



가상현실 환경 기반 패션디자인 협업

- 패션쇼를 위한 디자인 리뷰 사례 연구를 중심으로 -

윤 상 하 · 최 태 순 · 양 은 경⁺

연세대학교 생활디자인대학원 석사과정 · 연세대학교 생활디자인대학원 박사과정 ·
연세대학교 생활디자인학과, 인간생애와혁신적디자인 융합전공 조교수⁺

Fashion Design Collaboration using Virtual Reality Environments

- A Case Study of Design Review Process for a Fashion Show -

Sang Ha, Yun · Tae Soon, Choi · Eun Kyoung, Yang⁺

Master's Course, Graduate School of Human Environment & Design, Yonsei University

PhD Course, Graduate School of Human Environment & Design, Yonsei University

Assistant Professor, Dept. of Human Environment & Design, Yonsei University⁺

(received date: 2022. 10. 31, revised date: 2022. 12. 7, accepted date: 2022. 12. 18)

ABSTRACT

This study explored the possibility of collaboration using virtual reality (VR) technology in the fashion design field and establish a theoretical basis for its use. Thus, we conducted a case study dealing with a VR-based collaborative environment in the design review process was conducted as compared to the traditional design review process. We limited the case of using the Spatial app, an immersive VR-based collaboration environment tool that provides a human-like avatar, a 3D virtual interface, and various tool functions for design collaboration in the design review process. The case study focused on how fashion designers and stylists jointly review the S/S collection costumes of men's clothing brands and line up to a given fashion show theme with model images. The specific analysis methods and research results accordingly are as follows. First, we presented stepwise activities of analysis - synthesis - evaluation were shown in the VR-based review process to investigate the differences between review stage activities. We found most activities remained in the analysis stage in the traditional review process. Second, as a result of examining participants' collaborative communication patterns between the two review processes, the VR-based review process led to an analysis - synthesis based on repetitive analysis activities between participants. In contrast, the traditional review process accompanied repetitive analysis activities; however, synthesis activities did not lead to the evaluation stage. Third, as a result of observational analysis, the VR environment-based fashion review process increased the efficiency of idea decisions by rearranging shared images according to opinions presented between participants and adjusted in real-time. Based on the findings of this study, future research could explore the effect of team characteristics on the VR-based design collaboration process and collaborative process outcomes.

Key words: design review(디자인 리뷰), fashion design collaboration(패션디자인 협업),
fashion show(패션쇼), virtual reality environment(가상현실 환경)

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

패션디자인 분야에서 협업 프로세스는 디자인, 제조, 판매, 소비자와의 커뮤니케이션 전 단계에 걸쳐 일어나는 추세이다. 전통적인 패션디자인에서의 협업은 제품의 판매 증진을 위한 마케팅의 전략적 차원에서 전개되어 왔으나, 최근에는 제품을 기획, 테스트, 개발하는 디자인 단계에서도 혁신적 제품 개발과 서비스 경험의 재설계를 위해 활용되고 있다. 특히, 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨팅 및 네트워크 기술 등 첨단 디지털 기술의 급속한 발전에 따라 디자인 분야의 협업에 있어 디지털 기술의 활용 가능성이 증가하고 있다. 특히, 인간-컴퓨터 상호작용(HCI) 기술과 삼차원 입체 비전(3D stereoscopic) 기술의 발전을 통해, 가상현실 (Virtual Reality, VR) 환경에서 인간-인간 또는 인간-컴퓨터가 상호작용하고 협업을 위한 물리적 세계를 재현함으로써 원거리 협업 환경의 변화가 일어나고 있다(Derrick, Schuetzler, & Grimes, 2019).

COVID-19 팬데믹의 확산과 함께 비접촉 원거리 협업의 필요성이 증가하고 있는 시점에서, 패션디자인 분야에서도 다수의 이해관계자 간 디자인에 대한 의견 수렴이 필요한 리뷰과정에 있어서 이러한 가상현실 기술 매개 원거리 협업은 변화하는 환경에 대응하는 새로운 협업 방식의 대안이 될 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 패션디자인 분야에서의 가상현실 기술 매개 디자인 협업의 가능성을 탐색하기 위해, 몰입형 가상현실 환경을 기반으로 한 디자인 리뷰 사례를 조사하였다. 본 연구에서는, 특히, 패션디자인의 주요한 활동 중 하나인 패션컬렉션 기획을 위한 의상 스타일 및 모델 라인업을 위한 디자인 리뷰 단계에서 몰입형 가상현실 환경을 활용하는 사례를 조사하고, 사용자의 인지적 관점에서 그 차별적 특성을 규명하고자 한다. 연구 방법으로, 첫째, 선행 연구의 문헌 고찰을 통해 디자인 협업과 디자인 리뷰 프로세스

및 가상현실 환경 기반 협업에 대한 이론적 개념 및 특성을 살펴보고, 둘째, 패션디자인의 커뮤니케이션 단계 중 하나인 패션쇼의 라인업 기획 과정에서 VR을 활용한 디자인 리뷰 프로세스 사례를 탐색하고 그 특성을 조사하였다. 연구 분석은 Lawson(2006)의 디자인 프로세스 모델에 기반하여, 조사된 패션쇼의 디자인 리뷰 프로세스의 단계별 활동의 진행 양상을 살펴보고, 협업 참여자 간의 커뮤니케이션 특성을 조사하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 첨단 디지털 기술 기반 패션디자인 협업의 가능성을 탐구하고 이에 대한 이론적 기초를 확립하는 것을 목적으로, 현재 삼차원 입체 시각화 기술 중 가장 발달한 형태 중 하나인 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술을 활용한 패션디자인 리뷰 프로세스 사례를 조사하였다. 연구의 범주를 몰입형 VR 기반 협업 환경의 대표적인 툴로 Spatial 앱의 활용 사례로 한정하였고, 패션디자인의 다양한 활동 단계 중 패션 컬렉션의 라인업(lineup)을 위한 디자인 리뷰 과정에 초점을 맞추었다. 경험적 사례 연구 방법으로, 남성복 컬렉션의 패션쇼 라인업을 위한 전통적 디자인 리뷰 프로세스와 비교하여 VR 환경 기반 디자인 리뷰 프로세스 수행 사례를 관찰하고, 그 차이를 사용자의 인지적 관점에서 비교하였다. 사례 조사는 전문 패션디자이너와 스타일리스트로 구성된 협업 그룹을 대상으로 디자이너 브랜드의 남성복 S/S 컬렉션 의상을 주어진 패션쇼 테마에 맞게 라인업하는 태스크를 수행하게 하고, 협업적 리뷰 프로세스를 관찰하였다. 사례 분석을 위해, Lawson(2006)이 제시한 리뷰 프로세스 이론 모델을 근거로, 두 사례에 나타나는 디자인 리뷰 프로세스의 단계별 활동의 특성과 협업의 커뮤니케이션 활동의 차이를 비교, 분석하였다.

