

실감형 매체에서 현전감과 학습 성과의 관계: 가상현실 기반 기술훈련 콘텐츠를 중심으로

박민수¹ · 장선희^{2*} · 김지민³

¹상명대학교 일반대학원 감성공학과 석사과정

²상명대학교 일반대학원 감성공학과 부교수

³상명대학교 인문사회과학대학 가족복지학과 학사과정

Correlation Between Presence and Learning Outcomes in Immersive Media: Virtual Reality-Based Training Contents

Min-Soo Park¹ · Sun-Hee Chang^{2*} · Ji-Min Kim³

¹Master's Course, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

²Associate Professor, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

³Undergraduate Course, Department of Family Welfare, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

[요약]

현전감이란 “매체를 통한 정신적 활동으로, 실제처럼 느끼고 사고할 수 있는 심리적 상태”로 정의할 수 있다. 현전감은 물리적 현전감과 사회적 현전감으로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 이를 학습적 측면에서 ‘지식 습득’과 ‘정서적 학습 효과’로 각각에 대한 상관관계를 분석하였다. 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 물리적 현전감과 사회적 현전감은 상호 유기적인 관계를 보였다. 둘째, 물리적 현전감은 정서적 학습 효과와 유의미한 관계를 나타냈다. 셋째, 사회적 현전감도 정서적 학습 효과와 유의미한 관계를 나타냈다. 넷째, 물리적 현전감과 사회적 현전감은 지식 습득과 유의미한 관계는 나타나지 않았으나, 사회적 현전감은 적극적인 체험 활동과 내적 친밀감을 형성하여 지식 습득에 도움을 줄 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다.

[Abstract]

“Presence” can be defined as the psychological state in which a media user feels as though they are truly present. Presence can be categorized into physical and social presence. This study examined the correlation between the two types of presence with learning outcomes, specifically knowledge acquisition and emotional learning effects. The results were as follows. First, physical and social presence showed an interdependent relationship. Second, physical presence was significantly related to emotional learning effects. Third, social presence was also significantly related to emotional learning effects. Finally, although neither physical nor social presence showed a significant relationship with knowledge acquisition, we found that social presence can facilitate knowledge acquisition by fostering active participation in experiential activities and internal intimacy.

색인어 : 실감형 매체, 물리적/사회적 현전감, 학습 성과, VR 영상, 기술훈련 콘텐츠

Keyword : Immersive Media, Physical/Social Presence, Learning Outcomes, VR Video, Skills Training Contents

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.8.2025>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 11 June 2024; Revised 09 July 2024

Accepted 25 July 2024

*Corresponding Author, Sun-Hee Chang

Tel: +82-2-5577-2642

E-mail: sxc5098@smu.ac.kr

I. 서론

교육 분야에서는 효과적인 학습을 위해 새로운 매체와의 접목 시도가 꾸준히 이루어지고 있다. 기존의 현장 교육 방식은 온라인 교육과 병합되었고, 온라인 교육은 학습의 시공간적 제약을 줄임과 동시에 다양한 유형과 방식으로 교육 콘텐츠를 제공한다. 또한, 기존 교육 방식보다 확장된 경험을 통해 학습효과를 높이기 위해 실감형 매체(Immersive Media)를 활용하기도 한다. 실감형 매체란 감각 자극과 상호작용 수준이 높아 실제와 유사한 경험과 감성을 느낄 수 있도록 하는 매체이다[1]. 실감형 매체를 대표하는 주요 기술로는 증강현실(AR; Augmented Reality)과 가상현실(VR; Virtual Reality)이 있으며, 각각 교육 목적과 상황에 따라 차별적으로 활용된다.

AR은 스마트폰, 태블릿 PC, 스마트 글래스 등의 카메라를 통해 현실 세계의 정보를 읽어 스크린에 새로운 정보를 입혀 보여주는 기술이다. AR은 현실의 정보를 참조한다는 특징으로 인해 실제 교육 환경에서 특정 객체를 인식하여 정보를 제공하는 목적으로 활용된다[2]. VR은 사용자의 감각을 외부와 차단하여 온전히 가상으로 이루어진 환경을 제공하는 기술로 알려져 있으며, 일반 데스크탑, 프로젝터와 공간을 활용해 가상환경인 것처럼 구현할 수 있다[32]. 최근에는 몰입형 가상현실(IVR; Immersive Virtual Reality) 기술이 활용되고 있으며, 대표적으로 헤드 마운티드 디스플레이(HMD; Head-Mounted Display)라는 장비를 통해 온전히 가상환경에 참여할 수 있게 되었다. 그래서 실제 교육 환경을 구축하기에 물리적 제약이 큰 분야에 주로 활용되며, 위험 상황을 경험하거나 복잡하고 무거운 장비를 정비하는 등 체험 중심의 교육·훈련이 가능하다[3].

실감형 매체가 기존 매체를 넘어 새로운 경험을 제공할 수 있는 이유는 여러 특성에 기인하지만, 대표적으로 ‘현전감(Presence)’을 들 수 있다. 현전감이란 현실이 아닌 가상환경 속에 있더라도 “그곳에 물리적으로 존재하는 듯한 느낌”을 강렬히 받는 심리적 현상이다[4]. 사용자는 가상환경 속 주체이며, 능동적인 상호작용을 통해 몰입하게 된다[5]. 특히 현전감으로 인한 경험이 장기 기억에 영향을 미칠 수 있다고 하여[6],[7], 이와 학습 성과를 검증하는 연구들이 많이 진행되었다.

