

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2024.10.4.645

JCCT 2024-7-75

VR 협업 툴을 위한 사용자 행동 요소를 반영한 인터랙션 디자인 프로토타입 제안 연구

A Study on Proposing an Interaction Design Prototype that Reflects User Behavior Elements for VR Collaboration Tool

신종은, 강수진*

Shin, Jongeun, Kang, Jeannie*

요약 오늘날 4차 산업 혁명에 따른 새로운 기술의 발전은 비대면 협업과 같은 업무수행 방식이 요구되고 있다. 이에 부응하여 다양한 VR 협업 툴이 등장하고 있으나 협업이나 디자인 개발 업무에서 활용되고 있는 VR 협업 툴이 제한적이다. 따라서 비대면 협업을 위한 VR의 장점과 가능성에도 불구하고 실무 활용에 있어 한계가 있다. 이에 따라 디지털화되고 있는 업무 환경에서 효과적인 협업을 위한 VR 협업 툴 개발이 필요하며 이를 위한 UI 디자인 개발에 관한 연구가 요구된다. 본 연구의 목적은 사용자 조사를 통하여 협업 시 첫 단계인 브레인스토밍 단계에서 나타나는 사용자 행동 요소를 적용한 인터랙션 및 UI 디자인을 개발함으로써 VR 협업 툴 프로토타입을 제안하는 데 있다. 본 연구는 질적 연구로 연구 방법은 관찰과 심층 인터뷰를 통한 사용자 조사를 수행하고 이로부터 얻은 데이터를 분석한 결과로 5가지 사용자의 손짓 행동 요소를 도출하였다. 행동 요소로서의 손짓을 반영한 인터랙션 UI를 디자인하고 Unity와 Oculus Integration SDK Kit를 사용하여 컨트롤러 없이 사용할 수 있는 VR 협업 툴 프로토타입을 제작하였다. 본 연구에서 제작한 프로토타입에 대한 사용성 평가를 실시한 결과 사용자가 손짓을 정확히 행하여야 한다는 어려움이 나타나 UI 디자인의 보완점을 찾아볼 수 있었다. 또한 VR 협업 공간에서 개인 작업과 공유를 위한 공간의 구분을 조절할 수 있는 UI 디자인의 필요성도 알 수 있었다. 본 연구가 업무의 효율성을 높여줄 수 있는 VR 협업 툴을 위한 인터랙션 및 UI 디자인 개발에 도움이 되기를 기대한다.

주요어 : VR 협업 툴, 인터랙션 UI 디자인, 사용자 행동 요소

Abstract Today, the development of new technologies due to the 4th industrial revolution requires work performance methods such as non-face-to-face collaboration. In response to this, various VR collaboration tools are emerging, but VR collaboration tools for brainstorming, which are used in collaboration or design development work, are not provided. Therefore, despite the advantages and possibilities of VR for non-face-to-face collaboration, there are limitations in practical use. Accordingly, the development of VR collaboration tools in a digitalized work environment is necessary, and research on UI design development for this is required. The purpose of this study is to propose a VR collaboration tool prototype by developing an interaction UI design that applies user hand behavior elements that appear during collaboration sessions through user research. This study was a qualitative study. The research method was to conduct user research through observation and in-depth interviews, and as a result of analyzing the data obtained from this, five types of user hand behavior elements were derived. In this study, an interaction UI design was developed that reflects hand gestures as behavioral elements. And using Unity and the Oculus Integration SDK Kit, we created a prototype VR collaboration tool that can be used without a controller. As a result of conducting a user evaluation of the prototype produced in this study, it was found that users had difficulty making hand gestures accurately, and it was possible to find areas for improvement in UI design. It is expected that this study will help develop interaction UI design for VR collaboration tools that can increase work efficiency.

Key words : VR Collaboration Tool, Interaction UI Design, User behavior factors

*정희원, 이화여자대학교 조형예술대학 디자인학부 교수

Received: April 22, 2024 / Revised: May 23, 2024

"이 논문은 2023학년도 이화여자대학교 대학원 석사학위 청구논문을 Accepted: June 15, 2024

바탕으로 하였습니다."

*Corresponding Author: herenow.kang@ewha.ac.kr

접수일: 2024년 4월 22일, 수정완료일: 2024년 5월 23일

Dept. of Media Interaction Design, Ewha Womans Univ, Korea

게재확정일: 2024년 6월 15일

I. 서 론

오늘날 현대사회에서는 4차 산업 혁명에 따른 새로운 기술이 지속적으로 등장하고 발전해나가고 있다. 새로운 기술의 발전은 특히 COVID-19의 발발과 맞물리면서 비대면 문화의 일상화로 인한 원격 근무와 비대면 협업과 같이 이전과 다른 업무 형태로 변화를 이끌었다. 이러한 상황에서 4차 산업 혁명의 핵심 기술의 하나인 VR(Virtual Reality, 가상현실) 기술의 성장은 현실 공간을 “디지털화(digital transformation)”하면서 비대면 업무 및 협업에 관한 관심을 증대시켰다 [1]. 그 결과로 호라이즌 워크룸(Horizon Workrooms), 미트인 브이알(MeetinVR), 무트업(MootUp), 브이알 챗(VR Chat), 스페이셜(Spatial), 노다 브이알(Noda VR) 더 와일드(The Wild) 등 다양한 VR 기술을 사용한 협업 공간 및 회사들이 등장하기 시작하였다.

협업은 2인 이상의 수평적 관계의 구성원이 공동의 목표를 이루기 위하여 자발적으로 의사결정과정에 참여하는 상호작용의 형태이다. 또한 구성원이 집단 지성의 네트워크를 구축하여 각자의 생각과 지식을 공유함으로써 혁신적인 성과를 이뤄나가는 역량이라고도 할 수 있다 [2]. 협업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 공동의 목표하에 구성원들 간의 이익을 극대화하고 무엇보다도 구성원들이 자발적으로 참여하여 서로의 지식을 공유하고 조정 및 융합해야 한다 [3]. 4차 산업혁명과 함께 변화되는 현대사회에서는 문제 해결 능력과 함께 기계와 차별화되는 인간 고유의 창의성, 공감, 의사소통, 리더십을 바탕으로 한 협업 능력의 중요성이 대두되고 있다 [4].

VR 기술의 등장은 이러한 협업의 요건을 충족시키는 기술로 손꼽히고 있다. VR은 인간의 감각에 착오를 유발하여 실제로는 존재하지 않는 현상을 존재하는 것처럼 구현하고, 그 환경 안에서 사용자끼리 상호작용이 가능하게 만드는 일종의 3차원(3D) 기술이다 [5]. 이것은 사용자들에게 하나의 공간에 실제로 존재하는 듯한 실재감을 부여하고 각자의 아이디어를 표현하고 자유롭게 대화할 수 있는 가상의 공간을 제공함으로써 시공간을 초월한 의사소통이 이루어지도록 한다 [6]. 또한 VR 공간 안에서는 아바타, 환경, 이모티콘 등 다양한 시각적 표현이 가능하여 더욱더 몰입감 있고 원활한 협업이 진행될 수 있다. 이러한 시각적인 요소 중 몸의 방향,

각도 혹은 표정 등의 비언어적인 표현이 가능하여 의사소통이 더욱더 원활하게 진행될 수 있다. 이러한 VR의 기능은 비대면 협업을 가능케 하는 주요 특징이자 요인이라고 할 수 있다.

본 연구와 관련한 선행 연구를 살펴보았을 때 선행 연구는 주로 사용자의 아이디어 표시 방법을 중점적으로 다루었으며 협업의 가장 중요한 요건인 소통을 원활하게 하는 요소는 찾아보기 힘들었다. 또한 선행 연구에서 사용자가 VR 기기 및 컨트롤러의 조작법과 기능에 익숙해지기 위하여 얼마간의 시간이 필요하며 장시간 이용 시 컨트롤러의 무게에 의한 사용자의 신체적 부담감이 발생하는 문제점이 있다. 또한 VR의 특징인 시각적인 요소 중 비언어적 의사소통을 활용하여 상대방의 몸짓, 손짓 등을 살펴봄으로써 더욱 더 원활한 협업이 가능해야 한다. 따라서 VR 컨트롤러의 사용 없이 좀 더 간편하고 비대면 협업 과정에서 팀원의 의견 및 아이디어 표현과 공유를 위한 원활한 의사소통을 가능한 VR 협업 툴 개발을 위한 인터랙션 및 UI 디자인에 관한 연구의 필요성이 제기된다.

본 연구의 목적은 VR 협업 툴에 대한 사용자 조사를 수행하고, 사용자의 비언어적인 의사소통 방식인 손짓을 분석하여 도출한 사용자 손짓 행동 요소의 특징을 반영한 인터랙션 및 UI를 디자인함으로써 VR 협업 툴 프로토타입을 제시하는 데 있다. 본 연구 결과를 통하여 온라인을 통한 협업이 일상화되어가고 있는 현대 시대에서 공간의 제약 없이 아이디어를 내고 협업함으로써 업무의 효율성을 높여줄 수 있는 VR 협업 툴을 위한 인터랙션 및 UI 디자인 개발에 도움이 되는 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법 및 내용

본 연구는 문헌 연구, 사용자 조사, 프로토타입 제작, 사용성 평가로 구성되어 진행하였다. 구체적인 연구의 방법은 다음과 같다.

첫째, 국내외 문헌 조사를 통하여 다양한 VR 협업 툴의 종류 및 특징을 파악하고 사용된 주요 입력 방식을 살펴보았다. 또한 효율적인 VR 브레인스토밍 협업을 위한 조건을 알아보며 추후 제작할 프로토타입에 적용할 인사이트를 알아보았다.

둘째, 심층 인터뷰와 관찰을 통한 사용자 조사를 수

행하였다. 사용자 조사의 대상 범위는 향후 현대사회의 다각적인 분야에서의 VR 협업 툴의 활용 가능성을 넓히고자 연구, 교육, 산업 분야 등의 직업군을 대상으로 VR 툴 사용 및 VR 협업과 대면 및 비대면 협업의 유경험자 10명을 선정하였다. 사용자 조사 결과를 바탕으로 대면 및 비대면 협업 시 나타나는 비언어적 측면에서의 사용자의 손짓 행동 요소와 구체적인 페인 포인트(Pain Point)를 도출하였다.

셋째, 사용자 조사 분석 결과를 바탕으로 사용자의 손짓 행동 요소를 반영하여 VR 협업 툴에 적합한 인터랙션 및 UI를 디자인하여 VR 협업 툴의 프로토타입을 제작하였다.

마지막으로 사용성 평가를 수행하여 본 연구에서 제작한 프로토타입에 대한 사용자의 만족도를 평가하고 개선점을 제시하였다.

III. 이론적 고찰

1. VR 협업 툴의 종류 및 특징

VR 협업 툴은 국내보다는 해외에서 상용화된 사례를 찾아볼 수 있다. VR 협업 툴은 세분화한 목적에 따라 다양하게 개발되고 있으며 그 종류와 특징도 차별화되어 나타났다. VR 협업 툴의 종류는 사용 목적에 따라 나누어 볼 수 있는데 먼저 VR 회의의 공간 제작 및 공유, 가상 이벤트 주최 및 공간 공유, 사회적 모임이나 게임 공간 제작 등을 위한 엔터테인먼트용의 목적 그리고 특별히 건축이나 공간 디자인을 위한 목적에 따라 호라이즌 워크룸(Horizon Workrooms), 미트인 브이알(MeetinVR), 무트업(MootUp), 브이알챗(VrChat), 스페이셜(Spatial), 노다 브이알(Noda VR)더 와일드(The Wild) 등이 있다. VR 협업 툴의 종류와 특징을 정리하면 아래 표 1과 같다.

