

[Original Article]

## Problem-solving in multidisciplinary fashion design collaboration using virtual reality environments - A case study on Spatial.io -

Eun Kyoung Yang<sup>†</sup>

Assistant Professor, Dept. of Integrated Design, Yonsei University, Korea

## 가상현실 기술 기반 다학제적 패션디자인 협업의 문제 해결 과정 - Spatial.io 활용 사례 연구를 중심으로 -

양 은 경<sup>†</sup>

연세대학교 통합디자인학과 조교수

### Abstract

This study investigates the cognitive characteristics and transition flow of team mental models in virtual reality environments (VRE) compared to Zoom-based collaboration during fashion design problem-solving processes. Using the VRE platform Spatial.io as a case study, the study examines how virtual reality technologies influence the formation of shared mental models among collaborators. The objective is to identify key cognitive features that VREs offer to support problem-solving in multidisciplinary fashion design collaborations. The study employed a comparative experimental design, involving professionals from fashion design, marketing, and production. Participants completed the design concept generation tasks in both VRE and Zoom environments, all interactions were recorded and coded, with the analysis focusing on cognitive transitions, verbal dynamics, and collaborative behavior patterns across both environments. The results reveal that VRE fosters higher frequencies of environmental interaction (EI-EI), cognitive integration (CIM-CI), and planning to execution transitions in team interactions (PP-PIM), forming multidirectional feedback loops. These features enhanced dynamic adaptation to environmental stimuli. In contrast, Zoom-based collaboration relied heavily on linear verbal communication, with fewer cognitive transitions and limited structural feedback loops, thereby reducing efficiency in idea evaluation and execution in team interaction. The study highlights the potential of VREs to transform collaborative practices in fashion design by enabling immersive and multidimensional interactions, contributing to advancing digital collaboration strategies in creative industries, with implications for education and interdisciplinary innovation.

Received November 12, 2024

Revised December 06, 2024

Accepted December 11, 2024

<sup>†</sup>Corresponding author

([eunkyoung.y@yonsei.ac.kr](mailto:eunkyoung.y@yonsei.ac.kr))

ORCID

Eun Kyoung Yang

<https://orcid.org/0000-0001-7458-1010>

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and National Research Foundation of Korea (NRF-2020S1A5B5A16082911).

*Keywords: cognitive action(인지적 행위), design collaboration(디자인 협업), multidisciplinary fashion design(다학제적 패션디자인), problem-solving process(문제 해결 과정), virtual reality environment(가상 현실 환경)*

## I. Introduction

최근 디지털 기술의 빠른 발전은 인간 상호작용 방식을 혁신적으로 확장하고 있으며, 인터넷 기반의 온라인 환경을 넘어 몰입형 가상 현실 환경(Virtual Reality Environment: VRE)으로 확장되고 있다. VRE는 특히 패션디자인 분야에서 중요한 전환점으로 작용하며, 혁신적 제품 개발 및 차세대 교육 프로그램에서 핵심 기술로 자리잡고 있다(Ahn & Ryou, 2024; Lim, 2024). 패션디자인에서 가상 피팅, 3D 프로토타이핑 및 시각화 등 다양한 기술적 접근을 통해 창의적 가능성을 재정의하고 있다. 특히, VRE의 창의성 촉진 역할은 디자이너가 복잡한 문제를 해결하고 독창적인 아이디어를 탐구하는 과정에서 그 잠재력이 입증되고 있다(Lee, Yang, & Sun, 2021).

디지털 혁신은 현대 패션 디자인에서 다학제적 접근의 필요성을 증가시키고 있다. 패션디자인은 글로벌 트렌드와 시장 요구를 반영하면서도 더욱 창의적이고 맞춤형된 소루션을 제공해야 한다는 압박에 직면해 있다. 펜더믹 이후 디지털 협업의 필요성은 더욱 부각되었으며, 이는 기술 발전에 기반한 창의적 협업 도구가 개발을 촉진하는 요인으로 작용하고 있다(Akram et al., 2022). 하지만 패션디자인은 전통적으로 개인의 창의성에 크게 의존해 왔으며, 외부 협업은 도전적인 영역으로 간주되어 왔다. VRE와 같은 첨단 디지털 기술은 이러한 문제를 해결할 수 있는 유망한 도구로 평가받고 있다. 디자이너는 VRE를 통해 공유된 디지털 공간 내에서 실시간으로 창의적 아이디어와 비전을 시각적으로 교환하며 융합할 수 있기 때문이다(Lee et al., 2021). 특히, 몰입형 협업 환경은 초기 디자인 구상 단계에서 다양한 시각과 의견을 통합해 창의적인 해결책을 도출할 수 있도록 돕는다. VRE에서의 협업은 패션디자인 과정에 필수적인 사회적 및 인지적 상호작용을 촉진하며, 개별 인지 활동만으로는 도달하기 어려운 디자인 통합을 가능하게 한다(Sopher & Dorta, 2022). 이는 패션디자인 협업의 효율성과 창의성을 동시에 강화할 수 있는 잠재력을 보여준다. 이러한 맥락에서, Spatial.io와 같은 몰입형 가상현실의 대표적인 플랫폼이 패션산업을 포함한 다양한 분야에서 협업 도구로 활발히 활용되고 있다. Spatial.io 플랫폼은 3D 공간 내에서 사용자들이 삼차

원 아바타를 통해 실시간으로 상호작용할 수 있도록 지원하며, 가상 환경에서의 공동 디자인작업과 아이디어 공유를 위한 다양한 시각적 감각 경험을 제공하도록 설계되었다. 특히, 디지털 전환과 원격 협업의 중요성이 증가함에 따라, 이 플랫폼은 패션 산업 내에서 3D 디자인 리뷰, 가상 쇼룸, 협업 워크숍 및 전시 등의 용도로 널리 활용되고 있다(Lee et al., 2021). 예를 들어, Dolce & Gabbana, Tommy Hilfiger, Diesel과 같은 패션 브랜드와 DressX, The Fabricant, Meta Fashion House 등 다수의 디지털 패션 기업은 이러한 가상현실 플랫폼을 통해 디자인 협업의 효율성을 증대시키고 마케팅 전략을 혁신하는 것을 시도하였다(Paramasivam, 2023).

본 연구는 Spatial.io 플랫폼 사례를 중심으로 VRE가 패션디자인 협업의 이해관계자들이 문제 해결 과정에 미치는 영향을 분석하는 것을 목표로 한다. 특히, 협업적 문제 해결 과정에서 창의적 디자인 컨셉트를 공동으로 개발하는 인지적 특성을 탐구하고, VRE가 협업 효율성과 아이디어 통합에 미치는 영향을 분석한다. 연구는 팀 멘탈모델(team mental model) 이론을 바탕으로, 다학제적 팀의 협업이 복잡한 문제 해결 상황에서 어떠한 역할을 하는지를 규명하고자 한다. 공유된 멘탈 모델은 팀원들이 목표와 과정에 대한 이해를 공유함으로써, 일관성 있는 의사결정과 전략적 행동을 가능하게 하는 중요한 인지적 기제이다. 본 연구는 이러한 이론적 틀을 바탕으로, VRE를 활용한 디자인 협업의 새로운 접근 방식이 협업의 문제 해결에 미치는 영향을 분석하고, 차세대 패션디자인 교육과 산업 혁신을 위한 통찰을 제공하고자 한다.

본 연구는 이론적 문헌 고찰과 경험적 사례 조사를 결합하여 진행되었다. 먼저, 이론적 고찰을 통해 인지적 관점에서 디자인 협업의 문제 해결 과정을 분석하는 틀을 구축하였다. 이후, VRE 기반의 협업적 문제 해결 과정을 경험적으로 탐구하기 위해, Spatial.io 플랫폼을 활용한 사례 조사를 수행하였다. 이를 위한 실험으로, 패션디자인, 마케팅, 생산 분야의 전문가 3인으로 구성된 협업 팀을 대상으로, 이들이 Spatial.io를 이용한 VRE 환경과 기존의 협업 환경인 Zoom 환경을 활용한 협업 과제를 수행하게 하였다. 모든 협업 과정은 비디오로 녹화되었으며, 수집된 데이터를 통해 코딩 체계를 바탕으로 분석하여 각 환경의 인지적

행동 패턴을 비교하였다. 이 연구는 VRE 기반 협업의 인지적 특성을 기존의 협업 방법과 비교함으로써, Spatial.io와 같은 몰입형 디지털 기술 환경이 창의적 문제 해결에 미치는 실질적 기여를 탐구한다. 이를 통해 첨단 디지털 기술이 패션디자인 협업에 어떻게 활용될 수 있는지에 대한 새로운 통찰을 제공하고자 한다.