II. 이론적 배경

1. 디자인 협업

디자인 분야에서 협업의 개념은 새롭고 혁신적인 제품을 디자인하기 위해 둘 이상의 이해 집단이 만드는 실질적인 협력 노력 또는 동시적인 공동 디자인 과정으로 정의된다(Bertelsen & Bødker, 2003). 디자인 협업은 협업의 대상에 따라 디자이너와 디자이너, 디자이너와 타 분야 전문가, 그리고 디자인과 사용자 간 협업으로 구분할 수 있고, 다양한 관점을 가진 사람들이 각자의 지식, 개념 및 아이디어를 공유하여 공동의 디자인 문제를 해결하는 것을 목표로 한다. 이전 연구는 협업이 디자이너 혼자 담당하는 디자인 프로세스보다 결과적으로 더 많은 창의성에 도달할 수 있다고 강조하였다(Afacan & Demirkan, 2011; Beak & Ha, 2018). 디자이너를 중심으로 한 디자인 단계의 협업 활동은 디자이너 중심의 디자인 콘셉트와 조형에 대한 스케치 활동, 프로토타입핑 및 디자인 의사 결정 등 제품의 콘셉트 창작 과정에 참여하는 이해 관계자 간 의견 교환을 위한 협력적 활동으로 간주한다. 이는 디자이너를 중심으로 공동의 디자인 목표를 추구하는 팀원들과의 커뮤니케이션 및 팀 활동에 대해 추론할 수 있는 상호 인식을 만들어내는 과정으로, 공유 멘탈 모델(Shared Mental Model)의 관점에서 협업의 커뮤니케이션은 정보를 전달하는 사람들 간의 의견 수렴 달성을 목표로 한다. 공유 멘탈 모델은 개인의 멘탈 모델(Individual Mental Model)의 개념을 팀 맥락으로 확장하는 인지 구조 모델로, 협업에서는 팀 멘탈모델(Team Mental Model)로 정의되며, 크게 업무 관련 지식과 팀 관련 지식의 두 콘텐츠 영역에서 연구되고 있다(Cannon-Bowers, Salas, & Converse, 1993; Espinosa & Carley, 2001). 본 연구에서는 업무 관련 지식을 디자인 리뷰 프로세스에서 업무에 관한 멘탈 모델이 개발되는 과정으로 다루며, 팀 관련 지식의 영역에서 디자인 리뷰 과

정에서의 팀원 간 커뮤니케이션 특성을 살펴보고자 한다.

패션디자인 협업은 디자인, 생산, 판매, 홍보 및 소비자 커뮤니케이션의 패션산업 프로세스 전 단계에서 일어나고 있다(Yang & Lee, 2021). 패션에서의 협업 활동은 주로 브랜드와 브랜드 또는 브랜드와 패션 외 분야 간에 이루어지며, 협업을 통해 브랜드 고유의 제품 콘셉트 영역을 확장하는 측면에 집중하는 경향을 나타낸다(Lee & Kang, 2017). 이는 단순히 판매 증진을 위한 새로운 마케팅의 전략적 차원이 아니라 다변화되는 산업 구조 안에서 디자인 혁신(Design Innovation)을 달성하기 위해 협업, 공동 창조 또는 공동 설계의 문제 해결 기술과 방법을 적용하여 활용될 수 있다(Peschl, 2019). 더욱이, 패션디자인 과정은 디자인에서 소비자 커뮤니케이션에 이르기까지 디자이너의 창의성과 직관에 기초한 문제 해결의 사고 과정(Roger, 2017)으로, 디자이너의 사고 과정과 상상의 힘을 결합하고 외부화(externalization)하는 데 필요한 시각적 기술이 매우 중요한 역할을 한다(Vincent, Makinde, Salako, & Oluwafemi, 2018). 패션디자인 협업 활동 중 다수의 이해관계자 간의 의견 수렴을 통한 의사 결정이 필요한 디자인 리뷰 과정에서는 협업 시각화(Collaborative Visualization)를 통해 협업 내용을 보다 구체화해서 제시하고, 협업 환경에서 공통의 목표에 대한 시각적 표현의 공유 사용으로 광범위한 토론과 상세한 의사 결정에 이를 수 있다(Alsaman & Erhan, 2022). 따라서 본 연구는 첨단 디지털 기술을 중심으로 최근 급속도로 발전하는 협업의 시각화 도구가 디자인 협업의 과정에 가져올 변화를 탐색해보고자 한다.

2. 디자인 리뷰

디자인 리뷰(design review)는 이해 관계자가 모여 고안한 디자인 안을 디자인 단계 활동의 목적에 따라 검토하는 활동으로, 디자인 단계에서

다른 단계로 넘어가는 데 있어 중요한 통제 지점이라고 할 수 있으며, 이는 시제품 단계에서 커뮤니케이션에 이르기까지 최종 제품 및 관련 서비스의 질적 개선을 도모하는 목적을 가지고 있다(Huang, 2002). 종래의 디자인 리뷰는 계약을 근거로 디자인의 최종 단계를 검토하고 문제점을 예측하는 시스템 관리 측면이었다면, 최근에는 디자인 결과물과 디자인 조직 내의 정보를 횡적으로 연결하는 협업 활동으로서 정의된다. 즉, 디자인 리뷰는 기술 환경의 변화에 따라 관련 활동이 산업 프로세스 전반에 걸쳐 확장되고 있으며, 사물 중심에서 사람 중심으로 전환되고 있다. 디자인 리뷰 프로세스는 각 디자인 분야의 특성에 따라 차이가 있다. 예를 들어, 건축 디자인에서는 프로젝트의 이해당사자 간 동시적 디자인 활동이(concurrent design activities) 일련의 디자인 리뷰 회의를 통해 검토, 승인되며 디자인을 평가한다(Bassanino, Fernando, & Wu, 2014). 반면, 제품 디자인 분야에서의 디자인 리뷰는 제품 개발 프로세스 전반에 걸쳐 디자인 결과물의 비용, 품질 및 커뮤니케이션 측면에서 디자인 프로세스와 결과물을 평가하고 관여하는 데 초점을 맞춘다(Huang, 2002). Yan & Chang(2019)은 디자인 리뷰 과정을 설명-해석-분석-판단기준 종합-판단/평가의 단계로 설명하였고, Lawson(2006)은 디자인 리뷰와 연계된 세 가지 일련의 주요 활동을 문제와 해결책 사이에서 발생하는 분석-종합-평가 활동으로 정의하였다. 특히, Lawson(2006)의 디자인 리뷰 프로세스는 기존의 디자인 프로세스 모델의 분석-종합-평가의 순서화된 프로세스(Jones, 1963)에서 확장하여, 디자인 문제를 다루는 이해관계자들의 문제와 솔루션 간의 협상(negotiation) 활동으로서 미시적 수준까지 고려한 분석, 종합, 평가 활동의 반복적인 주기 생성을 강조한다. 이는 솔루션 스케치에서 잠재적 문제해결 방법 및 평가를 위한 프로토타입 개발에 이르기까지 다양한 규모에서 발생할 수 있다. 분석 활동은 주어진 디자인 작업

의 해석과 문제와의 관계를 식별하는 문제의 질서 및 구조화 작업(Healy & Cullen, 2022)이며, 종합 활동은 주어진 문제에 대응하는 솔루션을 생성하는 활동으로 브레인스토밍과 아이디어의 관리(management) 및 의사 결정을 위한 정보 지원을 포함한다. 마지막으로 평가는 확인된 목표에 대해 제안된 해결책의 잠재력을 식별하는 활동으로, 프로토타입핑, 서류 작성 및 테스트 등을 포함한다.

