



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학박사학위논문

VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방과  
안전교육 만족도에 미치는 영향에 관한 연구

A study on the effect of safety experience education using  
virtual reality(VR) on the safety accident prevention and  
safety education satisfaction

울산대학교 대학원  
안전보건전문학과  
문석인

VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방과  
안전교육 만족도에 미치는 영향에 관한 연구

지도교수 장길상

이 논문을 공학박사학위 논문으로 제출함

2021년 12월

울산대학교 대학원  
안전보건전문학과  
문석인

문석인의 공학박사학위 논문을 인준함

심사위원	박	창	권	
심사위원	정	기	효	
심사위원	김	재	균	
심사위원	박	재	석	
심사위원	장	길	상	

울 산 대 학 교 대 학 원

2021년 12월

## 국문 요약

304명의 젊은 학생들을 차가운 바다로 내몰았던 진도 세월호 침몰사고, 2020년 38명의 노동자가 집으로 귀가하지 못한 한익스프레스 이천 물류센터 화재 사고, 2021년 6월 도로변에 정차된 버스를 덮쳐 9명의 사망자와 8명의 부상자를 낸 광주 철거 건물 붕괴 사고 등 산업재해 및 안전사고는 산업화 이후 지속적으로 중요한 사회적 이슈로 다루어지고 있다. 산업재해예방 대책으로 매우 중요한 안전교육이지만 언론, 선행연구 등으로 확인할 수 있듯이 산업 현장의 실체는 그렇지 않다.

본 연구에서는 산업안전보건교육의 현장 작동성과 사업주와 근로자의 안전의식 전환을 위해서는 기존 강의식 교육방식에서 현장·체험중심의 교육 방식으로 패러다임의 변화의 중요성을 인식하여, VR을 활용한 안전교육을 체험한 산업현장의 안전 스태프 및 근로자를 대상으로 연구를 진행하였다. 이 연구의 목적은 근로자의 안전의식과 안전행동에 영향을 주어 안전사고 예방 효과 및 안전교육 만족도를 가져올 수 있는 VR 안전체험교육을 산업 현장의 안전보건교육에 적용할 방향과 발전방향을 제시하는데 있다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 국내·외 자료와 선행연구를 토대로 연구모형을 설정하였고, 이를 기반으로 가설 설정 후 변수 간의 원인과 그 결과를 확인하는 인과관계를 검증하였다. 이에 사용된 통계분석 프로그램은 SPSS 24.0이며 이를 이용하여 빈도분석, 탐색적 요인분석, 신뢰도 분석, 타당성 분석, 주성분분석, 평균, 표준편차, 상관관계 분석, 다중회귀분석, 매개 효과분석을 하였다. 연구 대상은 공단에서 추진하고 있는 「찾아가는 VR 체험지원」 사업을 지원 받고 체험한 산업 현장의 안전관계자 및 근로자로 하였으며, 2021년 9월 23일부터 2021년 10월 30일까지 설문조사가 이루어졌다. 자료의 수집은 체험 교육이 끝나고 자기 기재법 설문방식으로 1,025부를 나누어 주었으며, 회수된 설문지 1,025부 중에서 분석에 부적합한 결측 항목이 있거나 무성의한 설문지 68부를 제외하고 957부를 실증분석에 사용하였다.

본 연구는 VR을 활용한 안전체험교육이 안전사고 예방과 안전교육 만족에 미치는 영향 관계를 실증하였다. 분석 결과 VR교육이 산업재해예방에 미치는 영향은 선행연구 및 1980년대에 정립된 산업재해 관련 이론들과 상통된 내용이다. VR 안전체험교육은 안전행동, 안전의식 및 안전사고 예방에 유의한 정(+)의 영향을 미치고, 안전의식은 안전행동에 유의한 정(+)의 영향을 주며, 안전의식과 안전행동은 안전사고 예방에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 추가 확인된 것은 VR 안전체험교육과 안전사고예방 간의 영향 관계에서 안전행동이 부분매개 효과가 있으며 VR 안전체험교육과 안전행동 간의 영향 관계에서 안전의식이 부분매개 효과가 있는 것을 확인하였다. VR 안전체험교육이 교육만족도에 미치는 영

향 관계에서는 산업안전 분야에 처음 시도된 ‘VR 콘텐츠 만족도와 의도’ 연구변수는 모두 교육만족도와 현업적용의도 및 추천의도에 유의한 정(+)의 영향을 주는 것을 나타냈다.

