

# 가상현실 기반 안전교육 콘텐츠 유형 연구

## Types of Virtual Reality-based Safety Education Contents

장선희\*, 장효진\*\*, 김성훈\*\*  
상명대학교 감성공학과\*, 상명대학교 산학협력단\*\*

Sun-Hee Chang(sxc5098@smu.ac.kr)\*, Hyo-Jin Chang(chj0327@gmail.com)\*\*,  
Sung-Hoon Kim(hipoly515@smu.ac.kr)\*\*

### 요약

실감콘텐츠 기술 및 관련 인프라의 발전으로 가상현실 콘텐츠의 활용에 대한 관심이 커지고 있다. 이에 따라 안전교육 분야에서는 기존 강의식 교육의 단점을 보완하여 직접 재난 상황을 체험하는 것과 같은 현장감 및 몰입감 있는 가상현실 기반의 안전교육(이하 VR 안전교육) 콘텐츠를 제작하는 사례가 늘어나고 있다. 본 연구는 기존 안전교육과 비교하여 VR 안전교육의 특성과 그 효과를 알아보고, 현재까지 제작되어 공개된 VR 안전교육 콘텐츠를 104건 선별하여 내용, 형식에 기반한 9가지 항목으로 분석한 뒤, 항목 간 관련 정도 및 '상호작용성'과 '환경의 생생함'의 두 축을 기반으로 하여 VR 안전교육 콘텐츠를 실감 강의형, 시뮬레이션형, 게임형의 세 가지로 유형화할 수 있었다. 본 연구를 통해 안전교육의 목적과 기대하는 효과에 따른 유형별 특징을 고려하여 양질의 VR 안전교육 콘텐츠 기획 및 제작에 기여할 수 있기를 기대한다.

■ 중심어 : | 가상현실 | 실감 콘텐츠 | 가상현실 기반교육 | 현장감 | 안전교육 |

### Abstract

With the development of realistic content technology and related infrastructure, interest in the use of virtual reality content is growing. Accordingly, in the field of safety education, more and more cases of producing virtual reality-based safety education (VR safety education) contents such as experiencing disaster situations realistically by supplementing the shortcomings of existing lecture-style education. This study looked at the characteristics and effects of VR safety education compared to the existing safety education, and analyzed 104 VR safety education contents produced and disclosed to date into nine classifications based on content and form. Based on the degree of relevance between items and the two axes of 'interactionability' and 'vividness of the environment', VR safety education contents could be categorized into three types: tangible lecture type, simulation type, and game type. Through this study, we hope to contribute to the planning and production of quality VR safety education contents by considering the purpose of safety education and the characteristics of types with the expected effects.

■ keyword : | Virtual Reality | Realistic Contents | Virtual Reality-based Training | Presence | Safety Education |

\* 이 연구는 2020년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임('20010423')

접수일자 : 2020년 11월 26일

수정일자 : 2020년 12월 11일

심사완료일 : 2020년 12월 11일

교신저자 : 장선희, e-mail : sxc5098@smu.ac.kr

## I. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

2003년 대구 지하철 화재 참사, 2008년 이천 냉동창고 화재 참사, 2011년 우면산-춘천 산사태, 2014년 세월호 침몰과 같은 대형 재난사고가 발생하고 있다. 2019년 한 해 동안 산업현장에서 발생한 사망자수는 2,020명, 재해자수는 109,242명으로 2018년 동기 대비 사망자수는 5.7% 감소하였으나, 재해자수는 6.8% 증가하였다[1]. 산업 및 일상에서 발생할 수 있는 재난 및 재해를 사전에 예방하고 발생 시 빠른 조치를 통해 2차 재해를 막기 위한 안전교육은 매우 중요하다.

현재 우리나라는 유치원에서 중등에 이르는 교과과정을 통해 안전교육을 필수로 진행하고 있으며[2], 산업안전보건법 제3장 안전보건교육에서 정하는 시간 및 이수 내용에 따른 안전보건교육을 정기적으로 진행하도록 하고 있다[3]. 현재 학교 및 산업현장에서 이루어지고 있는 안전교육은 안전조치 행동을 체화하기 위한 체험 및 시뮬레이션 기반 교육 방식보다는 대부분 일방적인 강의형태로 진행되고 있다[4][5]. 피교육자 입장에서 정규 교육과정이나 법률에 의해 강제된 형식적 과정으로만 여겨질 가능성이 높으며 그 교육 효과성도 의문으로 제기되고 있다.

안전교육의 목적은 학습자가 이론적 내용을 완벽하게 숙지하는 것에 그치지 않고, 사고 상황이 발생했을 때 발생 가능한 피해를 줄이기 위한 신속하고 정확한 대응 행동을 하도록 하는 것이다. 최근 가상현실 디바이스 및 제작 기술이 발전하며, 안전교육 분야에서 가상현실 기술을 접목한 안전교육 콘텐츠 활용의 가능성이 주목받고 있다. VR 안전교육 콘텐츠를 통해 사용자는 실사 촬영 영상 및 컴퓨터 그래픽 모델링으로 구현된 가상공간에서 사고 및 재해 상황을 실감 있게 체험하고, 각종 장비들을 직접 사용해봄으로써 안전조치 행동을 숙지하는데 효과적인 안전교육을 진행할 수 있게 되었다.

본 연구는 점차 증가하는 VR 안전교육 콘텐츠의 안전교육 효과를 높일 수 있는 기획 및 제작을 위하여 VR 안전교육 콘텐츠 사례를 분석하였다. 기존 VR 안전교육 관련 선행연구는 해당 기관에서 개발한 소수 콘텐츠

에 한정되어 가상현실 교육 콘텐츠의 특성의 일반화가 어려운 한계가 있었다. 본 연구는 복수의 제작업체가 공개한 가상현실 안전교육 콘텐츠를 분석하여 유형화를 통해 현시점 VR 안전교육의 경향성과 그 특성을 살펴보고자 하였다. 이를 통해 가상현실 기반 안전교육 콘텐츠의 기획 및 제작에서 미디어 특성을 기반으로 한 안전교육 효과 증대에 기여하고자 하였다.

### 2. 연구 방법

가상현실 미디어의 특성을 반영하여 안전교육 콘텐츠의 효과를 높일 수 있는 방법을 도출하기 위해 기존 VR 안전교육 콘텐츠를 내용, 형식 및 디바이스 특성 등에 기초하여 사례 분석하였다.

