌탑의 돌을 쌓는 영역, 돌이 흩어져 있는 영역으로 구분되고 참여자와 다른 참여자가 아바타로 함께 존재한다. VR 돌 객체는 형태, 사운드 요소, 물리 요소를 갖고 있어 이동과 쌓기가 가능하며, 네트워크 요소를 가지고 있어 3차원 위치 정보가 공유된다. 이 환경에서 사용자들은 돌탑을 쌓는 가상환경, 주변 돌 객체들, 다른 사용자 아바타, 움직임 등을 인지하면서 공간에 대한 현존감을 느끼게 된다.

3.2 체화·몰입

현존감이 배가 된 확장현실 공간이 구성되고 나면, 사용자는 가상환경에 깊이 몰두하여 현실과 가상의 경계를 잊는 상태로 확장현실 공간에 집중하면서 몰입 단계로 넘어간다. 이는 공감 형성을 위한 순환과정으로 지속적인 상호

작용과 협력적 활동이 이루어진다. 이를 위해서 공동 목표와 역할 및 상황을 주며, 적절한 보상과 난이도가 구성된다.

-목표: 참여자들이 XR 돌탑 환경에 도착하면 사용자들에게는 돌탑을 쌓는 협력적 과제가 주어진다. 협력적 과제는 돌탑의 크기와 특징으로 구성된 목표이며, 두 명 이상의 참여자가 제한된 시간과 자원 속에서 돌탑을 완성해야 한다. 목표를 달성하는 과정에서 자신의 역할 수행과 함께 다른 사용자의 협력이 필요하도록 구성된다.

-역할 및 상황: 참여자들은 돌탑 쌓기 과정에서 서로 다른 역할을 수행하며 협업한다. 협업은 역할 구분에 따라 여러 가지 형태가 가능한데, 돌을 수집하고 쌓는 역할을 구분하거나, 특정한 색이나 형태의 돌을 서로 분담해 가면서 찾고 쌓을 수 있다. 예를 들어, 한 참여자는 돌을 선택하고 다른 참여자는 배치하는 역할을 맡을 수 있다. 이러한 역할 분담은 사용자 간의 상호작용을 촉진하고 역할 기반 협력이 가능하다.

-보상과 난이도: 목표 수행을 위한 과정에서 난이도와 보상이 주어진다. XR 돌탑 환경은 현실적인 물리 엔진과 인터랙션을 적용해 몰입감이 높아지는데 돌탑에서 난이도는 VR 돌 객체와 돌탑에서 물리환경적 요소(예: 중력, 마찰력)를 통해 난이도가 조절된다. 보상은 돌탑을 한 단계씩 쌓게 되면 돌탑에 대한 소리가 들리며, 목표한 돌탑이 완성되면 최종적으로는 쌓아진 돌 객체의 특성이 반영된 음악이 재생된다.

3.3 공감적 관여

공감적 관여는 공감에 대한 상황인지와 반응 단계이다. XR 돌탑은 참여자들에게 가상환경에 대한 명확한 인식을 제공하며, 상호 인지를 통해 타인의 행동과 감정을 보다 효과적으로 이해할 수 있어 공감 형성의 핵심 단계로 작용한다. 공감적 관여는 콘텐츠 및 상호 인지와 공감적 반응으로 구성된다. 콘텐츠 인지는 환경과 목표에 대한 명확한 이해를 바탕으로 몰입 수준을 높이며, 상호 인지는 참여자 간의 시각적, 청각적 단서를 공유하면서 작업, 환경 및 서로의 상황을 이해하는 과정이다. 이를 위해 돌탑을 쌓는 동안 아바타 외형, 아바타의 위치, 돌 객체의 위치, 진행 중인 돌탑 등의 정보가 네트워크를 통해 실시간으로 공유된다.

3.4 공감·통합

공감의 마지막 단계로 참여자들이 협력하여 XR 돌탑 쌓기에 대한 공동 작업을 마치면 이에 대한 참여자들의 심리적 및 정서적 상태가 중요하다. 공감 과정을 통해 나타나는 영향으로 완성도, 이해도, 공감 수준, 만족감이 표출되는 단계이다. 완성도는 협력의 결과물로 완성한 돌탑에 대한 목적 달성도를 의미하며, 이해도는 XR 돌탑에 참여하고 협력한 상대방의 의도와 감정 이해 정도를 의미한다. 공감 수준은 이러한 과정에서 상대방에 대해 종합적으로 공감한 수준을 의미하며, 만족감은 이러한 XR 돌탑 체험에 대한 전반적인 만족도를 의미한다.