## II. Background

### 1. Multidisciplinary problem-solving in fashion design collaboration

패션디자인에서 다학제적 협업은 다양한 시각과 전문성을 통합하여 창의적 문제 해결을 촉진하는 필수적 전략으로 자리 잡고 있다. 특히 초기 컨셉트 생성 단계에서, 패션산업의 치열한 경쟁 속에서 독창적이고 차별화된 디자인을 개발하는 데 다학제적 협업의 중요성이 더욱 강조된다(Chang, Gao, & Wang, 2022). 패션디자인은 단순한 외형 설계를 넘어, 미적 가치와 브랜드 아이덴티티를 확립하는 데 주안점을 두기 때문에, 타 분야의 기술적 전문성과 시각을 통합해 다층적인 문제를 효과적으로 해결할 필요가 있다. 예를 들어, 마케팅 전문가의 소비자 시장에 대한 통찰과 생산 전문가의 제조 가능성 검토는 패션디자이너의 창의적 아이디어를 단순히 소비자에게 매력적일 뿐만 아니라 실제 제작 가능한 시장성 있는 제품으로 발전시키는 데 기여한다. 이와 같은 다학제적 협업은 개별 디자이너가 놓칠 수 있는 다양한 관점을 포착하여, 창의적이고 통합적인 솔루션을 구축하는 데 도움을 준다.

다학제적 협업은 높은 수준의 문제 해결 능력과 통합적 사고를 요구하며, 이는 다양한 분야의 전문가들이 서로의 관점을 명확히 이해하고 조율하며 창의적 컨셉트를 구축하는 복잡한 과정이다(Licheva, 2016). 특히 초기 디자인 컨셉트 개발 단계에서 디자인의 형태와 기능에 대한 불확실성이 크기 때문에, 협업 참여자들 간의 문제 해결이 매우 중요한다. 이는 디자인팀의 구성원들이 각자의 관점을 명확히 이해하고 이를 조율하는 과정에서 이루어진다(Badke-Schaub, Neumann, Lauche, & Mohammed, 2007). 이러한 초기 단계에서 성공적인 협업이 이루어지기 위해서는

협업 참여자들 간의 팀 멘탈 모델(team mental model)을 형성하는 것이 필수적이며, 이는 협업자들이 문제와 해결 방향을 동일하게 이해하고 각자의 아이디어와 전문 지식이 일관되게 조화를 이루도록 돕는다(Badke-Schaub et al., 2007). 하지만, 멘탈 모델 형성 과정은 각 분야 전문가 간 시각 차이와 의사 소통의 어려움 및 작업 방식의 차이 등으로 인해 도전적일 수 있다. 따라서 협업 과정에서의 시각적 표현, 구체적인 피드백, 그리고 구두 상호작용은 참여자의 인식을 조정하고 팀원 간의 이해를 심화하는 데 중요한 역할을 한다(Sonnenburg, 2004). 이는 디자인팀 내에서 단순히 개인적인 문제 해결이 아니라 다양한 관점을 통합하여 공동의 목표를 설정하고 아이디어를 통합함으로써 창의적이고 효과적인 해결책을 도출하는 데 기여한다.

패션디자인에서 이러한 다학제적 협업 문제 해결을 보다 원활하게 구현하는 방법 중 하나로 디지털 기술의 도입이 주목받고 있다. 특히, 가상현실(Virtual Reality: VR) 기술은 몰입형 협업 환경을 제공하여, 물리적 공간의 제약을 넘어선 공유된 가상 공간에서 다양한 디자인 이해관계자들이 실시간으로 협력할 수 있는 플랫폼을 제공한다(Schuemie, Van Der Straaten, Krijn, & Van Der Mast, 2001). 이는 패션디자인 협업에서 요구되는 시각적 의사소통과 즉각적 피드백을 가능하게 하며, 각 팀원이 개별적으로 진행하기 어려운 문제 해결 과정을 공유된 가상의 공간에서 다각적으로 탐구할 수 있도록 돕는다. 특히, 시각적 표현과 실시간 피드백을 통해 팀원들의 공유된 멘탈 모델을 더욱 직관적으로 구축하고 상호작용할 수 있게 하여, 시각적 표현을 통해 디자인 문제를 다각도로 탐구하고 창의적 해결책을 모색할 수 있게 한다. 그러나 VR 기반 협업이 실제로 패션디자인 문제 해결에 어떻게 기여하는지에 대한 연구는 초기 단계에 머물러 있어, 그 가능성과 한계에 대한 실질적 검토가 필요하다. 특히 기존 연구는 기능적, 기술적 관점에 집중된 반면, 사용자의 인지적 관점에서 이러한 기술적 가능성이 디자인 협업의 문제 해결 과정에 미치는 영향을 다루는 연구는 미흡한 상태이다. 이러한 관점에서, 본 연구는 발전된 VRE 협업 환경을 활용한 패션디자인 협업의 사례 분석을 통해, 패션디자인 협업의 다학제적 문제 해결에 있어 VR 기반 협업 환경이 각 이해관계

자의 공유된 멘탈 모델에 미치는 영향을 분석하고, 이러한 환경이 협업 문제 해결 과정을 어떻게 강화할 수 있는지에 중점을 두고자 한다.

## 2. Immersive virtual reality environments and collaboration

패션디자인에서의 협업의 혁신을 이루기 위해서는 효과적인 디자인 과정뿐 아니라, 협업에 적합한 작업 환경과 도구 지원이 필수적이다. 특히, 정보통신기술(ICT)의 발전은 디자인 문제 해결 과정에서 사용자들의 인지적 부담을 줄이고, 보다 효율적으로 문제를 해결할 수 있도록 돕는다. 몰입형 가상현실(immersive VR) 기술은 이와 같은 패션디자인 협업에서 소통의 한계를 극복하고 창의적 문제 해결을 촉진하는 혁신적 도구로 평가받고 있다. 기술적 측면에서 VR 기술은 삼차원 입체 가상공간에 사용자가 물리적, 정신적으로 몰입할 수 있게 하고, 사용자 입력에 따른 감각적 피드백과 상호작용을 가능하게 하는 컴퓨터 기반 시뮬레이션 시스템으로 정의된다(Sherman & Craig, 2018). 이러한 몰입형 VR 기술에 기반한 VRE는 상호 협력과 지식 교환을 위한 새로운 형태의 플랫폼을 제공하며, 사용자들이 가상 공간에서 심리적 몰입을 통해 동시에 협업을 할 수 있는 기반을 마련한다(Vosinakis, Koutsabasis, Stavrakis, Viorres, & Darzentas, 2008).

VRE는 다학제적 디자인 협업을 지원하는 중요한 역할을 한다. 예를 들어, VRE는 아바타를 통해 사용자들에게 공존감(co-presence)을 제공하며, 소셜 프렌즈(social presence)를 강화해 다학제적 협업을 위한 새로운 플랫폼으로 작용한다(Schuemic et al., 2001). 이는 디자인 팀 구성원들이 공동 목표를 공유하고, 진행되는 협업 맥락과 연구 내용을 심도 있게 이해하는데 필수적이다. Badke-Schaub et al.(2007)의 연구에서도 이러한 사회적 몰입감이 협업적 디자인에서 창의적 해결책을 도출하는 데 긍정적인 역할을 한다고 강조하고 있다. 이는 패션디자인 협업의 창의성 촉진을 위한 효과적인 설계 도구로 VRE의 가능성을 시사하는 이론적 근거로 볼 수 있다. 또한, VRE는 실시간으로 정보를 공유하고 시각적 데이터를 교환할 수 있게 한다. 또한, 각자가 스케치나 디자인 요소를 작업하며 이를 동료와 즉각 공유할 수 있는 기능은 창의적인 상호작용을 극대화한다(Heeter, 1992). 일반적인

2D 디스플레이나 텍스트 기반의 상호작용이 갖는 한계를 넘어, VRE는 동적이고 입체적인 데이터 표현을 가능하게 하여, 팀 구성원들이 더 직관적이고 자연스러운 방식으로 아이디어를 제시하고 검토할 수 있게 한다(Fröst & Warren, 2000). 결과적으로, 이러한 기능들은 팀 구성원들이 각자의 전문성을 기반으로 더 신속하게 문제를 분석하고 해결책을 모색하는 데 도움이 된다.

다양한 선행 연구에서 VRE의 디자인 협업 특성을 보다 인지적 측면에서 공유된 팀 멘탈 모델의 영향을 구체적으로 규명하고자 하는 시도가 이루어졌다. VRE는 이러한 공유된 인식을 구축하기 위해 시각적 표현을 통해 디자인 요소를 쉽게 이해하고, 실시간 피드백을 주고 받으며 팀원들이 문제를 심도있게 이해하고 창의적 해결책을 탐색하는 데 효과적으로 작용한다. 예를 들어, Casanueva and Blake(2001)의 연구는 VRE가 아바타와 3D 시각화의 상호작용을 통해 공존감을 높이며, 기존의 화상 회의보다 효율적인 협업 환경을 제공한다는 점을 밝혔다. 또한, Yang and Lee(2020)는 VR 내에서의 3D 자유 스케칭이 전통적인 2D 스케칭에 비해 자연스러운 사고와 행동을 가능하게 하여 아이디어 표현의 직관적 접근을 용이하게 한다고 강조하였다. 이와 유사하게, Seybold and Mantwill (2021)은 VRE가 제공하는 향상된 시각적 단서가 다각적인 자극을 제공하여 혁신적 아이디어 발상에 기여할 수 있다고 주장하였다. 이는 패션디자인 협업에서도 VRE 기반 환경을 활용해 독창적인 디자인 솔루션을 개발하는 데 도움을 줄 수 있다는 점에서 중요한 시사점을 제공한다. 특히, Lee et al.(2021)의 연구는 패션디자인 교육 프로그램에서 VRE를 활용한 협업 디자인 세션을 제안하며, 3D스케치를 통해 협업적 디자인 개념을 발전시키는 방안을 탐색하였다. 이와 같은 연구들은 VRE가 패션디자인의 협업적 개념 구상 과정에서 다학제적 협업의 한계를 극복하고, 나아가 창의적 아이디어 발상과 공유된 시각적 표현의 통합을 촉진할 수 있음을 시사한다. 그러나, 패션디자인 협업에서 VRE가 컨셉트 생성 단계의 인지적 과정에 미치는 영향을 연구한 사례는 아직 제한적이다. 따라서, 본 연구는 패션디자인의 다학제적 협업에서 창의적 문제 해결 접근의 증진을 위한 VRE 기반 디자인 협업 과정을 체계적으로 분석하고, 이론적 틀을 구축

하고자 한다.