이와 같은 실증 결과는 독립형 HMD와 CMS를 이용해 여러 명이 동시에 VR 안전체험교육 시스템이 교육 만족도와 안전사고 예방에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 1인 최적화 및 고가의 PC 연결형 VR을 대체할 수 있는 교육 시스템으로 정착하게 된다면 산업 현장에서 좀 더 쉽게 VR체험이 가능할 것이며, 체험 중심의 안전보건교육의 패러다임 변화를 가져올 수 있을 것이다. 또한 안전보건교육은 형식적인 교육에서 벗어나 실질적인 현장 작동성을 발휘할 수 있을 것이고 이를 통해 조직 구성원들의 안전의식을 고취하여 급박하거나 위험상황에서 안전행동을 유발해 산업재해 및 안전사고를 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 본 연구 결과를 응용하여 다수 동시 체험 시스템과 기존 시스템의 VR 안전 체험교육을 비교 체험한 대상으로 연구를 진행하여 VR 효과 등 다양한 연구변수에 대한 실증 연구가 지속되어야 할 것이다. 또한 동일 시스템으로 연구 표본을 다양한 업종으로 확대하고 업종별, 규모별 연구가 필요하며 본 연구에서 처음으로 시도된 연구 변수뿐만 아니라 다른 분야에서 적용된 다양한 연구변수 적용으로 연구들이 지속적으로 이루어진다면 VR 콘텐츠 개발 방향과 산업재해 예방 대책 수립 등 산업 현장의 안전 확보에 기여할 것으로 기대된다.

주제어 : VR, 가상현실, 안전교육, 체험교육, 산업재해, 안전사고, 체험경제이론, 안전행동, 안전의식, 프레즌스, 몰입감, 현실감, 상호작용성, 만족도, 현업적용의도, 추천의도

# 목차

국문 요약 .....	I
목차 .....	III
표 목 차 .....	VII
그림목차 .....	IX
<b>제1장 서론</b> .....	1
제1절 연구의 배경 및 목적 .....	1
1. 연구의 배경 .....	1
2. 연구의 목적 .....	9
제2절 연구의 범위 및 방법 .....	10
<b>제2장 가상현실(Virtual Reality, VR)</b> .....	12
제1절 VR 개념 및 특징 .....	12
1. VR 정의 및 VR의 특징 .....	12
2. VR교육 효과 및 필요성 .....	15
제2절 VR 시장 및 적용 동향 .....	17
1. VR 시장 현황 및 전망 .....	17
2. 교육·훈련분야 VR 적용 동향 .....	19
제3절 VR 콘텐츠 및 HMD .....	21
1. 제작 및 활용방법에 따른 VR 콘텐츠 .....	21
1) CG 기반 VR 콘텐츠 .....	22
2) 동영상 기반 VR 콘텐츠 .....	24
3) 사진 기반 VR 콘텐츠 .....	29
2. VR 디스플레이 장치(HMD) 및 CMS .....	31
<b>제3장 이론적 고찰</b> .....	35
제1절 VR활용 안전체험 교육 .....	35
1. VR 교육 .....	35
2. 체험경제이론(Experience Economy Theory) .....	39
제2절 안전의식 .....	42
제3절 안전행동 .....	45
제4절 안전사고 예방 .....	48
제5절 VR 프레즌스(Presence) .....	52
1. 몰입감(Flow) .....	54
2. 현실감(Reality) .....	56
3. 상호작용성(Interactivity) .....	57