표 1. VR 협업 툴의 종류와 특징
 Table 1. Types and features of VR collaboration tools

종류	목적	특징	입력 방식
MeetinVR, Horizon Workrooms	VR 회의 공간 제작 및 공유	<ul style="list-style-type: none"> 코딩없이 가상 공간 제작 및 커스터마이징 이미지, 영상 공유 화이트보드 사용 협업 작업 녹화 및 재생 	컨트롤러 (Horizon은 컨트롤러로 펜 사용 가능)

MootUp	가상 이벤트 주최 및 공간 공유	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어 다운로드 필요 없음 VR 기기 없이 사용 가능 	컨트롤러, 핸드트래킹 (아바타 구현)
VrChat	사회적 모임을 위한 공간	<ul style="list-style-type: none"> VR 기기 외 다른 기기로 접속 가능 	컨트롤러, 핸드트래킹 (아바타 구현, 기본 선택)
Spatial	게임 공간 제작 및 공유	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어 다운로드 필요 없음 	컨트롤러, 손(선택, 스크롤, 이동)
Noda VR	마인드 맵핑 작업	<ul style="list-style-type: none"> 입체적인 UI 입체 도형 대입 	컨트롤러
The Wild	건축 및 공간 디자인	<ul style="list-style-type: none"> 컨트롤러를 이용한 speech to text 입력 	컨트롤러, 음성
VR 기반 브레인스토밍 협업 서비스 (안민경 외, 2022)	브레인 스토밍 협업 툴	<ul style="list-style-type: none"> 아이디어를 입체도형으로 표현 	컨트롤러
Post-post-it: A spatial ideation system in vr for overcoming limitations of physical post-it notes. (Lee et al., 2021)	포스트잇을 활용한 브레인 스토밍 협업 툴	<ul style="list-style-type: none"> 포스트잇에 적기 위해 휴대폰과 펜이 필요함 	핸드폰 및 핸드폰에 내장된 펜과 핸드 트래킹

먼저 호라이즌 월드(Horizon Worlds) [구 페이스북 호라이즌(Facebook Horizon)]은 메타(Meta)에서 개발한 VR 메타버스 플랫폼이며 오쿨러스 룸(Oculus Rooms), 오쿨러스 베뉴(Oculus Venues), 페이스북 스페이스(Facebook Spaces) 등의 다양한 소셜 VR 앱들에 이어 2021년 12월 9일에 출시되었다 [7]. 호라이즌 워크룸(Horizon Workrooms)은 업무용 가상공간으로 개발되어 사용되고 있으며 호라이즌 워크룸 환경 내에서 모든 사용자는 다른 사용자를 초대하여 그룹을 구성하고 가상 회의를 주최할 수 있다. 회의 내에서 사용자는 서로 컴퓨터 화면을 공유하여 프레젠테이션이나 작업 중인 프로젝트 등을 공유하거나 가상 화이트보드를 통해 공동 작업할 수도 있고 VR 포인터로 화이트보드와 스티커 메모에 글을 쓰고 추후에 참고할 수 있도록 저장할 수도 있다. 대부분의 Meta Quest 앱 내의 핸드트래킹(hand tracking) 기능은 컨트롤러를 보완하는 역할을 하며, 고도의 정밀도가 필요한 게임이나 앱에서는

핸드 트래킹이 컨트롤러를 완전히 대체할 수 있는 것은 아니다 [8]. 하지만 비언어적 의사소통이 중요한 요소인 협업의 특성상 손을 많이 사용하게 되어 이를 위해 호라이즌 워크룸은 컨트롤러가 아닌 손을 주 입력 수단으로 사용하도록 설계되었다. 더욱더 자연스럽게 풍부한 소통 및 경험을 제공하기 위해 고안된 기능이며, 키보드나 컨트롤러와 같은 물리적 도구로 쉽게 전환할 수 있도록 하여 보조적인 입력 수단을 설정할 수도 있다. 핸드 트래킹은 직관적인 의사소통에 유용하지만 필기와 같은 정밀한 작업에는 한계가 있다. 이를 해결하는 방법으로 컨트롤러를 뒤집어 펜처럼 잡아 사용할 수 있도록 하였다. 그러나 컨트롤러의 무게로 인하여 사용자 손목에 무리가 오는 문제에 대한 부정적인 반응도 발생하였다.

미틴브이알(MeetinVr)도 이미지, 비디오, pdf 파일, 프레젠테이션 등과 같은 미디어 파일을 공유하여 전문적인 회의 및 발표 환경 제공에 최적화된 플랫폼이다. 회의가 원활하게 진행되도록 스티커 메모지 사용, 말에서 텍스트로 변환 및 받아쓰기 기능, 공중에서 노트 정리 및 그림 그리기 등을 배치하여 3D로 구현된 회의 공간에 마인드맵핑을 할 수 있다. 하지만 미틴브이알은 핸드트래킹 기능을 제공하지 않으며 모든 작업을 컨트롤러 이루어진다. 필기 시 오른손 컨트롤러 측면에 있는 그림 버튼을 누른 채로 선을 그어 펜을 작동시키는 방식이다. 펜을 생성하기 위해 작성하는 메모지 오른쪽 측면에 놓여있는 펜을 끌어오거나 오른쪽 귀에서 끌어올 수 있다. 이것은 일상생활에서 펜을 귀에 꽂는 행위를 모티브로 하여 구현한 것으로 매우 직관적인 인터랙션이라고 할 수 있다. MeetinVR에서는 3D로 필기할 수 있으며 이는 컨트롤러를 잡은 상태에서 트리거를 추가로 길게 눌러 작동한다.

무트업(MootUp)은 기업과 조직들이 효과적인 가상 이벤트를 주최할 수 있도록 도와주는 3D 가상 이벤트 관리 플랫폼(Virtual event platform)이다. 헤드 트래킹(head tracking) 및 핸드 핸드트래킹(hand tracking) 기능이 제공되어 VR 공간에서 고개를 흔들거나 팔을 흔드는 등 비언어적인 의사소통이 가능하다. MootUp은 노트북, 휴대폰, VR 헤드셋 등 모든 기기에서 3D 환경에 액세스할 수 있어 VR 기기를 소유하고 있지 않은 사용자들도 협업에 참여할 수 있으며 1000가지가 넘는 다양한 제스처, 표정, 포즈를 VR 기기 없이도 표현할

수 있도록 제공한다 [9]. 하지만 무트업 내의 핸드 트래킹 기능은 단순히 아바타 움직임의 사실적 표현을 위한 기능이다.

브이알챗(VRChat)은 온라인 가상 세계 플랫폼으로 2014년도에 오쿨러스 리프트(Oculus Rift DK1)프로토타입용 Windows 애플리케이션으로 처음 출시되었다. 브이알챗은 실시간 방송을 하는 유튜버(Youtuber)와 트위치 스트리머(Twitch streamer)들의 방송용을 많이 활용되고 있으므로 아바타의 사실적인 표현에 초점을 맞춰 구현하였고 때문에 다른 협업 툴에 비해 트래킹 기술이 더 발전되었다. 아바타는 머리와 손 동작을 모방하는 기능인 헤드 트래킹과 핸드 트래킹 외에도 립싱크(lip-sync), 시선 추적(eye tracking), 깜박임(blinking) 등을 지원한다 [10, 11]. 손가락 트래킹(finger tracking) 및 제스처 인식(gesture recognition)와 같은 다양한 제스처 인식은 인덱스 컨트롤러(Index Controller) 및 오쿨러스 터치(Oculus Touch) 등의 기기에서 지원되며 사용자의 손가락 움직임이 아바타에 반영할 수 있고 손 포즈에 맞는 애니메이션(예시: 해당 얼굴 표정)을 트리거할 수도 있다 [12]. 또한 VRChat은 허리와 다리 동작의 모션 캡처를 위한 SteamVR 전신 트래킹을 지원하기도 한다. 하지만 이러한 다양한 몸짓 및 손짓 인식 기능들은 아바타 움직임을 더 사실적으로 하기 위한 장치일 뿐, 인터랙션과의 직접적인 연관이 있지는 않다고 할 수 있다.

스페이셜(Spatial)은 2017년도에 개발된 가상 세계 플랫폼으로 회의 및 협업용으로 출시되었고 현재는 게임 분야로 발전하여 사용자들은 서로가 제작한 게임들을 경험 및 공유하여 다양한 게임들을 즐길 수 있는 플랫폼이 되었다 스페이셜 AR 협업 작업공간(Spatial AR collaboration workspace)에서 컨트롤러뿐만 아니라 손 인식 기능을 사용할 수 있지만 가장 기본적인 제스처들만 제공된다. 선택 시 터치(touch) 혹은 엄지와 검지를 꼬집는 제스처인 핀치(pinch), 선택 후 드래그(drag)하여 스크롤(scroll)하는 제스처가 제공이 된다. 또한 손바닥이 위를 보도록 하여 손바닥 주변에 생기는 화살표를 선택하여 순간 이동 기능도 제공한다.

노다 브이알(Noda VR)은 마인드 맵핑 활동에 중점을 둔 플랫폼이다. 아이디어들을 다양한 모양의 도형들에 입력하여 도형들의 관계를 선으로 그려 표시하는 마인드 맵핑(mind mapping)의 원리와 똑같이 작동한다.

UI를 입체적인 도형들로 구현했다는 점에서 다른 VR 협업 툴과의 차별점을 찾아볼 수 있다. 기존의 VR 협업 공간에서는 보드에 글씨를 쓰거나 편편한 디자인의 UI에 타이핑하는 반면, Noda VR은 정육면체, 구, 원뿔 등의 다양한 입체 도형에 대입시키는 차별화된 방식으로 작동한다. Noda VR 내의 모든 작업이 컨트롤러로 이루어져 있어 핸드 트래킹 기술이 탑재되어있지 않으며 글씨를 직접 쓰거나 그리는 것이 아니라 손으로 타이핑하여 기본적인 입력으로 한다.

더 와일드(The Wild)는 2017년도에 개발된 건축, 엔지니어링, 건설(AEC: Architecture, Engineering, and Construction) 및 디자인 분야에 특화된 전문 가상 플랫폼이다. 프로젝트들의 3D 시각화와 VR 프로토타이핑뿐만 아니라 이해관계자들과의 협업을 위한 가상 협업 플랫폼이다. 작업 대부분이 컨트롤러로 이루어지지만, 전문적인 의사소통이 가능해야 하는 플랫폼의 특징을 보완하기 위하여 코멘트 도구로 음성 텍스트 변환(speech-to-text)기능이 탑재되어 사용자의 의견을 녹음하고 텍스트로 변환할 수 있도록 하였다. 도구 메뉴에서 코멘트 도구를 선택한 다음 컨트롤러의 버튼을 길게 누르며 말을 하면 화면에 실시간으로 기록되는 방식이다. 이는 다른 협업 툴과의 가장 큰 차별점 및 특징이며 무겁고 번거로운 컨트롤러 사용을 최소화하여 보완했다고 할 수 있다 [13].