패션디자인은 타 디자인 분야와 다르게 제품 개발 주기가 짧고, 다수의 아이템을 빠른 속도로 생산하고 커뮤니케이션하기 위해 디자인 협업에서도 즉각적인 의사결정이 필요하다. Lee & Lee(2021)의 연구에 따르면, 패션디자인 씽킹 프로세스(fashion design thinking process)에 기반한 디자인 리뷰 단계는 크게 디자인 선정과 구체화 단계로 분류된다. 디자인 선정 단계는 다양한 제품을 한 가지의 콘셉트로 취합해야 하는 패션디자인의 업무 특성을 반영하여 확장된 아이디어의 정리 및 통합을 위한 디자인 수정, 폐기, 선택의 활동으로 정의되고, 구체화 단계는 디자인 기준의 확립과 컬렉션 콘셉트의 구체화 등의 검토 단계 활동으로 정의된다. 본 연구의 주요 범주로 다루고 있는 패션컬렉션 쇼의 라인업을 위한 스타일의 리뷰 과정은 패션 컬렉션 기획을 위한 주요 단계 활동 중 하나이다. 이 과정은 패션쇼의 주제에 맞는 작품 스타일과 작품 이미지에 어울리는 모델의 리스트를 작성하는 것에 초점을 맞춘다. 패션 디렉터, 디자이너, 스타일리스트 및 연출가 등의 이해관계자가 참석하여 그들 간의 상호적 리뷰 과정을 통해 의상과 모델이 어울리는지를 검토하고 최종적으로 패션 컬렉션에 사용될 의상과 모델 이미지 등을 차트화하여 리허설을 준비하게 된다(Lee, 2022). 이러한 디자인 리뷰 과정은 개념적 패션디자인 프로세스 모델에서 일반적으로 조사-상호작용-개발-평가의 단계적 활동으로 설명되고 있지만(Lee et al., 2021), 협업의 환경과 도구의 변화에 따라 이해관계자가 디자인 개념을 파악하고, 작업

의 방향 설정 및 영감 사이의 종합, 상호작용 및 평가 활동에서 차이가 있을 수 있다. 따라서, 협업 환경에 따라 디자인 리뷰 과정의 차이를 이해하기 위해서는 순서화된 엄격한 단계적 사고 활동으로 구조화하는 것에서 벗어나 보다 미시적 관점까지도 그 활동의 특성을 살펴볼 필요가 있다.

3. 가상현실 기반 협업 환경

본 연구에서 다루는 가상현실(VR) 기술은 몰입형 컴퓨팅 기술(Immersive Computing Technology)의 대표적인 예로서, 지속해서 성장하는 디지털 환경과 인간이 상호 작용하는 고유한 방법을 제공하며, 사람들이 현실을 재현 또는 초월한 세계를 몰입적으로 경험할 수 있게 해주는 기술 집합으로 설명되고 있다(Berg & Vance, 2017). VR 기술은 헤드 마운트 디스플레이(Head-mounted display)를 이용해 컴퓨터가 생성한 시뮬레이션(simulation) 환경을 통해 사용자에게 몰입적 상호작용형 경험을 제공한다(Kamińska et al., 2019). 최근 초고속 통신과 소형 모바일 컴퓨팅 플랫폼 기술의 발전은 초지연의 3차원 데이터 전송과 3차원의 대화형 디스플레이를 기반으로 인간-디지털 상호 작용에 대한 강한 수요를 일으키고 있다(Xiong, Hsiang, He, Zhan, & Wu, 2021). 본 연구에서 다루는 몰입형 VR 기반 환경의 주요 특성은 몰입감(immersion), 상호작용성(interaction), 상상(imagination)으로 정의되어 왔다(Lv, 2020). 몰입감은 VR 환경에서 사용자가 인식하는 현실감과 고도의 대화형 VR 시스템에 의해 생성된 감각적 경험을 제공하는 것이고, 상호작용성은 사용자가 VR에서 실시간으로 사물을 조작하고 피드백을 받을 수 있으며, 이를 이용하는 과정에서 사람과 직접 소통할 수 있다는 것을 의미한다. 즉, VR 환경은 인간과 가상 세계, 인간과 인간의 자연스러운 상호작용을 강조하는데, 이는 사용자의 오감 중 하나 이상을 충족시켜(Guttentag, 2010), VR 환경에의 몰입을 강화한다. 또한, 상상력은 VR 환경

이 실체가 아니라 디자이너의 상상력이나 객관적인 사물에 대한 가상화에 바탕을 둔다는 것을 뜻한다. 몰입형 VR 환경은 사용자가 가상 공간에서 실제와 같은 존재감을 감각적으로 느낄 수 있도록 돕는 높은 시각적 충실도를 제공하기 위해 고성능 프로세서, 소프트웨어, 그래픽 카드 및 모션 추적 시스템과 같은 많은 기술 자원을 필요로 한다(Costello, 1997).

최근 여러 연구는 패션디자인 산업의 다양한 단계별 프로세스에서 활용할 수 있는 몰입형 VR의 잠재력을 제시하고 있다(Park, Im, & Kim, 2018). 현재, 대부분의 연구는 디자인과 생산 단계에서 활용되는 CAD/CAM 프로세스 기반 가상 프로토타이핑(Virtual Prototyping, VP)에 초점을 맞추고 있다(Arrighi & Mougnot, 2019; Wang, 2002). 이와 같은 버추얼 생산(Virtual Production, VP) 기술은 VR 기술을 사용하여 제품 개발과 생산을 위한 가상의 모델링 시뮬레이션과 생산 프로세스를 제공하고, 지리적으로 떨어져 있는 팀 구성원 간의 제품의 생산, 설계, 기획을 강화하고, 오류의 신속한 감지 및 물리적 시행착오의 반복 횟수를 줄일 수 있게 한다. 현재, 패션디자인 산업에서는 VP 기반 디자인 협업이 온라인으로 확산되면서 디자이너들이 물리적 제약에서 벗어나 디자인 협업의 효율성을 향상하면서 새로운 방식의 의사결정 과정과 업무 프로세스를 경험하고 있다(Yang & Lee, 2021). 패션디자인 교육 분야에서도 혁신적 디자인 아이디어를 개발과 평가를 위해 VR을 활용한 협업적 디자인 교육 모델이 제시되었다(Lee et al., 2021). VR 기술은 개별적으로 존재하던 사용자 정보의 접근과 공유를 삼차원 공간과 아바타를 통해 용이하게 하고, 개인과 개인 간 협업에서 나아가 개인과 집단 간의 동시적, 다차원적 협업으로 협업적 업무의 유형을 다면화하는데 기여하고 있다. 특히, 이제까지 주로 오프라인에서 이루어지던 디자인의 리뷰 과정에도 협업의 새로운 변화를 주고 있다. 아직 패션디자인 과정

에 특화된 VR 툴은 미흡하지만, 현재 상용화된 VR 협업 툴 중에서 패션디자인의 의사 결정 과정에 필요한 도구를 강화한다면, 패션디자인 협업이 보다 발전된 온라인 환경으로 확장할 가능성을 제시할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 패션디자인에서의 VR 환경을 활용한 디자인 협업 과정의 특성을 탐색함으로써, VR과 같은 첨단 디지털 기술 환경을 활용한 패션디자인 협업 프로세스 개발에 필요한 새로운 이론적 통찰을 제공하고자 한다.