제6절 VR 콘텐츠 만족도 .....	59
제7절 교육만족도 .....	61
제8절 현업적용의도 .....	63
제9절 추천의도 .....	65
<b>제4장 연구방법</b> .....	67
제1절 연구모형 및 가설설정 .....	67
1. 연구모형 .....	67
2. 가설설정 .....	67
1) VR활용 안전체험 교육과 안전의식 간의 관계 .....	67
2) VR활용 안전체험 교육과 안전행동 간의 관계 .....	68
3) VR활용 안전체험 교육과 안전사고 예방 간의 관계 .....	69
4) 안전의식과 안전행동 간의 관계 .....	69
5) 안전의식과 안전사고 예방 간의 관계 .....	70
6) 안전행동과 안전사고 예방 간의 관계 .....	70
7) VR 프레즌스와 VR활용 안전체험교육 간의 관계 .....	71
8) VR 프레즌스와 VR 콘텐츠 만족도 간의 관계 .....	72
9) VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계 .....	73
10) VR 콘텐츠 만족도와 교육만족도 간의 관계 .....	73
11) 교육만족도와 협업적용의도 간의 관계 .....	74
12) 교육만족도와 추천의도 간의 관계 .....	75
13) VR활용 안전체험교육과 교육만족도 간의 관계 .....	75
14) VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에 있어서 안전의식 매개효과 .....	76
15) VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에 있어서 안전행동 매개효과 .....	76
16) VR활용 안전체험교육과 안전행동 간의 관계에 있어서 안전의식 매개효과 .....	77
17) VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계에 있어서 VR 콘텐츠 만족도 매개효과 .....	77
제2절 변수의 조작적 정의 .....	78
1. 교육적 체험 .....	79
2. 일탈적 체험 .....	80
3. 심미적 체험 .....	80
4. 오락적 체험 .....	81
5. 안전의식 .....	82
6. 안전행동 .....	83



7. 안전사고 예방 .....	83
8. 몰입감 .....	84
9. 현실감 .....	85
10. 상호작용성 .....	86
11. VR 콘텐츠 만족도 .....	87
12. 교육만족도 .....	87
13. 현장적용의도 .....	88
14. 추천의도 .....	89
제3절 조사 설계 및 분석방법 .....	90
1. 조사목적 .....	90
2. 조사대상 .....	90
3. 조사방법 및 기간 .....	90
4. 조사도구의 개발 .....	91
5. 연구의 분석방법 .....	99
<b>제5장 실증분석 및 결과</b> .....	100
제1절 기초통계분석 .....	100
제2절 신뢰성 및 타당성 분석 .....	101
제3절 상관관계 분석 .....	106
제4절 가설검증 .....	107
• 가설 1. VR활용 안전체험 교육과 안전의식 간의 관계 .....	107
• 가설 2. VR활용 안전체험 교육과 안전행동 간의 관계 .....	108
• 가설 3. VR활용 안전체험 교육과 안전사고 예방 간의 관계 .....	109
• 가설 4. 안전의식과 안전행동 간의 관계 .....	109
• 가설 5. 안전의식과 안전사고 예방 간의 관계 .....	110
• 가설 6. 안전행동과 안전사고 예방 간의 관계 .....	110
• 가설 7. VR 프레즌스와 VR활용 안전체험교육 간의 관계 .....	110
• 가설 8. VR 프레즌스와 VR 콘텐츠 만족도 간의 관계 .....	112
• 가설 9. VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계 .....	113
• 가설 10. VR 콘텐츠 만족도와 교육만족도 간의 관계 .....	113
• 가설 11. 교육만족도와 협업적용의도 간의 관계 .....	113
• 가설 12. 교육만족도와 추천의도 간의 관계 .....	114
• 가설 13. VR활용 안전체험교육과 교육만족도 간의 관계 .....	114
• 가설 14. VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에 있어서 안전의식 매개효과 .....	115
• 가설 15. VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에 있어서 안전행동 매개효과 .....	116