상용화되고 있는 VR 협업 툴과 더불어 선행 연구도 살펴보았다. 안민경 외(2022)은 VR 기반 브레인스토밍 협업 서비스를 구현하여 사용자의 아이디어를 입체도형으로 표시하여 마인드맵핑한다는 면에서는 앞서 살펴본 노다 브이알과 유사하다. 이 VR 공간 안에서 모든 작업이 컨트롤러를 사용하며 타이핑 또한 컨트롤러를 사용해야한다는 점이 불편한 요소이다 [14]. Lee et al.,(2021)은 핸드폰을 VR 기기와 연동하여 기존의 VR 컨트롤러 대신 핸드폰에 아이디어를 적어 VR 공간에 표시하는 방법을 제안한 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 처음 핸드폰과 펜을 사용하여 포스트잇에 스케치 혹은 필기를 한 다음 핸드 손으로 핸드폰에 있는 포스트잇을 VR 공간에 올려놓으면 포스트잇 배치하기, 묶기, 연결 시키기 등의 작업은 손으로 이루어진다 [15].

살펴본 바와 같이 VR 협업 툴은 비언어적으로 의사소통을 할 수 있다거나 무한대의 3차원 공간에서 작업

을 할 수 있는 등 다른 비대면 협업 툴과 차별화된 특징을 가지며 현재는 새로운 기능이 업그레이드 되면서 발전되고 있다. 하지만 대부분의 VR 협업 툴이 여전히 컨트롤러를 주 입력 도구로 사용하고 있으며 손짓도 선택, 스크롤과 같은 기본적인 기능으로 활용되고 있다. 특히 손동작에 있어서는 단순 입력을 위하여 컨트롤러의 버튼을 누르는 동작에서 컨트롤러를 누른 채 선을 긋거나 드래그하는 손짓 또는 타이핑 하는 손짓 등을 찾아볼 수 있다. 또한 세세한 핸드트래킹을 제공하는 툴은 아바타의 사실적 구현을 위한 목적이 대부분이며 인터랙션과의 직접적인 연관성은 없다. 따라서 본 연구에서 제작할 VR 협업 툴은 사용자의 손짓을 단순 아바타의 움직임 표현이 아닌 인터랙션 및 UI에 반영하여 프로토타입을 제작하는 데에 의의가 있다.

2. 효율적인 VR 협업을 위한 조건

본 연구의 목적은 브레인스토밍을 위한 VR 툴 프로토타입을 제안하는 데 있다. 따라서 효율적인 비대면 협업이 이루어지기 위한 조건을 살펴보고 그 중에서 VR 협업에 적용하여 협업의 효율을 높일 수 있는 요소들인 공존성, 가시성, 가청성, 동시간성, 동시성 그리고 순차성 등을 살펴보았다.

먼저, 팀원들이 같은 물리적 환경을 공유하는 공존성이 확보되어야 하며 이는 협업 공간을 공유함으로써 가능하다. 협업 공간은 협업이 진행되는 동안 팀원들의 주의를 환기시키고, 서로를 인지하게 함으로써 순서 및 직위를 지키고, 또 현재 누가 참여하고 있으며 어떤 작업 과정 중에 있는지 등의 다양한 맥락을 제공하기 때문에 팀원들 사이의 상호작용에 중요한 역할을 한다. 이렇게 협업 공간이 물리적 근접성을 확보하여 긴밀한 협력을 가능케 하기 때문에 공존성 확보가 가능하다 [16].

둘째, 팀원들이 서로를 볼 수 있도록 가시성이 확보되어야 한다. 협업에서 의사소통이 원활하게 진행되기 위해서는 시각, 청각 등의 다양한 채널들이 활용되며 [17] 그중에서 특히 시각의 중요성이 강조되어왔다 [18]. 김정선(2004)은 의사소통은 정보 전달자와 정보 수신자 그리고 전달 내용을 전달 가능한 상태로 변화시키는 '시각적 기호'가 있어야 한다고 하며 의사소통 시 가시성을 강조하였다. VR에서의 대표적인 시각적 요소의 예시로 아바타를 들 수 있는데 Kyrilitsias와

Michael-Grigoriou(2022)는 VR 공간에서 아바타의 구현이 팀원들이 상호 작용하며 협업하는 방식에 영향을 미친다고 할 정도로 [19] 가시성은 협업에 큰 영향을 끼친다.

셋째, 음성언어를 통하여 소통할 수 있는 요소인 가청성은 의사소통을 위해 직접적으로 요구되는 요소 중 하나로 팀원들 사이에서 구두로 의사소통하고 서로 들을 수 있는 것을 의미한다. 협업의 효과를 높이기 위해서는 가시성의 보조적인 역할로서 가청성이 요구되며 이 둘은 서로 상호보완적인 관계를 이룬다 [20, 21]. VR에서는 공간 오디오(spatial audio)를 활용하여 사용자에게 더욱더 현실감과 몰입감 있는 가청성을 제공하여 협업을 향상시킬 수 있다 [22, 23]

넷째, 한 팀원이 메시지를 생성하는 동시에 다른 팀원이 수신할 수 있는 동시성 그리고 팀원들이 동시에 즉각적으로 메시지를 보내고 받을 수 있는 동시성이 이루어져야 한다. 이외에도 팀원들의 대화가 순차적으로 이루어지는 순차성과 서로의 대화 내용을 대화가 끝난 후에도 검토할 수 있는 검토 가능성 그리고 팀원에게 메시지가 전송되기 전에 메시지를 수정할 수 있는 수정 가능성이 요구된다 [24].

한편 앞서 살펴본 효율적인 비대면 협업 요건 중 가시성은 시각적인 의사소통을 통해 이루어질 수 있다. 최홍규(2020)는 상대방의 비언어적 의사소통 요소들을 탐지하거나 공유하는 기술을 효율적인 비대면 협업에 있어 중요한 필수 조건으로 보았고 조윤정(2022)은 기획자와 디자이너 및 개발자 사이의 의사소통과 팀의 융합을 주요 요소로 보았다. 성다인과 허광수(2022)는 특별히 소통의 문제와 관련하여 아이디어 발상 시 보딩 작업에서 수정과 보완이 쉽게 이루어져야 하고 즉각적인 시청각 자료 배포와 자연스러운 발언과 행동을 통한 소통이 이루어질 수 있는 분위기를 형성할 것을 특히 강조하였다. 이처럼 효율적인 비대면 협업을 위하여서는 다각적인 측면에서의 조건들이 요구되는데 이러한 조건들은 기본적으로 팀원 간의 신속하고 원활한 소통을 위한 조건들임을 알 수 있다. 이에 따라 협업에 있어 소통에 관하여 좀 더 세부적으로 살펴보면 비대면 협업에서는 음성과 몸짓을 통한 의사소통 서비스의 필요성이 증가되고 있는 가운데, 언어적 의사소통보다 송신자의 상황과 밀접한 관계가 있는 ‘현시적 부호(presentational code)’인 비언어적 커뮤니케이션의 영향력이 감정이나

느낌을 전달하는 데 있어 훨씬 더 효과적인 것으로 강조된다 [25, 26]. 따라서 비대면 협업에서는 언어적 의사소통 못지않게 비언어적 의사소통을 중요하게 다뤄야 하며 이에 따라 VR 공간에서 팀원 간의 소통의 효율성을 높일 수 있는 VR 협업 툴 개발에 있어 사용자의 비언어적 행동 요소를 반영한 인터랙션 및 UI 디자인 개발의 필요성이 있다.

3. 비언어적 의사소통의 분류

비대면 협업에서 비언어적 의사소통이 중요함에 따라 비대면 협업에서 요구되는 사용자의 비언어적 의사소통의 요소를 살펴보고 VR 협업 툴의 인터랙션 및 UI 디자인 개발에 반영할 수 있는 사용자 행동 요소에 대한 이해를 도모하였다. 비언어적 커뮤니케이션의 요소는 기본적으로 몸짓, 눈짓, 접촉, 옷, 냄새, 색깔, 리듬, 시간, 화장, 형태, 장식, 이모티콘 등이 있다 [27]. 이 중에서 VR 공간에서 활용할 수 있는 행동 요소는 “신체 언어”로 구분되는 “신체 동작”으로서 ‘몸짓’이 있다 [28]. 몸짓의 사전적 의미는 ‘몸을 놀리는 모양’으로 몸의 움직임만으로 이루어지는 의사소통 방식이며 얼굴 표정, 손짓, 자세 등을 포함하며 타인에 대한 태도, 감정 상태, 환경을 통제하려는 욕구의 메시지라고도 할 수 있다 [29]. 특히 VR에서는 효과적인 커뮤니케이션을 제공하려면 사용자의 생각과 행동을 전달할 수 있는 몸짓이 매우 중요한 요소이다 [30]. VR 협업 시 효과적인 몸짓을 위한 요건에 대하여 트롬프와 스노우든(Tromp & Snowdon, 1997)은 세밀한 표정, 제스처 표현, 자연스러운 움직임과 활동성이라고 하였으며 시와 맥다니얼(Si & McDaniel, 2016)은 아바타와 같은 캐릭터나 로봇을 통하여 행동을 표현할 때 표정보다 몸짓이 훨씬 더 중요한 역할을 한다는 사실을 강조함으로써 몸짓을 통하여 상대방의 감정 표현뿐만 아니라 소통이 가능하고 더 나아가 소통에 대한 집중도와 의지 등과 같은 추가적인 정보를 얻을 수 있다고 하였다 [31]. 하지만 화상 회의와 같은 얼굴 및 상체 위주로 보면서 대화하는 방식이었던 기존의 비대면 툴에서는 이러한 몸짓을 통하여 상호작용하는 데 있어서 한계가 있다 [32]. 반면 VR에서는 사용자의 몸짓이 가상공간의 아바타에 의하여 나타나므로 이러한 한계를 쉽게 극복할 수 있다.

몸짓이 비언어적 요소에서 가장 풍부한 메시지를 전달하는데, 그중에서 가장 빈도 높은 부위는 손짓이다

[33]. Alibali와 Nathan(2012)에 따르면 사물과 과정을 묘사하는 표현적 손짓은 화자의 행동이나 지각 그리고 개념적 은유에 대한 자신의 머릿속 시뮬레이션을 보여 준다는 증거라고 하였다. 따라서 손짓을 통하여 화자의 생각과 의도를 더 정확히 알 수 있고 원활한 의사소통을 가능하게 한다. 손짓은 오늘날 자연스러운 인간과 컴퓨터 사이의 인터랙션 수단의 하나로 [34]인터랙션 및 UI 개발에 있어 그 활용 가능성이 확장될 수 있다.

3. VR 협업을 위한 사용자 손짓 행동 요소

손짓과 많이 혼동되는 용어인 제스처(gesture)는 터치 인터페이스를 내재한 스마트폰이 및 태블릿 컴퓨터에서 사용하는 인터랙션을 의미하며 일상생활에서 쓰이는 손짓과는 다른 개념이다. Norman(2010)은 사용자에게 익숙하지 않은 제스처는 자연스럽게 않고 기억하기 쉽지도 않기에 우리에게 익숙한 신체 언어 및 손짓을 사용해야 함을 강조하였다 [35]. 정혜선과 김후성(2015)은 기존 제스처 인터랙션(예시: 클릭, 스크롤, 확대/축소)을 일상생활에서 사용하는 신체 언어(예시: 손 인사, 따봉, 손사래)를 반영하면 사용자 중심의 인터랙션 디자인을 제공할 수 있다고 하였으며 사람들의 일상생활에서 통용되고 있는 이러한 신체 언어는 직관적이고 쉬운 기호체계로서, 제스처 인터랙션에 적절히 활용된다면 사용자에게 더 친근하고 접근하기 쉬운 인터페이스 환경을 디자인하는데 기여할 것이다 [36].