### III. Methodology

#### 1. Research methodology

본 연구는 사례 연구를 중심으로 몰입형 VRE에서 다학제적 협업이 이루어지는 패션디자인 문제 해결 과정을 인지적 관점에서 체계적으로 탐구하는 데 목적을 두었다. 사례 연구는 특정 맥락에서 현상을 심층적으로 분석하여 복잡한 상호작용과 인지적 특성을 이해하는 데 유용한 접근 방식으로, 일반화된 이론 도출보다는 현상의 독특한 특성과 그 맥락적 이해에 중점을 둔다(Yin, 2014). 이에 따라 본 연구는 대표적인 VRE 협업 플랫폼으로 Spatial.io를 사용하여 패션디자인 협업 참여자의 인지적 과정을 탐색하였다. Spatial.io는 다차원적인 상호작용과 실시간 시각화 기능을 제공함으로써, 패션디자인 협업에서 창의적 문제 해결을 촉진할 수 있는 협업적 시각화와 커뮤니케이션 기능을 갖춘 환경을 제공하기 때문에 연구에 적합하다.

#### 2. Participant selection

본 연구의 참여자는 패션디자인, 마케팅, 생산 분야에서 각각 3년 이상의 실무 경험을 가진 전문가 3명으로 선정되었다. 이는 다학제적 문제 해결에서 각 분야의 전문성을 효과적으로 활용하기 위이며, 참여자들이 각자의 전문성을 기반으로 문제 해결 과정에 기여할 수 있도록 보장하였다. 참여자의 선정 기준은 다음과 같다. 첫째, 각 참여자는 최소 3년 이상의 패션산업 관련 실무 경험을 보유하여, 협업적 디자인 테스트 수행 시 도메인 지식과 실질적 기여가 가능해야 한다. 참여자 P1은 여성복 디자인 부문에서 디자이너로 활동하여, 여성복 제품의 기획 및 디자인 개발 경험을 보유하고, 참여자 P2는 패션 마케팅 전문가로, 여성복 브랜드의 디지털 마케팅 전략 및 소비자 분석 태스크를 주도한 경력을 보유하고 있다. 참여자 P3는 패션 생산 부문에서 원단 선택, 샘플 제작, 생산 프로세스 관리 경험을 보유하고 있다. 둘째, 패션디자인, 마케팅, 생산의 세 분야에서 대표성을 가진 전문가로 구성하여 다학제적 관점을 확보해야 한다. 셋째, 디지털 플랫폼 및 협업 도구 사용에 익숙하거나, 이에 적응 가능한

학습 태도를 가진 자로서, 협업 환경에 대한 사전 적응을 위한 톨 교육 세션에 참여할 수 있어야 한다. 또한, 패션산업에서 기술 환경이 빠르게 변화하고 있는 현실을 반영하여, 본 연구에서는 패션산업 실무자와 유사한 환경에서 연구 데이터를 확보하고자 하였다. 이를 위해 각 참여자가 협업 플랫폼인 Spatial.io와 Zoom에 익숙해질 수 있도록, 2시간의 사전 교육 세션을 제공하였다. Spatial.io와 관련해서는 기본 사용법과 3D 협업 환경의 특성을 학습하도록 했으며, Zoom의 경우 모든 참여자가 기본적인 기능을 이미 이해하고 있었으므로, 추가적으로 디지털 스케치 및 주석 처리 기능 등 디자인 태스크 수행에 필요한 기능을 중심으로 교육하였다. 이 과정에서 참여자들은 두 플랫폼의 기본 기능과 작업 방식에 빠르게 적응할 수 있었으며, 이를 통해 실험 환경에서 발생할 수 있는 기술적 장애를 최소화하고 연구 데이터 수집의 신뢰성을 확보할 수 있었다.

#### 3. Experimental setting

실험은 두 협업 환경(VRE 및 Zoom)에서 유사한 수준의 문제 해결을 요구하는 가상의 디자인 과제를 수행하도록 단계적 활동으로 구성되었다. 실험은 패션 산업에서 실제로 다룰 수 있는 여성복 디자인 아이템을 주제로 설정하였으나, 이는 실제 산업 프로젝트가 아닌 연구 목적으로 구성된 실험적 작업으로서, 산업 현장과 유사한 환경에서의 협업 과정을 시뮬레이션하여, 몰입형 VRE 플랫폼과 기존 디지털 협업 도구의 차이를 비교, 분석하는 것을 목적으로 하였다.

첫째, 모든 참가자에게 동일한 디자인 컨셉트 생성 태스크를 제공하였다. VRE 기반 협업에서는 코로나 팬데믹 시대 여성복 드레스의 디자인 컨셉트를 생성하는 것을 주제로 제시하였고, Zoom 세션에서는 포스트 코로나 시대 여성복 원퍼스의 디자인 컨셉트를 생성하는 태스크를 부여하였다. 이 두 과제는 동일한 난이도와 범위로 설계되어 환경 간 비교가 가능하도록 하였다. 둘째, Zoom 환경에서의 협업은 단순히 커뮤니케이션 도구만 사용된 것이 아니라, 패션 산업 내에서 이미 널리 활용되고 있는 디지털 협업 방식을 기반으로 설정되었다. Zoom은 패션 산업에서 원격 협업 도구로서, 스크린 공유를 통한 디지털 스케치, 시각 자료 공유, 실시간 주석 기능, 화상 회의 기능 등을

제공하며, 디자인 협업 과정을 지원하고 있다. 팬데믹 이후 원격 근무와 디지털 전환의 필요성이 증가하면서, Zoom은 글로벌 패션 브랜드와 디자이너들이 아이디어를 교환하고 디자인 협업을 진행하는 데 있어 중요한 플랫폼으로 자리 잡았다(Kelion, 2020). 본 연구에서도 이러한 Zoom의 특성을 반영하여, Zoom을 기존 디지털 협업 방식의 대표적 사례로 설정하고 Spatial.io와의 비교를 위한 비교군 협업 환경으로 구성하였다. 참여자들은 Zoom에서 제공하는 기능을 활용하여 주어진 디자인 태스크를 공동으로 해결하도록 요구받았다. 이는 Spatial.io에서 수행된 프로세스와 동일하게, 디자인 컨셉트를 개발하고 시각적 자료를 교환하며 협업적 아이디어를 도출하는 과정을 포함하였다. 셋째, 첫 번째 세션이 종료된 후 2주 후, 참여자들은 Spatial.io 플랫폼을 사용하여 주어진 디자인 태스크를 수행하였다. 실험은 전 과정이 비디오로 녹화되었으며, 언어적 진술과 행동 데이터를 포함한 질적 자료가 수집되었다. 각 실험 종료 후, 모든 참여자를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하여 각 환경에서의 협업 경험에 대한 피드백을 수집하였다. 이 인터뷰 내용은 VRE와 Zoom 환경에서의 문제 해결 과정의 인지적 및 협업적 차이를 구체적으로 탐구하는 데 활용되었다. <Fig. 1>은 본 연구의 사례 조사 실험의 각 협업 환경에서 실험을 진행한 장면이다.

#### 4. Analysis

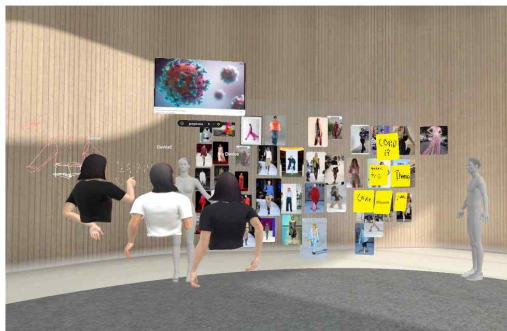
수집된 자료는 Ericsson and Simon(1993)의 프로토클 분석 방법을 기반으로 디자인 문제 해결의 인지 과정과 협업 과정의 상호작용을 체계적으로 분석하였다

다. 본 연구는 Kruger and Cross(2001)의 개념적 인지 과정 모델과 Stempfle and Badke-Schaub(2002)이 제안한 KATKOMP 범주화 모델을 조정하여 다음과 같은 네 가지 주요 영역을 포함한 전략적 코딩 체계를 구축하였다: 내용(디자인 태스크 관련 활동), 과정(팀 워크 활동), 대인 관계(팀원 간의 의사소통 및 관계적 상호작용), 그리고 주어진 환경과의 상호작용(플랫폼 인터페이스 및 기술 사용). 각 상호작용은 Think-Aloud 방법을 통해 수집된 언어적 데이터를 기반으로 코딩되었으며, 참여자들의 발언과 행동을 중심으로 분석되었다. 데이터는 문제 설정, 문제 분석, 해결 방안 도출, 평가 및 의사 결정의 단계로 분류되었다. 녹화된 자료는 텍스트로 전사되어 <Table 1>에 자세히 설명된 분석 코드를 기반으로, 패션 컨셉트 생성 과정에서의 팀 역학과 인지적 변화를 포괄적으로 각 상호작용 단위로 세분화되었다(Poole & Roth, 1989). 각 상호작용은 협업적 논의 맥락 내에서 참여자들이 의도적으로 수행한 협업적 행위의 기능적 조작자로 간주되어, 이를 통해 주어진 협업 환경 내 인지 과정을 개념적 관점에서 특성화하였다. 분석된 데이터를 바탕으로 VRE와 Zoom 환경 간의 협업적 차이를 비교하기 위해, 협업 과정 내 참여자들의 언어적 기여 빈도, 의사소통 패턴, 그리고 협력적 문제 해결 활동의 인지 흐름 및 팀워크 역동성을 포괄적으로 탐색하였다.