• 가설 16. VR활용 안전체험교육과 안전행동 간의 관계에 있어서 안전의식 매개효과 .....	117
• 가설 17. VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계에 있어서 VR 콘텐츠 만족도 매개효과 .....	118
<b>제6장 결론 및 시사점</b> .....	121
제1절 연구 요약 및 시사점 .....	121
1. 연구결과의 요약 .....	121
2. 연구의 시사점 .....	125
제2절 연구의 한계점 및 향후 연구 방향 .....	128
1. 연구의 한계점 .....	128
2. 향후 연구 방향 .....	129
참고문헌 .....	131
부    록 .....	151
Abstract .....	158

## 표 목차

<표 1> VR 콘텐츠 개발 경과 .....	7
<표 2> 산업유형 및 훈련유형별 사례 .....	21
<표 3> 가상 환경 제작 유형에 따른 안전보건공단 VR 콘텐츠 .....	22
<표 4> HMD 유형별 특징 .....	32
<표 5> 체험형 VR과 다인 동시 체험 VR 비교 .....	33
<표 6> VR 기반 교육의 문제점 .....	37
<표 7> 산업안전 분야 HMD 유형에 따른 VR 교육의 선행연구 .....	38
<표 8> 체험경제이론(4Es) 기반 ICT 기술을 적용한 체험의 선행연구 .....	42
<표 9> 안전의식 수준향상 프로그램 측정지표 .....	44
<표 10> 안전의식 관련 선행연구 .....	45
<표 11> 안전행동의 정의 .....	47
<표 12> 체험교육과 안전행동 관련 선행연구 .....	48
<표 13> 안전사고 예방 관련 선행연구 .....	51
<표 14> Lombard & Ditton의 프레즌스 개념 .....	52
<표 15> 프레즌스, 몰입감, 현실감, 상호작용 관련 선행연구 .....	53
<표 16> 몰입감에 기여하는 기술적인 요인별 감각시스템 .....	56
<표 17> 현실감을 결정하는 주요 요소 및 감각정보 .....	57
<표 18> VR 콘텐츠 만족도 관련 선행연구 .....	61
<표 19> 교육만족도 관련 선행연구 .....	63
<표 20> ICT 활용 현업적용의도 및 지속이용의도에 관한 선행연구 .....	65
<표 21> 추천의도 관련 선행연구 .....	66
<표 22> 변수의 조작적 정의 .....	78
<표 23> 「교육적 체험」의 설문지 구성 및 출처 .....	79
<표 24> 「일탈적 체험」의 설문지 구성 및 출처 .....	80
<표 25> 「심미적 체험」의 설문지 구성 및 출처 .....	81
<표 26> 「오락적 체험」의 설문지 구성 및 출처 .....	82
<표 27> 「안전의식」의 설문지 구성 및 출처 .....	82
<표 28> 「안전행동」의 설문지 구성 및 출처 .....	83
<표 29> 「안전사고 예방」의 설문지 구성 및 출처 .....	84
<표 30> 「몰입감」의 설문지 구성 및 출처 .....	85
<표 31> 「현실감」의 설문지 구성 및 출처 .....	85
<표 32> 「상호작용성」의 설문지 구성 및 출처 .....	86
<표 33> 「VR 콘텐츠 만족도」의 설문지 구성 및 출처 .....	87
<표 34> 「교육만족도」의 설문지 구성 및 출처 .....	88
<표 35> 「현업적용의도」의 설문지 구성 및 출처 .....	89