분석 대상으로 삼은 콘텐츠는 동영상 공유 플랫폼(Youtube)에 공개된 VR 안전교육 콘텐츠이며, 'VR 안전교육', 'VR 재난교육' 키워드를 통해 추출하여 교육내용과 구성 및 상호작용 등을 파악할 수 있는 체험, 리뷰 영상을 포함하여 총 104건을 선정하였다. 선별 과정에서 계정 당 최소 3건 이상의 콘텐츠를 게시하여 VR 안전교육 콘텐츠 전문 제작 업체 또는 도입기관이라고 판단되는 계정의 영상을 선정하였으며, 가상현실 기술이 대중적으로 본격화 되면서 사용하게 된 2016년 이후의 최신 HMD디바이스를 기반으로 제작된 VR 콘텐츠를 선별하였다. 텍스트 및 음성 언어가 중요하게 작용하는 교육 콘텐츠의 특성상 교육하고자 하는 내용의 전달 및 구성을 확인하기 용이한 국내의 사례로 한정하였다. 단순 홍보영상 및 동일 업체의 중복 콘텐츠는 제외하였다.

콘텐츠 분석 항목은 크게 내용적 측면과 형식적 측면으로 분류하였다. 내용적 측면은 안전교육이 목표로 하는 교육의 주제와 교육내용의 인지 및 체험을 위한 절차적 단계 구성 등 콘텐츠 제작을 위한 시나리오 설계와 관련 있는 변별적 항목들로 구성하였다. 구체적으로 재난관리 단계별 교육내용, 상황 연출, 수행능력 평가, 정보 활용의 네 가지 항목을 포함하고 있다.

또한 형식적 측면에서는 가상현실 관련 하드웨어 및 소프트웨어의 기술적 측면과 연관이 높은 구현 방식에 관련된 내용으로 구성하였다. 시점, 그래픽 구현 방법, 교육내용 전달 방식, 상호작용, 4D 체험의 다섯 가지

항목이 포함되었다.

## II. 가상현실 기반 안전교육

### 1. 안전교육 정의

김용익(2003)은 안전교육을 “교육의 수단을 통하여 일상생활에서 개인 및 집단의 안전에 필요한 지식, 기능, 태도 등을 이해시키고, 자신과 타인의 생명을 존중하며, 안전하고 건강한 생활을 영위할 수 있는 습관을 육성하는 것”으로 정의하였다[6]. 송미경 외 4인(2005)은 안전교육을 “안전을 위협하는 여러 요소로부터 건강한 생활을 유지하기 위한 적극적인 방법으로서 사고의 위험을 사전에 방지하여 사고율을 낮추고, 사고에 대한 대책을 마련하여 그 피해를 줄이기 위한 방법을 주된 내용으로 하는 교육을 의미한다”고 정리하였다[7]. 종합해보면 안전교육이란 ‘사고 위험요소들을 사전에 방지 및 사고 후 대책 마련을 위한 인간의 습관, 태도, 행동을 바람직한 방향으로 바꾸는 교육’이라고 볼 수 있다.

안전교육은 인간의 생명과 직결된 문제로서, 단기간 일회성으로 이루어지는 교육방식은 지양되어야 한다. 피교육자가 해당 내용을 체화할 수 있도록 충분한 시간 높은 참여도를 가질 수 있도록 해야 한다.

### 2. 가상현실 기반 안전교육 콘텐츠

‘가상현실(VR)’은 HMD와 같이 시청각 등 센서를 통한 감각 추적이 가능한 몰입형 디바이스와 실사 영상 및 3D 그래픽 모델링 기반으로 구현된 가상환경에서 실감있는 체험을 제공한다. 2019년 4월부터 상용화된 5G 기술은 초고속, 초저지연, 초연결 특성으로 실시간 고용량 데이터 처리를 필요로 하는 가상현실 환경 구현과 콘텐츠 활용을 촉진하게 되었다.

가상현실 관련 기술은 몰입감, 상호작용, 지능화와 같은 그 특성에 따라 고위험(Dangerous), 체험불가(Impossible), 고대가성(Counter-productive), 고비용(Expensive) 분야에 활발히 적용될 것이며, 교육 분야에서는 의료용 실습, 화재 현장과 같은 재난 체험 등 위험한 분야에 활용될 것이다[8][9]. 간호교육과 같은

의료 분야의 가상현실 활용 시뮬레이션 교육은 수행도, 학습자신감, 교육 만족도, 지식 지연, 지식변화, 수행도 등에서 유의한 효과를 보이는 것으로 나타났으며[10], 한국산업안전보건공단 안전보건자료실에서는 360 VR 전용관을 통해 사진 및 동영상 기반, CG 기반 다양한 VR 안전교육 콘텐츠들을 제공하여 실제 산업현장에서 이를 활용한 교육을 진행할 수 있도록 하고 있다[11].

가상현실 콘텐츠의 대표적인 특성으로는 ‘현전감’과 ‘몰입감’이 있다. 김우상 외 1인(2017)은 현전감을 ‘매개된 환경 또는 매개체가 가상적 비-물리적 존재라는 것을 인식하지 못하고, 수용자가 그 환경에 존재하거나 개체가 실제로 존재한다고 느끼는 것’이라고 정의했으며, 국내외 선행연구를 통해 현전감이 공통적으로 제시하는 긍정적 효과를 즐거움, 각성, 기억력, 설득력, 의사 사회적 관계형성으로 정리한 바 있다[12].

실제와 같은 경험을 통한 교육을 전제로 하는 가상현실 교육의 효과성에 관련하여, 교육자 에드거 데일(Edgar Dale)은 학습의 원추 이론(Cone of Learning)을 개발하여, 읽기, 듣기, 보기, 보고 듣기, 말하기, 말하고 행동하기에 따라 학습한 내용을 2주 뒤에 얼마나 기억하는가에 대한 모델을 제시한 바 있다(그림 1)[13]. 이 연구에서 읽기만 진행했을 경우 학습 내용의 10%밖에 기억하지 못하지만, 극화, 시뮬레이션과 같은 듣기나 관람 등 다감각적 자극을 통한 체험으로 갈수록 실제 경험 및 행동을 통해 학습을 진행할 경우 배운 내용의 90%를 기억하는 것으로 나타났다.