따라서 본 연구에서는 사용자 행동 요소 중에서 ‘몸짓’에 중점을 두고 손짓에 초점을 맞추어 VR 협업 툴을 위한 인터랙션 및 UI 디자인을 설계하였다.

IV. 사용자 조사

1. 사용자 조사 방법 및 대상

본 연구에서는 VR 협업 툴 프로토타입 제작을 위한 인터랙션 및 UI 디자인에 반영할 사용자의 손짓 행동 요소를 찾아내기 위하여 사용자 조사를 실행하였다. 사용자 조사는 2023년 7월 10일부터 7월 30일까지 이루어졌다. 사용자 조사 대상의 인원수에 있어서는 본 연구가 범주화 되어 자유로운 응답의 기회가 제한된 질문을 통한 통계적 분석을 요하는 정량 연구와 달리 조사 대상자의 경험에 집중한 심도 있는 응답 데이터를 바탕으로 한 분석으로 이루어지는 질적 연구의 인터뷰 대상이

통상 5-12명의 소그룹으로도 이루어질 수 있다는 점에 따라 본 연구를 위한 사용자 조사 대상 인원을 총 10명으로 하였다 [37]. 조사 대상의 인구통계학적 데이터 (demographic data)는 표 2와 같다.

표 2. 사용자 조사 대상의 인구통계학적 데이터
 Table 2. Demographic data of user survey subjects

구분	나이	직업	경력	경험 범위
연구 분야	20대	연구원	3년	비대면/대면 협업
	20대	대학원생	2년	비대면협업
	20대	대학원생	2년	VR 협업
	20대	대학원생	2년	VR 사용/비대면 협업
교육 분야	20대	중학교 선생님	3년	비대면/대면 협업
	30대	대학강사	3년	비대면/대면 협업
산업 분야	20대	VR 업계 직장인	2년	VR 사용/비대면 협업
	20대	VR 업계 직장인	3년	VR 사용/비대면 협업
	30대	VR 업계 직장인	5년	VR 사용/비대면 협업
	30대	직장인	4년	비대면/대면 협업

조사 대상은 분석 결과의 활용도를 높이기 위하여 VR 기기를 다루어 보았거나 대면 또는 비대면 협업 작업 유경험자를 위주로 하였다. 또한 본 연구에서 제작한 VR 협업 툴 프로토타입의 적용 범위를 소수의 특정 직업군에 초점을 맞추기보다는 향후 현대사회의 다각적인 분야에서의 VR 협업 툴의 사용 가능성을 감안하여 연구, 교육, 산업 분야의 직업군을 대상으로 하였다. 조사 대상의 경력 부분에 있어서는 비대면 협업과 VR 기기의 상용화가 비교적 최근에 이루어지기 시작하였다는 점을 감안하여 VR 기기의 사용이나 VR 협업 경험이 2년 이상인 경력자를 대상으로 하였다. 사용자 조사 대상의 성별은 본 연구가 성별에 따른 분석은 요구되지 않으므로 사용자 대상 선정에 있어 성별은 특정하지 않았으며 조사 대상자의 나이에 있어서는 새로운 기기의 활용에 관한 관심이 비교적 높은 20-30대 사이로 한정하였다.

본 연구에서 사용자 조사를 통한 자료 수집 방법은 ‘보완적인 회고적 면접 방식(Complementary retrospective interview method)’을 채택하여 실험 관찰 및 심층 인터뷰(In-depth interview)로 이루어졌다 [38].

사용자 조사를 위한 실험은 10명을 대상으로 자유로운 분위기에서 대면 협업을 하였다. 실험은 10명의 조

사 대상자가 같은 시간에 함께 참여하기 어려운 점을 고려하여 세 개의 그룹으로 나누어 진행하였다. 그룹 1은 연구 분야의 4명과 교육 분야의 대학 강사를 포함하여 5명으로 구성하여 주제를 부여하고 대학 연구실에서 진행하였다. 본 저자가 진행을 담당하면서 관찰하였다. 그룹 2는 중학교 선생님과 직장인 1명으로 구성되어 그룹 1과 같은 브레인스토밍을 위한 주제를 부여하고 스터디 카페에서 본 저자의 진행하에 수행되었다. 그룹 3은 산업 분야의 실무자로 프로젝트를 함께 진행하는 동료들로 구성되어 프로젝트 진행을 위한 브레인스토밍 과정에 본 저자가 참관함으로써 관찰하고 인터뷰를 진행하였다. 실험 진행 시간은 30분 정도 소요되었으며 실험이 진행되는 동안 본 저자는 조사 대상자를 관찰하면서 질문 사항이 있으면 이미 작성한 질문지에 질문을 추가하고 대면 협업 실험이 끝난 직후 심층 면접을 통하여 질문하였다. 심층 인터뷰는 실험 직후 약 40분에서 1시간 정도 소요되었다. 인터뷰 내용은 녹취 및 녹화한 후 전사(transcript)하여 분석자료로 사용하였다.

인터뷰 질문지는 일반적으로 질적 연구에서 반구조화 또는 비구조화된 자유로운 질문지 형식을 주로 사용하여 융통성있는 인터뷰가 진행되도록 함에 따라 “개방형(open-ended) 질문” 형식으로 작성하여 인터뷰 대상자가 질문 내용에 대하여 자유롭게 답변하고 추가적인 내용과 개인적인 의견을 자유롭게 개진할 수 있도록 하였다. 또한 인터뷰 도중 응답 내용에서 파생되는 이슈가 도출되는 경우 추가 질문을 하여 새로운 질적 데이터를 얻고자 하였다 [39]. 질문지 내용 구성은 VR 협업툴 프로토타입 제작에 반영할 문제를 도출하기 위하여 먼저 대면과 비대면 협업에 대한 전반적인 인식 및 편의성 그리고 협업 과정에서 느끼는 공통점과 차이점 또는 요구 사항 등으로 하였다. 사용자의 손짓 행동 요소를 파악하기 위하여 인터뷰 대상자가 협업 과정에서 사용한 행동들과 주로 나타나는 동작 및 습관 등에 대하여 구체적으로 질문하였다. 질문지 내용을 정리하면 표 3과 같다.

2. 사용자 조사 및 분석

심층 인터뷰를 통한 사용자 조사 데이터 분석 결과는 다음 표 4와 같다.

표 3. 사용자 조사 질문지
Table 3. User Research Questionnaire

분류		질문
대면 협업	인식	대면 협업 시 편리하거나 불편한 점이 있었나요?
		브레인스토밍 단계에서 특히 중요하거나 필요하다고 생각하되 부분이나 도구가 있나요?
	행동요소	브레인스토밍 단계에서 자주 쓰는 행동이 있나요? 만약 있다면 그 행동을 자주 쓰는 이유는 무엇이고 어떤 상황에서 주로 쓰나요? 브레인스토밍 단계에서 주로 어떤 툴을 쓰나요? 그 툴을 쓰는 이유는 무엇이고 어떤 점이 가장 좋고 편리한가요?
비대면 협업	인식	비대면 협업 시 편리하거나 불편한 점이 있었나요?
		비대면 협업 시 기대했던 점이 있나요?
		브레인스토밍 단계에서 특히 중요하거나 필요하다고 생각하는 부분이나 도구가 있나요?
	행동요소	브레인스토밍 단계에서 자주 쓰는 행동이 있나요? 만약 있다면 그 행동을 자주 쓰는 이유는 무엇이고 어떤 상황에서 주로 쓰나요?
		브레인스토밍 단계에서 주로 어떤 툴을 쓰나요? 있다면 그 툴을 쓰는 이유는 무엇이고 어떤 점이 가장 좋고 편리한가요?
		브레인스토밍 단계에서 사용하는 툴에서 특히 자주 사용하는 기능이나 인터페이스가 있나요? 만약 있다면 어떤 상황에서 자주 쓰게 되나요?
		비대면 협업 시에 마우스를 어떤 위치나 범위에서 어떤 식으로 자주 움직이게 되나요?
VR	인식	VR 사용 시 편리하거나 불편한 점이 있었나요?
		VR 사용 시 기대했던 점이 있나요?
		VR 사용 시 UI가 불편하거나 개선되어야 한다고 생각하는 부분이 있었나요?
		기존의 UI와 다른 새로운 기능의 UI를 원하는 것이 있나요?
	행동요소	UI 사용 시 주로 하는 행동이나 동작은 어떤 것들인가요? 그러한 동작이 불편한 점은 없나요? 협업 시 브레인스토밍 과정에서 어떤 동작을 자주 사용하게 되나요?

먼저 인식 측면에서 자유로운 의견 제시가 가능한 원활한 소통과 아이디어 공유 및 정리 등이 대면과 비대면 협업에서 모두 중요하다고 인식하는 것으로 나타났다. 그러나 대면과 비대면 협업에서 아이디어 발상과 관련하여서는 상반된 의견이 나타났는데 예를 들면 대면 협업에서 다른 사람들의 의견을 들으면서 창의적 아이디어 발상이 더 잘된다는 의견과 비대면 협업 시 비교적 자유로운 자세로 편안히 임할 수 있어 오히려 자유롭고 다양한 아이디어가 더 많이 도출된다는 의견을 찾아볼 수 있었다. 대면 협업 시에는 사람을 직접 보는 환경이기 때문에 몰입이 더 이루어지지만, 비대면 시에는 소통 방법이 달라짐에 따라 원활한 소통이 어려워 몰입이 힘들다는 의견이 나타났다. 따라서 VR 협업툴 개발에 있어 이러한 문제점을 보완하여 최대한 대면 한

경과 유사한 환경을 조성할 필요성이 있으며 이를 위하여 사용자가 직접 사람을 대면하는 것처럼 느낄 수 있도록 실재감을 최대화하는 인터랙션 및 UI 디자인 개발이 필요함을 알 수 있었다.