<표 36> 「추천의도」의 설문지 구성 및 출처 .....	89
<표 37> 표본의 설계 .....	90
<표 38> 연구변수별 설문 구성 및 출처 .....	91
<표 39> 전문가 수에 따른 내용 타당도 비율(CVR)의 최솟값( $p < .05$ ) .....	94
<표 40> VR 관련 전문가 구성 .....	94
<표 41> 조사 요인 타당도 검사 결과 .....	95
<표 42> 연구의 분석방법 .....	99
<표 43> 표본의 일반적 특성( $N = 957$ ) .....	100
<표 44> VR활용 안전체험교육(독립변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과 .....	102
<표 45> 안전의식/안전행동(매개변수) 및 안전사고예방(종속변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과 .....	103
<표 46> VR 프레젠테이션(독립변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과 .....	105
<표 47> VR 콘텐츠 만족도/교육만족도(매개변수) 및 현업적용의도/ 추천의도(종속변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과 .....	106
<표 48> 평균, 표준편차, 및 상관관계 .....	107
<표 49> 가설 1에 대한 회귀분석 결과표 .....	108
<표 50> 가설 2에 대한 회귀분석 결과표 .....	108
<표 51> 가설 3에 대한 회귀분석 결과표 .....	109
<표 52> 가설 4에 대한 회귀분석 결과표 .....	109
<표 53> 가설 5, 6에 대한 회귀분석 결과표 .....	110
<표 54> 가설 7-1에 대한 회귀분석 결과표 .....	110
<표 55> 가설 7-2에 대한 회귀분석 결과표 .....	111
<표 56> 가설 7-3에 대한 회귀분석 결과표 .....	111
<표 57> 가설 7-4에 대한 회귀분석 결과표 .....	112
<표 58> 가설 8에 대한 회귀분석 결과표 .....	112
<표 59> 가설 9에 대한 회귀분석 결과표 .....	113
<표 60> 가설 10에 대한 회귀분석 결과표 .....	113
<표 61> 가설 11에 대한 회귀분석 결과표 .....	114
<표 62> 가설 12에 대한 회귀분석 결과표 .....	114
<표 63> 가설 13에 대한 회귀분석 결과표 .....	115
<표 64> 가설 14에 대한 회귀분석 결과표 .....	116
<표 65> 가설 15에 대한 회귀분석 결과표 .....	117
<표 66> 가설 16에 대한 회귀분석 결과표 .....	117
<표 67> 가설 17에 대한 회귀분석 결과표 .....	118
<표 68> 가설검증 결과의 요약 .....	119
<표 69> 산업안전 분야 VR 선행연구의 HMD 유형 분류 .....	126
<표 70> 디지털 콘텐츠 항목별 논문 경쟁력 .....	129

## 그림 목차

<그림 1> 최근 10년간 사고사망자 발생추이('11~'20년) .....	1
<그림 2> 최근 5년간 업종별 사고사망자 현황('16~'20년) .....	2
<그림 3> 체험·실습형 VR 콘텐츠에 대한 설문조사 결과 .....	5
<그림 4> VR 인식 관련 유고브(YouGov)의 설문 결과 .....	6
<그림 5> 공공기관 개발·보급 VR 콘텐츠 .....	8
<그림 6> 연구의 흐름도 .....	11
<그림 7> HMD 구조와 Visually Coupled System .....	13
<그림 8> HMD의 광학적 개념도 .....	13
<그림 9> 인간의 시야각 .....	13
<그림 10> 3DoF와 6DoF의 운동 비교 .....	14
<그림 11> 학습의 원추이론 .....	15
<그림 12> 가트너의 디스플레이(Display and Vision) 기술 하이프 사이클 .....	17
<그림 13> VR·AR 시장 규모 예측 .....	18
<그림 14> VR·AR 응용분야 및 잠재 시장 .....	19
<그림 15> Global 'EdTech' Expenditure .....	20
<그림 16> 3D CG VR 콘텐츠 제작 과정 .....	23
<그림 17> 밀폐공간(질식) VR 콘텐츠 주요 제작 과정 .....	24
<그림 18> OTT 등 동영상 서비스 이용현황 및 이용이유 .....	25
<그림 19> OTT 등 동영상 서비스 이용빈도 및 시간 .....	26
<그림 20> 프리 비즈 작업 및 리그를 통한 촬영 .....	26
<그림 21> VR 동영상의 보정, CG 및 3D 연출 효과 등 후반 편집 작업 사례 .....	27
<그림 22> 동영상 VR 제작 시 활용 가능한 기술 및 효과 구현 사례 .....	29
<그림 23> 사진 기반의 정보제공형 VR 콘텐츠 제작 과정 .....	30
<그림 24> 사진 기반 VR 콘텐츠 구성 사례 I .....	30
<그림 25> 사진 기반 VR 콘텐츠 구성 사례 II .....	31
<그림 26> PC 활용 버전(좌측) 및 HMD 활용 버전 .....	31
<그림 27> 다인 동시 VR 체험 사례 .....	33
<그림 28> 태블릿 PC 및 CMS(Content Management System) 프로그램 .....	34
<그림 29> 경제적 가치의 진보(Pine & Gilmore, 1988) .....	39
<그림 30> 체험의 4요소(4Es)의 영역 .....	40
<그림 31> 16개 요인별 안전의식 수준 분석 결과 .....	44
<그림 32> Maslow의 욕구계층 .....	46
<그림 33> 안전분위기-안전행동 모델 .....	47
<그림 34> 하인리히의 도미노 모델(좌) 및 하인리히의 1:29:300 법칙(우) .....	49
<그림 35> 미하이 칙센트미하이 몰입이론(Flow theory) : 3 & 8채널 모델 .....	55
<그림 36> 후각 시뮬레이터 VAQSO VR .....	59