기존 선행연구들은 현전감이 높은 매체일수록 학습 성과가 높을 것으로 예측해왔다. 그러나 보고된 결과들에 따르면, 현전감이 높은 매체라도 기존 매체와 학습 성과가 동등하거나 유의미한 차이가 나타나지 않았다[7]-[16]. 기존 선행연구들은 현전감의 조성 요인이 기술적 측면과 밀접한 관계가 있다고 보며 연구해왔다. 매체의 직접적인 자극이 사용자의 생리와 행동에 즉각적인 반응을 유발한다고 하여[17], 디스플레이의 선명도나 크기, 매체 성능 간 비교를 위주로 한 연구

가 이루어져 왔다. 본 연구도 하드웨어의 성능이 현전감을 조성하는 중요한 전제 요인이라 생각한다. 그러나 “매체를 통한 정신적 활동에서 실제처럼 느끼고 사고할 수 있는 심리적 상태”로 현전감을 볼 때[18]-[20], 실재한다는 느낌은 콘텐츠의 내적 구성에서도 모색할 수 있을 것이다. 즉, 기술적 요인도 현전감을 조성하는 데 매우 중요하나, 매체의 경험적 측면에서 콘텐츠의 내용 구성도 활동 유도과 내적 친밀감을 형성하여 현전감을 높이고[21] 학습 성과에 긍정적으로 영향을 미칠 것이다.

이에 본 연구는 현전감을 조성하는 요인을 고찰하고, 현전감과 학습 성과를 분석하는 연구를 진행한다. 참가자들에게 실감형 매체 기반의 훈련 콘텐츠를 체험하도록 하고, 현전감과 학습 성과를 측정 후 상관관계 분석한다. 본 연구는 기술적 요인으로 접근했던 현전감의 요인을 폭넓은 관점에서 살펴보고, 실험을 통해 학습 활동과 어떠한 관련이 있는지 파악하여, 효과적인 학습 활동을 위한 현전감의 조성 환경을 제안하고자 한다.

II. 현전감의 유형과 요인

초기 현전감의 개념은 컴퓨터 시스템 사용자의 의식이 매체로 전이되는 현상으로 논의되었다. Minsky는 사용자가 원격 시스템을 조작하여 외부에 물리적인 변화가 발생했을 때, 그곳에 실제 있지 않더라도 마치 그곳에 있다는 느낌을 받는 것을 ‘원격현전감(Telepresence)’이라 제시한 바 있다[22]. 이후 Sheridan, Schloerb, McLellan 등에 따르면, 현전감의 전제는 실제 세계의 업무를 원활히 지원하고 원격 조장이 가능한 컴퓨터 시스템의 중재하에, 사용자의 감각을 자극하는 디스플레이의 크기, 컴퓨터 그래픽의 품질, 조작하기에 용이한 사용자 인터페이스 등 기술적 측면을 주요 요인으로 두었다[20],[23],[24].

매체의 기술 수준은 현전감을 조성하는 데 매우 중요한 요인이지만, 반드시 기술에 의한 자극과 반응으로 국한되지 않는다. Steuer는 가상환경의 생생함(Vividness)과 상호작용성(Interactivity)은 기술적 영역이지만, 현전감의 조성은 사용자가 매체를 이용하면서 형성되는 인간의 경험이자 정신적 활동과 관련이 있다고 하였다[25]. Witmer와 Singer는 현전감을 사용자가 물리적으로 다른 곳에 있더라도, 시뮬레이션 된 환경에 속해 있다고 느끼는 주관적이고 심리적인 반응이라 하였다[18]. Schubert 등은 현전감을 사용자가 가상환경 속에서 행동해야 할 것을 실제 세계의 양식처럼 해석하고 실행까지 이어지는 인지적 과정으로 포괄하였다[19]. Lee는 매체에서 이루어지는 경험은 실제 경험은 아니지만, 사용자가 가상환경을 알아차리지 못하고 몰두하는 심리적 착각을 현전감이라 하였다[20]. 위의 논의들에서 현전감은 매체 속에서 사용자가 가상환경을 ‘어떻게’,

‘얼마나’ 사실적으로 받아들이냐에 따라 결정되는 복합적인 심리 상태임을 알 수 있다.

이러한 측면에서 Lee는 현전감의 유형을 물리적(Physical), 사회적(Social), 자아(Self)의 세 가지 유형으로 제시하였다[20]. 먼저, ‘물리적 현전감’은 가상으로 조성된 환경 속에서 시각, 청각, 촉각 등 감각을 자극하여 마치 실제 환경처럼 존재하는 듯한 느낌으로, 매체의 성능과 기술적 요소에 지배적인 영향을 받는다. ‘사회적 현전감’은 가상환경 속 인물을 직접 마주하고 대면하는 듯한 상황 속에서 참여하여, 내적 친밀감이나 사회적 관계가 실제와 같다고 느끼는 것이다. 인간의 지식과 경험은 매체를 통해 가상환경으로 전이되고, 이에 따라 실제와 비슷한 관계와 맥락이 형성된다고 볼 수 있다. 그러므로 실제와 유사하게 인식하고 사고하면서 경험을 형성하고 나아가 정서적 교류와 공감대를 형성할 수 있다. 또한, 현전감은 개인의 성향에 따라 조성 정도가 차별적인데, 이를 ‘자아 현전감’으로 언급하기도 한다. 제시된 세 유형은 독립적이지 않은 상호 유기적인 형태로 나타난다[20].

구체적인 현전감의 조성 요인은 감각적 충실도 요인(Sensory Fidelity), 내용 구성적 요인(Content Factors), 개인적 요인(Personal Factors)을 들 수 있다[25],[26]. ‘감각적 충실도’란 감각 자극을 위한 기술 수준을 의미하며, 매체의 하드웨어와 소프트웨어로 연관된 고해상도의 디스플레이, 공간감과 입체감이 느껴지는 환경, 물리적인 행위와 유사한 조작 방식과 촉각 자극, 공간 음향 등으로 요소를 들 수 있다[23],[24]. ‘내용 구성적 요인’은 ‘참여하게 될 때’나 ‘상황을 경험하고 그 속에서 인물과 교류하는 듯한 활동이 이루어질 때’와 같은 실제 일어날 듯한 사건이나 상황, 행위의 조성을 의미한다[26]. Slater는 이를 ‘그럴듯한 환영(Plausibility)’으로 경험할 수 있다고 하였다[27]. 즉, 교류가 이루어지기 위한 맥락의 구성과 관계의 형성은 콘텐츠 내부 설정에 따라 성립된다고 볼 수 있다. 특히 논리적인 인과관계를 바탕으로 실제와 같은 상황을 제공하는 것이 중요하다. 이에 Mestre는 참여가 가능한 시나리오와 명확한 정보 제공, 달성 가능한 목표 제시 등으로 세부 요소를 정리한 바 있다[17]. 마지막으로 개인적 요인은 나이, 성별, 매체 경험 여부, 몰입 및 집중도, 심리 상태, 배경지식 등과 같은 다양한 요인이 고려된다.