4. 다자 간 공감 측정 및 평가

다자 간 공감 측정 및 평가는 XR 환경과 사용자 특성으로 인해 발생하는 공감 요인 및 과정과 이에 따른 공감 수준 및 공감으로 인해 발생하는 영향을 분석하는 것을 목표로 한다. XR 돌탑 콘텐츠를 통한 공감 측정을 위해서 체험 전, 체험 중, 체험 후를 구분하여 관찰과 측정이 진행된다. 체험 전에는 XR 콘텐츠에 대한 전반적인 사전 조사와 사전 공감 수준을 측정한다. 사전 조사는 XR에 대한 기본적인 경험, 협업 콘텐츠에 대한 관심 수준을 조사하고, 공감 수준은 협업 콘텐츠에서의 공감 정도를 측정한다. 체험 중에는 순환적으로 이루어지는 몰입과 공감적 관여 측면에서 사용자의 상호작용과 협력 활동에서 실시간에 나타나는 언어적, 비언어적 요소를 수집한다. 언어적 요소로는 협력과 의사소통 과정에서 음성 대화를 바탕으로 공감적 단어와 음성 특성으로 나타날 수 있고, 비언어적인 요소로 아바타 위치, 손 위치 추적 및 제스처 인식, 시선 추적 등으로 나타날 수 있다. 몰입과 공감적 관여를 측정하기 위해 태스크 수행 시간, 이동 거리, 돌 찾은 개수를 측정하고, 추가적으로 HMD 움직임 정도, 시선, 손 제스처, 눈 시선 움직임 등을 측정한다. 체험 후에는 현존감, 몰입감 측정과 함께 공감의 인지적, 정서적 측면을 정량적으로 측정하고, 협업 결과에 대한 완성도, 만족도 및 이해도를 조사한다. 현존감과 몰입감 측정은 Immersive presence questionnaire(IPQ)를 통하여 사용자의 몰입 경험을 정량적으로 평가한다^[27]. 공감 수준은 콘텐츠 인지와 상호 인지의 두 가지 요소를 중심으로 측정

하기 위해 Interpersonal reactivity index(ARI)를 활용한다^[28]. 완성도, 이해도, 만족도는 참여자들이 완성된 돌탑 결과물에 대한 완성도, 돌탑 체험 및 협업 과정의 이해도와 만족도에 대한 최종적인 조사로 리커트 5점 척도로 조사한다.

IV. 프로토타입 구현

제안하는 다자 공감을 위한 XR 돌탑 콘텐츠 프로토타입은 다음과 같이 VR 환경을 중심으로 구현되었다. 사용자 단말을 위해 자연스러운 상호작용과 사용자 추적이 가능한 메타퀘스트3를 활용하였으며, 개발 환경으로 XR 콘텐츠 개발이 가능한 유니티(Unity 3D)를 활용하였다. 유니티 환경에서 VR 환경을 구성하기 위해 XR Interaction Toolkit과 Meta XR SDK를 설치하고 연동하여 시스템을 구축하였다. 그리고 메타퀘스트3를 이용하는 다수 사용자 간의 객체의 움직임을 실시간 공유하기 위해 네트워크 프레임워크인 Netcode for GameObjects(NGO)와 음성 공유를 위한 Vivox를 활용하였다^[29-30]. 특히 NGO를 통해 사용자의 아바타 트랜스폼 및 VR 돌 객체의 잡기/놓기의 위치 상태를 동기화하였으며, Vivox를 연동하여 가상공간 내 아바타 간 거리와 방향에 따른 3D 입체 음성(Spatial audio) 대화가 가능하도록 구현하여 상호작용 및 현존감을 강화하였다.

1. 공감 모델 기반 프로토타입 구현

제안한 다자 XR 공감 모델과 콘텐츠 가능성을 검증하기 위해 III장의 공감 4단계 모델(현존감 → 체화·몰입 → 공감적 관여 → 공감·통합) 중에서 1~2단계인 현존감과 몰입 및 체화 단계를 중점적으로 구현하였다.