III. 사례 연구

본 사례 조사의 분석은 구체적으로 다음과 같이 3개의 경험적, 질적 분석 방법을 통해 진행되었다. 첫째, 동시적 언어 프로토콜(concurrent verbal protocol) 분석 방법을 기반으로, 디자인 리뷰 프로세스에 참여하는 협업 참가자들의 구두 데이터를 수집, 전사하고 (Van Gog, Paas, & Van Merriënboer, 2005), 디자인 리뷰 프로세스를 Lawson(2006)이 제안하는 디자인 리뷰 프로세스 모델의 분석-종합-평가의 세 가지 활동 단계로 분석한다. 둘째, 디자인 리뷰 프로세스 중 협업 참가자들 간의 커뮤니-

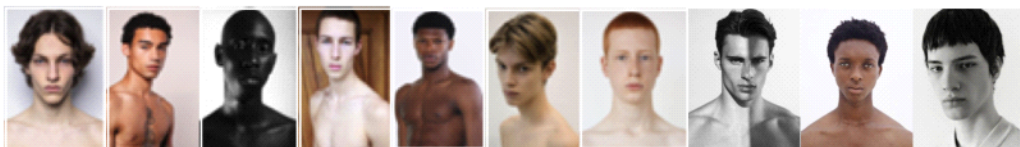
케이션 활동의 차이와 패턴을 조사한다. 셋째, 관찰 분석(observational analysis) 기법을 통해, 전통적 디자인 리뷰 프로세스와 비교하여 VR 환경 기반 디자인 리뷰 프로세스에서의 사용자 행동 특성 및 툴 환경의 차별점을 도출한다.

1. 사례 연구의 실험 설계

실험적 사례 조사의 참여자로 패션 디자인을 전공한 전문 패션 디자이너(P1)와 스타일리스트(P2) 각 1인으로 구성된 협업 그룹을 구성하고, 실험 자극물로 디자이너 브랜드의 남성복 S/S 컬렉션 의상 이미지와 패션쇼에 사용할 남성 모델 이미지를 제공하였다. 사례 조사의 실험 태스크로 주어진 의상 이미지와 모델 이미지를 탐색하여 제공된 패션쇼 테마에 맞게 라인업의 방향성을 설정하는 팀 협업을 수행하게 하였다. 실험의 환경은 전통적 협업 환경과 VR 환경 기반으로 구분하여, 전통적 환경에서는 디자인 사무실에 포스트잇, 펜, 종이, 라인업용 보드판이 제공되었고, VR 환경으로는 VR 전용 HMD 기기(2대)를 통해 Spatial 앱에 접속하여 가상 공간에서 사용할 수 있는 가상의 포스트잇, 펜, 메모장, 라인업용 보드판을 제공



<Fig. 1> Outfit Images Used in the Experiment
(Choi, 2021)



<Fig. 2> Model Images Used in the Experiment
(Models, n.d.)

하였다. <Fig. 1-2>는 실험에 사용된 자극물 중 컬렉션 의상 이미지와 모델 이미지를 보여준다.

본 사례조사에서 탐색한 라인업 태스크의 리뷰 과정은 협업 그룹의 참여자가 주어진 시간 안에 패션쇼 테마에 맞게 컬렉션 의상의 스타일과 모델 이미지를 선정하고 런웨이 순서를 정하는 프로세스를 다루며, 최종 협업의 결과물로 참여자들은 환경 별로 주어진 보드를 활용해 공동의 의사 결정을 통해 도출한 라인업 결과물의 리스트를 제시

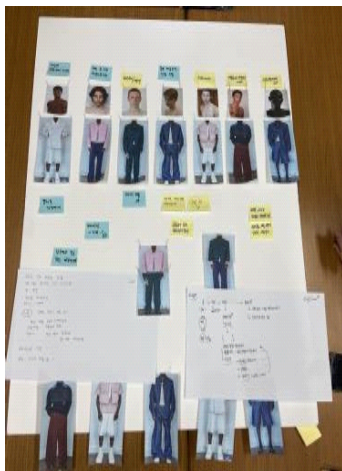
하였다. 패션쇼 테마로, 전통적 디자인 리뷰 프로세스에서는 '도시/비즈니스맨'이 제공되었고, VR 환경 기반 디자인 리뷰 프로세스는 '퇴근 후의 비즈니스맨의 삶' 테마가 제공되었다. <Fig. 3-4>는 각각 전통적 리뷰 프로세스 사례와 VR 기반 리뷰 프로세스 사례 수행의 장면과 <Fig. 5-6>은 각각 전통적 리뷰 프로세스와 VR 기반 리뷰 프로세스의 최종 결과물을 보여준다.



<Fig. 3> Experimental Scene of the Traditional Design Review Process
(Made by authors, 2022)



<Fig. 4> Experimental Scenes of the VR-based Design Review Process
(Made by authors, 2022)



<Fig. 5> Experimental Scene of the Traditional Design Review Process
(Made by authors, 2022)



<Fig. 6> Experimental Scene of the Traditional Design Review Process
(Made by authors, 2022)

2. 사례 조사의 분석 방법

실험 기반 사례 조사에서 수행된 태스크에서 협업 참여자들은 패션쇼 테마에 맞는 시즌을 고려하여 의상과 모델의 배치 및 배경 선택에 필요한 디자인 분석 활동과 라인업 결과를 종합하여 최종안을 선택 및 평가하였다. 이러한 디자인 리뷰 과정은 참여자 간 공동의 지식과 개념이 형성되는 과정과 아이디어를 공유해서 주어진 디자인 문제를 해결하고 결과적으로 창의적인 문제 해결안을 제시하는 일련의 디자인 사고 과정을 포함한다. 본 사례 조사에서는 이와 같은 리뷰 업무를 처리하는 데 있어 협업 환경별 참여자들의 사고 특성을 탐색하기 위해, 전통적 협업 환경과 VR 환경 기반 협업적 리뷰 프로세스의 활동 사례를 실험하고 그 과정을 녹화하였다. 사례의 분석은 Lawson (2006)이 제시한 리뷰 프로세스 이론 모델을 기반으로 참여자의 구두 데이터를 중심으로, 협업 환경별로 참여자 간 공동의 디자인 문제 해결 과정과 팀원 간의 커뮤니케이션 활동 특성을 비교, 분석하였다. <Table 1>은 리뷰 과정의 탐색을 위해 사용된 분석 틀을 보여주며, 분석 결과는 다음 절에서 보는 바와 같다.