표 4. 사용자 조사 대상자 응답
 Table 4. User Research Answers

분류		질문	
대면 협업	인식	장점	<ul style="list-style-type: none"> ● 창의적인 사고가 훨씬 더 쉬웠다. ● 비대면일 때는 주변 환경의 영향을 너무 많이 받지만, 대면일 때는 그 영향이 최소화된다. ● 사람이 앞에 있으니 그 사람 자체가 환경이 되어 상대방에게 훨씬 더 쉽게 몰입할 수 있으며 경청을 더 잘 하게된다. ● 빠른 피드백이 가능하다는 점이 편리하다.
		단점	<ul style="list-style-type: none"> ● 상대방에게 반대 의견을 내기 어렵다. ● 나중에 생각나는 경우도 있다.
	행동 요소 및 사용기기		<ul style="list-style-type: none"> ● 면으로 대화할 때 손짓을 더 자주 사용한다. ● 단어 내뱉기를 자주 하는 것 같다. ● 브레인스토밍이므로 가볍게 생각나는 대로 즉시 응답을 하게 되어 문장보다 단어로 말하게 된다. ● 마인드맵, 뺄어가는 생각들을 한눈에 보기 좋다. ● 각자 정보를 모으고 함께 의견을 나누며 정리하는 것이 중요하다. 이를 위해 종이, 연필 또는 노트북/컴퓨터가 필요하다. ● 쉬운 주제로 시작하는 것이 중요하고 여러 단어들의 나열이 잘 보이도록 공유해서 볼 수 있는 화면이나 타블렛이 유용하다. ● 함께 실시간으로 협업이 가능한 구글 독스나 구글 슬라이드를 사용한다.
비대면 협업	인식	장점	<ul style="list-style-type: none"> ● 비대면은 눈치를 보거나 신경 써야 할 외적인 요소들이 적어 에너지 소모가 적다. ● 편안한 공간에서 편한 차림으로 내 페이스에 맞춰 일을 할 수 있다. ● 비대면일 때는 완전한 자유 및 온전한 휴식이 보장되지만, 협업을 다시 이어서 할 때 거부감이 든다. ● 시간이 지난 후 아이디어나 의견이 떠오르면 언제든지 공유할 수 있어서 편리하다. ● 더 많은 아이디어가 도출될 것 같다.
		단점	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀폐된 공간에서 혼자 있으니 자신의 성격이 더 도드라지며 상대방 입장에서 생각하기 어려울 때도 있다. ● 2차원 환경이 답답할 때가 있다. ● 즉각적인 피드백 반응이 어려워 답답한 점이 있다. ● 얼굴이나 억양 등을 파악할 수 없어서 불편하다.
	행동 요소 및 사용기기		<ul style="list-style-type: none"> ● 대면 때보다 더욱 집중해서 대화에 참여해야 하므로 구글독스/슬라이드, 카톡, 전화 등의 도구가 필요하다. ● 상대방이 무엇을 하고 있는지 확인할 수 있고 협업이 가능한 구글독스/슬라이드를 사용한다. ● 대면일 때는 내 목소리가 그렇게 중요한 정보가 아닌데 비대면일 때는 목소리가 전부여서 목소리가 가지는 힘이 더 크다. 여러 명이 대화하는 상황에서 한 명에게만 전달하고 싶는데 마이크를 키고 말하면 모두가 저한테 집중해서 불편하다 다른 사람들의 집중도는 떨어진다.

V R	인식	장점	<ul style="list-style-type: none"> ● 대면으로 대화할 때 손짓을 자주하게 되는 것처럼 비대면에서도 손을 사용하느라 마우스를 덜 쓰게 되는 것 같다. ● 현재 전체적으로 작업이 어떻게 되고 있는지를 알고 싶어서 마우스 스크롤로 화면을 확대/축소, 팀원의 프로필을 클릭하여 팀원이 보고 있는 화면을 보기 등의 기능을 상당히 많이 사용한다. ● 휘발되는 보이스보다는 기록에 남는 텍스트 형식이 더 편하고 자연스러워 채팅, 댓글 및 코멘트 등을 많이 쓰게 된다. ● 대면에서는 모니터를 직접 보여주고자 하는 대상의 위치나 면적을 손으로 직접 가리키면서 정확하게 소통할 수 있는데, 피그마와 같은 비대면 툴에서는 마우스 커서의 '점' 요소 하나만으로는 충분하지 않다. 구체적인 영역을 보여주기 위해 네모 컴포넌트를 생성해서 그 면적을 가리키는 경우가 많다. ● 팀원들의 주의를 끌기 위해 "이 자리에 집중해주세요!"라는 의미로 마우스를 움직일 때도 있다.
		단점	<ul style="list-style-type: none"> ● 신전하고 재밌다 ● 창의적인 생각이 가능할 것 같다. ● 작동이 안 된다거나, 계속 뜨는 에러, 렉, 딜레이, 버퍼링, 접속 문제, 서버의 문제 등등 시스템적인 문제들이 아직은 많다. ● 기기가 너무 빨리 뜨거워지거나 무게 때문 에 피로도가 너무 많이 쌓이는 등의 물리적인 문제로 정해진 시간만 사용해야 한다. ● 컨트롤러의 무게로 인해 세세한 작업이 힘들다. ● 컨트롤러로 타자를 치니 회의 시 빠른 필기가 어렵다.
		행동 요소	<ul style="list-style-type: none"> ● 공에 그리는 손짓으로 어떠한 모양을 그리는 행동과 같이 대화 시 손과 손가락을 제일 많이 쓴다. ● 의견을 제시하고 상대방이 알아들었는지 확인할 때 무의식적으로 눈을 크게 뜨거나 고개를 내미는 등 상대방의 반응을 유심히 살핀다. ● 상대방이 이해했는지 확인할 때 내 비언어적 표현을 많이 사용한다.

행동 요소 및 사용기기 측면에서는 의견 기록 및 정리를 위한 도구로 일반적인 필기 도구인 종이, 펜, 노트북 외에 포스트잇을 가장 많이 사용하는 것을 알 수 있었으며 인터뷰를 통하여 재확인할 수 있었던 점은 대면과 비대면 협업에서 모두 브레인스토밍(brainstorming) 방식을 자주 사용하는 것으로 나타났다. 또한 두 협업에서 손짓을 많이 사용하고 포스트잇을 보조 도구로 사용한 것이 나타났다. 이는 협업 시작 시 자주 사용되는 브레인스토밍 단계에서 특히 자주 일어나는 것으로 나타났다 또한 관찰을 통하여서도 손짓을 많이 사용하는 것을 알 수 있었다. 대면 협업 시에는 사용자 대부분이 자유롭게 제시한 아이디어와 의견을 정리하고 기록할 도구로 주로 포스트잇을 활용하는 것으로 나타났는데 이와 관련한 사용자 행동 요소로는 구체적으로 포스트잇을 뜯어내는 행동, 펜을 잡고 포스트잇에 메모하는 행동, 포스트잇을 원하는 위치로 이동시키는 행동, 여

러 장의 포스트잇들 사이의 연관성을 선으로 그리거나 지우는 행동 그리고 여러 장의 포스트잇들을 한 위치에 모아서 그룹화하는 행동 등 5가지의 행동을 자주 사용하는 것으로 나타났다. 이외에도 손가락으로 허공에 도형을 그리는 행동이나 중요한 부분을 가리키는 행동도 자주 사용하는 것으로 나타났다. 비대면 협업에서의 행동 요소 및 사용기기 측면을 봤을 때 다양한 형태로 비언어적인 소통을 시도한다는 점을 알 수 있었다. 예를 들면 팀원들의 주의 집중이나 사용자 자신의 집중도 및 상태를 알리기 위하여 마우스를 간헐적 혹은 끊임없이 움직이는 행동 그리고 특정한 부분을 강조하기 위하여 마우스로 드래그하는 행동 등을 사용하는 것으로 나타났다. 이에 따라 비대면 협업 시 좀 더 원활하고 효과적인 소통이 이루어지기 위하여 사용자의 행동 요소를 반영하여 상대방의 신체적 또는 심리적 상태나 상황 파악이 신속하고 명확히 이루어지도록 시각적으로 효과적인 인터랙션 및 UI 디자인 개발의 필요성도 도출되었다.

이외에 조사 대상자들이 특별히 요구하는 사항에 있어서는 비대면에서는 특별히 팀원들과 소통을 위한 채팅 도구 외에도 팀원의 심리적 혹은 물리적 상태, 팀원의 집중도, 작업의 진행 정도 등을 확인하기 위한 추가적인 도구가 필요한 점을 알 수 있었다. 따라서 비대면 환경에서 팀원의 의견 기록을 위한 도구와 팀원의 상태 파악 등을 나타내는 인터랙션 및 UI 디자인을 추가하여 본 연구의 프로토타입 제작할 필요성이 있음을 파악하였다.

살펴본 바와 같이 사용자 조사를 통하여 대면과 비대면 협업에서 나타나는 사용자들의 행동 요소로서 손짓을 자주 사용하고 도구로는 포스트잇을 주로 사용한다는 점을 알 수 있으며 이에 따라 VR 협업 공간에서 손을 사용한 손짓을 반영한 인터랙션 및 UI 디자인을 통하여 대면 협업과 유사한 환경을 조성함으로써 브레인스토밍 협업의 효율성 높일 수 있겠다. 사용자 조사 분석 내용을 정리하면 표 5 와 같다.

V. 프로토타입 제작 및 평가

1. VR 협업 공간 구현

표 5. 사용자 조사 응답 및 도출 내용
Table 5. User survey responses and findings

분류	사용자 조사 응답 내용	→	인사이트 도출
몰입도 / 비대면	-사람 자체가 환경이 되어 몰입도가 높음 -다른 사람의 의견에 대한 몰입도가 높음에 따라 아이디어 발상이 잘됨	→	프로토타입 개발 방향성 설계 -대면 환경과 유사한 환경 조성 필요성 파악
	-커뮤니케이션 시스템이 다른 환경임에 따라 답답한 몰입감 -자유로운 자세로 참여할 수 있어 자유로운 발상이 가능		
사용도구 비대면	-마인드 맵 사용 -종이, 펜, 노트북 외 포스트잇 사용이 많음 -의견 및 아이디어를 표시한 단어가 잘 보이고 공유할 수 있는 도구 필요	→	UI 디자인 구체화를 위한 요소 도출 -대면에서 사용하는 포스트잇을 VR 협업 툴의 UI 디자인에 활용 -상대방의 상황 및 상태 확인을 위해 다각도에서 가시성이 높은 UI 디자인 설계
	-대화 참여와 다른 팀원들의 집중 방해 최소화를 위한 채팅 도구 사용 -기록을 남기기 위한 도구 필요 -상대방의 협업 참여 여부 및 상황 등 확인을 위한 도구 필요		
행동요소 비대면	-손짓 사용 많음 -눈맞춤과 같은 경정의 자세를 취함 -소통을 위하여 상대방 쪽으로 몸을 기울이거나 툭 치는 행동 등을 취함	→	UI 디자인에 적용할 행동 요소 도출 -5가지의 손짓을 적용한 인터랙션 및 UI 디자인을 통한 실재감 향상
	-손짓 사용 많음 -편안한 자세를 취함 -팀원들의 이목 집중을 위한 특정 행동을 취함		

프로토타입은 게임 개발 프로그램인 유니티(Unity)를 활용하여 제작하였고 오쿨러스 인터그레이션 에스디케이 키트(Oculus Integration SDK Kit)를 유니티 내에 다운로드하여 핸드트래킹(Hand-tracking) 기능이 작동되도록 하였다. 이는 5개의 손짓을 반영한 인터랙션 및 UI 구현은 컨트롤러 없이 사용할 수 있도록 하기 위해 사용하였다. VR 협업 툴 프로토타입 제작을 위하여 먼저 VR 협업 공간을 구현하였다. 아래 그림 1은 프로토타입의 전체적인 모습이다. 사용자는 VR 기기를 쓰는 순간 협업 공간에 들어오게 된다. 다른 팀원들이 각각의 색깔에 맞게 보이며 중앙에는 발표하는 공간인 중앙 테이블이 배치되어있다. 또한 사용자를 위한 메뉴는 사용자의 허리를 둘러싸는 형태의 메뉴 테이블로 디자인하였다.