<그림 37> 힘 강성 VR 컨트롤러 .....	59
<그림 38> 연구모형 .....	67
<그림 39> 산업재해 발생 추이 및 비교 .....	127
<그림 40> 디지털 콘텐츠 논문 경쟁력 및 추이 .....	129

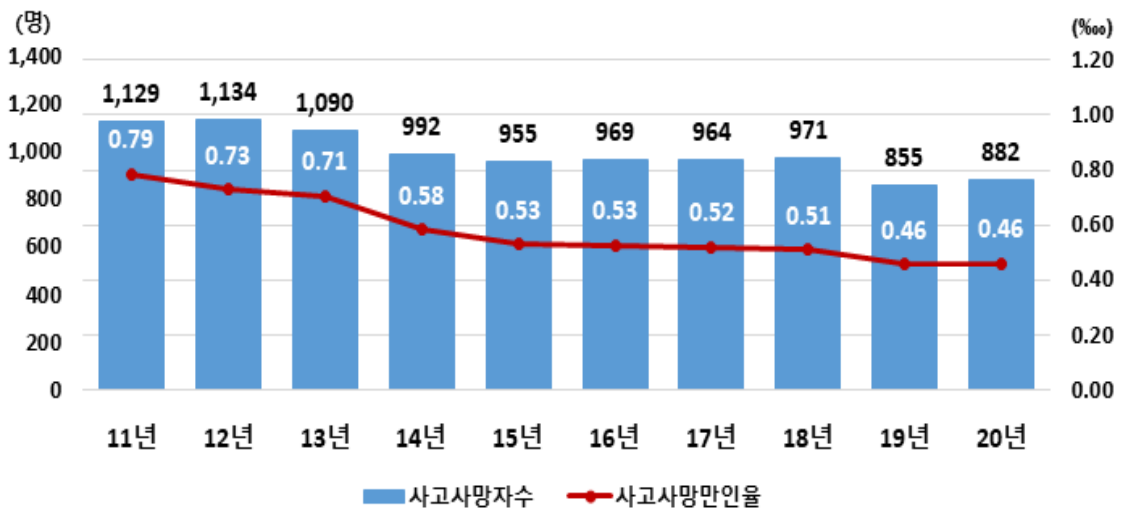
# 제1장 서론

## 제1절 연구의 배경 및 목적

### 1. 연구의 배경

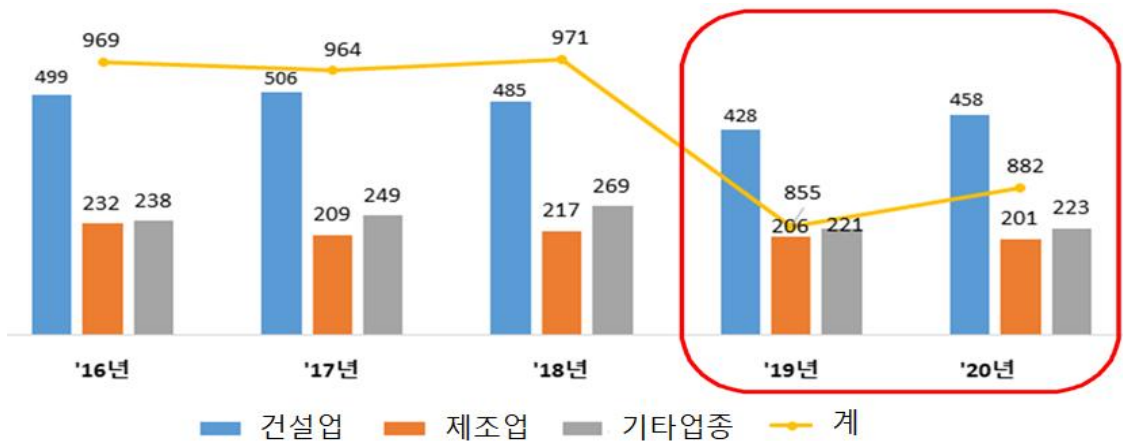
304명의 젊은 학생들을 차가운 바다로 내몰았던 진도 세월호 침몰사고, 2020년 38명의 노동자가 집으로 귀가하지 못한 한익스프레스 이천 물류센터 화재 사고 등 산업재해 및 안전사고는 산업화 이후 지속적으로 중요한 사회적 이슈로 다루어지고 있다. 이는 아무리 경제 및 ICT(정보통신기술) 발전이 급속도로 이루어진다 해도 마찬가지다. 故 김용균 사고 등 잇달아 발생한 젊은이들의 죽음으로 인해 사업주, 발주자 등 원청의 사회적 안전에 대한 책임요구가 지속되었으며 안전에 대한 국민의 관심이 고조된 상황이다(성윤희, 정기효, 2019). 이에 정부는 안전사고를 줄이기 위해서 2018년 대통령 신년사를 통해 2022년까지 자살, 교통사고, 산업재해에 의한 사고사망을 절반으로 줄이기 위한 ‘국민 생명 지키기 3대 프로젝트’를 중점 추진하겠다고 발표했다. 