1) 리뷰 프로세스 단계별 활동의 차이

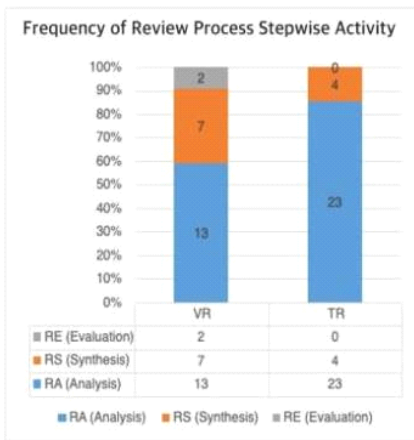
두 사례에 나타난 참여자 커뮤니케이션에 기반하여 분석한 디자인 리뷰 프로세스의 활동 양을 비교해보면, 우선, VR 기반 디자인 리뷰 프로세스는 총 62회, 전통적 리뷰 프로세스는 총 72회의 리뷰 활동 세그먼트를 포함했고, VR 기반 디자인 리뷰 과정에서는 활동 세그먼트가 총 22개의 활동

에피소드를 구성했고, 전통적 디자인 리뷰 과정은 27개의 에피소드를 구성하였다. Lawson(2006)의 디자인 리뷰 프로세스 모델에 근거하여 수집된 디자인 리뷰 프로세스의 에피소드를 분석, 종합, 평가 활동으로 분석한 결과, <Fig. 7>에서 보는 바와 같이, 전통적 리뷰 프로세스 대부분의 활동이 분석 단계(85%)에 머무는 것에 반해, VR 기반 디자인 리뷰 프로세스는 분석-종합-평가에 이르는 단계 활동과 활동의 반복적 주기가 나타났다. 특히, 전체 활동 중 분석(RA) 단계의 활동이 전체 에피소드(59%)를 차지했고, 이어서 종합(RS) 단계 활동과 평가(RE) 단계 순으로 나타났다. 반면, 전통적 리뷰 프로세스 대부분의 활동이 분석-종합 단계의 주기가 나타나지만, 평가 단계에 이어지는 않았다. <Fig. 8>에서 보는 바와 같이 전 디자인 협업 프로세스 중에 나타난 전통적 디자인 리뷰와 VR 환경 기반 디자인 리뷰의 단계 활동을 비교한 결과, 전통적 리뷰 과정에 비해 VR 환경 기반 디자인 리뷰 과정에서 더욱 역동적인 분석-종합-평가의 주기 생성이 나타나는 것을 알 수 있었다. 즉, VR 기반 리뷰 프로세스 활동 주기는 태스크 수행 초기 단계에 컬렉션 의상 디자인과 모델의 스타일 분석 및 패션쇼 라인업 순서를 정하기 위한 스타일 간의 연관성에 대한 반복적인 분석 활동을 나타냈다. 이와 더불어 주어진 태스크 주제에 따라 해석된 의상과 모델 스타일을 라인업 순서대로 배치하면서 팀원 간 아이디어를 제시하고 의견을 조정하는 종합 활동을 동반한다. 리뷰 프로세스 중, 후반에 이르러서는 의견 수렴을 위한 평가 활동으로 연결되는 것으로 나타났다. 실험 영상의 전사 데이터를 관찰함으로써 이러한 평

<Table 1> A Coding Scheme based on Lawson's (2006) Theoretical Model

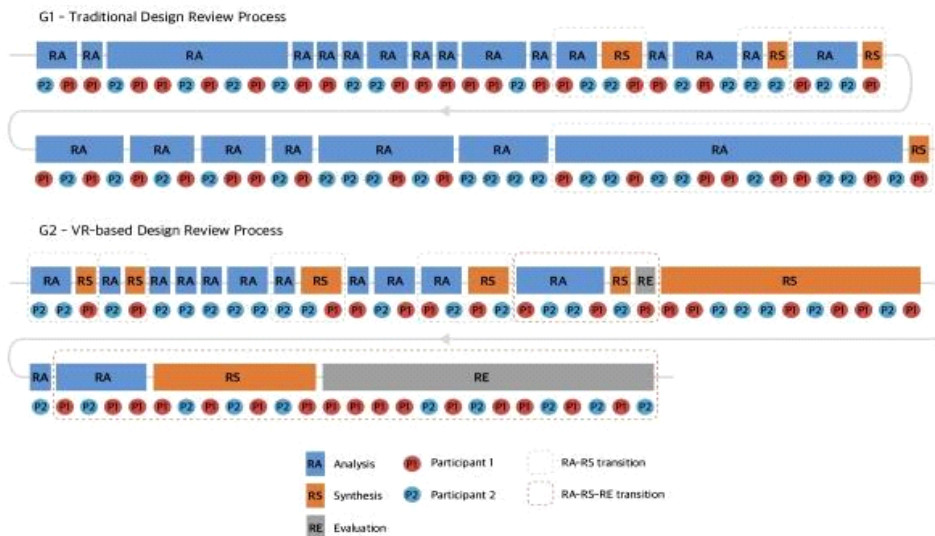
Design Review Process	Code	Description
Analysis	RA	Interpret and collaborate on issues / Describe issues
Synthesis	RS	Activities that occur between problems and solutions
Evaluation	RE	Activities on whether the design is designed for a given purpose

가 활동이 중간 평가와 최종 평가 활동으로 이루어졌음을 알 수 있었다. 중간 평가는 배치된 의상과 모델의 순서에 대해 팀원 간의 의견 합의 과정에 초점을 맞추었고, 최종 평가는 패션쇼 아이디어의 최종 평가와 의사 결정 및 라인업 리스트를 작성하면서 발견되는 문제를 감지하고 그것을 수정하는 활동으로 나타났다.

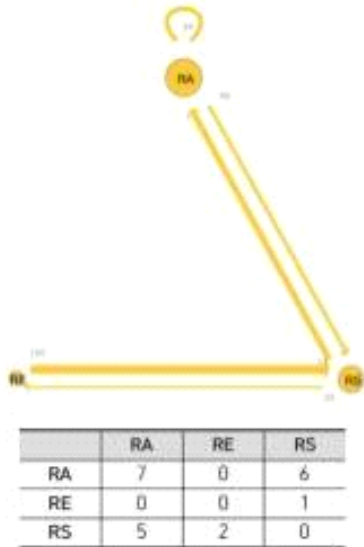


<Fig. 7> Frequency Differences of Stepwise Activities between the Two Review Processes (Drawn by authors, 2022)

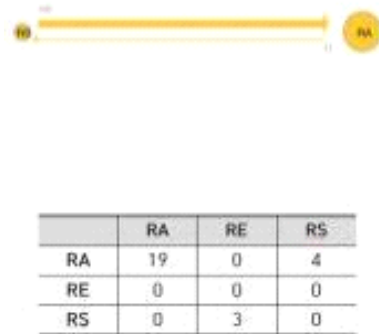
디자인 리뷰 프로세스 활동 단계 간의 전이(transition) 패턴을 살펴보았을 때, <Fig. 9>에서 보는 바와 같이, VR 기반 리뷰 프로세스의 경우는 분석 단계의 활동이 반복적인 분석의 활동으로 연결되거나 비슷한 빈도로 종합 활동으로 연결되는 모습이 나타났고, 분석-종합 활동 후 평가 활동이 나타나는 활동 패턴이 이루어졌다. 따라서, VR 기반 리뷰 프로세스의 단계별 활동에서 협업 참여자들은 다각적이고 반복적인 분석 활동에 기반한 분석-종합의 수렴 과정을 거쳐 평가에 이르는 균형 있는 디자인 리뷰 프로세스의 단계별 활동을 경험할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 반면, 전통적 리뷰 프로세스의 경우, 참여자들은 분석-종합 두 단계 사이에서 반복적인 패턴을 보이는 리뷰 활동을 경험할 수 있었다. 특히, 반 이상의 분석 활동이 반복적인 분석 활동을 동반하거나 종합 활동으로 연결되었다. 반면, <Fig. 10>에서 보는 것 같이 분석을 기반으로 한 의견 수렴의 과정이 평가 단계로 이어지는 전이 패턴 빈도는 VR 기반 리뷰 프로세스보다 빈도가 현저히 낮았고, 또한 다른 분석 활동으로 이어지는 활동 패턴을 보였다. 전사된 실험 데이터를 살펴본 결과, 전통



<Fig. 8> Stepwise Activities between the Two Review Processes (Drawn by authors, 2022)



<Fig. 9> Transitional Analysis of the Stepwise Activities of the VR-based Review Process
(Drawn by authors, 2022)



<Fig. 10> Transitional Analysis of the Stepwise Activities of the Traditional Review Process
(Drawn by authors, 2022)

적 리뷰 프로세스에서 나타나는 반복적 분석 활동은 종이와 포스트잇과 보드를 활용하여 의상 이미지와 모델 스타일과의 연관성을 찾기 위한 시도의 반복적 활동으로 나타났다. 종합 활동은 분석된 의상 디자인 스타일에 어울리는 모델의 순서를 보드에 배치해봄으로써 패션쇼의 방향성에 대한 의견 조정 및 합의의 과정으로 나타났다.