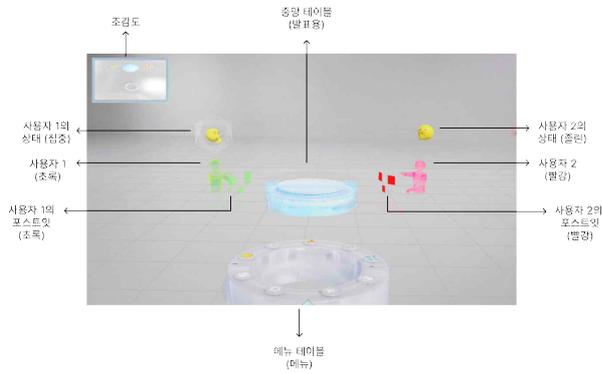


그림 1. 프로토타입의 전체 공간
 Figure 1. Full screen of the prototype

먼저 사용자가 주로 사용하는 메뉴 테이블은 VR 기기를 착용한 순간 생성되며 한 손으로 메뉴를 선택하거나 잡는 등의 행동을 즉각적으로 할 수 있다는 장점을 활용하였다. 그림 2에 보인 바와 같이 사용자의 허리를 둘러싸는 벨트 형식의 둥그런 형태로 디자인하였다. 이는 Tauziet(2017)이 페이스북 스페이스(Facebook Spaces)를 제작할 당시 벨트 형식의 메뉴가 가장 최적화된 형태라는 결과를 바탕으로 제작한 것이다. 그러나 사용자가 반복적으로 내려다보는 행동을 할 때 낮은 높이로 인하여 사용자의 목에 무리가 발생하는 문제점이 있으며 앉아서 작업하는 사용자에게는 다리에 계속 부딪히는 단점이 있다. 이러한 문제를 보완하기 위하여 메뉴 테이블 높이를 조금 높이고 사용자로부터 거리감을 두어 구현하였다 [40]. 또한 공간을 효율적으로 사용하기 위하여 열기/닫기 버튼을 추가하여 작업 중에 메뉴 테이블을 일시적으로 사라지도록 조절할 수 있도록 하였다.



그림 2. 메뉴테이블(앞쪽)
 Figure 2. Menu Table(front)

메뉴 테이블에는 그림 3에 보인 바와 같이 포스트잇 생성, 펜 생성, 이모티콘 생성, 선 긋기, 중앙 테이블에

올려서 발표 메뉴 등의 작업 메뉴 버튼들을 배치하였으며 반대쪽에는 공간 배경 변경, 소리 줄이기, 나가기, 설정 메뉴 등의 설정 메뉴 버튼들을 구현하였다. 메뉴의 특성을 고려하여 작업 메뉴와 설정 메뉴를 구분하기 위하여 메뉴 테이블 상 반대로 위치하도록 하였고 버튼의 아이콘 디자인도 다르게 하였다. 메뉴 테이블의 각 메뉴 아이콘은 어도비 일러스트레이터(Adobe Illustrator)로 제작하고 테이블은 블렌더(Blender)로 모델링하였다. 그리고 Unity에 Oculus Integration SDK를 설치하여 Oculus Quest 기기와 연동되어 작동되도록 하였다.



그림 3. 메뉴테이블(위에서)
 Figure 3. Menu Table(bird's eye view)

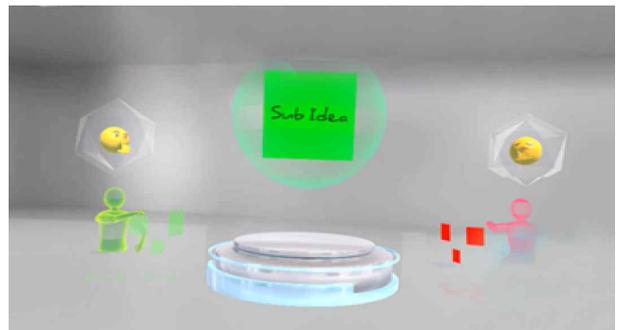


그림 4. 중앙 테이블
 Figure 4. Center Table

중앙 테이블은 VR 브레인스토밍 협업 작업에서 팀원들 간의 원활한 대화와 교류를 위하여 둥근 형태가 효율적이며 위치는 중앙에 배치하는 것이 효과적이라는 점[41]을 반영하여 그림 4에 보인 바와 같이 디자인하고 배치하였다. 발표자 혹은 진행자는 공유할 내용을 포스트잇에 기록하여 이 중앙 테이블 위에 올려놓으면 포스트잇이 테이블 위쪽 허공에 떠 있는 상태로 표시되어 팀원들이 다각도에서 볼 수 있도록 구현하였다. 중앙 테이블을 둘러싸고 앉아있는 각 팀원의 머리 위쪽 허공에 떠 있는 노랑색 얼굴 모양의 이모티콘은 팀원

상태 표시를 위한 UI이다. 이를 통하여 발표 자료에 대한 팀원들의 반응을 간접적으로 볼 수 있으며 또한 팀원이 브레인스토밍 협업에 집중하고 있는지 혹은 자리를 잠깐 비웠는지 등의 상대방 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 함으로써 기존의 비대면 협업에서와 같이 마이크를 사용하여 상대방을 주목할 필요 없이 VR 협업 공간에서 팀원 간의 소통이 원활히 이루어지도록 하였다.

그림 5 하단의 파란색 선은 발판으로 두 가지 기능이 있는 UI이다. 첫 번째 기능은 가상공간에서 사용자가 종종 느끼는 부정확한 거리감을 완화하기 위하여 사용자가 이동하고자 하는 위치로 발판을 움직여놓고 왼쪽 검지 손가락으로 발판을 가리키면 사용자가 발판의 위치로 순간 이동할 수 있도록 하였다. 이를 통하여 무한의 공간이 펼쳐져 있는 VR 공간에서 사용자가 정확한 위치로 쉽고 빠르게 이동하고 또 거리감을 비교적 정확히 인지할 수 있도록 하였다. 두 번째는 포스트잇을 한꺼번에 움직일 수 있는 기능으로 사용자가 포스트잇을 2장 이상 선택하면 발판이 자동으로 생성되고, 발판을 손으로 잡으면 발판 위의 포스트잇이 모두 묶인다. 그 상태로 발판을 이동시키면 포스트잇이 한꺼번에 발판을 따라서 이동함으로써 편리하게 정리 및 재배치를 할 수 있도록 하였다.

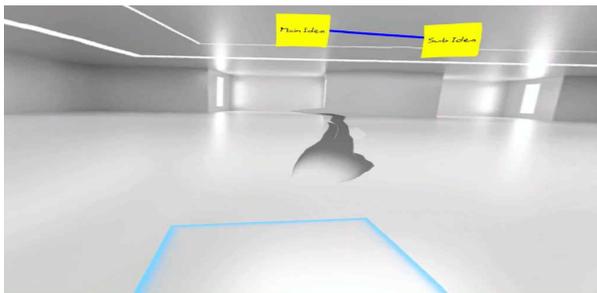


그림 5. 발판
Figure 5. Foot Board

2. 사용자의 손짓 행동 요소를 반영한 인터랙션 및 UI 디자인

실험 관찰과 심층 인터뷰를 통한 사용자 조사 데이터 분석 결과를 통하여 도출한 5가지의 사용자 손짓 행동 요소인 포스트잇을 뜯는 손짓, 펜을 사용하여 글을 쓰는 손짓, 포스트잇들 사이의 연결 관계를 짓고 끊는 손짓, 강조하는 손짓 그리고 뺀 손짓을 반영하여 인터랙션 및 UI를 디자인하였다. 유니티(Unity) 내에 오culus 인터그레이션 에스디케이 키트(Oculus Integration

SDK Kit)를 다운로드하여 핸드트래킹(Hand-tracking) 기능이 작동되도록 하였다. 이는 5개의 손짓을 반영한 인터랙션 및 UI 구현은 컨트롤러 없이 사용할 수 있도록 하기 위해 사용하였으며 유니티 내 다운로드 받은 키트를 활용하기 위해 새로운 폴더 우클릭 후 create-> oculus-> interaction-> SDK-> Pose Detection-> shape 순서대로 선택하면 손모양 인식 기능을 사용할 수 있었다. 또한 손짓의 행동이 더욱 섬세하고 자연스럽게 구동되도록 별도의 코딩 작업을 추가하였다.

사용자의 손 행동 요소 5가지를 반영한 인터랙션 및 UI 디자인은 첫 번째로는 사용자가 대면 협업 과정에서 기록을 시작하기 위한 행동 요소로서 포스트잇을 뜯는 손짓을 적용한 UI이다. 그림 6의 좌측 이미지는 사용자가 대면 협업에서 포스트잇을 뜯어내는 손짓이다. 이 손짓을 인터랙션 및 UI로 구현하기 위하여 그림 6 중앙 이미지에 보인 바와 같이 종이를 잡기 위하여 엄지와 검지 손가락을 맞붙인 손짓을 반영하였다. 사용자가 앞서 보았던 그림 3의 메뉴 테이블 좌측에 있는 포스트잇 버튼을 손으로 누르거나 핀치(Pinch)하면 포스트잇이 생성되어 나타난다. 사용자가 생성된 포스트잇 위에서 그림 6 중앙의 손짓을 할 때마다 그림 6 우측에 보인 바와 같이 포스트잇이 새로 생성되어 협업 시 빠르고 직관적으로 기록할 수 있도록 구현하였다.

두 번째는 사용자가 브레인스토밍 VR 협업 과정에서 기록하기 위한 글쓰기 기능의 인터랙션 UI 디자인이다. 그림 7 좌측은 사용자의 기록을 위한 행동 요소로 종이에 글을 쓰기 위하여 펜을 잡는 손짓이다. 이 손짓을 UI로 디자인하는 데 있어 그림 7 우측의 포스트잇을 뜯어내는 손짓과 구분하기 위하여 엄지와 검지 사이를 약간 벌린 상태의 손짓 형태로 구현하였다. VR 협업 공간에서 그림 3의 메뉴 테이블의 우측 상단의 펜 메뉴를 손으로 누르거나 핀치(Pinch)하면 펜이 생성된다. 생성된 펜 근처에서 그림 7 중앙에 보인 바와 같이 펜을 잡는 손짓을 한 상태로 사용자가 원하는 내용을 쓰면 포스트잇에 잉크가 텍스트(Text)로 나타나도록 하였다. 이처럼 대면 협업 과정에서 사용자가 실제로 기록할 때 행하는 손짓을 그대로 적용함으로써 대면과 비대면 VR 협업 사이에서의 실재감의 차이를 최소화하여 기록을 할 수 있는 인터랙션 및 UI를 디자인하였다.

세 번째는 사용자가 포스트잇 사이의 연관관계 표시선 삭제 기능의 UI 디자인이다. 사용자 조사를 통하여

브레인스토밍에서 자주 사용되는 마인드 맵핑(Mind mapping) 과정에서 의견이나 아이디어를 기록한 포스트잇들 사이의 연관관계를 주로 선으로 그려 표시하는 것으로 나타났다. 따라서 먼저 본 연구에서 구현한 VR 협업 공간에서는 연관관계에 있는 포스트잇들을 사용자가 손으로 터치하여 선택하면 터치하는 순서에 따라 여러 장의 포스트잇 사이에 연결선이 자동으로 생성되도록 하였다. 이 연결선을 삭제하는 방법에 있어서는 대면 협업에서 기록을 지우는 사용자의 행동 요소로서 화이트보드를 문지르는 손짓, 손으로 지우개를 잡고 포스트잇을 문지르는 손짓, 펜을 잡고 포스트잇에 쓰인 글씨 위에 줄을 긋는 손짓 등이 있으나 VR 협업 공간에서는 좀 더 직관적이고 명확한 손짓이 필요하다고 판단하여 그림 8 좌측에 보인 바와 같이 일상생활에서 가위로 줄을 자르는 행동 요소를 차용하였다. 그림 8 중앙에 보인 바와 같이 가위의 형태와 움직임을 흉내 내는 손짓을 적용하였다. 그림 8 우측에 보인 바와 같이 VR 협업 공간에서 포스트잇 사이에 생성된 연결선 근처에 사용자가 손을 가까이하고 그림 8 중앙에 보인 바와 같이 손짓을 하면 포스트잇 사이에 생성된 연결선이 즉시 사라져 간편하게 삭제할 수 있는 인터랙션 UI 디자인을 통하여 VR 협업 툴을 구현하였다.