1.1 아바타 및 시선 추적(현존감 단계)

먼저 다자 간의 VR 돌탑 콘텐츠에서 1단계 현존감 측면을 위해 아바타, 가상공간 및 돌 객체를 구성하였다. 참여자 간의 상호 인지를 돕기 위해 사용자의 헤드셋과 컨트롤러 움직임에 연동되는 아바타 구조를 구성하였으며, 메타퀘스트3의 시선 추적(Eye tracking) 기능을 바탕으로 Eye ray-

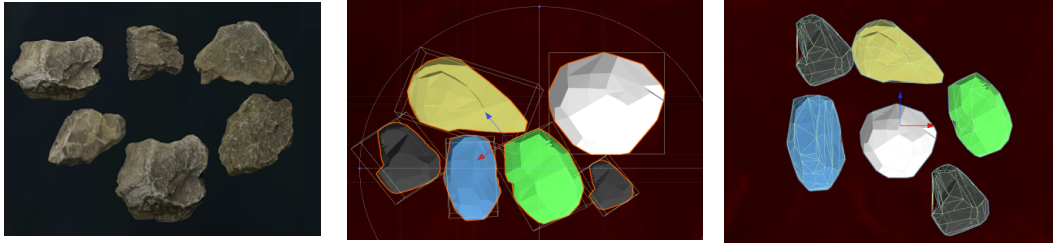


그림 3. VR 돌 객체 모델링
Fig. 3. VR stone object modeling

casting을 적용하여 사용자가 바라보는 시선 지점과 레이캐스팅을 통해 상대방과 실시간 공유하도록 하였다. 이를 통해 작업 수행 중 상대방의 주의 집중 영역과 의도를 즉각 파악할 수 있는 인지 단계를 제공한다.

1.2 3D 돌 객체 및 물리 상호작용(체화·몰입 단계)

가상현실에서 돌은 실제 돌과 유사한 비정형 돌보다는 그림 3과 같이 비교적 정형화된 다각형 형태의 3D 돌 모양으로 모델링하였다. 이후 각 돌마다 크기, ID 등 속성값을 부여하고, 사용자가 돌탑을 쌓는 과정에서 정서적 동기 유발과 청각적 유대감을 촉진할 수 있도록 리듬, 선율, 화성 등 고유한 음악적 요소를 매핑하였다.

돌탑을 수직으로 쌓고 자연스러운 조작감을 구현하기 위해, 각 돌 객체에는 RigidBody 기반의 중력(Gravity) 효과와 함께 정밀한 충돌 감지를 위한 Box Collider 및 Mesh Collider를 적용하였다. 사용자는 컨트롤러의 픽업(Grab) 상호작용을 통해 돌을 직접 집고, 이동하고, 원하는 위치에

놓을 수 있다. 특히 사용자가 돌을 집거나 돌탑 위에 성공적으로 올려놓을 때 물리 충돌 강도에 비례하는 청각적 피드백이 제공되도록 하여 시각·촉각·청각적 상호작용이 결합된 몰입감과 체화감을 유도하였다.

1.3 다자 간 협업 돌탑 쌓기 프로세스(공감적 관여 단계)

구현된 VR 돌탑 공간(그림 4)에서 두 명의 사용자는 주어진 타겟 돌탑 이미지를 참조하여 협업 과제를 수행한다. 사용자들은 실시간 공간 음성과 시선 공유를 통해 상대방의 관심 지점과 시선을 실시간으로 파악하며, 적합한 모양의 돌을 탐색하는 수집자와 탑의 중심을 잡고 쌓는 배치자 등의 역할을 자연스럽게 분담한다. 이 과정에서 돌의 위치 및 잡기 상태가 실시간으로 네트워크 공유되며, 정교한 언어적·비언어적 의사소통과 상호작용을 통해 상대방의 행동 의도를 예측하고 동조하는 공감적 관여를 유도한다. 결과적으로 이러한 협업 프로세스는 단순한 과제 수행을 넘어 공동의 목표를 달성하고 공감적 반응을 심화시키도록 구성