본 연구는 현전감을 물리적 현전감과 사회적 현전감으로 한정하여 측정하고자 한다. 자아 현전감은 개인 편차로 인해 구체적인 요인을 설정하고 측정하기에 한계가 있다고 판단하여, 이번 연구에는 포함하지 않는다. 현전감의 유형과 요인 간 관계를 살펴보았을 때, 물리적 현전감의 주요 요인은 감각적 충실도, 사회적 현전감은 내용 구성적 요인과 관련하여 접근할 수 있을 것이다. 표 1은 현전감의 유형과 요인, 요소를 정리한 것이다.

표 1. 현전감의 유형과 관련 요인

Table 1. Types of presence and related factors

Types of Presence	Factors	Components
Physical Presence	Sensory Fidelity	High-definition graphics and displays, Fidelity of control, Spatial sound, sense of space and realism in virtual environments, tactile stimulation
Social Presence	Content Factors	Scenario, Purpose and situation, Characters or objects, Interactive elements, Explicit information
Self Presence	Personal Factors	Age, Gender, Level of media experience, Background knowledge, Tendency to become immersed in the media

III. 실험 설계

현전감과 학습 성과를 측정하기 위한 실험을 설계하기 위해 선행연구들을 고찰하고 참고하였다(표 2). 고찰한 연구들은 실감형 매체와 기존 매체를 비교한 연구 6건과 실감형 매체의 성능을 중심으로 비교한 연구 4건으로 구성되었다.

선행연구들에서 다룬 실감형 매체는 VR이다. 비교 대상은 현장 강의[8], 2D 영상[9]-[13], 포스터 기반 강의[13] 등이고, 실감형 매체의 성능을 중심으로 비교한 연구에서는 마우스와 키보드로 조작하는 데스크탑[7],[14],[16], 모바일 HMD (Google Cardboard, Samsung Gear VR)[7],[14],[15], 고가형 HMD(Oculus Rift 등)[7],[14],[15] 등을 활용하였다.

실험 주제는 과학실험, 해양생태계, 지리, 우주과학 등 교과교육[8],[12],[14],[15]과 수술 실기와 교사 훈련 등 실기훈련[9]-[11], 소화기 사용법, 기내 대피, 어린이 수상 안전 등 안전훈련[7],[13],[16] 등이 있다.

현전감 측정을 위해, 실험 참가자들에게 교육을 체험시킨 후 리커트 척도의 설문지를 작성하도록 하는 방식이 주로 활용되었다. 지식 습득 측정은 교육 주제에 따라 그 범위가 차별적이었으며, 교과교육에서는 이론과 개념, 명칭과 관련된 질문이, 실기훈련과 안전훈련에서는 과업 수행 절차와 활동에 필요한 도구의 형태 및 명칭에 대한 질문이 포함되었다. 일부 연구에서는 참가자의 인터뷰 내용도 살펴보았다.

지식 습득 외에도 학습에 대한 만족도, 흥미, 매체 선호도, 학습 도구로서의 유용성 등 정서적 학습 효과[28]를 살펴보았다. 선행연구들은 현전감이 높은 매체일수록 지식 습득과 정서적 학습 효과가 높을 것으로 기대하고 비교 실험을 진행하였다. 매체의 현전감이 높을수록 정서적 학습 효과에 긍정적인 영향을 미친다고 하였지만, 지식 습득에 대해서는 동등하거나 유의미한 차이가 없다고 보고되었다.

본 연구는 기기의 성능과 같은 기술적 요인이 현전감 조성의 전제가 되고 지배적인 역할을 한다는 논의에서 더 나아가, 콘텐츠 내적 구성 요인에 의해서도 현전감을 재고할 수 있다는 점에 주목한다. 스토리를 전달하는 방식에서 현전감의 조