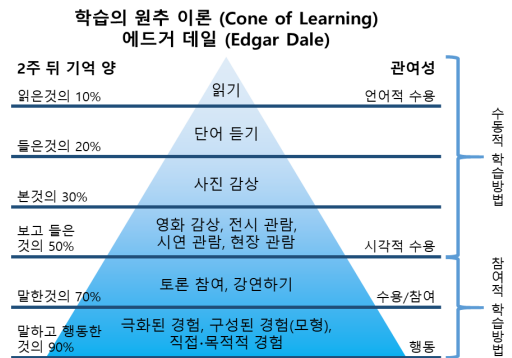


그림 1. 에드거 데일의 학습의 원추 이론

정리하면, ‘가상현실 기반 안전교육(VR 안전교육)’은 HMD, 트리거 등 실시간 반응의 감각 센서를 활용하여 몰입감을 높이고 상호작용이 가능한 상태로 고위험, 체험 불가의 사고 상황을 경험할 수 있게 하며 안전지식을 체화하는 교육과정을 말한다 고 정의할 수 있다.

### 3. 현행 안전교육 방식 특성 비교

백지민 외 2인(2016)은 현행 안전교육을 강의중심의 교육방법, 현장체험 위주의 교육, VR기반의 교육으로 구분하였다[5]. 강의중심의 교육방법은 매뉴얼, 시청각 자료 등을 활용한 교육으로써 주로 강사에 의한 일방적인 교육 및 세미나로 진행되는 방식이며, 현장체험 위주의 교육은 실제 생산시설 및 근무 장소에서 사용되는 장비를 활용한 실습 교육이나, 많은 장비가 고가이고 위험요소가 많다는 단점을 가지고 있다. 마지막으로 VR기반의 교육은 가상공간에 고위험, 고가의 장비를 컴퓨터 그래픽을 통해 실제와 같이 구현하여, VR 디바이스를 통해 복잡한 작업을 수행할 수 있는 체험을 제공한다. 세 가지 방식의 비교 분석 결과는 [표 1]과 같다.

강의중심의 교육방법에는 발제문(PPT), 비디오 등의 시청각 자료가 다수 사용된다. 레더 외(2019)는 피교육 집단을 발제문(PPT)를 통한 교육과 가상현실(VR)을 통한 교육 집단으로 구분하여 교육을 진행하였으며, 교육 후 장비 습득법에 대한 시험을 치루어 그 효과성을 검증하였다[14]. 그 결과 가상현실(VR) 교육 집단이 발제문(PPT)활용 교육 집단에 비해 더 높은 지식 습득률을 보여준 것으로 나타났다.

한편, 로브레글리오 외(2020)는 비디오를 통한 교육 집단과 VR을 통한 체험형 교육 집단을 구분하여 교육을 진행하였으며, 실험 결과 VR 교육 집단이 비디오 교육 집단에 비해 안전지식 습득에서 더 높은 점수를 냈다[15]. 또한 3-4주 후의 재시험 결과에서 지식 습득 및 자기 효능감도 비디오 집단에 비해 더 높았던 것으로 나타났다.

표 1. 현행 안전교육 방식 특성 비교([5] 연구 재구성)

	강의중심의 교육방법	현장체험 위주의 교육	VR기반의 교육
개발 비용	중하	상	중상
유지보수 비용	하	상	중
학습자의 집중도나 몰입도	중하	상	상
학습자의 만족도	중	상	중상
원리적 지식 습득	상	중하	중
절차적 지식 습득	하	중상	중상
문제해결 기술 습득	중하	중하	상
교육과정에서의 훈련생과의 상호작용	중상	중하	중상
실제 현장에 대한 충실도	하	상	중상
교육내용의 보완을 위한 유연성	상	중하	중상

VR기반의 교육은 강의중심의 교육방법 대비 학습자의 집중도나 몰입도 및 만족도, 절차적 지식 습득, 문제해결 기술 습득, 실제 현장에 대한 충실도 면에서 높은 효과를 보이며, 현장체험 위주의 교육과 비교해도 개발 및 유지보수 비용, 원리적 지식 습득, 문제해결 기술 습득, 교육과정에서의 훈련생과의 상호작용, 교육내용의 보완을 위한 유연성 면에서 경쟁력을 가진다.

앞서 살펴본 바와 같이 가상현실 기반 안전교육 콘텐츠는 기존 교육방식과 비교하여 실제 체험과 같은 경험을 통해 안전 지식을 체화한다는 측면에서 그 효과성을 확인해 나가고 있다. 안득용 외 1인(2013)은 기존 한국 기술교육대학교 능력개발교육원에서 개발한 가상현실 훈련 콘텐츠를 콤포넨트형, 시나리오형, 장비실습형으로 분류한 바 있으나 분류 기준이 콘텐츠 내용에 중점을 두고 있다[16]. 본 연구는 가상현실 안전교육 콘텐츠의 기획과 제작을 위해 콘텐츠의 내용 구성뿐만 아니라 콘텐츠 구현 기술과 사용자 상호작용을 포함한 연구가 필요하다고 보고, 선별된 다수의 콘텐츠 분석을 통해 안전교육 콘텐츠를 유형화하고 그 특성을 도출하였다.

### III. VR 안전교육 콘텐츠 분석

동영상 공유사이트(YouTube)에 공개된 가상현실 기

반 안전교육 콘텐츠 중 선별된 104개의 VR 안전교육 콘텐츠를 교육내용과 방법, 제작 형식 등을 검토하여 세부 항목을 선정하고 분석 틀을 도출하였다. 분석 틀을 토대로 내용 및 형식 측면의 9가지 항목을 통해 두 차례 이상 교차 분석을 실시하였다.

표 2. VR 안전교육 콘텐츠 분석 항목

분류		세부 항목
재해 유형에 따른 교육대상		산업재해 →산업현장 근로자
		인위재해(비산업)/자연재해 →일반인
내용	재난관리 단계별 교육내용	예방 및 완화 단계 훈련 →위험요소, 안전수칙 제시  재난대응 단계 훈련 →재해 조치, 대피 및 장비사용법
	상황 연출	사고 상황 실감체험 재해 상황 실감체험
	수행능력 평가	퀴즈 점수화, 성공 여부(P/F), 목표 시간제한, 측정
	정보 활용	기사, 통계
형식	시점	1인칭 주인공 시점 1,3인칭 시점 혼합 3인칭 관찰자 시점
	그래픽 구현 방법	컴퓨터 그래픽 3 자유도 실사 영상 혼합
	교육내용 전달 방식	시청각 혼합 자극 시각 자극(팝업, 시뮬레이션) 청각 자극(나레이션)
	상호작용	선택, 조작 및 이동 시청각 상호작용 선택, 조작
	4D 체험	진동, 이동 등 출력장치활용

세부 항목으로 VR 안전교육의 재해 유형에 따른 교육대상을 먼저 정리한 뒤, 내용 측면에서 ①재난관리 단계별 교육내용, ②상황 연출, ③수행능력 평가, ④정보 활용 등 네 가지 항목을 살펴보고, 형식 측면에서 ⑤시점, ⑥그래픽 구현 방법, ⑦교육내용 전달 방식, ⑧상호작용, ⑨4D 체험의 다섯 가지 항목을 분석하였다. 분석항목과 그 세부 내용은 [표 2]와 같다.