사회적 관심과 요구 속에 산업재해 예방을 위해 제정된 「산업안전보건법」을 28년 만에 전부 개정하여 2020년 1월에 시행하는 등 산재 예방을 위한 법·제도적 기틀도 마련하였다(김충한, 김문식, 서덕영, 나봉길, 최원용, 2020). 또한 중대재해 발생 기업의 경영진과 원청, 발주처 등의 처벌을 강화하는 「중대재해기업처벌법」이 제정되어 2022년에 시행을 맞이하고 있다.

1970년대 4.85%였던 우리나라 산업재해율은 2020년 0.57%로 지속해서 감소하였으나 선진국 등과 비교 시 아직 높은 수준이며, 특히 산업재해로 인한 사고 사망자 수가 2020년 882명으로 여전히 매우 높은 수준이다(장공화, 하권철, 2016; 수정).



<그림 1> 최근 10년간 사고사망자 발생추이('11~'20년) (출처: 고용노동부)

정부에서 발표한 사망사고 절반 줄이기 프로젝트를 실행하기 위해 고용노동부는 산업재해 사망사고 감축 목표의 기준을 사고사망만인율(연간 근로자 1만명당 사고 사망자 수 비율) 0.27‰(퍼미리아드)로 정해 추진하고 있으나, 2020년 발표에 의하면 <그림 1>과 같이 0.46‰에 그치고 있다. 정부 프로젝트 원년을 기점으로 비교하기 위해 <그림 2>와 같이 최근 5년간('16~'20년)을 업종별로 살펴보면 전체 사고사망자수는 총 4,641명으로, 연간 900명 중후반에서 800명 중후반으로 감소 추세를 지속함을 알 수 있다. 이는 정부의 다각적 산재예방활동의 전개의 결과이다(고용노동부, 2021).