표 2. 관련 연구 고찰

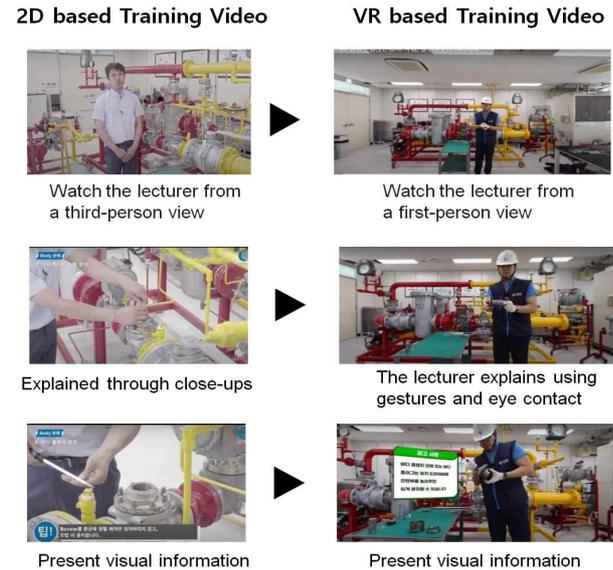
Table 2. Review of related works

Category	Researchers (Years)	Subjects	Experiment	Results
Comparison with Traditional media	Vrellis et al. (2016)[8]	Project-Based Learning (PBL) science experiments	Compared satisfaction and presence Analyzed the correlation between presence and learning performance Comparison of desktop environment using <Second Life> and on-site classes	Similar learning outcomes and satisfaction were observed between the group that learned in a desktop and the group in on-site classes. Presence is positively correlated with satisfaction, but appears to be unrelated to learning outcomes.
	Harrington et al. (2017)[9]	Surgical Training	Compared user factors(age, gender), involvement, knowledge acquisition, and preference of VR Comparison of VR video(Samsung Gear VR) and 2D video(75-inch TV)	The knowledge acquisition between VR video and 2D video appears to be equivalent. Involvement was found to be higher when watching VR video than 2D video. 65% of students appear to prefer VR video
	Yoganathan et al. (2018)[10]	Surgical Training (Knot-tying)	Compared performance time, accuracy Comparison of VR video and 2D video	The group that learned with VR video showed higher accuracy than the 2D video group, but there was no significant difference in performance time.
	Gold & Windcheid (2020)[11]	Training for Teachers	Compared presence, learning outcomes(perceived workload, sequence of events, emotions) Comparison VR video and 16:9 video	VR video provide a higher presence than 16:9 video, but there is no significant difference in learning outcomes.
	Han (2020)[12]	Marine ecology education	Compared presence and usefulness Comparison mobile HMD and monitor screen	Mobile HMD have a higher sense of presence than large monitor, but their usefulness for learning appears to be low due to a sense of isolation and low interactivity.
	Araiza-Alba et al. (2021)[13]	Children water safety	Compared knowledge acquisition(after experiment, 1 week later, 8 weeks later), presence, cybersickness, interest, enjoyment Comparison VR video(Cardboard), 2D video, Poster	Knowledge acquisition results were found to be equivalent between VR video, 2D video, and poster. The interest and enjoyment of the group that watched the VR video appeared to be higher than that of other groups.
Comparison with Specification of Hardware	Buttussi & Chittaro (2017)[7]	Flight evacuation training	Compared knowledge acquisition and retention(after experiment, 2 weeks later), self-efficacy, participation, and presence Comparison of desktop, mobile HMD, Oculus Rift CV1	The higher the level of viewing and manipulation of the VR, the more it affects presence There were no differences in knowledge acquisition and retention
	Selzer et al. (2019)[14]	Geography education	Compared knowledge acquisition, presence and cybersickness Comparison of desktop, mobile HMD, Oculus Rift CV1	The knowledge acquisition effect between Oculus Rift CV1 and mobile HMD appears to be equivalent.
	Rupp et al. (2019)[15]	Space science education	Compared presence, knowledge acquisition(pre-post), interest, and cybersickness Comparison of Smartphone, Google Cardboard, Oculus Rift DK2, Oculus CV1	The higher the immersion of the hardware, the higher presence and the more positive emotions it induces, which has a positive effect on learning performance and interest.
	Morélot et al. (2021)[16]	Fire extinguisher	Compared learning outcomes(conceptual/procedural), immersion, presence, and user factors Comparison of projection VR and desktop	Immersion affects procedural learning, but presence does not affect learning

성은 맥락과 상황, 인과관계 등으로 인한 가상환경 속에서 상호 정서적 교류를 형성할 수 있는 요소를 살펴볼 것이다. 따라서 이번 연구에서는 현전감을 내용 구성적 요인까지 포함하여, 이를 기반으로 학습 성과와의 유의미한 관계를 분석하도록 한다. 비교 연구가 아닌 단일 VR 매체에서 현전감의 조성 정도를 살펴보고 학습 성과를 다각적으로 분석할 것이다.

3-1 VR 실험 영상

본 연구에서 활용한 실험 영상은 도시가스 분야에서 교육하는 ‘정압기 분해점검 훈련’ 기술훈련 콘텐츠이다(그림 1). 이 영상은 도시가스 공급 중 발생할 수 있는 위험 상황을 예방하고 대처하기 위한 교육훈련 콘텐츠로, ‘정압기’라는 장치의 복잡한 구성과 많은 부품을 분해한 후 점검하는 내용을 담고 있다. 분해하는 방법과 절차, 부품의 명칭과 유의사항을 강의자가 설명하고 시범을 보여주는 방식으로 구성되어 있다. 관련 정보와 유의사항 또한 시청각 자료로 보여준다.



*We wanted to show examples of visual information being provided within videos. Please understand that it cannot be translated into English as it is dependent on the videos.

그림 1. 기존 영상과 VR 영상 비교
Fig. 1. Comparing 2D video and VR video

실험 영상은 기업에서 실제 활용하는 2D 영상을 기반으로 4분 42초 분량의 VR 영상으로 제작되었다. 이를 위해 Canon Camera와 RF5.2mm L DUAL FISHEYE LENS로 촬영되었다. 촬영된 VR 영상은 과업 수행 절차와 행동에 필요한 도구의 형태와 명칭을 학습하고 익히는 술기 훈련을 담고 있으며, 관계자로부터 검수를 거쳐 실험에 활용되었다. VR 영상을 실행하기 위한 실감형 매체 장비는 Meta Quest 2 HMD이다.

표 3. 참가자 특성

Table 3. Participants

Item		Participants (n = 20)
Age		22.05±2.74
Gender	Male	10
	Female	10
VR experience	Yes	18
	No	2
preferred ways of learning	On-site Lecture	13
	On-line Lecture	7

3-2 참가자와 실험 절차

이번 실험에는 일반인 집단 20명(20대 초반 ~ 30대 초반)이 참가하였다. VR 경험 여부와 선호하는 교육 수단을 사전 조사하였고, 성별에 의한 변수를 제거하기 위해 남자 10명과 여자 10명으로 동일한 성비로 구성하였다. 참가자들의 평균 나이는 22.05세(SD = 2.74)이다. VR 콘텐츠 경험자는 18명이고, 비경험자는 2명이다(표 3).

참가자들에게 Meta Quest 2 HMD를 착용시키고 의자에 앉혀 장치의 조종 방식을 익힌 후 VR 영상을 시청하도록 하였다. 시청 후 현전감 조성 정도를 측정하였다. 5분의 휴식 시간을 가진 후 동일한 VR 영상을 1회 더 시청시키고 학습 성과를 측정하였다. 마지막으로 정성적인 반응을 파악하기 위해 인터뷰를 진행하였다.