1. 재해 유형 및 교육대상

재해는 발생 원인에 따라 크게 자연재해와 인위재해로 나눌 수 있다[17]. '자연재해'는 기상 요인 또는 지반의 운동과 같은 자연현상에 기인한 것으로 태풍, 지진, 낙뢰 등이 있으며, 인간의 부주의, 기술상의 하자로 인하여 발생하는 '인위재해'는 인간의 고의나 과실이 개입되어 야기되는 것으로 화재, 붕괴·폭발, 교통사고 등이 있다[17]. 산업안전보건법 제2조(정의)에서 사용하는 '산업재해'의 뜻은 "근로자가 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것"을 말한다[3]. VR 안전교육 재해 유형에서 발생빈도와 피해 규모가 큰 산업재해를 분리하여 재해 유형을 크게 자연재해, 인위재해(비산업), 산업재해로 살펴보았다. 교육대상의 경우 자연재해, 인위재해(비산업)일 경우 공공적 목적의 일반인 대상이 많았고, 산업재해인 경우 특정 산업현장 근로자에 해당하였다.

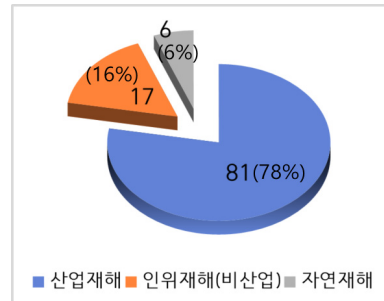


그림 2. 재해 발생 원인별 콘텐츠 분포

선정된 104건의 콘텐츠 중에서도 산업재해가 81건으로 가장 많았으며, 그 다음으로 인위재해(비산업)가 17건, 자연재해가 6건으로 나타났다. 산업현장에서 안전교육은 업무자의 업무환경 및 사고 상황, 그에 따른 예방 및 위기 대응절차가 비교적 명확하기 때문에 가상 현실 콘텐츠 구현 시 그 활용성이 크므로 산업현장의 요구가 그만큼 많았다는 것을 알 수 있다.

2. VR 안전교육 콘텐츠의 내용 항목

2.1 재난관리 단계별 교육내용

페탁(Willian J. Petak)이 제시한 재난관리는 일반적으로 시간의 흐름에 따라 '예방 및 완화-대피 및 계획-

재난대응-재난복구'의 4단계 과정으로 분류된다[18]. 앞의 두 단계는 재난발생 이전 단계이고, 뒤의 두 단계는 재난발생 이후의 단계이다. 재난관리 단계 중 '예방 및 완화' 단계에서는 위기요인을 사전에 제거, 감소시켜 위기발생 자체를 억제시킨다. 또한 '재난대응' 단계에서는 신속한 대처를 통해 피해를 최소화시키는 것을 내용으로 한다[19]. 교육 내용의 경우 예방 및 완화 단계 훈련은 위험요소, 안전수칙 제시가 주로 이루어지고, 재난대응 단계 훈련은 재해 조치, 대피 및 장비사용법 교육이 주로 다루어지고 있음을 알 수 있다.

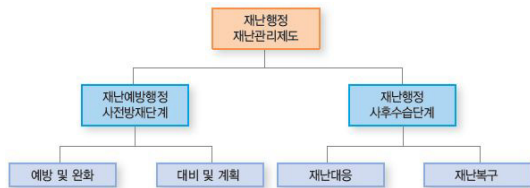


그림 3. 재난관리 단계별 조직도[20]

재난관리 단계의 경우 총 104건의 콘텐츠 중 예방 및 완화 단계 훈련이 74건, 재난대응 단계 훈련이 21건이 있었다. 예방 및 완화 단계 훈련과 재난대응 단계 훈련이 혼합된 경우는 총 9건이었는데 앞에서 위험요소 및 안전수칙을 교육한 뒤 사고(재해) 상황이 발생하고 이를 조치하기 위한 훈련이 뒤에서 진행되는 방식이다. 대표적인 예로는 산업현장에서의 화재 및 폭발, 밀폐공간에서의 질식과 관련한 콘텐츠가 있었다.

총 83건(혼합 포함)의 예방 및 완화단계 훈련 중 81건이 위험요소, 안전수칙 제시 등의 교육내용을 포함하였으며, 총 30건(혼합 포함)의 재난대응 단계훈련 모두 재해조치, 대피 및 장비사용법을 교육내용에 포함하는 것으로 나타났다.

### 2.2 상황 연출

산업현장 근로자들은 정해진 법령에 따라 위험요인을 교육받았음에도 안일한 태도와 부주의한 행동으로 인해 사고가 발생한다. '사고 상황 실감체험'은 고층에서 추락하여 사망하거나, 기계 미숙 조작으로 신체 부위가 손상되어 피가 나는 것과 같은 구체적이고 극단적인 상황 묘사를 경험하도록 하여 작업자의 경각심을 고

취하도록 하는 의도로 파악된다.

'재해 상황 실감체험'은 긴박한 재난 상황을 구현하여 사용자가 긴장감 및 몰입도가 높아진 상태로 집중력 있게 올바른 조치, 대피 및 장비사용법을 익히는 것을 돕도록 한다. 전자의 경우 예방 및 완화 단계 훈련에서, 후자의 경우 재난대응 단계 훈련에서 각각 선택적으로 사용되고 있다. 총 83건(혼합 포함)의 예방 및 완화 단계 훈련 콘텐츠 중 59건이 사고 상황 실감체험을 연출하였으며, 총 30건(혼합 포함)의 재난대응단계 훈련 모두 재해 상황 실감체험을 연출하는 것으로 분석했다.

### 2.3 수행능력 평가

신동희 외 1인(2013)은 게이미피케이션을 '게이미 아닌 다른 분야에 게임의 개념과 방식을 적용하여 문제를 해결하고, 사용자의 몰입을 높여 해당 분야의 효율을 높이고자 하는 방법'이라고 정의한다[21]. 본 연구에서는 '도전과제(퀴즈·목표)', '보상(성공(Pass), 점수에 따른 만족감)', '충돌(시간제한, 측정)', '결과(일정점수 미달시 재교육, P/F)' 등과 같이 콘텐츠 내에 반영된 게이미피케이션 요소들을 수행능력 평가 요소로 삼았다 [22][23].