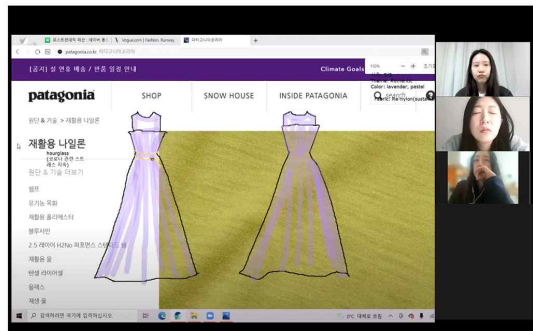
### IV. Results

#### 1. Case analysis

앞서 언급한 코딩 체계를 기반으로 Spatial.io 기반



G1: VRE-based



G2: Zoom-based

<Fig. 1> Pictures of the experimental setup for G1 (VRE-based) and G2 (Zoom-based) groups

&lt;Table 1&gt; Coding framework for team interaction identification in cognitive activity categories

Scheme	CODE	Description	Example
Content (design task)	C-G	Goal clarification	Define the design problem and set specific directions for achieving the design objectives
	C-I	Idea proposal	Generate innovative fashion design ideas related to the given theme during the brainstorming stage
	C-IM	Idea management - Analysis	Gather and analyze information related to proposed ideas to evaluate production possibility
	C-II	Idea management - Implementation	Develop a prototype sketch by refining selected ideas into tangible garment designs
	C-E	Evaluation	Compare and prioritize design options to identify the most viable solution
	C-D	Decision	Finalize or reject specific design ideas based on evaluation results with a clear direction
	C-C	Control	Check if the finalized design meets all specified requirements, planning for necessary goals and adjustments
Process (teamwork)	P-P	Planning	Assign team roles, set schedules, and define deadlines
	P-IM	Idea management	Review group processes, gather feedback, and reassess for improvements to enhance team performance
	P-E	Evaluation	Assess the operational efficiency of the design process and explore alternatives to encourage optimization
	P-D	Decision	Conclude a specific phase of the collaboration to proceed to the next stage
	P-C	Control/check of effect	Monitor design progress and validate the effectiveness of the process with objectives
Relationship	R-R	Management of relationship	Mediate differing opinions and improve collaboration dynamics
	R-E	Expression of emotion	Provide positive feedback to ease tension among team members and maintain a supportive team environment
Environmental interaction	E-I	Environmental interaction	Test collaborative tools, evaluate their suitability for solving design challenges and optimize the use of technology to enhance problem-solving

디자인 협업 사례와 Zoom 기반 사례를 비교 분석한 결과, 패션디자인의 컨셉트 생성의 협업 과정에서의 팀 역할과 협력적 문제 해결 활동과 관련되어 협업 세션의 시간, 언어적 기여(verbal input) 빈도, 팀 의사소통의 역할 및 인지 행동 세그먼트 등의 주요 지표의 차이가 <Table 2>에서 보는 바와 같이 나타났다.

#### 1) Overview of code analysis results

첫째, 두 그룹이 협업 세션을 수행하는 데 있어서, 총 소요 시간은 VRE를 기반으로 하는 협업 그룹인

G1이 3,033초와 Zoom을 기반으로 협업하는 G2가 2,910초로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 반면, 팀 의사소통의 언어적 기여(verbal input) 빈도에 있어서 VRE 기반 G1 그룹은 Zoom 기반 G2 그룹에 비해 참여자의 언어적 기여가 72.36% 증가한 424회를 기록하였다. 협업 과정에서 나타난 참여자의 인지 행동의 세그먼트를 비교했을 때, G2 그룹에 비해 VRE를 사용한 G1 그룹에서 59.3% 증가한 137회로 나타났다. 이를 통해 VRE 기반 협업이 참여자들의 더 많은 의사소통을 유도하고 활발한 언어적 상호작용을 촉진

&lt;Table 2&gt; Overall coding results

	G1 (VRE-based)	G2 (Zoom-based)
Total time (s)	3,033	2,910
Verbal input (no.)	424	246
Cognitive segment (no.)	137	86

함을 알 수 있었다.

## 2) Communication dynamics

두 그룹 간의 언어적 기여(verbal input)와 언어 전환(verbal transition) 양상을 분석해, 두 협업 사례의 커뮤니케이션 역학의 특성을 비교해본 결과는 다음과 같았다. 첫째, VRE를 사용하는 G1 그룹의 참여자 전체의 언어적 기여 빈도는 424회로 나타났고, 이는 Zoom 기반 협업 참여자의 246회 기여 빈도보다 72.36% 증가한 것으로 나타났다. 각 그룹의 참여자 별 언어 기여의 빈도 차이를 살펴보면, <Table 3>에서 보는 바와 같이, G1(VRE 기반) 그룹에서는 P1(디자이너)이 133회, P2(생산자)가 143회, P3(마케터)가 148회 입력을 기록하여 세 명 모두 협업 중 상대적으로 높은 발화 빈도를 보였다. 반면, G2(Zoom 기반)에서는 P1이 102회, P2가 81회, P3가 63회의 언어 기여 빈도를 기록하여, G1에 비해 전반적으로 낮은 언어적 참여를 보였다. 이를 통해 VRE 환경에서의 디자인 협업이 Zoom 기반 협업에 비해 참여자들의 적극적인 의사소통을 유도했음을 추측할 수 있었다.

둘째, 두 그룹 간의 언어적 입력의 전환 양상을 분석한 결과는 다음과 같았다. G1의 그룹에서는 참여자 간 전반적으로 높은 언어적 전환이 나타났다. 예를 들어, P1과 P2 간의 전환 빈도는 58회로 가장 높았으며, P1-P3(55회), P2-P3(56회) 등 모든 쌍에서 활발한 소

통이 이루어진 것으로 나타났다. 반면, G2 그룹에서는 발화의 전환 빈도가 G1에 비해 전반적으로 낮게 나타났다. 예를 들어, P1과 P2간의 전환 빈도는 44회, P1-P3(30회) 간 전환 빈도는 상대적으로 적은 수치를 나타냈다. 이는 VRE 기반 디자인 협업이 Zoom 기반 협업에 비해 상대적으로 사용자 간의 더 활발한 상호작용을 강화시키는 가능성을 시사한다.

참여자 역할에 따른 소통 특성을 분석했을 때, P1(디자이너)의 경우, G1 그룹에서 P2(생산자) 및 P3(마케터)와의 전환 빈도가 50 이상으로 높은 반면, G2 그룹에서는 P2와의 전환 빈도가 44, P3와의 전환 빈도가 30으로 비교적 낮게 나타났다. P2(생산자)의 경우, G1에서 P1과의 언어 소통의 전환 빈도가 60으로 매우 높은 반면, G2에서는 45로 감소하였다. 이는 생산자도 VRE 기반 협업에서 더 활발하게 상호작용하게 됨을 보여준다. P3(마케터)의 경우, G1에서 P2와의 전환 빈도가 37, P1과의 전환 빈도가 55인 반면, G2에서는 P2와의 전환 빈도가 15로 크게 감소하였다. 이는 Zoom 환경에서 마케터가 다른 역할군과의 상호작용 빈도가 현저히 줄어들 수 있음을 시사한다. 이와 같은 분석 결과를 종합해보면, VRE 기반 디자인 협업이 Zoom 기반 협업에 비해 참여자 간 더 밀접한 언어적 상호작용을 유도하며, 이는 특히 디자이너와 생산자 간 상호작용을 강화하여 협업 효율성을 높이는 효과를 가져온다는 것을 확인할 수 있다.