네 번째는 팀원의 주의를 끌거나 화면 상의 한 부분을 가리키기 위한 강조 기능의 인터랙션 및 UI이다. 사용자 조사 결과에서 비대면 협업에서 팀원들의 주의를 끌기 위한 툴이 필요하다는 요구 사항이 나타남에 따라 대면 협업에서 그림 9 좌측에 보인 바와 같이 특정한 아이디어나 의견을 강조하고 팀원의 주의를 집중시키는 방법으로 형광펜으로 동그라미를 그려서 표시한다는 점에서 착안하여 그림 9 중앙에 보인 바와 같이 손가락으로 동그라미를 그리는 손짓을 응용하여 디자인 하였다. 그림 9 우측에 보인 바와 같이 VR 공간에서 강조하고자 하는 영역을 손으로 한 번 핀치한 뒤 허공에서 동그라미를 그리는 손짓을 하면 해당 영역이 파랑 형광색으로 변하여 팀원의 주의를 집중되도록 하였다.

다섯 번째는 팀원의 작업 상태 공유 및 확인하기 위한 인터랙션 및 UI 디자인이다. 사용자 조사에서 비대면 협업에서 원활한 진행과 효율적인 소통을 위하여 팀원의 작업 상태나 상황을 공유할 필요가 있다는 의견이 나타남에 따라 팀원의 작업 상태를 보여주는 UI이다. 그림 10 좌측은 일상에서 상대방에게 다가오라는 표현

의 행동 요소로서 팔을 뻗고 손을 상하로 움직이는 손짓이다. 이 손짓을 적용하였는데 VR 공간에서는 손을 상하로 움직일 경우 멀리있는 팀원에게는 구분하기 어려울 수 있으므로 그림 10 중앙에 보인 바와 같이 상태를 알고 싶은 팀원 쪽을 향하여 팔을 뻗고 손등과 손가락을 앞으로 펼치는 손짓을 적용하였다. 그림 10 우측에 보인 바와 같이 VR 협업 공간에서 작업 상태를 파악하고 싶은 팀원을 향하여 뻗는 손짓을 하면 해당 팀원이 작업 중인 컴퓨터 화면이 나타나 팀원들이 모두 화면 공유할 수 있도록 하였다.

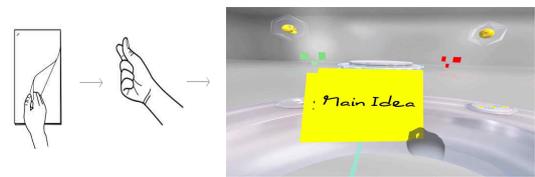


그림 6. 포스트잇 생성 인터랙션 및 UI
 Figure 6. Post-it creation interaction and UI

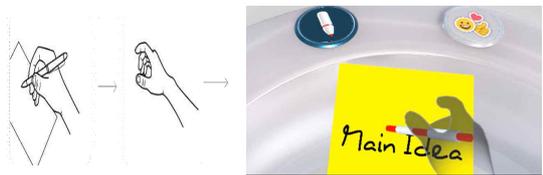


그림 7. 글쓰기 인터랙션 및 UI
 Figure 7. Writing interaction and UI

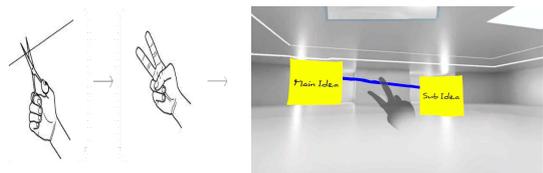


그림 8. 연결선 삭제 인터랙션 및 UI
 Figure 8. Connection line deletion interaction and UI

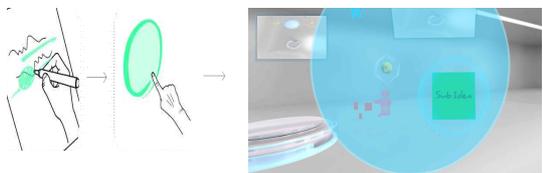


그림 9. 주의 집중 인터랙션 및 UI
 Figure 9. Attention-focused interaction and UI

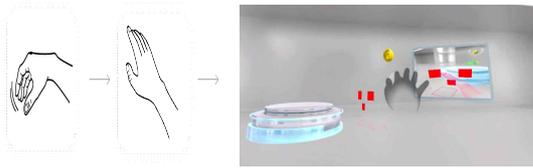


그림 10. 작업 상태 공유 인터랙션 및 UI
Figure 10. Task status sharing interaction and UI

3. 사용성 평가

사용성 평가는 사용자 조사에 참여하였던 대상자 중에서 8명을 대상으로 진행하였다. 대상자들에게 VR 기기를 착용하고 본 연구에서 구현한 VR 협업 툴 프로토타입을 사용하도록 해보고 사용성 설문과 심층 인터뷰로 진행하여 인터랙션 및 UI 디자인에 대한 평가를 요청하였다. 사용성 평가는 사용성 설문지를 사용하여 평가하였는데 설문지는 10가지 문항으로 구성된 SUS (System Usability Scale)을 활용하였다. SUS는 간단한 10가지의 문항으로 구성하여 평가자가 이해하기 쉬우며 표본량이 한정되어 있을 때 효과적인 사용성 설문지 구성을 위한 문항으로 [42] 다수의 연구 결과에서 높은 신뢰도를 나타내어 [43] 본 연구의 평가에 활용하였다. 문항 평가를 위해서는 5점 리커트(Likert) 척도를 사용하였다. 사용성 평가는 전반적인 평가로 좀더 심층 분석을 위하여 사용자를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. SUS(System Usability Scale)을 활용한 사용성 평가는 10개의 문항으로 구성되었으며 각 문항 내용은 표 6와 같다. SUS 점수는 '(X+Y) x 2.5'로 계산한다 (X=홀수 질문의 답변의 합-5, Y= 25-짝수 질문의 답변들의 합). SUS 점수 평가 기준은 70점 초과하면 양호 (Acceptable), 50점에서 70점 사이는 보통(Marginal) 그리고 50점 미만은 미흡(Not acceptable)으로 간주한다 [44]. VR 사용 경험에 대한 점수는 사용 횟수가 10회 이하면 '적음', 10회 이상이면 '많음'을 뜻한다.

먼저 프로토타입에 대한 전체적인 평가로 VR 공간이 아이디어를 발상하고 공유할 수 있는 공간이 된다는 점에서 흥미를 끌고 새로운 공간에서의 경험을 통하여 자유로운 발상이 촉진되고 공간 제약이 없이 다른 사람의 시야를 공유할 수 있다는 점에서 신선하고 재미있는 평가가 나타났다. 컴퓨터에서 작업하는 것보다 전체적인 시야의 폭이 넓어지고 생동감과 역동성이 있어 몰입도가 높아짐에 따라 의견의 일치와 전달력을 높이는 데 더 효과적일 것으로 평가되었다. 반면 VR이 익숙하

지 않은 경우와 팀원 간의 거리가 먼 경우 다소 산만해지면서 집중도가 떨어져 원활한 협업이 어려워질 수 있겠다는 의견도 나타났다.

표 6. 사용성 평가 설문지 (한상열 & 김항규, 2021)

Table 6. User test questionnaire

	문항	대수 부동의	대수 동의
1	이 툴을 자주 이용하고 싶다.	1	2 3 4 5
2	이 툴이 불필요하게 복잡하다	1	2 3 4 5
3	이 툴은 쉽게 사용할 수 있다.	1	2 3 4 5
4	나는 이 툴을 사용하기 위해 도움이 필요하다.	1	2 3 4 5
5	나는 이 툴의 다양한 기능이 잘 통합되어 있다고 생각한다.	1	2 3 4 5
6	이 툴이 불안정할 것 같다고 생각한다.	1	2 3 4 5
7	나는 대부분 사람들이 이 툴의 사용법을 빠르게 배울 수 있다고 생각한다.	1	2 3 4 5
8	나는 이 툴을 사용하기에 매우 거주장스럽거나 어색하다.	1	2 3 4 5
9	나는 이 툴을 자신있게 사용할 수 있다.	1	2 3 4 5
10	나는 이 툴을 사용하기 전에 많은 것을 배울 필요가 있다.	1	2 3 4 5

표 7. VR 협업 툴 프로토타입에 대한 사용성 평가 점수

Table 7. User test questionnaire

참여자	1	2	3	4	5	6	7
SUS 점수	62.5	82.5	67.5	67.5	57.5	66.5	68
VR 경험	보통	양호	보통	보통	보통	보통	보통
	많음	많음	적음	많음	많음	많음	많음

사용자 행동 요소를 반영한 UI에 대하여 긍정적인 평가는 포스트잇 복제가 용이하고 펜을 손으로 잡아 직접 필기가 가능하여 편리성에 있어 긍정적으로 평가되었다. 또한 여러 개의 포스트잇을 한눈에 볼 수 있어서 편리하고 포스트잇을 연결하고 가위로 자르는 손짓과 사용자를 주목하게 만드는 손짓 등 UI에 적용된 행동 요소가 누구나 대부분 쉽게 이해하고 인지하는 행동으로서 그대로 반영되고 인터랙션 기능으로 연결되어 신속하고 직관적으로 작업을 진행할 수 있다는 점에서 만족도가 높았다. 또 이를 통하여 VR 작업 공간이 더욱 친밀하게 느껴졌다는 의견도 나타났다. 부정적인 평가에 있어서는 손짓할 때 비교적 정확한 각도의 손짓이 요구되어 어려움이 느껴진다는 평가가 나타나 이 부분에 대한 보완점이 요구된다는 점을 알 수 있었다. 한편 좀 더 다양한 제스처나 기능을 오른손과 왼손으로 나누어 사용할 수 있도록 하면 더 빠른 속도로 작업에 임할

수 있겠다는 제안도 있었다.

사용자 조사를 통하여 나타난 요구 사항을 반영한 팀원의 작업 상태 공유 UI에 관해서는 작업 상태가 다른 팀원에 의해 갑자기 공유되는 것은 감시받는 듯한 압박감을 줄 수 있다는 점에서 부정적인 평가가 비교적 높게 나타났다. 따라서 작업 상태를 공유하고자 할 때 미리 상대방과의 의사소통이 이루어져야 하며 이를 통하여 VR 협업 공간에서 개인의 작업 공간과 공유 공간 사이에서의 경계와 공존을 조절할 수 있는 추가적인 기능이 필요하다는 점을 알 수 있다.

VI. 결 론

본 연구는 오늘날 디지털화되고 있는 업무 환경하에 비대면 협업 툴이 요구되고 있는 상황에서 브레인스토밍을 위하여 사용자 행동 요소를 반영한 VR 협업 툴을 제안하였다. 연구 결론은 다음과 같다.