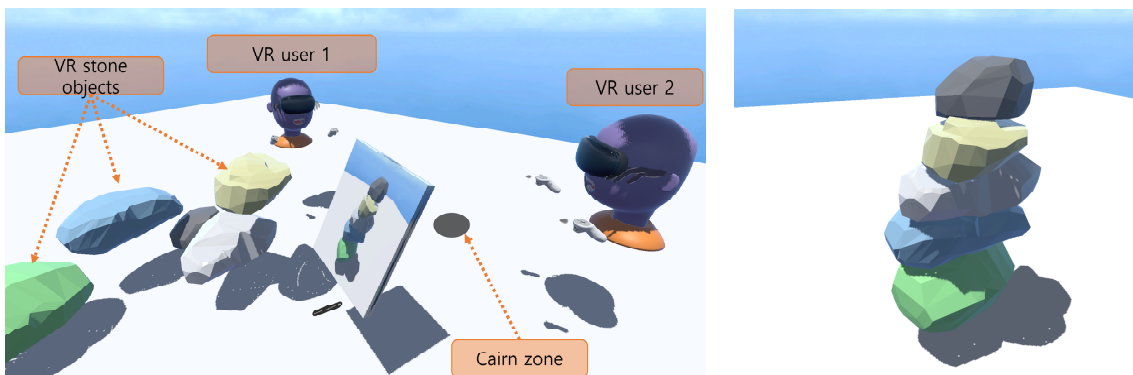


그림 4. 구현된 VR 돌탑 콘텐츠
Fig. 4. Implemented VR stone cairn content

되었다.

2. 프로토타입 기능 테스트 및 한계점

상기 개발 환경과 3D 모델링을 바탕으로 구현된 VR 돌탑 협업 공간은 그림 4와 같다. 기능 점검을 위해 2명의 사용자가 각각 메타퀘스트3를 PC에 연결한 후 같은 가상공간에 동시에 접속하여 시스템 연동을 확인하였다.

테스트 결과, 네트워크 연동을 통해 사용자의 위치, 손의 움직임, 입 모양 및 눈 시선 정보가 실시간으로 동기화됨을 확인하였다. 또한 3D 돌 객체의 잡기·이동에 따른 위치 상태 변화와 3D 입체 음성이 실시간으로 공유되었다. 이를 바탕으로 사용자들은 가상공간 내 제시된 타겟 돌탑 이미지를 참조하여, 주변의 돌 객체를 수집하고 쌓는 역할 분담 협업 과정을 수행할 수 있었다.

제안한 VR 돌탑 콘텐츠는 초기 프로토타입으로 4단계 공감 단계 중 시스템적 상호작용 기반이 되는 1~3단계를 중심으로 주요 기능 동작과 다자 간의 연동성을 우선적으로 점검하였다. 따라서 향후 아바타 및 다자 간 연동 개선과 함께 최종 단계인 4단계(공감·통합)의 정성적·정량적 효과성을 입증하기 위한 후속 연구가 필요하다.

먼저 비언어적 표현을 강화하기 위해 아바타의 상반신 또는 전신(Full-body), 얼굴 표정(Facial tracking) 등을 적용하여 사용자의 신체 및 감정 상태가 가상공간 내에서 자연스럽게 시각화되고 실시간으로 공유되도록 개선해야 한다. 또한 공감 형성을 위한 협업 태스크와 역할, 난이도 등을 고려하여 보다 세밀하게 구성할 필요가 있다.

마지막으로 협업 과정에서의 공감적 반응을 파악하기 위해 이를 측정하기 위한 지표 및 측정 방법을 상세하게 설계하여 개발에 반영할 필요가 있다. 특히 공감적 반응에 대한 평가는 사용자의 거리, 음성, 입 모양, 아바타의 존재, 상호작용 특성 등을 언어적, 비언어적 측면을 고려해서 실시간 데이터를 수집하고 정량화하여 평가 시스템을 구축하여야 한다.

V. 결 론

본 연구는 확장현실에서 다자 간 공감을 유발하고 반응

을 평가하기 위해 기본 콘텐츠 모형을 정의하고 이를 일반인을 대상으로 실현하기 위해, 전통문화인 돌탑 소재를 바탕으로 XR 콘텐츠를 제안하였다. 제안한 공감형 XR 콘텐츠 모델은 현존감을 시작으로, 상호작용을 바탕으로 체화와 몰입에 이르고, 이러한 깊은 몰입 여정을 통해 공감적 관여가 이루어지고 최종적으로는 공감 상태에 이르는 것을 목표로 하였다. 다자 간 공감을 유발하기 위한 효과적인 사례로 공감형 XR 돌탑 콘텐츠를 제안하였는데, 참여자들이 돌탑에서 공동의 목표와 각자의 역할을 인지하고 다른 참여자와 공유와 상호작용을 통해 협력하면서 공감적 반응을 유도하도록 구성되었다. 제안된 XR 돌탑 콘텐츠는 유니티 3D 환경에서 구현되었으며 VR 기기를 바탕으로 다자가 참여 가능하고 이들 간의 상호작용과 공유가 가능함을 확인하였다.