총 104건의 콘텐츠 중 33건의 콘텐츠는 A or B, 다지선다형, 여러 개의 항목 중 정답 맞추기, 순서 맞추기, 주변을 둘러 위험요소 찾기와 같은 퀴즈 형식을 사용했다. 27건의 콘텐츠는 점수화, 성공 여부(P/F), 목표 등의 게이미피케이션 요소들을 통해 사용자가 적극적으로 참여할 것을 요구했으며, 23건은 시간제한, 측정을 통해 사용자가 집중하도록 했다.

### 2.4 정보 활용

일부 콘텐츠에서는 기사, 통계 등의 데이터를 증강 화면으로 제공하기도 하였다. 체험의 배경지식이 되는 내용을 영상이나 그래프 등을 활용하여 제시하는 방식이며, 총 104건의 콘텐츠 중 10건이 기존 외부 기사, 통계 등의 데이터를 활용하여 제시했다.

## 3. VR 안전교육 콘텐츠의 형식 항목

### 3.1 시점

현전감 있는 체험을 통한 교육인 만큼 1인칭 시점이

주를 이루었으며, 사고 상황을 목격하거나 장비 사용방법을 설명 듣는 방식 등 3인칭 관찰자 시점도 활용하고 있음을 알 수 있다. 트리거를 통해 직접 수행할 수 있는 상호작용 깊이와도 연관 있는 것으로 보인다. 총 104건의 콘텐츠 중 1인칭 주인공 시점이 62건이었으며, 25건의 콘텐츠가 1, 3인칭 시점을 혼합하여 사용하였고, 17건이 3인칭 관찰자 시점을 사용하고 있었다.

### 3.2 그래픽 구현 방법

그래픽 구현 방법은 컴퓨터 그래픽과 HMD를 낀 상태로 상하좌우 고개를 돌리며 감상할 수 있는 3 자유도(3 Degrees of Freedom) 실사 영상이 컴퓨터 그래픽과 혼합 사용된 경우로 구분하여 분석하였다. 총 104건의 콘텐츠 중 99건이 컴퓨터 그래픽 사용이며, 5건은 3 자유도 실사 영상과 컴퓨터 그래픽을 혼합 사용하였다.

### 3.3 교육내용 전달 방식

사용자가 취해야 할 행동을 알려주거나 재해 상황의 정도를 제시하는 등의 교육내용 전달 방식은 시각(팝업, 시뮬레이션 영상), 청각(나레이션), 두 가지를 함께 사용하는 시청각 활용 방식으로 살펴볼 수 있었다. 총 104건의 콘텐츠 중 팝업, 시뮬레이션과 나레이션을 동시에 사용하여 교육을 진행한 시청각 교육이 76건으로 대부분 시뮬레이션의 시범을 활용한 정보 전달 형식이었으며, 팝업, 시뮬레이션의 시각 효과만을 사용한 것이 26건으로 집계되었다. 가상환경 내 캐릭터 및 에이전트 등의 존재 여부에 따른 화자의 나레이션에 대한 설정과 관련 있는 것으로 파악된다.

### 3.4 상호작용

HMD 착용 상태로 공간 콘텐츠를 감상하는 방식의 '시청각 상호작용', 트리거, 조이스틱 등을 사용해 콘텐츠 내에서 선택, 조작이 가능하면 '선택 및 조작', 선택, 조작에 더불어 가상공간 내 이동까지 가능하면 '선택 조작 및 이동'으로 구분하였다.

상호작용은 총 104건의 콘텐츠 중 선택 조작 및 이동이 63건으로 가장 많았으며, 시청각 상호작용이 23건, 선택 및 조작이 18건이었다. 실제 예방 조치 및 대응

행동을 수행해야 하는 안전교육인 만큼 직접 조작과 이동을 통해 체험하는 내용이 주를 이루고 있다는 것을 알 수 있다. '이동'의 경우 작게는 키보드, 조이스틱을 통한 이동부터, 크게는 컨트롤러 조작 버튼을 이용, 양손의 컨트롤러를 흔들어 이동, 제자리걸음으로 이동, 직접 걸어서 이동(모션센서가 공간 내 움직임 인식) 등으로 조작 방식과 이동방식이 콘텐츠 간 상이하게 나타났다.

### 3.5 4D 체험

기타에는 HMD, 트리거와 같은 주요 장비 이외에 사용자가 콘텐츠를 체험하는 실제 공간에 사고 장면에서 내려앉는 모의 비계, 철골을 설치하거나, 고소차 운전에서 흔들리는 발판 위에서 체험을 진행하여 실감 나는 경험을 가능하게 하는 4D 체험이 있었으며, 총 104건의 콘텐츠 중 5건에 4D 체험이 활용되었다.

## IV. 가상현실 기반 안전교육 콘텐츠 유형화

가상현실은 매개체의 기호나 언어와 같은 상징 매체를 중심으로 경험하는 것이 아니라 감각기관을 통해 직접 경험하는 것을 특징으로 하고 있다. 듀이(Dewey, 2016)는 경험의 결과가 이해하는 것으로 연결될 때, 경험이 의미 있는 것이 된다고 하였다[24].

가상현실 기반 안전교육은 감각적 자극을 통해 재난 현장의 생생함을 체험하고 위기 순간에 대응절차를 정확하게 행동으로 옮길 수 있는 것을 목표로 하므로 안전의 상황제시, 안전요소 파악, 대응 방법과 그 순서의 일련의 체험의 과정이 포함되는 것을 알 수 있다. 이때, 정보의 정확한 인지, 안전조치 행동의 필요성 고취 수준에서 장비 활용법 숙지와 재해 대처 행동 요령 등의 체화 수준에 이르기까지 교육 콘텐츠에서 요구하는 교육의 목표 수준에 따라 콘텐츠의 유형을 설정할 수 있을 것으로 보인다.

앞서 살펴본 가상현실 기반 안전교육 콘텐츠 분석의 내용 및 형식의 9가지 항목의 관계 정도에 따라 VR 안전교육 콘텐츠의 유형을 나누어 볼 수 있었다. 모두 가상공간에서 벌어지는 재난 상황에서의 실감체험을 가

능하게 하지만, 선택, 조작 및 이동 등의 상호작용 정도와 참가자의 교육습득을 확인하는 수행능력 평가 과정 포함 여부 등에 따라 유형화 할 수 있었다.