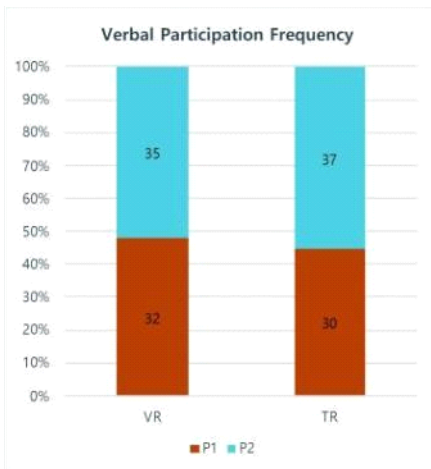
2) 참여자 간의 커뮤니케이션 활동의 차이와 패턴

이어서 디자인 리뷰 프로세스의 협업 참여자 간 커뮤니케이션 활동 특성을 분석하기 위해, 리뷰 프로세스의 에피소드를 구성하는 구두 데이터의 참여자 간 발화 빈도 및 발화 활동의 패턴 차이를 분석하였다. 그 결과, <Fig. 11>에서 보는 바와 같이, VR 기반 리뷰 프로세스에서의 협업 참여자 간 발화 빈도는 패션디자이너(P1)가 32개 활동 에피소드에 참여, 스타일리스트(P2)가 35개의 활동 에피소드에 참여한 것으로 나타났다. 전통적 디자인 리뷰 프로세스에서의 참여자 간 발화

빈도는 P1이 30개의 활동 에피소드에, P2와 37개의 활동 에피소드에 참여하는 것으로 나타나, 패션디자이너보다 스타일리스트가 좀 더 높은 발화 빈도를 보였으나, 두 프로세스 사례 간 확연한 차이를 식별하기 어려웠다. 반면, 각 협업 환경별 리뷰 프로세스의 협업 참여자 간 커뮤니케이션 특성을 살펴보면, 커뮤니케이션 패턴은 <Fig. 12-13>에서 보는 바와 같이, 전통적 리뷰 프로세스에서 P1과 P2 사이의 상호적 커뮤니케이션 빈도가 VR 기반 리뷰 프로세스보다 높게 나타났다.

전통적 리뷰 프로세스에서의 협업 참여자 간 커뮤니케이션 활동은 분석과 종합 활동에서 주로 P2가 색상, 라인업 순서, 아이템 구성 관련 의견을 제시하고, P1이 P2의 의견으로부터 아이디어를 수렴하는 방식의 커뮤니케이션이 일어났다. 반면, VR 기반 리뷰 프로세스에서는 P1과 P2 사이의 커뮤니케이션이 분석, 종합, 평가의 세 활동에서 비슷한 빈도로 나타났고, P2는 분석 단계 활동에서 높은 발화 빈도를, P1은 종합 활동에서 높은

발화 빈도를 보였다. 이로부터 협업 환경과 관계 없이 패션디자이너인 P1의 발화가 최종 패션쇼 라인업 아이디어에 대한 의견 수렴과 의사 결정에 영향을 미친다고 할 수 있었다.



<Fig. 11> Frequency Difference of Participants' Communication Participation in the Two Review Processes
(Drawn by authors, 2022)

3) 사용자 행동 특성 및 툴 환경의 차별점

패션쇼의 라인업 수행의 전 프로세스에 대한 탐색적 관찰 조사 결과는 다음과 같다. 우선, VR 기반 디자인 리뷰 프로세스는 HMD를 이용해 사용자가 컴퓨터가 시뮬레이션한 삼차원의 가상 환경에 접속하여 실시간으로 다른 협업 참가자와 의

견을 분석, 교환, 조정하였다. 이 과정에서 특히, 의상의 런웨이 순서에 대해 참여자끼리 의견을 주고 받음과 동시에 조정되는 의견에 따라 인간 사이즈의 모델 이미지와 의상 이미지를 눈앞에서 실시간으로 자유롭게 재배치함으로써 의견 수렴의 디자인 결정에 이르는 것을 관찰하였다. 본 사례 조사에서 사용한 Spatial 앱은 사용자의 얼굴을 투영한 삼차원 버추얼 아바타, 시각적 충실도가 높은 3D 가상 및 협업을 위한 무한한 공간 레이어를 제공하는데, 사용자들은 이러한 VR 기반 협업 환경 툴을 활용하여 협업 참가자와의 몰입감 높은 상호작용을 경험하고, 디자인 협업에 필요한 강화된 시각적 감각 경험을 할 수 있었다. 이러한 관찰 내용은 협업 그룹 인터뷰 내용에서도 확인할 수 있었다. 즉, 참여자들은 인터뷰에서 VR이 패션 컬렉션에 사용될 의상과 모델 이미지의 리뷰에서 이들을 매칭하여 패션쇼의 최종 라인업을 구성하는 데 필요한 상호적 피드백의 공유 방식의 효율성을 높이는 것에서 나아가, 이러한 디자인 리뷰 프로세스 경험의 몰입감과 공간표현의 입체적 확장을 가능하게 한다는 것을 강조하였다. 따라서, 본 연구는 VR 기반의 디자인 리뷰 프로세스는 사용자의 감각적이고 능동적인 지각 활동을 강화할 수 있을 것이고, 이는 상호작용적인 분석 활동 및 신속한 의견 수렴 및 의사 결정 가능성(Lee & Lee, 2011)의 가능성을 높일 수 있다고 추측할 수 있었다.