&lt;Table 3&gt; Verbal transition matrix of each experimental group participant

	G1 (VRE-based)			G2 (Zoom-based)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
P1	19	58	55	28	44	30
P2	60	27	56	45	17	18
P3	54	57	37	28	20	15



3) Problem-solving process in design collaboration

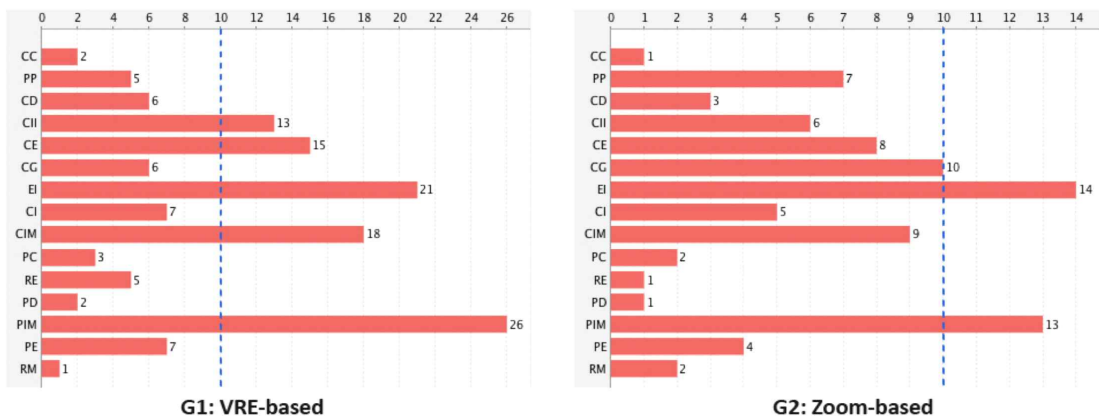
실험에서 주어진 패션 디자인 주제에 맞춰 각 그룹의 참여자들이 함께 컨셉트를 생성하는 디자인 태스크의 협력적 문제 해결 과정에서 두 그룹 간의 인지적 활동에 유의미한 차이가 나타났으며, 이는 <Fig. 2>에서 확인할 수 있다. 두 그룹의 참여자 간 주요 변화의 특성을 식별하기 위해, 인지적 활동의 빈도 기준으로 임계값을 10으로 설정하고 관찰한 결과는 다음과 같다.

우선, VRE를 활용한 G1 그룹에서는 디자인 문제 해결 과정에서 분석 관련 정보 관리 협력(CIM)이 18회, 아이디어 평가(CE)가 15회, 구현 관련 정보 관리(CII)가 13회로 상대적으로 높은 빈도를 기록하였다. 또한, 팀워크 과정에서는 분석 관련 정보 관리(PA)의 협력적 행동이 26회로 매우 높은 빈도를 보였다. 반면, Zoom을 활용한 G2 그룹에서는 디자인 태스크 문제 해결 과정에서는 디자인 목표 설정을 위한 협력(CG)이 가장 두드러진 인지 활동으로, 10회로 높은 빈도를 나타냈으며, 이는 G1 그룹의 CG 항목이 6회인 것에 비교해 66.67% 증가한 수치이다. CIM은 9회로 G1 그룹에 비해 50% 감소한 빈도를 보였고, 아이디어 평가(CE)도 8회로 나타나 G1 그룹에 비해 46.67% 감소한 빈도를 보였다. 그러나 구현 관련 정보 관리(CII) 항목에서는 두 그룹 간 차이가 없었다. 팀워크 문제 해결 과정에서 분석 관련 정보 관리(PA)는 13회로 나타났지만, 이는 G1 그룹에 비해 절반 수준으로

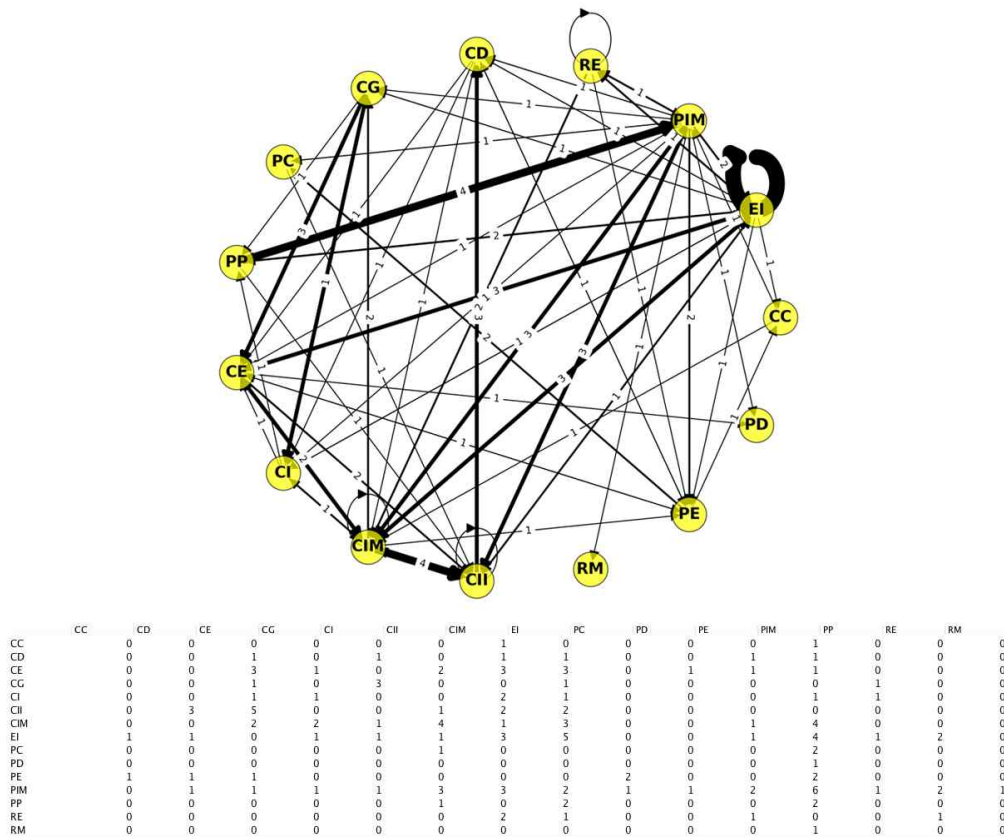
감소한 것이다.

협업 환경과의 상호작용(EI)을 비교한 결과, VRE를 사용한 G1 그룹은 21회의 높은 상호작용 빈도를 보였으며, Zoom을 활용한 G2 그룹은 14회의 상호작용을 기록했지만, G1 그룹에 비해 톨 환경과의 상호작용이 33.33% 감소한 것으로 나타났다. 마지막으로, 관계 및 감정 표현에 있어서는 두 그룹 모두 유의미한 특성 차이를 보이지 않았다.

이어지는 분석에서는 VRE를 활용한 디자인 협업 과정에서 수행된 협력적 인지 활동 간의 전환 흐름을 심층적으로 탐구함으로써, 디자인 문제 해결 과정에서 협업 팀의 주요 팀 멘탈 모델의 특성을 도출하였다. <Fig. 3>은 G1 그룹의 협업 과정에서 각 인지적 활동 카테고리 간 전환 빈도와 방향성을 시각적으로 나타낸 것이다. 분석 결과, G1 그룹의 참가자들은 EI(환경적 상호작용)-EI 전환에서 가장 높은 전환 빈도인 5회를 기록하였다. 이는 VRE 환경의 몰입적 특성이 팀원들이 환경적 자극을 반복적으로 탐색하여 인지적 피드백 루프(cognitive feedback loop)를 형성하는 데 기여했음을 추측할 수 있다(McMahan, Bowman, Zielinski, & Brady, 2012). 이러한 특성은 VRE의 고유한 물리적, 공간적 요소가 협업 참여자의 탐색 및 반응 활동을 강화한다는 기존 연구와 일치한다(Milgram & Kishino, 1994). 그 뒤를 이어 CIM(정보 분석의 인지적 통합)-CI(인지적 정보 수집), PP(팀상호작용의 기획)-PIM(팀상호작용 실행 정보 탐색) 간 전환이 각각



<Fig. 2> Comparison results of cognitive activities in design problem-solving between G1 (VRE-based) and G2 (Zoom-based)



<Fig. 3> Transition analysis of the VRE-based problem-solving activities in design collaboration

4회씩 발생하였다. 이는 VRE 환경이 팀원들로 하여금 팀원 간 상호작용을 위한 정보 통합과 실행간의 신속한 전환을 촉진하며, 이를 통해 협업 효율성을 높이는 데 기여했음을 시사한다. 특히, PP-PIM 전환의 높은 빈도는 기획 단계에서 실행 가능성을 평가하고 신속하게 실질적 조치를 취하는 과정이 자주 발생했음을 보여준다. 이는 협업 환경에서 실행 지향적 사고를 지원하는 VRE의 특징을 반영한다.