가상현실의 경험 특성 중 현전감은 크게 생생함과 상호작용성 요인으로 생성되는데(Steuer,1992)[25], 생생함은 가상의 환경의 재현적 가치에 비중을 두고, 상호작용성은 참가자가 환경 속에서 의미 있는 행위를 통해 몰입하도록 하는 것과 관련 있다. 현전감의 요인인 생생함과 상호작용성의 비중을 기준으로 분류하면 다음 [그림 4]와 같이 크게 세 가지로 ①실감 강의형, ②시물레이션형, ③게임형으로 나누어 볼 수 있다.

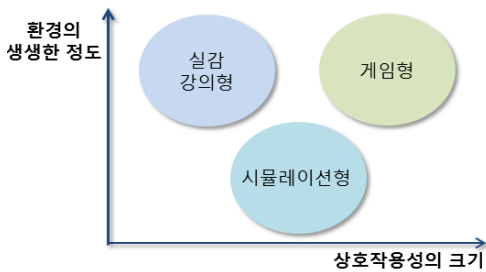


그림 4. VR 안전교육 유형 분류

분석한 104건 콘텐츠 중 가장 많은 수를 차지한 것은 43건을 차지한 시물레이션형이었으며, 다음으로 게임형이 38건, 실감 강의형이 23건을 차지했다.

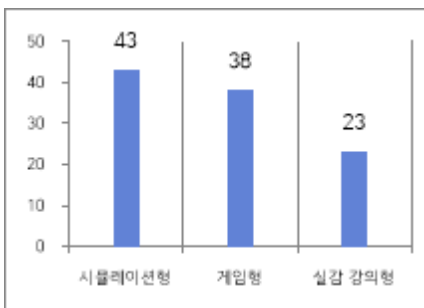


그림 5. VR 안전교육 콘텐츠 유형 분포

실감 강의형의 경우 기존 강의 방식을 활용하여 재난 상황을 직접 목격하게 하여 안전의 욕구와 동기를 유발하는데 효과를 기대할 수 있으며, 시물레이션형은 참가자의 행위의 순서와 정확도에 집중하여 체화된 학습에

좀 더 목표를 두었다고 볼 수 있다. 게임형의 경우 시물레이션형에서 체험자의 교육성도를 측정하여 효과를 높이는 것 뿐만 아니라 직접 공간을 탐색하고 그에 따른 행위를 결정하는 과정을 통해 공간 의미화라는 장소성 생성 측면에서 환경의 생생한 정도 또한 증가할 것이라 볼 수 있다.

### 1. 실감 강의형

104건의 VR 안전교육 콘텐츠 중 23건이 실감 강의형에 해당하였으며, 실감 강의형 콘텐츠는 현전감을 활용하여 위험상황의 인식 및 재해 상황의 생생한 체험을 기반으로 참가자의 관여도를 높이는 목적으로 활용되고 있다.

이때, 시청각 트래킹 외에 촉각 활용의 상호작용은 제한적이었으며, 기존 안전교육 강의방식인 시청각 활용 강의 및 현장 훈련 방식을 가상현실 환경에 그대로 적용한 사례가 다수 나타났다. 상호작용 정도에서 직접 절차 수행 등의 행동이 제한적이므로 사고 상황 및 예방 교육을 시청각 자료를 효과적으로 인지할 수 있도록 교육을 진행하는 콘텐츠가 주를 이루었다. 실감 강의형의 특징과 분석내용은 다음과 같다.

표 3. VR 기반 안전교육 콘텐츠 실감 강의형 특징

<p>실시중심 현장교육[26]</p>	
<p>가상강의실 증강교육[27]</p>	
<p>현장 사고사례 제시[28]</p>	



표 4. VR 기반 안전교육 콘텐츠 실감 강의회 분석

내용	재난관리 단계별 교육내용	- 예방 및 완화 단계 훈련에 따른 위험요소, 안전수칙 제시 다수
	상황 연출	- 사고 상황 실감체험 다수
	수행능력 평가	- 없음
	정보 활용	- 일부 통계 활용
형식	시점	- 3인칭 관찰자 시점 다수
	그래픽 구현 방법	- 컴퓨터 그래픽 다수(일부 3 자유도 실사 영상 혼합)
	교육내용 전달 방식	- 시청각 혼합 다수
	상호작용	- 시청각 상호작용
	4D 체험	- 없음



## 2. 시뮬레이션형

시뮬레이션형은 실제로 훈련하기 어려운 재난 상황을 가상환경에 구현하여 사용자가 HMD, 트리거 등을 착용하고 인터랙션을 통해 재난 조치의 절차적인 과정을 경험하는 콘텐츠다. 총 104건의 분석 대상 콘텐츠 중 43건이 시뮬레이션형에 속했으며 모두 '1인칭 주인공 시점 (단독 또는 혼합)' 기반으로 구성되었다. 총 37건의 콘텐츠가 '선택, 조작 및 이동'까지 상호작용이 가능하여 현재 콘텐츠 제작 기술이 많이 고도화되어 있음을 확인해 볼 수 있었다.

시뮬레이션 유형의 경우 조작의 순서나 주의사항에 대한 안내방식을 음성, 시각적 정보를 통해 제시하게 되는데, 교육 효과를 위해 정보의 제공방식과 행동을 유도하는 방식이 콘텐츠에 따라 상이했으며 그 방식에 따라 참가자의 반응에도 영향을 끼칠 것으로 보인다. 즉, 사용자 인터페이스(UI) 및 사용자 경험(UX)의 체계적인 설계가 필요한 것으로 판단된다.

표 5. VR 기반 안전교육 콘텐츠 시뮬레이션형 특징

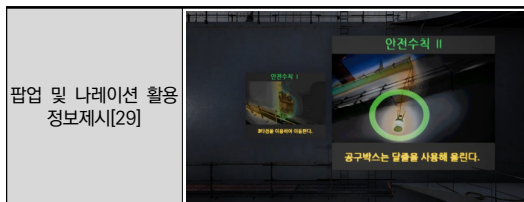


표 6. VR 기반 안전교육 콘텐츠 시뮬레이션형 분석

내용	재난관리 단계별 교육내용	- 예방 및 완화 단계 훈련에 따른 위험요소, 안전수칙 제시 다수
	상황 연출	- 사고 상황 실감체험 다수
	수행능력 평가	- 없음
	정보 활용	- 일부 기사 활용
형식	시점	- 1인칭 주인공 시점(일부 3인칭 혼합)
	그래픽 구현 방법	- 컴퓨터 그래픽
	교육내용 전달 방식	- 시청각 혼합 다수
	상호작용	- 선택, 조작 및 이동 다수
	4D 체험	- 일부 활용

## 3. 게임형

게임형은 단순한 절차적 수행을 익히는 수준을 넘어 퀴즈, 점수화, 성공여부(P/F), 목표 및 시간제한, 측정 등 내용적 측면의 수행능력 평가 요소를 포함한 콘텐츠로 볼 수 있다. 도전과제, 목표, 보상, 충돌, 결과 등과 같은 게이미피케이션 요소들은 사용자의 학습, 동기부여 및 집중을 더 효과적으로 이루어지게 하며, 이는 자기 주도적인 학습 및 집중도와 같은 교육적 효과와도 관련이 깊다[22][23].