제안한 XR 돌탑은 초기 연구로 후속 연구가 필요하다. 먼저 XR 환경에서 참여자들 간의 상호인지를 돕기 위해 아바타 표현을 고도화하고 상태와 정보를 공유할 수 있도록 할 필요가 있다. 또한 협업 기반 돌탑 쌓기를 원활하게 할 수 있도록 난이도와 역할을 설정하여 태스크를 다양화할 필요가 있다. 또한 공감 과정의 4단계에서 사용자들의 반응을 객관적으로 수집하고 분석하여 공감 수준과 콘텐츠 효과성을 측정할 필요가 있다. 이러한 후속 연구를 통해 제안한 XR 콘텐츠 모형의 공감 과정을 객관적으로 검증함으로써, 몰입형 XR 환경에서 사회적 상호작용과 정서적 연결을 지원하는 공감형 XR 콘텐츠 설계 방향으로 확장될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] M. L. Hoffman, "Development of prosocial motivation: Empathy and guilt," *Developmental Psychology*, 18(2), 227-239, 1982.
- [2] N. Eisenberg, J. Strayer, *Empathy and its development*, Cambridge University Press, (Eds.), 1987.
- [3] C. Milk, How virtual reality can create the ultimate empathy machine. *TED talk*, 22, 2015. 1, 8
- [4] T. Piumsomboon, A. Dey, B. Ens, G. Lee, and M. Billinghurst, "The Effects of Sharing Awareness Cues in Collaborative Mixed Reality," *Front. Robot. AI*, vol. 6, pp. 5, Feb. 2019.
doi: <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00005>
- [5] V. Paananen, M. S. Kiarostami, L. Lik-Hang, T. Braud, and S. Hosio, "From Digital Media to Empathic Spaces: A Systematic Review of