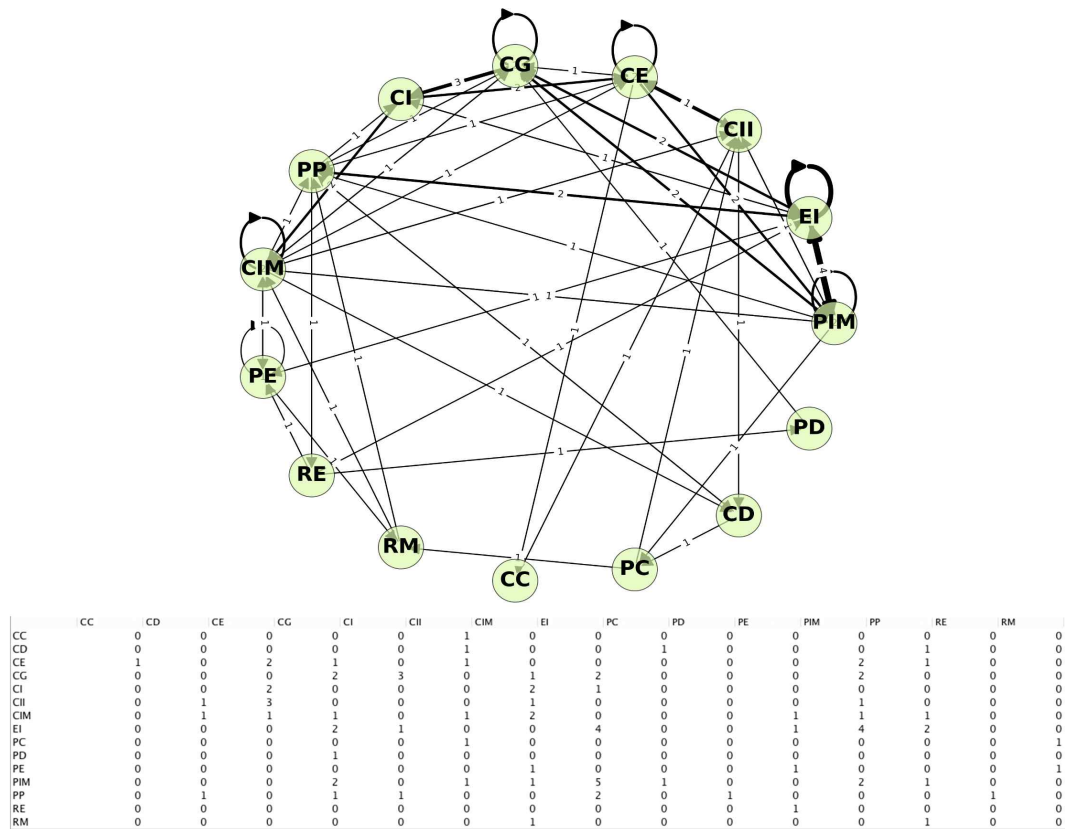
이 밖에도 EI-CIM, CIM-EI, PIM-CII, EI-CE, CE-CIM, CE-EI, PIM-CIM 간 전환이 각각 3회씩 발생하여, 다양한 인지적 활동 간의 상호작용이 빈번히 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 이러한 전환은 다음과 같은 협업 특성을 강조한다. EI-CIM, CIM-EI 전환은 환경과의 상호작용(EI)이 문제 해결의 인지적 통합(CIM) 활동으로 연결되며, 이를 통해 문제 해결 전략이 환경과의 상호작용을 기반으로 재구성되었음을 나

타낸다. 이는 환경 탐색이 팀원들의 전략적 사고와 문제 재구조화에 기여했음을 시사한다(McMahan et al., 2012). CE-CIM과 연결된 CIM-EI 전환 과정은 디자인 평가에 연결된 문제 분석과 EI 간 전환을 나타내며, 이는 환경적 단서를 통해 문제 해결 전략을 결정하는 데 중요한 역할을 할 수 있다는 것을 의미한다. PIM-CII(정보 구현의 인지적 통합) 전환은 실행 단계에서 팀원 간의 정보 탐색 활동이 디자인 태스크 수행에 있어서 실행을 위한 개념적 정보로 피드백되어, 전략 수립과 조정이 이루어지는 과정을 보여준다. EI-CE, CE-EI 전환은 환경적 상호작용과 디자인 아이디어 평가 간의 상호작용이 활발했음을 나타내며, 이는 VRE 환경이 제공하는 시각적 정보가 팀원 간의 평가와 통합 활동을 강화하는 데 중요한 역할을 했음을 시사한다. 몰입적 시각 정보는 팀원들이 평가와 실행 간의 피드백 루프를 형성하도록 도왔다.

위 결과를 종합했을 때, 이와 같은 전환 흐름은 VRE 기반 협업이 팀원들에게 몰입적인 협업 환경을 제공하여, 정보 탐색, 통합, 평가, 실행 간의 연속적이고 다방향적인 피드백 루프를 형성하도록 유도하였다 (Doroudian & Wartell, 2024). 특히, 환경적 상호작용 (EI)을 중심으로 다양한 인지적 활동이 교차하며, 이를 통해 문제 해결 과정의 복잡성을 효율적으로 관리하는 협업 구조가 형성된 것으로 분석된다.

반면, Zoom 기반 협업 환경을 사용한 G2 그룹에서는 <Fig. 4>에서 보는 바와 같이 PIM-EI 전환에서 가장 높은 빈도(5회)를 기록하였다. 이는 팀원 간 상호작용을 위한 정보 탐색 단계(PIM)에서 발생한 행동이나 정보를 환경적 상호작용(EI)으로 연결하고, Zoom에서 제공된 툴을 통해 공유된 데이터나 의견을 환경적 맥락에서 재검토했음을 보여준다. 주된 전환 흐름으로는 EI-PIM, EI-EI 간 각각 4회가 관찰되었는데,

이는 환경적 맥락에서의 지속적 상호작용을 통해 얻어진 정보를 바탕으로 다시 팀 간 상호작용을 위한 정보 탐색(PIM)으로 전환하여 협업의 실행 가능성을 구체화하는 것으로 보인다. 한편, CG-CI 및 CII-CE 전환은 각각 3회로 나타났는데, 이는 문제 설정 단계(CG)에서 아이디어 제안 행동(CI)으로의 전환되는 과정을 나타내며, 협업 초기 단계에서 문제를 정의하고 이에 대한 해결 방안을 구체화하는 연결을 강조한다. 정보 탐색(CII)과 평가(CE) 간 전환은 수집된 정보를 실행 가능성과 적합성 측면에서 검토하고 결정하는 필수적 인지적 과정임을 나타낸다. 그러나 이 두 전환은 협업 과정에서 필연적으로 연결되어야 할 단계임에도 불구하고, Zoom 기반 환경에서는 이들 간의 직접적 연결이 보이지 않았다. Zoom 기반 협업은 주로 언어적 및 정보 기반 소통에 의존하기 때문에 복잡한 아이디어를 비선형적으로 조직하거나 통합하는 데 한



<Fig. 4> Transition analysis of the VRE-based problem-solving activities in design collaboration

계가 있을 수 있다(Kordova & Hirschprung, 2023). 특히, Zoom은 시각적 대시보드나 아이디어 맵핑과 같은 기능이 부족하여, 별도의 툴 통합 없이 정보가 구조화되지 않은 상태로 논의될 가능성이 크다. 이로 인해 CIM을 통한 아이디어 관리 및 분석 단계가 협업 과정에서 배제되거나 약화될 수 있으며, 결과적으로 CIM(idea management for analysis)와 같은 단계에서 아이디어의 구조화 및 실행 준비 간의 연결을 충분히 지원하지 못함으로써 협업 과정의 효율성 저하를 초래할 수 있음을 시사한다.

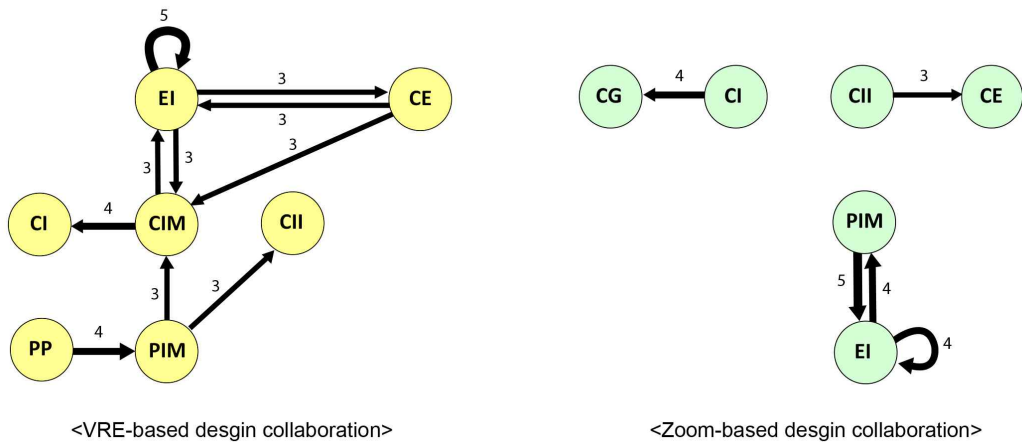
### V. Discussion

본 연구는 Zoom 기반 협업 환경과 비교하여 가상 현실 환경(VRE) 기반 패션디자인 협업에서의 팀원들의 인지적 특성과 전환 흐름을 체계적으로 비교, 분석함으로써, VRE 환경이 협업 참여자들의 팀 멘탈 모델 형성에 미치는 주요 인지적 특성을 탐색하였다. 연구 결과를 바탕으로, VRE 환경이 패션디자인 협업의 문제 해결 과정에서 팀 멘탈 모델 형성에 미치는 영향을 다음과 같이 정리할 수 있었다. 디자인 태스크 마무리 후 진행한 참여자의 심층 인터뷰 데이터는 연구 결과에 대한 경험적 인사이트를 제공하며, 두 협업 환경 특성 차이를 보다 구체적으로 논의하는 데 도움을 주었다. <Fig. 5>는 이러한 VRE 기반 패션디자인 협업

의 문제 해결과정에서 도출된 인지적 특성과 전환 특성을 Zoom 환경 기반 협업 구조와 비교하여 시각적으로 도식화한 다이어그램으로, 두 환경의 협업 프로세스 및 인지적 행동 패턴의 차이를 명확히 보여준다.