총 104건의 콘텐츠 중 게임유형에 속한 콘텐츠는 38건이었다. 38건의 콘텐츠 모두 '1인칭 주인공 시점'에 기반하였으며, '선택 및 조작'이 가능하고 그 중 26건의 콘텐츠가 '이동' 상호작용이 가능했다.

게임 유형은 사용자가 내재적 동기를 통해 능동적으로 체험할 수 있다는 가능성과 함께 플레이 목표 및 결

과의 설정, 난이도 설정과 보상체계 등 게임성을 확보할 수 있는 구체적인 장치를 가지는 특징이 있다.

실감 강의형과 시뮬레이션형이 교수자의 역할이 있는 것에 비해 콘텐츠 내에서 교육내용의 확인과 평가가 가능하여 참여자 주도적인 학습이 가능하다.

표 7. VR 기반 안전교육 콘텐츠 게임형 특징



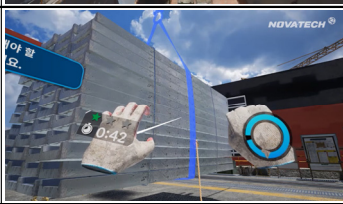
<p>퀴즈형 평가[32]</p>	
<p>점수화, P/F 평가[33]</p>	
<p>제한시간 설정[34]</p>	

표 8. VR 기반 안전교육 콘텐츠 게임형 분석

<p>내용</p>	<p>재난관리 단계별 교육내용</p>	<p>- 예방 및 완화 단계 훈련에 따른 위험요소, 안전 수칙 제시 다수</p>
	<p>상황 연출</p>	<p>- 재해 상황 실감체험 다수</p>
	<p>수행능력 평가</p>	<p>- 세부항목 중 1개 이상 포함</p>
	<p>정보 활용</p>	<p>- 일부 기사 활용</p>
<p>형식</p>	<p>시점</p>	<p>- 1인칭 주인공 시점(일부 3인칭 혼합)</p>
	<p>그래픽 구현 방법</p>	<p>- 컴퓨터 그래픽</p>
	<p>교육내용 전달 방식</p>	<p>- 시청각 혼합 다수</p>
	<p>상호작용</p>	<p>- 선택, 조작 및 이동 다수</p>
	<p>4D 체험</p>	<p>- 일부 활용</p>

V. 결론

본 연구는 안전교육과 가상현실에 대한 선행연구를

통해 '가상현실 기반 안전교육'을 정의하고, VR 안전교육의 효과성을 확인한 뒤, 현재까지 제작된 VR 안전교육 콘텐츠를 내용 및 형식에 기반한 9가지 분류 기준으로 구성된 틀을 통해 분석 및 유형화하여 현실점 VR 안전교육 콘텐츠의 전체적인 경향성을 확인하였다.

연구 내용을 종합하면, 현장감 측면에서 변별적 위치를 가진 실감 강의형, 시뮬레이션형, 게임형으로 유형화를 하였으며, VR 관련 기술 및 디바이스의 발전 및 수행능력 평가 요소와 같은 내용적 충실함에 따라참가자의 능동성의 정도로 구분되는 것으로 나타났다.

이것으로 단순히 최신 기술을 접목한 콘텐츠가 좋다는 일차원적 평가는 재고되어야 한다는 사실을 마주하게 된다. 실감 강의형의 경우 직접 수행하는 행위를 배제하고 있지만 위험한 환경 속에서 재난을 실감 있게 목격하는 것을 극대화 하는 것만으로도 안전 불감증을 해소하고 교육의 참여 동기를 제고 할 수 있으며 재난 상황의 판단과 행동요령 숙지 등에서 기존 방식을 활용할 수 있다는 유연함이 있다는 것을 확인하였기 때문이다.

시뮬레이션형은 신체의 안전과 재산의 보호를 위한 행동 수칙을 체화하는 것을 목표로 안전 교육 콘텐츠에서 가장 일반적인 유형이라고 할 수 있다. 실제 환경과 비슷한 공간 내에서 장비의 조작, 행동의 절차에 대한 내용을 반복적으로 수행하여 위험한 상황에 실질적으로 대비하는 것을 목표로 하고 있다. 일부 콘텐츠에서 동일한 교육 주제임에도 행동 요령이 상이하게 나타나기도 하였는데, 제작시 장비의 조작 방법과 유지 보수 및 재난 대응 절차가 국내 산업에서 공통으로 활용되는 것인지에 대한 확인절차가 필요한 부분이다.

게임형의 경우, 교육 효과의 측정 측면까지 포함하는 것을 목표로 하면서 개발되는 수가 점차 늘어나는 추세다. 앞의 두 가지 유형이 기존 교수주체입장에서 보조적이거나 도구적으로 활용되는 측면이 있던 것과 비교하여 게임형이 학습자 주체적인 입장에서 콘텐츠 내에서 교육과 그 평가까지 진행할 수 있다는 점에서 기획 및 개발단계의 중요도가 상대적으로 크다고 할 수 있다.

본 연구는 위의 제시한 가상현실 안전교육 콘텐츠 유형 및 그 특성은 안전교육 콘텐츠의 내용 및 형식과 사

용자 및 디바이스를 고려하여 기대효과와 사용 주체의 능동성 정도에 따라 콘텐츠의 내용 구성과 상호작용, 디바이스 활용 방식 등의 전략을 도출할 수 있는 기준이 될 것으로 기대한다.