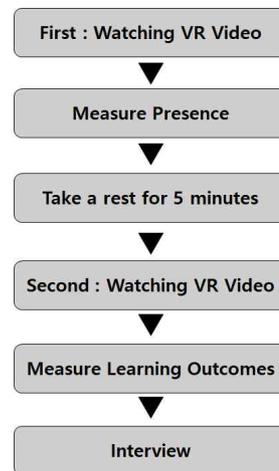


그림 2. 실험 절차
Fig. 2. Experiment process

3-3 현전감 측정과 평가

기존 현전감 측정에 활용되었던 ITC-Sense of Presence Inventory(ITC-SoP)[30], Presence Questionnaire (PQ)[18], igroup Presence Questionnaire(iPQ)[31] 등 설문지를 참고하여 5점 척도의 설문지, 총 6문항을 구성하였

다(1 : 매우 그렇지 않다 ~ 5 : 매우 그렇다).

물리적 현전감을 측정하기 위한 요인은 생생함 및 사실감을 연계할 수 있도록 HMD를 통해 제공되는 가상환경의 공간감과 입체감을 파악하기 위한 문항으로 구성하였다. 사회적 현전감은 참가자가 경험하는 상황과 등장인물과의 친밀감 형성, 행위 유발과 같은 효과성을 파악하기 위한 문항으로 구성하였다(표 4). 물리적 현전감은 ‘공간에 실제한다는 느낌’ 위주로 문항이 구성되었다면, 사회적 현전감은 ‘강의자와 관계가 형성되고 친밀한 상호작용으로 인해 제시된 학습 내용이 학습자의 지식과 경험에 재매개’될 수 있는지에 대한 확인절차라고 할 수 있다.

표 4. 현전감 측정 문항

Table 4. Presence questionnaires

Presence	Questionnaires	Factor Loading	Variance Eigen value Cronbach's α
Physical Presence	It was implemented like real.	.861	81.550 2.446 .882
	It feels like the lecturer is in front of me.	.922	
	It seems like the parts and tools are laid in front of me.	.925	
Social Presence	Situation - I felt like I was taking a class from a lecturer.	.876	80.915 2.472 .880
	Character - The lecturer led the class well.	.911	
	I was able to focus on visual information.	.911	

문항의 각 요인 고유값이 모두 1.0 이상이고, 요인적재량은 모두 0.4 이상이므로, 모든 문항을 측정에 활용할 수 있었다. KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 값은 0.913이므로 변수 간 상관관계가 매우 좋은 것으로 나타났다. Bartlett 구형성 검정 결과, 근사 카이제곱 = 309.046, 자유도 = 36, 유의확률 = .000으로 나타나므로 분석에 적합한 모형으로 판단할 수 있다. 요인에 대한 Cronbach's α 값은 모두 0.7 이상이므로 높은 신뢰도도 확보하고 있다.

3-4 학습 성과 측정과 평가

학습 성과는 지식 습득 여부뿐만 아니라 정서적 학습 효과도 함께 측정하였다.

1) 지식 습득의 측정 방법

지식 습득은 사실적 지식(Knowledge-what)과 방법적 지식(Knowledge-how)으로 세분화하였다. 사실적 지식은 일반적인 정보나 특정 사실을, 방법적 지식은 수행 절차를 유지할 수 있는 능력을 의미한다[29]. 이들의 지식 습득 여부를

측정하기 위해 기업 내 교육관계자의 검수를 받은 평가지를 활용하였다.

① 사실적 지식 습득 문항은 주관식과 객관식으로 구성되었다. 주관식 문항의 예시는 “다음 그림의 부품을 분해하기 위해 사용되는 도구의 이름은 무엇인가?”, 객관식 문항은 “이 부품은 어느 부품으로부터 분해되었는지 고르시오.”, “제시된 부품의 명칭은 무엇인지 고르시오.”이다.

② 방법적 지식 습득 문항은 주관식으로 구성되었다. 문항의 예시는 “스프링 분해 시 주의사항은 무엇인가?”, “스프링 분해 시 사고 예방 방법은 무엇인가?”, “바디플렌지를 거꾸로 끼우는 이유는 무엇인가?”, “바디플렌지로부터 바디플러그를 분해하는 방법은 무엇인가?”이다.

2) 정서적 학습 효과의 측정 방법

정서적 학습 효과는 실감형 매체를 통한 자기 효능감과 학습에 대한 흥미 유발을 확인하기 위한 내용으로 구성되었다. 문항은 총 3문항이며, 5점 척도 설문지로 구성되었다(표 5).

표 5. 정서적 학습 효과에 대한 유용성 측정 문항

Table 5. Affective learning outcomes questionnaires

Questionnaires	Factor Loading	Variance Eigen value Cronbach's α
It was suitable for learning.	.719	63.818 1.915 .704
I was able to understand the learning.	.866	
I felt like I wanted to practice what I learned.	.805	

문항의 각 요인 고유값이 모두 1.0 이상이고 요인적재량은 모두 0.4 이상이므로, 모든 문항을 측정에 활용할 수 있다. KMO 값은 0.627로 변수 간 상관관계가 평범한 수준으로 나타났다. Bartlett 구형성 검정 결과, 근사 카이제곱 = 23.989, 자유도 = 3, 유의확률 = .000으로 나타나 분석에 적합한 모형으로 판단되었다. 요인에 대한 Cronbach's α 값은 0.7 이상이므로 높은 신뢰도를 확보하였다.

3-5 인터뷰를 통한 대조 분석

위의 측정 문항에서 부족한 부분을 보충하고 구체적인 내용을 듣기 위해 인터뷰를 진행하였다. 현전감의 경험을 살펴보는 문항은 “실제와 같은 경험이 느껴졌는가? 그렇다면 어떤 구성 요인이 현전감을 자아냈는가?”이다. 평가지 결과와 동등하게 지식 습득이 이루어졌는지 확인하는 문항은 “인상 깊었거나 기억에 남는 장면과 내용은 무엇인가?”이다. 어떤 요인이 학습에 도움이 되었는지 확인하기 위한 문항은 “VR로 학습하기에 적절한가? 그렇다면 어떤 요인이 도움이 되었는가?”이다.