#### 1. Distinctiveness of environmental interaction

VRE 환경은 EI-EI(환경적 상호작용 간의 반복) 전환의 높은 빈도를 통해, 팀원들이 가상 공간에서 환경적 자극을 지속적으로 탐색하고 이를 협업적 문제 해결 과정에 통합하는 모습을 반영하였다. 이는 VRE가 제공하는 몰입적 공간적 상호작용이 참여자들의 자기 피드백과 반복적 탐구를 강화하여, 창의적 문제 해결 과정에서 다차원적 사고를 유도했음을 시사한다. 심층 인터뷰에서 디자이너로 협업한 참여자 P1은 VRE 경험에 대해 “VRE에서 디자인을 구체화할 때, 팀원들과 함께 3D 모델을 수정하면서 보고 싶은 내용을 바로 시작화할 수 있었다. 특히, 제 아이디어에 대한 피드백을 실시간을 제공할 수 있어서 디자인을 빠르게 조정할 수 있었다.”라고 언급하였다. 이는 가상현실 협업 환경을 중심으로 한 EI-EI 전환의 자기 반응적 탐색과 협업 환경과의 반복적인 상호작용을 활용한 CIM-EI-CIM 전환의 피드백 루프 형성으로 팀원들이 가상 환경 속에서 환경적 요소와 기능을 탐색하고 이를 조정하면서 디자인 문제를 탐색하고 적용하며 해결 방안을 구체화하는 데 핵심적인 역할을 했다. 이



<Fig. 5> Comparison of prominent cognitive transitions in the VRE-based and Zoom-based problem-solving activities in design collaboration

러한 반복적이고 주도적인 상호작용은 VRE 환경의 몰입적 특성이 협업 참여자들에게 창의적 자극을 제공하며, 팀의 공동 목표에 부합하는 협력적 의사결정을 강화했음을 보여준다.

이와는 대조적으로 Zoom 환경에서는 PIM-EI(팀 관련 정보 분석-환경 상호작용) 전환이 두드러졌다. 이는 Zoom이 팀원 간 정보 재조정에는 유용하지만, VRE에서처럼 창의적 문제 탐색과 다차원적 환경 자극에는 한계가 있다는 점을 시사한다. 마케터 참여자 P2는 Zoom 협업에 대해 “Zoom에서는 주로 디자이너가 제안한 아이디어를 검토하거나, 우리가 시장 요구를 기반으로 한 정보를 전달하는 데 집중했다. 하지만 환경 자체가 발표 자료나 공유된 화면을 중심으로 해 패션디자인의 요소를 어떻게 적용할지에 대한 논의에는 한계가 있었다.”라고 언급하였다. 따라서, Zoom 환경은 문제 정의에서 아이디어 제안에 이르는 선형적 문제 해결 과정을 지원하는 데는 유리하지만, 환경적 상호작용을 통한 창의적 디자인 문제 탐색 및 사고에는 한계가 있음을 알 수 있었다.

## 2. Effectiveness of information integration and transformation

VRE 환경은 CIM-CI(디자인 아이디어 관리에서 아이디어 제안으로의 전환) 및 PP-PIM(팀워크 기획에서 정보 탐색으로의 전환)의 높은 빈도를 보이며, 협업 팀이 정보 통합과 실행 가능성 평가를 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하였다. 이는 팀원들이 주어진 가상 환경에서 다양한 데이터를 통합하고, 이를 실행 가능한 아이디어로 전환하는 과정을 효과적으로 촉진했음을 의미한다. 생산 전문가로 참여한 P3는 “디자인이 공유된 공간에서 즉각 시각화되다 보니, 우리가 제안한 소재나 제작 방식이 어떻게 구현될지를 더 구체적으로 논의할 수 있었다.”고 언급하였다. 이러한 접근 방식은 창의적 아이디어를 구체화하고 실행으로 연결하는 데 중요한 역할을 하였다. 반면, Zoom 환경에서는 CG-CI(문제 설정에서 아이디어 제안으로의 전환)와 CII-CE(디자인 정보 탐색에서 평가로의 전환) 간 연결이 약화되었다. 이는 협업 팀이 아이디어 생성 및 평가 단계에서의 정보 흐름이 제한되었음을 나타내며, 구조적 피드백 루프가 형성되지 못한 것으로 보인다. 디자이너 P1은 “Zoom에서 제안된 아이디

어를 빠르게 평가하기가 어려웠다. 팀원들이 무엇을 생각하는지 각자 표현하기 어렵고, 특히 의상의 구조에 대한 생각을 충분히 공유하지 못하는 경우도 있었다.”고 언급하였다. 이는 Zoom 환경의 협업 참여자들은 정보를 통합하고 실행 가능성을 평가하는 과정에서 어려움을 설명한다. 따라서, Zoom의 도구적 한계와 시각적 피드백 부족으로 인한 협업 효율성 저하로 이어졌음을 시사한다.

## 3. Formation of cognitive feedback loops

VRE 환경은 EI-CIM, CIM-EI 전환을 통해 다방향적 피드백 루프를 형성하였으며, 이는 환경과의 지속적인 상호작용과 정보 분석을 통해 문제 해결 과정에서 필요한 지속적인 정보 재조정과 적응을 가능하게 했다. 이러한 피드백 루프는 팀원들로 하여금 환경과의 상호작용을 중심으로 다양한 인지적 활동을 교차적으로 활용하도록 하며, 창의적 사고와 직관적 문제 접근을 촉진하였다. 디자이너 P1은 이러한 특징에 대해 “가상현실 환경에서 우리가 얻은 시각적인 피드백은 드레스 컨셉을 구체화하는데 도움이 많이 되었다. 팀원들과 의견을 조율하는 데 굉장히 유용했다.”라고 언급하였다. 이는 VRE가 공간적 상호작용을 기반으로 직관적이고 다각적 문제 접근을 통한 정보 탐색과 통합을 자유롭게 연결하여 전통적 협업 환경과는 차별화된 문제 해결의 유동성을 강화했음을 보여준다 (McMahan et al., 2012). 반면, Zoom 환경에서는 이러한 다방향적 피드백 루프가 부재하거나 제한적인 양상을 보였다. 이는 환경적 자극과 상호작용의 제한성, 도구의 기능적 한계로 인해 인지적 행동이 선형적으로 진행되었음을 시사한다. 결과적으로 Zoom 환경은 정보 탐색과 실행 간의 상호 연결성을 약화시키며, 팀원들이 복잡한 문제 해결에서 요구되는 유연한 사고를 적용하기 어려운 조건을 제공하였다.

## 4. Formation of team mental models and limitation

VRE 환경은 시각적, 공간적 상호작용을 통해 팀 멘탈 모델 형성을 강화하는 데 유리한 환경을 제공하였다. 팀원들은 환경적 자극과 협력적 상호작용을 통해 문제 해결 전략을 공유하고 조정하였으며, 이는 팀의 협업 효율성을 높이는 데 기여하였다. 디자이너 P1은 “가상현실 환경에서는 팀원들이 어떤 방향으로 의

상을 디자인하고 있는지 쉽게 이해했고, 이를 바탕으로 나는 디자인에 대한 더 나은 피드백을 빠르게 줄 수 있었다.”라고 언급했고, 생산자 P3 또한 “디자인 아이디어를 구체화할 때 디자이너와 가상 공간에서 같이 스케치를 보면서 협업하는게 훨씬 편했다.”라고 언급했다. 반면, Zoom 환경에서는 팀 간의 상호작용이 주로 언어적 교환에 의존하였으며, CII-CE와 CG-CI 간의 연결 부재는 아이디어 평가와 실행 준비 간의 비효율성을 초래하였다. 이는 팀원들이 문제 해결에 필요한 정보를 통합하고 다양한 인지적 입력을 통해 개념적 인지 활동으로 전환하는 과정에 있어서 협업 환경이 제공하는 정보가 문제 해결의 필수적 자원으로 기능하지 못하며, 이를 통해 팀원들이 다양한 정보를 통합하고 구체적인 해결 방안을 마련하지는 않는다는 특징이 있음을 나타낸다.

본 논의는 각 협업 환경의 특성을 질적 인터뷰 데이터와 통합하여 구체적으로 VRE 기반 패션디자인 협업의 인지적 특성을 조명하였다. VRE의 몰입적 환경을 통해 다양한 정보 통합, 피드백 루프 형성, 창의적 문제 해결을 지원하며, 이는 팀 멘탈 모델 형성을 촉진하는 데 강점을 보였다. 이는 팀원들 간의 원활한 정보 교환과 반응적 상호작용이 문제 해결을 위한 실행을 유도하는 데 기여함을 시사한다. 따라서, 이러한 연구 결과를 통해 각 협업 환경이 제공하는 기능적 특성과 제약을 기반으로 협업 도구의 적절한 활용과 프로세스 설계가 필요함을 알 수 있었다. 본 연구는 패션디자인 협업의 문제 해결 과정에서 VRE 환경의 사용이 팀 멘탈 모델 형성 및 인지적 행동에 미치는 영향을 분석함으로써, 협업 환경 설계 및 도구 활용 전략에 실질적인 통찰을 제공한다. 특히 본 연구는 VRE 기반 협업이 창의적 문제 해결 및 비선형적 사고를 촉진하는 데 유리한 환경임을 입증함으로써, 향후 패션디자인뿐만 아니라 다양한 창의적 산업에서의 디지털 협업 환경 설계에 기여할 수 있다. 또한, VRE와 함께 기존의 온라인 협업 환경으로서 활용되고 있는 Zoom 환경에서의 협업 특성을 비교함으로써, 각 환경에 적합한 교육 및 협업 훈련 프로그램 개발에 기초 자료를 제공할 것이다. 이는 협업 참여자들의 인지적 행동을 효과적으로 강화할 수 있는 전략을 설계하는 데 활용될 수 있다.