유형별 특성에서 언급한 콘텐츠 기획에 필요한 기존 강의 대비 실감 강의형의 교육 효과 검증, 시뮬레이션형 및 게임형의 효과적인 UI/UX 설계 및 게이미피케이션 요소 도출과 같은 구체적인 내용을 본격적으로 담지 못한 것은 추후 콘텐츠 분석과 실험 등을 통한 연구 과제로 남기는 바이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 이현숙, 2019년 산업재해 발생현황, 고용노동부, 2020.
- [2] 김남은, “가정과 안전교육의 연구 동향 분석,” 한국가정과교육학회지, 제28권, 제3호, pp.47-63, 2016.
- [3] <https://www.law.go.kr/법령/산업안전보건법>
- [4] 차우규, 2018 학교안전사고 예방을 위한 실태조사 연구, 한국교원대학교 안전교육센터, 2018.
- [5] 백지민, 함동한, 이양지, “산업안전 교육시스템에서의 가상현실의 효과적 활용 방안에 관한 연구,” 대한안전경영과학회지, 제18권, 제4호, pp.19-30, 2016.
- [6] 김용익, “초등학교 실과교과를 통한 안전교육의 방안,” 한국실과교육학회, 제16권, 제4호, pp.51-65, 2003.
- [7] 송미경, 이정은, 문선영, 양숙자, 김신정, “안전교육에 대한 초등학교 교과서 내용 분석,” 지역사회간호학회지, 제16권, 제2호, pp.205-220, 2005.
- [8] 범원택, 김자영, 김남주, *VR·AR을 활용한 실감형 교육 콘텐츠 정책동향 및 사례 분석*, 정보통신산업진흥원, 2019.
- [9] 이자연, *가상증강현실(AR·VR)산업의 발전방향과 시사점*, KIET 산업경제, 2019.
- [10] 전혜진, “시나리오 기반 간호시뮬레이션 교육에서의 가상현실 활용 및 발전방안 탐색: 통합적 고찰,” 한국간호시뮬레이션학회지, 제7권, 제1호, pp.45-56, 2019.
- [11] <https://360vr.kosha.or.kr/main>
- [12] 김우상, 나건, “현전감을 반영한 가상증강현실 콘텐츠 디자인에 관한 연구,” 한국디자인문화학회지, 제23권, 제3호, pp.139-153, 2017.
- [13] 이지혜, “가상현실 기반교육 활성화 방안에 관한 연구,” 한국디자인문화학회지, 제25권, 제1호, pp.357-366, 2019.
- [14] J. Leder, T. Horlitz, P. Puschmann, V. Wittstock, and Astrid Schütz, “Comparing immersive virtual reality and powerpoint as methods for delivering safety training: Impacts on risk perception, learning, and decision making,” *Safety science*, Vol.111, pp.271-286, 2019.
- [15] R. Lovreglio, X. Duan, A. Rahouti, R. Phipps, and D. Nilsson, “Comparing the effectiveness of fire extinguisher virtual reality and video training,” *VIRTUAL REALITY*, 2020.
- [16] 안득용, 박형근, “가상현실을 이용한 기술훈련 콘텐츠의 개발 및 활용 사례연구,” 실천공학교육논문지, 제5권, 제2호, pp.117-122, 2013.
- [17] <https://web.archive.org/web/20200302012058/http://bangjae.jeju.go.kr/related/history/environment/disasters.htm#>
- [18] W. J. Petak, “Emergency Management: A Challenge for Public Administration,” *Public Administration Review*, Vol.45, Special Issue, pp.3-7, 1985.
- [19] 윤선희, 김유진, 김규용, 나건, “수해자 중심의 재난관리서비스 가이드라인에 관한 연구,” 한국디자인문화학회지, 제21권, 제1호, pp.379-389, 2015.
- [20] 송창영, *은평구의 재난관리 역량강화 등을 위한 재난안전에 대한 선진화 방안 연구*, (재)한국재난안전기술원, 2012.
- [21] 신동희, 김희경, “게이미피케이션과 대체현실게임 개념을 적용한 지식정보콘텐츠 사례 연구,” 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 제14권, 제2호, pp.151-159, 2013.
- [22] 김혜민, “리얼 버라이어티 쇼의 게이미피케이션 보상 요소 연구,” 한국게임학회 논문지, 제17권, 제4호, pp.81-90, 2017.
- [23] 이연정, 변혁, “게이미피케이션 융합콘텐츠 연구: 웹 라이브에 나타난 게임의 형식적 요소를 중심으로,” 한국콘텐츠학회논문지, 제19권, 제8호, pp.483-489, 2019.
- [24] 권종산, *실감 가상현실을 활용한 경험학습 게임 콘텐츠의 개발 및 평가에 대한 연구*, 서울대학교, 박사학위

논문, 2017.

- [25] J. Steuer, "Defining Virtual Reality," The Journal of Communication, Vol.4, No.4, 1992.
- [26] [https://www.youtube.com/watch?v=yPgS\\_N1gyQo](https://www.youtube.com/watch?v=yPgS_N1gyQo)
- [27] [https://www.youtube.com/watch?v=mM5LSN\\_Vtvk](https://www.youtube.com/watch?v=mM5LSN_Vtvk)
- [28] <https://www.youtube.com/watch?v=wxC-ffmdauc>
- [29] <https://www.youtube.com/watch?v=n-jQqQcGMq4>
- [30] <https://www.youtube.com/watch?v=uenWWTiXr64>
- [31] [https://www.youtube.com/watch?v=qQLNt\\_k-hiY](https://www.youtube.com/watch?v=qQLNt_k-hiY)
- [32] <https://www.youtube.com/watch?v=TSuSV1jh4OE>
- [33] <https://www.youtube.com/watch?v=cFQYXt81CL8>
- [34] [https://www.youtube.com/watch?v=\\_7M2ffSbm4I](https://www.youtube.com/watch?v=_7M2ffSbm4I)

장 효 진(Hyo-Jin Chang)

정회원



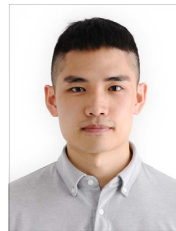
- 2017년 6월 : 한양대학교 문화콘텐츠학 박사 수료
- 2011년 2월 : 한양대학교 문화콘텐츠학 석사
- 2004년 2월 : 한양대학교 기계공학사
- 현재 : 상명대학교 산학협력단 소속

연구원

〈관심분야〉 : 실감콘텐츠, 공간 스토리텔링

김 성 훈(Sung-Hoon Kim)

준회원



- 2020년 2월 : 상명대학교 경영학사
- 현재 : 상명대학교 산학협력단 소속 연구원

〈관심분야〉 : 가상현실, 증강현실, 혼합현실, 3D 그래픽 모델링, 디지털 헤리티지

### 저 자 소 개

장 선 희(Sun-Hee Chang)

정회원



- 2019년 8월 : 한양대학교 문화콘텐츠학 박사
- 2002년 5월 : Imaging Arts & Science MFA, RIT (NY, USA)
- 1993년 2월 : 상명여자대학교 사진영상학사
- 현재 : 상명대학교 감성공학과 부교수

〈관심분야〉 : 영상콘텐츠, 뉴미디어