	P1	P2
P1	13	19
P2	19	10

<Fig. 12> Participants' Communication Pattern in VR-based Review Process
(Drawn by authors, 2022)



	P1	P2
P1	11	23
P2	24	13

<Fig. 13> Participants' Communication Pattern in Traditional Review Process
(Drawn by authors, 2022)

Spatial 앱을 활용한 디자인 리뷰 프로세스는 패션쇼 기획에 있어 참여자들 간의 협업적 소통을 지원하는 다양한 기능을 제공하고 있었다. 따라서, Spatial 앱을 활용한 디자인 리뷰 프로세스에서 참여자들은 패션쇼 라인업을 달성하기 위해 필요한 실질적인 의견을 공유, 종합 및 평가할 수 있었다. 세부적으로 살펴보면, Spatial 앱은 다양한 사진 작업물의 업로드 및 상호 공유를 지원하는 스크린 셰어링(screen sharing) 기능, 실시간 노트(note) 및 3D 스케치 기능, 공유된 이미지를 활용해서 컨셉트 보드를 구성할 수 있는 프레젠테이션 월(presentation wall), 구글 검색 및 키워드 이미지 검색 기능을 제공함으로써, 협업적 리뷰 프로세스의 참여자들이 패션쇼 기획에 필요한 의상과 모델 이미지를 불러와 상호 검토하고, 실시간으로 원하는 내용을 기록하고 차트화하고, 이와 동시에 필요한 정보를 추가로 검색하고 의견 조정에 활용할 수 있었다. 또한, 참여자들은 삼차원 공간 내에 다양한 3D 모델(.fbx, .gltf, .glb, .obj, .dae) 양식과 2D 미디어 파일(이미지, 비디오, .pdf, .jpeg, .png, .tiff) 양식 등을 불러올 수 있어서, 사진 외에도 삼차원 의상 모델링, 동영상 등의 다양한 시각적 자료를 활용할 수 있었다. 인터뷰에서 참여자들은 다양한 양식의 시각 자료가 패션쇼 라인업 기획을 위한 협업적 리뷰 프로세스에 있어서 강화된 시각적 감각 경험과 영감(inspiration)의 확장을 제공한다고 언급하였다. 특히, VR 환경에서는 인간 사이즈의 시각적 충실도가 높은 이미지 공유를 통해 협업 과정의 높은 몰입감을 경험할 수 있었다고 언급하였다(Yang & Lee, 2019). 이러한 관찰 내용을 토대로, 본 연구는 패션쇼를 위한 라인업 과정에서의 VR 기반 툴 사용은 협업 프로세스에서의 아이디어 표현(idea representation) 방법을 개선함으로써, 디자인 리뷰 프로세스의 효율성을 높일 수 있다고 판단할 수 있었다.

4) VR 기반 리뷰 프로세스의 차별적 특성

패션쇼 라인업을 위한 디자인 리뷰 태스크에서 오프라인 기반 전통적 디자인 리뷰 프로세스가 분석 단계 활동에 초점을 맞추고, 평가 단계로 이어지지 않은 것에 비교했을 때, VR 기반 협업 환경을 활용하는 사례는 Lawson(2006)이 제안한 디자인 리뷰 프로세스의 분석-종합-평가에 이르는 일련의 세 단계 활동으로 구성되는 특징을 보였다. 즉, VR 기반 리뷰 프로세스에서는 주어진 패션쇼 테마와 관련해서 패션 컬렉션 디자인에 대한 해석과 문제 설명을 다루는 분석 활동이 해결책 아이디어와의 종합 및 최종 아이디어로의 수렴으로 이어지고, 최종적으로 수렴된 아이디어가 주어진 태스크 목적에 맞게 설계되었는지에 대한 평가를 이끌었다. 또한, VR 기반 리뷰 프로세스는 협업 참여자들의 다각적이고 반복적인 분석에 기반하여 분석-종합의 수렴 과정을 이끌고 평가에 이르는 단계별 사고의 균형 있는 리뷰 프로세스 경험을 제공하였다. 반면, 전통적 리뷰 프로세스의 경우, 참여자들은 분석-종합 두 단계 사이에서 반복적인 사고의 전이적 특성을 갖는 리뷰 활동을 경험하게 하였다. 특히, 본 사례 조사에서 전통적 리뷰 프로세스는 반복적인 분석 활동을 동반하거나 종합 활동으로 연결되었지만, 평가 단계로 이어지는 사고 활동은 나타나지 않았다. 각 협업 환경별 디자인 리뷰 프로세스의 협업 참여자 간 커뮤니케이션 활동 특성을 살펴보았을 때, 참여자 간 커뮤니케이션 패턴은 전통적 리뷰 프로세스에서 P1과 P2 사이의 상호적 커뮤니케이션 빈도가 VR 기반 리뷰 프로세스보다 높게 나타났다. 그럼에도 불구하고, VR 기반 리뷰 프로세스가 전통적 리뷰 프로세스보다 참여자의 더 다양한 리뷰 프로세스 단계별 활동을 이끌었다. 이와 관련해서 Seybold & Mantwill(2021)은 VR 기반 디자인 프로세스에서 삼차원 아바타를 강조하면서, 참여자 간 협업적 커뮤니케이션에서 아바타를 통해 파악할 수 있는 비언어적인 표현, 즉, 다른 참여자의 시선, 손짓,

몸짓 등의 행동 큐(cue)는 디자인 협업의 커뮤니케이션 흐름을 파악하는 데 있어 중요한 트리거(trigger)가 될 수 있음을 강조하였다.

IV. 결론

최근 디지털 기술의 발전에 따라 패션디자인 산업에서는 인터넷 기반 온라인 미디어 플랫폼을 활용하는 것에서 나아가, 제품의 기획, 개발하는 단계에 첨단 디지털 기술을 활용하는 가능성에 주목하고 있다. 특히, 급속도로 발전하는 삼차원 컴퓨터 그래픽스와 컴퓨팅 기술에 힘입어 VR 기반 환경이 디자인 분야의 원거리 업무 지원과 실시간 협업을 위한 기술로 연구되고 있다. 따라서, 본 연구는 삼차원 입체 비전 기술의 가장 진화된 형태인 몰입형 VR 기반 협업 환경 틀의 사례인 Spatial 앱을 중심으로, 패션디자인 분야의 다양한 활동 단계 중 하나인 패션컬렉션의 패션쇼 라인업 기획을 위한 디자인 리뷰 프로세스의 사례 조사를 진행하였다. 연구 방법은 Lawson(2006)의 리뷰 프로세스 모델에 기반한 디자인 리뷰 프로세스의 활동 단계를 분석하는 것에 초점을 맞추며, 나아가 리뷰 프로세스 단계별 활동 양상과 참여자 간의 커뮤니케이션 활동 특성을 조사하였다. 또한 관찰 기법을 통해, VR 기반 디자인 리뷰 프로세스의 사용자 행동 특성 및 틀 환경의 특성을 도출할 수 있었다.

패션디자인 분야는 개인의 창의성을 강조하는 도제식 교육을 바탕으로 의상의 미적, 창의적 조형 표현 방법과 기술 활용에 초점을 맞춰 연구를 발전해왔다. 하지만 급변하는 디지털 기술 환경은 패션디자인의 기술적, 산업적 환경의 변화를 불러와, 패션디자인의 업무 환경 및 디자이너가 직면한 문제의 다양한 변화를 가져왔다. 이러한 변화에도 불구하고, 아직도 디자인 프로세스에서 VR과 같은 첨단 디지털 기술의 활용을 사용자 중심의 인지적 관점에서 다루는 연구는 많지 않다. 따

라서 본 연구의 결과는 디지털 기술과 함께 변화하는 패션디자인 분야의 학술적, 산업적 환경에 대응을 위해 필요한 디자인 프로세스와 프로세스 단계 활동을 계획하는 연구와 실무 방법론 개발의 이론적 기초로 활용될 수 있을 것이다. 특히, 디지털 매개의 원거리 협업 방법을 다루는 연구자와 실무자들에게 VR 기반 협업 환경을 활용하기 위해 필요한 이론적 틀과 가이드를 제공할 수 있을 것이다. 아직 몰입형 VR과 같은 첨단 입체 비전 기술이 패션디자인 분야의 영역 특수의 프로세스를 다루기는 미흡할 수 있지만, 현 패션디자인 프로세스에서 전통적 프로세스를 보조할 수 있는 VR 기술의 역할을 기대해볼 수 있을 것이고, 기술 발전의 속도를 볼 때 가까운 미래에 패션디자인 분야의 학술적, 산업적으로 더 큰 영향력을 기대할 수 있을 것이다.