첫째, 사용자 조사를 통하여 대면 협업 환경과 유사한 VR 협업 환경 구현의 필요성과 실재감을 높여 몰입도를 향상시킬 수 있는 UI 디자인 개발의 필요성을 알 수 있었다. 대면 협업 시 브레인스토밍 과정에서 포스트잇을 주로 사용한다는 점을 통하여 포스트잇을 뜯는 손짓, 펜을 사용하여 글을 쓰는 손짓, 가위로 손을 끊는 손짓, 강조하는 손짓 그리고 뺄는 손짓 등 5가지의 사용자 행동 요소를 도출하였다. 또한 팀원의 상황 표시와 작업 진행 상태 공유를 위한 인터랙션 및 UI 디자인의 필요성도 파악할 수 있었다.

둘째, 사용자 조사 분석을 통하여 도출한 5가지 사용자 행동 요소 반영한 인터랙션 UI와 팀원 상태 표시를 위한 UI 디자인을 하여 VR 협업 공간을 구현함으로써 VR 협업 툴 프로토타입을 제작하였다. 프로토타입은 Unity에서 Oculus Integration SDK Kit를 활용하여 VR로 작동되도록 함으로써 제작하였다. 제작한 프로토타입에 대한 사용성 평가를 통하여 5가지 손짓의 사용자 행동 요소를 반영한 인터랙션 및 UI 디자인은 직관적이고 신속하게 작업할 수 있지만, 사용자가 정확한 각도의 손짓을 해야 한다는 점에서 불편한 점이 나타났다. 따라서 허용되는 손짓의 범위를 넓혀 인터랙션 기능이 작동될 수 있도록 보완해야 할 부분을 파악할 수 있었다. 또한 양손으로 나누어 사용할 수 있는 다양한 손짓을 적용한 인터랙션 및 UI 개발의 가능성도 찾아

볼 수 있었다.

셋째, 무한한 공간이 펼쳐진 VR 공간에서의 협업에 있어 팀원 개인의 공간과 팀원 간의 공유 공간 사이의 구분이 필요하다는 점을 알 수 있었다. 따라서 VR 협업 공간에서 개인과 공유의 공간을 가시적으로 표시할 수 있는 UI 디자인 개발의 필요성을 찾아볼 수 있었다.

본 연구는 새로운 VR 협업 툴로써 컨트롤러의 사용 없이 좀 더 직관적으로 사용할 수 있도록 사용자의 행동 요소를 반영하여 프로토타입을 제안하였다는 점에서 학문적 의의를 가진다. 실무적 측면에서는 브레인스토밍에 초점을 맞추어 세분화한 새로운 VR 협업 툴의 개발 가능성을 제시하였다는 점에서 그 의미를 찾아볼 수 있다. 본 연구의 한계점은 사용성 평가 참여자가 프로토타입을 각각 사용해보고 평가를 하였다는 점에 있다. 따라서 본 연구의 사용성 평가 결과를 보완하여 브레인스토밍 VR 협업에 실제로 실험해봄으로써 더욱 발전된 VR 협업 툴을 위한 인터랙션 및 UI 디자인 개발에 관한 후속 연구가 이루어지기를 기대한다.

References

- [1] K. Park, "A Study on the Predictors of College Students' Institutional Commitment in Online Learning Environment: Focusing on Educational Presence," Unpublished Master's degree thesis, Hankuk University, 2022.
- [2] M. Friend, L. Cook, D. Chamberlain, & C. Shamberger, "Co-Teaching : An illustration of complexity of collaboration in special education," *Journal of Educational and Psychological Consultation*, Vol. 20, No. 1, pp. 9-27, 2010. DOI:10.1080/10474410903535380
- [3] S. Kim, "The Study on the College Students' Recognition to Collaboration," *Korean Journal of General Education*, Vol. 12, No. 3, pp. 11-37, 2018.
- [4] G. Lee, I. Park, & E. Ju, "Exploring classroom culture for improving children's collaborative problem-solving ability," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 19, NO.3, pp. 707-734, 2019. DOI:10.22251/jlcci.2019.19.3.707
- [5] J. Boo & D. Lee, "The VR Campus:Architectural Panorama-A Study of Institutional Architecture for 3D Panoptic Environment," *Journal of the HCI Society of Korea*, Vol.2005, No.1, pp. 1237-

- 1242.
- [6] M. An, H. Park, & J. Hwang, "VR-based brainstorming collaboration service," Annual Conference of Korean Information Processing Society Vol. 29 No. 1, pp. 675-678, 2022.
- [7] Holt, K. (2019, September 25). Social VR world "Facebook Horizon" comes to Oculus in 2020. Engadget. https://www.engadget.com/2019-09-25-oculus-social-vr-world-facebook-horizon.html?guce_referrer=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnLw&guce_referrer_sig=AQAAAFUwWpgZGD34YhohbcDbqbOKnKghGX7UIpuJT-hYax7PAfs6l8LcVqVxMnmgFgmlVQGOxykfv5o20b0YfT_ZImlXPNTcNVj2iky9Nv1NsgGr3mztFnqkhrx8CbIIAiKZPZAZ9xCfmGTn1_rYf1ODCXRNpWc5wbAiwM8Y7cw-qaFz
- [8] Enable hand tracking, Oculus Developers. (n.d.). <https://developer.oculus.com/documentation/native/android/mobile-hand-tracking/>
- [9] About MootUp, (2021, November 30). Immersive virtual event platform. MootUp. <https://mootup.com/about-us/>
- [10] Alexander, J. (December 22, 2017). "VRChat is a bizarre phenomenon that has Twitch, YouTube obsessed". Polygon. Vox Media, Inc. <https://www.polygon.com/2017/12/22/16805452/vrchat-steam-vive-oculus-twitch-youtube>
- [11] Forrest, D. (February 1, 2017). "'VRChat' Is A Social Platform, A Dev Sandbox, And A Step In The Right Direction". Tom's Hardware. Retrieved from: <https://www.tomshardware.com/news/vrchat-oculus-rift-htc-vive,33557.html#:~:text=Virtual%20Reality-,%20VRChat'%20Is%20A%20Social%20Platform%2C%20A%20Dev%20Sandbox%2C,Step%20In%20The%20Right%20Direction&text=VRChat%20Inc.,and%20immersive%20application%20called%20VRChat>
- [12] Oculus Touch Hand Poses. (n.d.). VRChat Guides. <https://docs.vrchat.com/docs/touch>
- [13] The Wild Overview (2021, December 1). G2. Retrieved May 15, 2024, from <https://www.g2.com/products/the-wild/reviews>
- [14] M. An, H. Park, & J. Hwang, op, cit., pp. 675-678.
- [15] J. Lee, D. Ma, H. Cho, & S. Bae, "Post-Post-it: A Spatial Ideation System in VR for Overcoming Limitations of Physical Post-it Notes," In Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Association for Computing Machinery, pp. 1-7, 2021.
- [16] Detienne, F. (2006). Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting With Computers*, 18(1), 1-20.
- [17] Detienne, F. (2006). Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting With Computers*, 18(1), 1-20.
- [18] Bresciani, S., & Eppler, M. J. (2009). The benefits of synchronous collaborative Information visualization: Evidence from an experimental evaluation. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 15(6), 1073-1080.
- [19] Bonfert, M., Reinschuessel, A. V., Putze, S., Lai, Y., Alexandrovsky, D., Malaka, R., & Doring, T. (2023). Seeing the faces is so important: Experiences from online team meetings on commercial virtual reality platforms. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 945791.
- [20] Stahl, G. (2013). Transactive discourse in CSCL. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 8(2), 145-147.
- [21] Gonzalez-Franco, M., Maselli, A., Florencio, D., Smolyanskiy, N., & Zhang, Z. (2017). Concurrent talking in immersive virtual reality: on the dominance of visual speech cues. *Scientific reports*, 7(1), 3817.
- [21] M. An, H. Park, & J. Hwang, op, cit., pp. 675-678.
- [22] Poeschl, S., Wall, K., and Doering, N. (2013). "Integration of spatial sound in immersive virtual environments an experimental study on effects of spatial sound on presence," in 2013 IEEE Virtual Reality (VR), Lake Buena Vista, FL, USA, 18-20 March 2013 (IEEE). doi:10.1109/VR.2013.6549396
- [23] Kern, A. C., & Ellermeier, W. (2020). Audio in VR: Effects of a soundscape and movement-triggered step sounds on presence. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 20.
- [24] Clark, H.H., Brennan, S.E., 1991. Grounding in communication. In: Resnick, L., Levine, J.-M., Teasley, S.D. (Eds.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*. APA, Washington DC, 127-149.
- [25] M. An, H. Park, & J. Hwang, op, cit., pp.675-678. 국립국어원 표준국어대사전, <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do> (accessed October. 08. 2023)
- [26] D. Park, "Nonverbal communication application research : Optical communication focussed" Unpublished Master's degree thesis, Chongsin University, 2017.
- [27] U. Kim & H. Kim, *The history of communication, from beacons to iPhones*, Comminiction Books:

- Seoul, 2015.
- [28]D. Park, op, cit., p. 30.
- [29]국립국어원 표준국어대사전, <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do> (accessed October. 08. 2023)
- [30]Aseeri, S., Marin, S., Landers, R. N., Interrante, V., & Rosenberg, E. S. (2020, March). Embodied realistic avatar system with body motions and facial expressions for communication in virtual reality applications. In 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) (pp. 580-581). IEEE.
- [31]M. Kurzweg & K. Wolf, "Body Language of Avatars in VR Meetings as Communication Status Cue: Recommendations for Interaction Design and Implementation," *i-com*, Vol. 21, No. 1, pp. 175-201, 2022. DOI:10.1515/icom-2021-0038
- [32]M. Cai, J. Tanaka, "Go together: providing nonverbal awareness cues to enhance co-located sensation in remote communication," *Hum. Cent. Comput. Inf. Sci.* 9, 19. p.1. DOI:10.1186/s13673-019-0180-y
- [33]이노미. (2006). 손짓언어에 관한 문화 간 커뮤니케이션인지능력 평가 연구. *스피치와 커뮤니케이션*, 6, 135-167.
- [34]정혜선, & 김후성. (2015). 한국인의 손짓언어를 활용한 3D 제스처인터랙션 어휘연구. *한국디자인 문화학회지*, 21(4), 633-646.
- [35]Ibid.
- [36]Ibid.
- [37]Jackson, R. L., Drummond, D. K., & Camara, S. (2007). What is qualitative research?. *Qualitative research reports in communication*, 8(1), pp. 21-28, DOI:10.1080/17459430701617879
- [38]M, Suwa, & B, Tversky, "What do architects and students perceive in their design sketches?" A protocol analysis, *Design Studies*, Vol. 18, No. 4, pp. 385-403, 1997.
- [39]C, Robson, *Real world research :a resource for social scientists and practitioner researchers*, Oxford: Blackwell Publishers. 2nd ed., p. 67, 2002.
- [40]Designing Facebook Spaces (Part 4)-Creating a VR interface. <https://medium.com/@christauziet/designing-facebook-spaces-part-4-creating-a-vr-interface-821861159495> (accessed December. 01. 2023)
- [41]Ibid.
- [42]한상열, 김향규. (2021). VR(Virtual Reality) 원격 협업 사용경험 조사, 소프트웨어 정책연구소, IS-112. 3-19.
- [43]Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114-123.
- [44]Ibid.