표 6. 현전감과 학습 성과 간 상관관계분석 결과
Table 6. Correlation of presence and learning outcomes

	Physical Presence	Social Presence	Knowledge-what	Knowledge-how	Usefulness
Physical Presence	1	-	-	-	-
Social Presence	.709**	1	-	-	-
Knowledge-what	-.222	-.134	1	-	-
Knowledge-how	.086	.091	-.058	1	-
Usefulness	.605**	.838**	-.131	.428	1

** p < .01

IV. 실험결과

분석 방법으로는 IBM의 SPSS Statistics 27을 사용하여 현전감과 학습 성과 점수를 통계적으로 분석하였다. 현전감과 학습 성과에 대한 관계를 파악하기 위해 피어슨 상관관계분석을 진행하였다.

현전감과 학습 성과 간 상관관계분석 결과는 표 6과 같다. 표 6에서 도출된 유의한 결과를 중심으로 살펴보면, ① 물리적 현전감과 사회적 현전감, ②-1 물리적 현전감과 정서적 학습 효과, ②-2 사회적 현전감과 정서적 학습 효과 간 유의미한 상관관계가 나타났다. 이러한 결과를 심층적으로 분석하기 위해 인터뷰 내용도 참고하여 대조분석하였다.

4-1 현전감 간 분석 결과

① 물리적 현전감과 사회적 현전감은 유의미한 상관관계가 있었다($r = .709, p = .000$). 첫 번째 인터뷰 문항에 대한 참가자들의 대표적인 반응은 다음과 같다.

“환경이 실제처럼 느껴지고, 내가 학습자가 된 것 같다.”
 “사실적인 환경 속에서 수업을 듣는 입장인 것 같다.”
 “환경에 실제 존재하는 것 같고, 상황을 경험하는 것 같다.”

이를 종합하자면, 참가자들은 환경의 사실감으로 인해 조성된 현전감과 더불어 주체적인 입장에서 콘텐츠의 상황을 경험한다고 인식하는 심리적 작용이 일어난 것으로 볼 수 있다. 그러므로, 물리적 현전감과 사회적 현전감은 상호 유기적으로 조성되는 심리적 현상으로 볼 수 있다.

4-2 현전감과 정서적 학습 효과에서 살펴본 학습 성과 분석 결과

②-1 물리적 현전감은 정서적 학습 효과와 유의미한 상관관계가 있다($r = .605, p = .000$). 인터뷰에 대한 참가자들의 대표적인 답변은 다음과 같다(“VR로 학습하기에 적절한가? 그렇다면 어떤 요인이 도움이 되었는가?”).

“공간이 사실적으로 느껴져 그 안에 참여한 느낌이 들어 학습에 몰입이 된 것 같았다.”

“실제 공간에 있는 것 같아서 집중이 된 것 같다.”

“환경이 실제처럼 입체적이라 주목해야할 대상을 배경과 구분해서 볼 수 있었다.”

이를 종합하자면 현전감은 참가자에게 몰입감을 높여 교육에 집중할 수 있는 환경을 제공하였다.

②-2 사회적 현전감도 정서적 학습 효과와 유의미한 상관관계가 있다($r = .838, p = .000$). ②-1의 결과와 비교했을 때, 상관계수도 높은 편이고, 인터뷰 내용에서도 사회적 현전감 안에서 더 적극적이고 활발한 답변이 수집되었다. 인터뷰에 대한 참가자들의 대표적인 답변은 다음과 같다.

“선생님(강의자)이 내 앞에 있어서 수업을 듣는 학생이 된 기분이었다.”

“강사(강의자)가 나와 눈을 마주치고 적극적으로 설명해주는 것 같아서 친근감이 느껴졌다.”

“강사(강의자)의 목소리가 뚜렷하고 설명을 잘 해줘서 내용을 숙지하는 데 큰 어려움은 없었던 것 같다.”

“강의자가 주목해야 할 것을 체크표를 통해 잘 제시하고...”

“인물(강의자)과 같이 수업을 하는 것 같아서 좀 더 집중할 수 있었다.”

종합하자면, 참가자들은 강의자와 한 공간에 있는 듯한 상황과 교류가 이루어지면서 학습에 집중한 것으로 볼 수 있으며, 상황 참여와 가상의 인물과의 상호작용 및 내적 친밀감을 형성된 것으로 확인할 수 있었다. 이러한 요인이 현전감에 조성되고 적극적인 학습 활동을 이끌어 주체적인 학습자가 될 수 있도록 하였다.

V. 결론 및 논의

본 연구는 현전감의 조성 요인을 기술적 측면과 더불어 콘텐츠의 내용적 요인을 통해서도 현전감을 강화하고 학습 성과에 영향을 줄 수 있다고 보았다. 따라서 현전감의 범주를

물리적, 사회적 유형까지 포함하여 지식 습득과 정서적 학습 효과와의 상관관계를 살펴보았다. 이를 위해 ‘정압기 분해점검 훈련’이라는 기술훈련 콘텐츠를 VR 영상으로 제작하고 참가자들에게 설문 조사, 지식 습득 평가, 인터뷰를 실시하였다.

물리적 현전감과 사회적 현전감은 서로 영향을 주고받으며, 유기적인 작용으로 참가자들의 현전감 구성에 영향을 미친다. 이는 현전감의 각 유형이 독립적이지 않고 상호 유기적인 관계라는 Lee의 이론적 논의를 실증적으로 확인하는 결과이다. 참가자들의 인터뷰 내용을 종합하면, 환경을 실제처럼 느끼는 동시에 학습자로서의 상황을 경험하여 마치 그 환경에 존재하는 듯한 느낌을 받았다고 한다. 매체의 고도화된 품질과 성능이 제공하는 가상환경이 경험의 극대치를 높였지만, 세부적으로 살펴보면 내용의 구성적 측면도 크게 작용한 것으로 보인다. 즉, 친숙하게 구현된 교육 환경과 상황, 강의자와의 관계가 현전감 구성에 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 이러한 결과를 통해, 학습 성과를 높이고 현실적인 경험을 극대화하기 위해서는 환경을 충실히 제공하는 것 외에도 치밀한 기술훈련 콘텐츠의 내용 설계가 필요함을 시사한다.