향후의 연구 목표는 본 연구의 결과를 이론으로 일반화하는 데 필요한 양적 연구를 수행하는 것이며, VR 기반 디자인 협업 환경의 틀 특성과 디자인 리뷰 프로세스의 결과물과의 관계를 탐색하는 연구로 확장할 수 있을 것이다. 이를 위해, VR 기반 환경의 틀 특성이 창의적 관점에서 협업 참여자의 팀멘탈모델(team mental model)을 어떻게 발전시키고, 아이디어 표현의 방법을 확장하는지에 대한 연구를 진행할 것이다. 이러한 연구 결과는 패션디자인 분야의 다양한 영역 프로세스에 발전된 디지털 도구를 활용하기 위해 필요한 이론적 기초를 제공할 것이며, 패션디자인의 영역 확장에 기여할 것이다.

References

- Afacan, Y. & Demirkan, H. (2011). An ontology-based universal design knowledge support system. *Knowledge-Based Systems, 24*(4), 530-541.
- Alsaman, O. & Erhan, H. (2022). D-ART for collaboration in evaluating design alternatives. *International Journal of Architectural Computing, 20*(1), 114-128.
- Arrighi, P. A. & Mougnot, C. (2019). Towards user empowerment in product design: A mixed reality

- tool for interactive virtual prototyping. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(2), 743-754.
- Baek, K. H. & Ha, E. N. (2018). A study on the possibility of design collaboration through analysis of collaborative software. *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 19(5), 339-350.
- Bassanino, M., Fernando, T., & Wu, K. C. (2014). Can virtual workspaces enhance team communication and collaboration in design review meetings? *Architectural Engineering and Design Management*, 10(3-4), 200-217.
- Bertelsen, O. & Bødker, S. (2003). Activity theory. In J. M. Carroll (Ed.), *HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science* (pp. 291 - 324). San Francisco, CA, United States: Morgan Kaufman.
- Berg, L. P. & Vance, J. M. (2017). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. *Virtual reality*, 21(1), 1-17.
- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Converse, S. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In J. Castellan, Jr (Ed.), *Current issues in individual and group decision making* (pp. 221 - 246). Hillsdale, NJ, United States : Lawrence Erlbaum Associates.
- Choi, T. S. (2021). Tae Choi. *Royal College of Art*. Retrieved from <https://2021.rca.ac.uk/students/tae-choi>
- Costello, P. J. (1997). Health and safety issues associated with virtual reality: A review of current literature. In *Advising UK Higher Education on Computer Graphics* (AGOCG), Technical Report Series (pp. 1 - 23).
- Derrick, D. C., Schuetzler, R. M., & Grimes, G. M. (2019). Design and development of collaboration technologies. In T. X. Bui (Ed.), *Proceedings of the 52nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2019* (pp. 4904-4913). Maui, United States: IEEE Computer Society.
- Espinosa, J. & Carley, K. M. (2001). Measuring team mental models. *Academy of Management Conference Organizational Communication and Information Systems Division* (pp. 1-32). Washington, DC, United States.
- Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism Management*, 31(5), 637 - 651.
- Healy, J. P. & Cullen, C. (2022). Towards a model of the design process for games. In *Proceedings of the 2022 DiGRA International Conference*. Athens, Greece: 1-19.
- Huang, G. Q. (2002). Web-based support for collaborative product design review. *Computers in Industry*, 48(1), 71-88.
- Jones, J. C. (1963). A method of systematic design. In *Conference on Design Methods* (pp. 9-31). Oxford, UK: Pergamon Press.
- Kamińska, D., Sapiński, T., Wiak, S., Tikik, T., Haamer, R. E., Avots, E., ... & Anbarjafari, G. (2019). Virtual reality and its applications in education: Survey. *Information*, 10(10), 318.
- Lawson, B. (2006). *How designers think: The design process demystified (4th ed.)*. Oxford, UK: Burlington, MA: Elsevier/Architectural Press.
- Lee, C. H. & Lee, J. H. (2021). The applicability of artificial based design tools on fashion design thinking. *Design Forum*, 26(2), 155-170.
- Lee, J. H. & Lee, E. H. (2011). Augmented reality as an emotional communication media on fashion communication. *Design Forum*, 32, 7-20.
- Lee, J. H., Yang, E. K., Lee, E. J., Min, S. Y., Sun, Z. Y., & Xue, B. J. (2021). The use of VR for collaborative exploration and enhancing creativity in fashion design education. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 14(1), 48-57.
- Lee, K. Y. (2022). *Fashion collection and runway*. Seoul, Republic of Korea: Residents' History.
- Lee, S. Y. & Kang, E. M. (2017). Trend analysis on fashion field collaboration study in Korean academic society: Focusing on published journal articles and thesis since 2005. *Journal of the Korean Society Design Culture*, 23(1), 457-467.
- Lv, Z. (2020). Virtual reality in the context of internet of things. *Neural Computing and Applications*, 32(13), 9593-9602.
- Models (2022, August 17). Retrieved from <https://models.com/search/model>
- Park, M., Im, H., & Kim, D. Y. (2018). Feasibility and user experience of virtual reality fashion stores. *Fashion and Textiles*, 5(1), 1-17.
- Peschl, M. F. (2019). Design and innovation as co creating and co becoming with the future. *Design Management Journal*, 14(1), 4-14.
- Roger, N. (2017). Tripartite model of fashion design process. *J Textile Eng Fashion Technol*, 3(4), 00106.
- Seybold, C. & Mantwill, F. (2021). 3D sketches in virtual reality and their effect on development times. *Proceedings of the Design Society*, 1, 1-10.
- Vincent, O., Makinde, A., Salako, O., & Oluwafemi, O. (2018). A self-adaptive k-means classifier for business incentive in a fashion design environment. *Applied Computing and Informatics*, 14(1), 88 - 97.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. (2005). Uncovering expertise related differences in troubleshooting performance: Combining eye movement and concurrent verbal protocol data. *Applied Cognitive Psychology*, 19(2), 205-221.
- Wang, G. G. (2002). Definition and review of virtual prototyping. *J. Comput. Inf. Sci. Eng.*, 2(3), 232-

236.

- Xiong, J., Hsiang, E. L., He, Z., Zhan, T., & Wu, S. T. (2021). Augmented reality and virtual reality displays: Emerging technologies and future perspectives. *Light: Science & Applications*, 10(1), 1-30.
- Yan, X. & Chang, J.-Y. (2019). Research on a model for evaluation in design. *Korea Society of Basic Design & Art*. 2019(1), 455-458.
- Yang, E. K. & Lee, J. H. (2019). Types and characteristics of tools based on virtual reality (VR) for fashion design concept sketches. *Journal of The Korean Society of Fashion Design*, 19(1), 1-17.
- Yang, E. K. & Lee, J. H. (2021). Classifying virtual reality-based collaboration environments: Practical insights for application in fashion design. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 14(3), 314-324.