## VI. Conclusion

본 연구는 가상현실 환경(VRE)과 Zoom 기반 협업 환경에서의 패션디자인 협업 과정을 비교, 분석하여, 각 환경이 협업팀의 팀 멘탈 모델 형성과 인지적 행동에 미치는 영향을 심층적으로 탐구하였다. 연구 결과, VRE 환경은 몰입적 상호작용을 통해 팀원들의 창의적 문제 해결을 강화하고, 다차원적 피드백 루프를 형성하며, 협업 참여자 간의 정보 통합 및 실행 가능성 평가를 효과적으로 지원하는 특징을 보였다. 반면, 이와 대조적으로 Zoom 환경을 활용한 기존의 협업 방식은 언어적 상호작용에 의존하여, 문제 설정에서 아이디어 제안 및 평가로의 전환 효율성이 제한된 것으로 나타났다. 이러한 차별적 결과는 협업 환경의 설계와 도구적 특성이 협업 과정에 어떻게 영향을 미치는지를 이해하는 데 중요한 통찰을 제공한다.

이러한 연구 결과에도 불구하고, 본 연구는 Spatial.io를 활용한 협업 사례를 중심으로, 기존 협업 방식과 VRE 기반 디자인 협업의 특성을 심층적인 비교, 분석하는 사례 연구로 진행되었다. 이러한 접근은 특정 맥락에서의 인지적 및 협업적 과정을 깊이 이해하는 데 유용하였으나(Yin, 2014), 연구 설계 상 사례의 수와 연구 대상자 규모가 제한적이었기 때문에 연구 결과의 일반화에는 한계가 존재한다. 이를 보완하기 위해, 추후 연구에서는 연구 대상자 수를 확대하여 분석의 외연을 확장할 계획이다. 특히, 질적 연구의 심층적 통찰을 유지하면서도 설문조사나 양적 분석을 병행하여, 본 연구 결과의 신뢰성과 설득력을 더욱 강화하고 일반화 가능성을 높이고자 한다. 본 연구에서 사용된 VRE와 Zoom 환경은 각각의 설계와 기능적 특성에 따라 분석되었으며, 다양한 협업 도구와 상황에 적용될 수 있는 결과를 도출하기 위해서는 후속 연구가 필요하다. 또한, 본 연구는 협업 참여자들의 행동 데이터를 중심으로 분석을 수행하였으나, 참여자의 심리적 요인, 기술적 숙련도, 그리고 환경적 제약이 협업 과정에 미치는 영향을 구체적으로 고려하지 못하였다. 이는 팀 멘탈 모델 형성에 영향을 미치는 외부적 요인을 보다 폭넓게 탐구하는 데 한계를 보이므로, 추가적인 팀 멘탈 모델 측정의 방법론을 활용하는 추가적 연구를 통해 더욱 다양한 요인에 대한 통합적인 결과 도출을 기대할 수 있을 것이다.



본 연구 결과는 이러한 연구는 패션디자인 협업뿐만 아니라 다양한 다학제적 협업 환경에서 협업 도구의 활용과 협업 방식 설계에 대한 이해를 심화시키는 유용한 통찰을 제공할 것이다. 특히, 가상 현실과 같은 몰입형 첨단 기술 환경의 효과를 탐구하는 후속 연구를 위한 이론적 토대를 제공하는 데 기여할 것이다.

## References

- Ahn, S., & Ryou, E. (2024). The impact of consumer smartness and the perceived intellectual capital of fashion firm on value co-creation behavior intention in virtual worlds. *The Research Journal of the Costume Culture*, 32(2), 148-163. doi:10.29049/rjcc.2024.32.2.148
- Akram, S. V., Malik, P. K., Singh, R., Gehlot, A., Juyal, A., Ghafoor, K. Z., & Shrestha, S. (2022). Implementation of digitalized technologies for fashion industry 4.0: Opportunities and challenges. *Scientifit Programming*, 2022, 7523246. doi:10.1155/2022/7523246
- Badke-Schaub, P., Neumann, A., Lauche, K., & Mohammed, S. (2007). Mental models in design teams: A valid approach to performance in design collaboration? *CoDesign*, 3(1), 5-20. doi:10.1080/15710880601170768
- Casanueva, J. S., & Blake, E. (2001, September). *The effects of avatars on co-presence in a collaborative virtual environment*. In Proceedings of the Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, Pretoria, South Africa.
- Chang, Y.-S., Kao, J.-Y., & Wang, Y.-Y. (2022). Influences of virtual reality on design creativity and design thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 46, 101127. doi:10.1016/j.tsc.2022.101127
- Doroudian, S., & Wartell, Z. (2024). Collaboration in immersive environments: Challenges and solutions. arXiv, abs/2311.00689.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (Rev. ed.). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Fröst, P., & Warren, P. (2000, July). *Virtual reality used in a collaborative architectural design process*. An International Conference of Computer Visualization and Graphics, London.
- Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence Teleoperators & Virtual Environments*, 1(2), 262-271. doi:10.1162/pres.1992.1.2.262
- Kelion, L. (2020, December 2). NHS Covid-19 and Zoom top Apple's iPhone 2020 app charts. *BBC*. Retrieved November 27, 2024, from <https://www.bbc.com/news/technology-55159944>
- Kordova, S., & Hirschprung, R. S. (2023). Effectiveness of the forced usage of alternative digital platforms during the COVID-19 pandemic in project communication management. *Heliyon*, 9(11), e21812. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e21812
- Kruger, C., & Cross, N. (2001). Modeling cognitive strategies in creative design. In J. S. Gero & M. L. Maher (Eds.), *Computational and cognitive models of creative design V* (pp. 1-25). Sydney: University of Sydney Press.
- Lee, J. H., Yang, E., & Sun, Z. Y. (2021). Using an immersive virtual reality design tool to support cognitive action and creativity: Educational insights from fashion designers. *The Design Journal*, 24(4), 503-524. doi:10.1080/14606925.2021.1912902
- Licheva, Z. (2016). *Interdisciplinary collaboration in the creative industries*. Unpublished master's thesis. Erasmus University, Rotterdam, Nederland.
- Lim, H. (2024). A study on the perception of the metaverse and luxury fashion brands. *The Research Journal of the Costume Culture*, 32(2), 125-147. doi:10.29049/rjcc.2024.32.2.125
- McMahan, R. P., Bowman, D. A., Zielinski, D. J., & Brady, R. B. (2012). Evaluating display fidelity and interaction fidelity in a virtual reality game. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(4), 626-633. doi:10.1109/TVCG.20

12.43

- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *E77-D(12)*, 1321-1329.
- Paramasivam, I. (2023, March 10). Fashioning the future: Decentraland, Spatial.io and OVER come together for Metaverse Fashion Week 2023. *VOGUE Singapore*. Retrieved November 26, 2024, from <https://vogue.sg/decentraland-spatial-io-metaverse-fashion-week-2023/>
- Poole, M. S., & Roth, J. (1989). Decision development in small groups IV A typology of group decision paths. *Human Communication Research*, *15(3)*, 323-356. doi:10.1111/j.1468-2958.1989.tb0188.x
- Schuemie, M. J., Van Der Straaten, P., Krijn, M., & Van Der Mast, C. A. (2001). Research on presence in virtual reality: A survey. *Cyberpsychology & Behavior*, *4(2)*, 183-201. doi:10.1089/109493101300117884
- Seybold, C., & Mantwill, F. (2021). 3D sketches in virtual reality and their effect on development times. *Proceedings of the Design Society*, *1*, 1-10. doi:10.1017/pds.2021.1
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design* (2nd ed.). Amsterdam: Elsevier. doi:10.1016/C2013-0-18583-2
- Sonnenburg, S. (2004). Creativity in communciation: A theoretical framework for collabrative product creation. *Creativity and Innovation Management*, *13(4)*, 254-262. doi:10.1111/j.0963-1690.2004.00314.x
- Sopher, H., & Dorta, T. (2022). Using social VR system in multidisciplinary codesign. *Co-creating the Future: Inclusion in and through Design*, *1*, 547-556. doi:10.52842/conf.ecaade.2022.1.547
- Stempfle, J., & Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams: An analysis of team communication. *Design Studies*, *23(5)*, 473-496. doi:10.1016/S0142-694X(02)00004-2
- Vosinakis, S., Koutsabasis, P., Stavrakis, M., Viorres, N., & Darzentas, J. (2008). Virtual environments for collaborative design: Requirements and guidelines from a social action perspective. *CoDesign*, *4(3)*, 133-150. doi:10.1080/15710880802250112
- Yang, E. K., & Lee, J. H. (2020). Cognitive impact of virtual reality sketching on designers' concept generation. *Digital Creativity*, *31(2)*, 82-97. doi:10.1080/14626268.2020.1726964
- Yin, R. K. (2014). Case study research design and methods (5<sup>th</sup> ed.). *Canadian Journal of Program Evaluation*, *30(1)*, 108-110. doi:10.3138/cjpe.30.1.108