물리적 현전감은 정서적 학습 효과에 긍정적인 영향을 준다는 것을 확인하였다. 물리적 현전감의 경우, 매체가 제공하는 사실감이 높을수록 학습자의 흥미와 만족도 등 정서적 효과에 영향을 미친다는 선행연구들의 결과와 유사하다. 이는 매체가 제공하는 현전감이 환경에 대한 몰입의 요인으로 작용하여 학습에 몰입을 도모한 것으로도 볼 수 있다.

사회적 현전감도 정서적 학습 효과에 긍정적인 영향을 주었으며, 높은 상관계수를 보였다. 이는 물리적 현전감도 학습에 중요한 역할을 하지만, 사회적 현전감도 개인의 학습 성과에 큰 영향을 미친다는 것을 보여준다. 강의자와 직접 마주하며 상호작용하고 있다고 느끼는 요소(인물의 목소리, 표정, 시선, 제스처 등)는 학습자의 흥미 유발을 통해 학습 성과에 효능감을 높일 수 있는 동기를 부여한다. 이러한 요소는 콘텐츠 내부적으로 반영되고, 학습자의 행위 촉진에 영향을 미친다. 이는 Slater의 ‘그럴듯한 환영’을 경험한 것과 유사한 맥락이 될 수 있다.

물리적 현전감은 지식 습득과 유의미한 상관관계를 찾지 못하였으며, 이는 기존 선행연구들의 결과와 동일하다. 사회적 현전감도 지식 습득과 유의미한 상관관계를 찾지 못하였다. 그럼에도 불구하고 인터뷰 결과를 살펴보면, 사회적 현전감의 차원에서 방법적 지식 습득이 이루어질 수 있음을 유추할 수 있었다. 참가자들의 대표적인 답변은 다음과 같다.

“바디플렌지와 바디플러그가 분해되는 장면이...”
 “바디플렌지를 거꾸로 끼우는 장면과 이유가...”
 “시계 드라이버를 이용해 오링을 차례대로 분해하는 장면”

이 장면들은 강의자와 참가자가 상호작용이 이루어지는 상황이며, 강의자와 친숙한 관계가 형성되어 학습에 집중하여 해당 장면을 기억한 것으로 추측된다. Chittaro와 Buttussi는

절차적인 내용의 지식을 습득하고 숙련하기 위해서는 생생한 환경보다 현실과 같은 시나리오의 충실도와 명확한 정보의 배치가 중요하다고 하였다. 즉, 절차를 숙지하고 기억하는 데 목적을 둔 교육에서는 사회적 현전감과 이를 조성하는 요인이 매우 중요하다. 향후 지식 습득과 관련된 연구는 사회적 현전감을 조성하기 위한 상황 구성과 등장인물을 포함한 적극적인 상호작용이 이루어질 수 있도록 콘텐츠 내부의 구성 요소에 주력해야 할 것이다.

이번 실험은 참가자들을 도시가스 기업의 신입사원과 비슷한 연령대로 모집하였고, 적은 표본으로 실험을 진행하였다. 인터뷰를 통해 부족한 점을 보충하고자 하였으나, 연구 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 표본 수의 증원이 필요할 것이다. 이번 연구는 실제감이 고도로 제공될 수 있는 실감형 매체에서 현전감의 유형을 세부적으로 살펴보고, 이를 포괄하여 상호 유기적인 관계임을 확인하였다. 이러한 유기적인 현전감이 학습자의 정서적 학습 효과에 긍정적인 영향을 미치고, 사회적 현전감이 강화된 가상환경에서의 적극적이고 친숙한 상호작용을 통해 지식 습득의 가능성을 높일 수 있음을 시사한다. 이로써, 현전감의 다양한 요인을 고려한 교육 콘텐츠 설계가 향후 학습 성과를 극대화하는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 2023학년도 상명대학교 교내연구비를 지원받아 수행하였음(2023-A000-0352).

참고문헌

- [1] Y. S. Shim, “Technology Trends of Realistic Contents and Application to Educational Contents,” *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 5, No. 4, pp. 315-320, November 2019. <https://doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.4.315>
- [2] X. Li, W. Yi, H.-L. Chi, X. Wang, and A. P. C. Chan, “A Critical Review of Virtual and Augmented Reality (VR/AR) Applications in Construction Safety,” *Automation in Construction*, Vol. 86, pp. 150-162, February 2018. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.003>
- [3] B. J. Yu, “Overview of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality,” *Korea Robotics Society Review*, Vol. 15, No. 4, pp. 3-7, October 2018.
- [4] C. Heeter, “Being There: The Subjective Experience of Presence,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 1, No. 2, pp. 262-271, May 1992.