- Empathy Research in Extended Reality Environments,” *ACM Comput. Surv.*, Vol. 56, No. 5, pp. 1 – 40, Sep. 2023.
doi: <https://doi.org/10.1145/3626518>.
- [6] C. Hadjipanayi, M. Christofi, D. Banakou, and D. Michael-Grigoriou, “Cultivating empathy through narratives in virtual reality: a review,” *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 28, No. 3 – 4, pp. 507 – 519, Aug. 2024.
doi: <https://doi.org/10.1007/s00779-024-01812-w>
- [7] R. S. Rosenberg, S. L. Baughman, and J. N. Bailenson, “Virtual Superheroes: Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior,” *PLOS ONE*, Vol. 8, No. 1, pp. e55003, 2013.
doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003>
- [8] A. van Loon, J. Bailenson, J. Zaki, J. Bostick, and R. Willer, “Virtual reality perspective-taking increases cognitive empathy for specific others,” *PLOS ONE*, Vol. 13, No. 8, e0202442, 2018.
doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202442>
- [9] R. Raposo, M. Vairinhos, A. Laska-Leśniewicz, and J. Sztobryn-Giercuskiewicz, “Increasing awareness and empathy among university students through immersive exercises – testing of the virtual reality application: A pilot study,” *Med Pr*, Aug. 2023.
doi: <https://doi.org/10.13075/mp.5893.01391>
- [10] L. Embøl et al., “HearMeVirtual Reality: Using Virtual Reality to Facilitate Empathy Between Hearing Impaired Children and Their Parents,” *Front. Virtual Real.*, Vol. 2, p. 691984, Jun. 2021.
doi: <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.691984>
- [11] E. Bang and C. Yildirim, “Virtually Empathetic?: Examining the Effects of Virtual Reality Storytelling on Empathy,” in *Virtual, Augmented and Mixed Reality: Interaction, Navigation, Visualization, Embodiment, and Simulation, Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishing, Vol. 10909, pp. 290 – 298, 2018.
doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91581-4_21
- [12] D. Shin and F. Biocca, “Exploring immersive experience in journalism,” *New Media & Society*, vol. 20, no. 8, pp. 2800 – 2823, Aug. 2018.
doi: <https://doi.org/10.1177/1461444817733133>
- [13] D. Shin, “Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience?,” *Computers in Human Behavior*, Vol. 78, pp. 64 – 73, Jan. 2018.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>
- [14] M. Guy, J.-M. Normand, C. Jeunet-Kelway, and G. Moreau, “The sense of embodiment in Virtual Reality and its assessment methods,” *Front. Virtual Real.*, vol. 4, p. 1141683, Dec. 2023.
doi: <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1141683>
- [15] E. Broadbent, S. Yang, K. Loveys, R. Verma, M. Sagar, “Virtual humans’ facial expressions, gestures, and voices impact user empathy,” *Empathic Computing*, 2026.
doi: <https://doi.org/10.70401/ec.2026.0017>.
- [16] D. Kong, M. Feick, S. Liu, and A. Maedche, “CoEmpaTeam: Enhancing Cognitive Empathy using LLM-based Avatars and Dynamic Role Play in Virtual Reality,” in *Proceedings of the 2026 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 13 2026, pp. 1 – 17.
doi: <https://doi.org/10.1145/3772318.3790389>
- [17] S. A. G. Yousefdeh and S. S. Oyelere, “Investigating co-presence and collaboration dynamics in realtime virtual reality user interactions,” *Front. Virtual Real.*, Vol. 5, pp. 1478481, Dec. 2024.
doi: <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1478481>
- [18] Y. Lee et al., “Are You Empathizing with Me? Exploring External Expressions of Empathy in Interpersonal VR Communication,” in *2025 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, Oct. 2025, pp. 1387 – 1397.
doi: <https://doi.org/10.1109/ISMAR67309.2025.00143>
- [19] E. A. Segal, K. E. Gerdes, and C. A. Lietz, *Assessing empathy*, New York: Columbia University Press, 2017.
- [20] U. A. Jinan, N. Heidarikohol, C. W. Borst, M. Billingham, and S. Jung, “A systematic review of using immersive technologies for empathic computing from 2000-2024,” *Empathic Computing*, 2025.
doi: <https://doi.org/10.70401/ec.2025.0004>
- [21] Y. Lee, H. Shin, and Y.-H. Gil, “Measurement of Empathy in Virtual Reality with Head-Mounted Displays: A Systematic Review,” *IEEE Trans. Visual. Comput. Graphics*, Vol. 30, no. 5, pp. 2485 – 2495, May 2024.
doi: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3372076>
- [22] H. M. Lee and B. J. Li, “So far yet so near: Exploring the effects of immersion, presence, and psychological distance on empathy and prosocial behavior,” *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 176, p. 103042, Aug. 2023.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103042>
- [23] R. L. E. P. Reniers, R. Corcoran, R. Drake, N. M. Shryane, and B. A. Völlm, “The QCAE: A Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy,” *Journal of Personality Assessment*, vol. 93, no. 1, pp. 84 – 95, Jan. 2011.
doi: <https://doi.org/10.1080/00223891.2010.528484>
- [24] T. Reik, *Listening with the Third Ear: The Inner Experience of a Psychoanalyst*. New York, NY, USA: Farrar, Straus and Company, 1948.
- [25] J. Park, H. Jeong, C. Shin, “Research on Interactive VR Pagoda Experience Based on Music Synthesis Using Virtual Objects,” *Journal of Broadcasting Engineering*, Vol. 29, No. 5, pp. 546-556, 2024.
doi: <https://doi.org/10.5909/JBE.2024.29.5.546>
- [26] I. Choi, H. Jeong, C. Shin, “A Study on Wearable Augmented Reality-Based Experiential Content: Focusing on AR Stone Tower Content,” *Smart Media Journal*, Vol. 13, No. 4, pp. 114-123, 2024.
doi : <https://doi.org/10.30693/SMJ.2024.13.4.114>
- [27] T. Schubert, F. Friedmann, and H. Regenbrecht, “The experience of presence: Factor analytic insights,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 10, no. 3, pp. 266 – 281, Jun. 2001.
doi: <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- [28] M. H. Davis, “Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach,” *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 44, no. 1, pp. 113 – 126, 1983.
- [29] <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.netcode.gameobjects>
- [30] <https://unity.com/kr/products/vivox>

저 자 소 개



박 주 영

- 충남대학교 예술대학 음악과 작곡전공 학사
- 전남대학교 문화전문대학원 문화예술기획전공 석사
- 현재 : 전남대학교 일반대학원 문화학과 박사수료
- ORCID : <https://orcid.org/0009-0006-9739-5791>
- 주관심분야 : 문화기술, 실감형 콘텐츠, 가상증강현실, 아트앤테크놀로지



신 춘 성

- 송실대학교 컴퓨터학부 학사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
- 카네기멜론대학 HCI Institute 박사후연구원
- 한국전자기술연구원 VR/AR연구센터 책임연구원
- 문화체육관광부/한국콘텐츠진흥원 문화기술 PD
- 현재 : 전남대학교 문화전문대학원 미디어콘텐츠·컬처테크전공 교수
- 현재 : 전남대학교 문화기술연구소장
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-2384-4022>
- 주관심분야 : 가상증강현실, HCI, 문화기술