- <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.2.262>
- [5] H. K. Cho, "A Study on the Use of Immersive Media Contents Design Based on Extended Reality(XR) Technology in Digital Transformation Era," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol. 26, No. 4, pp. 497-507, December 2020. <https://doi.org/10.18208/ksdc.2020.26.4.497>
- [6] G. Riva, F. Mantovani, C. S. Capideville, A. Preziosa, F. Morganti, D. Villani, ... and M. Alcañiz, "Affective Interactions Using Virtual Reality: The Link Between Presence and Emotions," *Cyberpsychology & Behavior*, Vol. 10, No. 1, pp. 45-56, February 2007. <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9993>
- [7] F. Buttussi and L. Chittaro, "Effects of Different Types of Virtual Reality Display on Presence and Learning in a Safety Training Scenario," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 24, No. 2, pp. 1063-1076, February 2018. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2017.2653117>
- [8] I. Vrellis, N. Avouris, and T. A. Mikropoulos, "Learning Outcome, Presence and Satisfaction from a Science Activity in Second Life," *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 32, No. 1, March 2016. <https://doi.org/10.14742/ajet.2164>
- [9] C. M. Harrington, D. O. Kavanagh, G. W. Ballester, A. W. Ballester, P. Dicker, O. Traynor, ... and S. Tierney, "360° Operative Videos: A Randomised Cross-Over Study Evaluating Attentiveness and Information Retention," *Journal of Surgical Education*, Vol. 75, No. 4, pp. 993-1000, July-August 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.10.010>
- [10] S. Yoganathan, D. A. Finch, E. Parkin, and J. Pollard, "360° Virtual Reality Video for the Acquisition of Knot Tying Skills: A Randomised Controlled Trial," *International Journal of Surgery*, Vol. 54, Part A, pp. 24-27, June 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2018.04.002>
- [11] B. Gold and J. Windscheid, "Observing 360-Degree Classroom Videos - Effects of Video Type on Presence, Emotions, Workload, Classroom Observations, and Ratings of Teaching Quality," *Computers & Education*, Vol. 156, 103960, October 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103960>
- [12] I. Han, "Immersive Virtual Field Trips in Education: A Mixed-Methods Study on Elementary Students' Presence and Perceived Learning," *British Journal of Educational Technology*, Vol. 51, No. 2, pp. 420-435, March 2020. <https://doi.org/10.1111/bjet.12842>
- [13] P. Araiza-Alba, T. Keane, B. Matthews, K. Simpson, G. Strugnell, W. S. Chen, and J. Kaufman, "The Potential of 360-Degree Virtual Reality Videos to Teach Water-Safety Skills to Children," *Computers & Education*, Vol. 163, 104096, April 2021. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104096>
- [14] M. N. Selzer, N. F. Gazcon, and M. L. Larrea, "Effects of Virtual Presence and Learning Outcome Using Low-End Virtual Reality Systems," *Displays*, Vol. 59, pp. 9-15, September 2019. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2019.04.002>
- [15] M. A. Rupp, K. L. Odette, J. Kozachuk, J. R. Michaelis, J. A. Smither, and D. S. McConnell, "Investigating Learning Outcomes and Subjective Experiences in 360-Degree Videos," *Computers & Education*, Vol. 128, pp. 256-268, January 2019. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- [16] S. Morélot, A. Garrigou, J. Dedieu, and B. N'Kaoua, "Virtual Reality for Fire Safety Training: Influence of Immersion and Sense of Presence on Conceptual and Procedural Acquisition," *Computers & Education*, Vol. 166, 104145, June 2021. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104145>
- [17] D. R. Mestre, "On the Usefulness of the Concept of Presence in Virtual Reality Applications," in *Proceedings of IS&T/SPIE Electronic Imaging Symposium*, San Francisco: CA, pp. 130-138, February 2015. <https://doi.org/10.1117/12.2075798>
- [18] B. G. Witmer and M. J. Singer, "Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire," *Presence*, Vol. 7, No. 3, pp. 225-240, June 1998. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- [19] T. Schubert, F. Friedmann, and H. Regenbrecht, "The Experience of Presence: Factor Analytic Insights," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 10, No. 3, pp. 266-281, June 2001. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- [20] K. M. Lee, "Presence, Explicated," *Communication Theory*, Vol. 14, No. 1, pp. 27-50, February 2004. <https://doi.org/10.1093/ct/14.1.27>
- [21] W. S. Kim and K. Nah, "A Study on Contents Design of Virtual and Augmented Reality Reflecting Presence," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol. 23, No. 3, pp. 139-153, September 2017. <http://dx.doi.org/10.18208/ksdc.2017.23.3.139>
- [22] Massachusetts Institute of Technology. TELEPRESENCE [Internet]. Available: <https://web.mit.edu/dxh/www/marvin/web.media.mit.edu/~minsky/papers/Telepresence.html>.
- [23] T. B. Sheridan, "Musings on Telepresence and Virtual

Presence,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 1, No. 1, pp. 120-126, February 1992.
<https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.120>

- [24] D. W. Schloerb, “A Quantitative Measure of Telepresence,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 4, No. 1, pp. 64-80, February 1995.
<https://doi.org/10.1162/pres.1995.4.1.64>
- [25] J. Steuer, “Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence,” *Journal of Communication*, Vol. 42, No. 4, pp. 73-93, December 1992.
<https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- [26] W. A. IJsselstein, H. de Ridder, J. Freeman, and S. E. Avons, “Presence: Concept, Determinants, and Measurement,” in *Proceedings of the 5th Human Vision and Electronic Imaging 2000*, San Jose: CA, pp. 520-529, January 2000. <https://doi.org/10.1117/12.387188>
- [27] M. Slater, “Place Illusion and Plausibility Can Lead to Realistic Behaviour in Immersive Virtual Environments,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 364, No. 1535, pp. 3549-3557, December 2009. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- [28] S.-H. Chang, H.-J. Chang, J.-Y. Jung, and M.-S. Park, “Exploratory Study on Effectiveness-Factors of VR Safety Education Contents: Literature Review and FGI,” *Journal of the Moving Image Technology Association of Korea*, No. 37, pp. 153-180, December 2021.
<http://dx.doi.org/10.34269/mitak.2021.1.37.009>
- [29] Y. C. Kim, “The Meaning of Knowledge and the School Education in the Knowledge and Information Society,” *Philosophy of Education*, Vol. 22, pp. 43-60, December 2002.
- [30] J. Lessiter, J. Freeman, E. Keogh, and J. Davidoff, “A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 10, No. 3, pp. 282-297, June 2001.
<https://doi.org/10.1162/105474601300343612>
- [31] Igroup. Igroup Presence Questionnaire [Internet]. Available: <http://www.igroup.org/pq/ipq/index.php>.
- [32] F. Biocca and B. Delaney, Immersive Virtual Reality Technology, in *Communication in the Age of Virtual Reality*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, ch. 4, pp. 57-124, 1995.



박민수 (Min-Soo Park)

2023년 : 상명대학교 휴먼지능정보공학
(공학사)

2023년~현 재: 상명대학교 감성공학과 석사과정
※ 관심분야 : XR콘텐츠 디자인, 인공지능



장선희 (Sun-Hee Chang)

2002년 : Imaging Arts & Science
MFA, RIT (NY, USA)
2005년 : 한양대학교 대학원
(문화콘텐츠학 박사)

2014년~현 재: 상명대학교 감성공학과 부교수
※ 관심분야 : 영상 콘텐츠, 뉴미디어



김지민 (Ji-Min Kim)

2014년~현 재: 상명대학교 가족복지학 (학사과정)
※ 관심분야 : 영상 콘텐츠