<그림 2> 최근 5년간 업종별 사고사망자 현황('16~'20년) (출처: 고용노동부)

이런 산업재해를 예방하기 위한 활동으로 설비 위험요인 관리, 재해 예방 시스템 구축, 인적 요인 관리 측면으로 구분 할 수 있다. 대부분 사업장에서 이루어지는 산업재해 예방활동은 산업재해의 원인을 제거하거나 줄이는 것에 초점을 두고 있으며, 재해의 원인은 안전의식과 안전관리 등 인적 요인이 가장 중요하게 작용하는 것으로 볼 수 있다(정원일, 이명선, 전용일, 2013). 이러한 측면에서 볼 때 사업장에서의 산업안전보건 교육은 매우 중요하므로 사업주가 해당 사업장의 근로자에 대해 정기적으로 안전보건교육을 실시하도록 고용노동부령으로 규정하고 있다(박윤희, 장주희, 2019).

최서연, 조기홍, 박현아(2020)에 의하면 산업안전보건법 적용제외 사업장 중 안전보건교육을 실시하는 사업장의 근로자를 대상으로 설문한 결과 98%가 교육이 필요하고 91.2%가 교육이 효과적이라는 인식하는 것으로 나타났다. 그러나 고용노동부에 따르면 산업현장에서는 여전히 형식적이며 허위로 교육이 이루어지는 경우가 빈번하다고 한다. 또한 지식전달 위주의 단순 이론 중심의 교육이 진행되어 실무적용이 미흡하게 되고 흥미를 반영하지 못하고 있는 것이 현실이다. 이런 사회적 문화 속에서 안전보건교육을 접하고 있는 사업주 및 근로자의 안전의식 전환을 위해 기존 텍스트 및 영상 위주의 강의식 교육방식에서 교육에 참여하고 인지할 수 있는 현장교육, 체험중심으로 교육의 패러다임이 변화되어야 한다(문석인, 2019). 이에



고용노동부는 인정받은 안전체험교육장에서 체험교육을 이수한 교육 시간을 2배로 인정하는 관련 고시(고용노동부, 2021)를 개정하였다. 또한, 고용노동부 산하 정부출현기관인 안전보건공단(이하 ‘공단’)에서 운영하는 체험교육장 3곳을 추가 건립 예정이며, 15개의 민간 안전체험교육장(안전보건공단, 2021)을 인정하여 체험교육을 확대해 가고 있다.

주요 체험교육장에는 기존 안전체험시설에 4차 산업혁명의 핵심기술 중에 일반적으로 널리 알려진 VR(Virtual Reality) 기술을 접목시키고 있다(김종민, 2019). 이는 현 4차 산업혁명 시대에 발맞춰 ICT의 융·복합으로 새로운 패러다임이 열리고 있음을 알 수 있다. 가상현실(VR)은 기기를 통해 사용자에게 가상의 정보를 실감나게 전달할 수 있는 기술로서 최근 미디어융합 환경에서 증강현실(AR)과 함께 엔터테인먼트, 게임, 교육 등 다양한 분야에서 적용되어지고 있다. 특히 가상현실은 체험을 필요로 하는 교육 분야에서 두각을 드러내고 있다(민슬기, 김성훈, 2018). 4G 환경에서는 전송속도 제약으로 끊김 현상이 발생하면서 몰입감 있는 VR 콘텐츠 이용이 어렵고 대부분의 콘텐츠가 대용량이어서 실시간 스트리밍 콘텐츠는 많지 않았다. 그러나 2019년 4월 3일 최초로 5G 사용 서비스가 제공되면서 VR 콘텐츠의 스트리밍 서비스가 가능하게 되었다. 이로 인해 게임이 주를 이룬 VR 콘텐츠는 가상 교육, 쇼핑, 엔터테인먼트, 체험 등 다양한 분야로 확대되어 가고 있다(소프트웨어정책연구소, 2020). 특히, 초고속, 초저지연, 초연결성과 같은 5G의 상용화와 코로나 19 팬데믹에 따른 비대면·원격 회의 등은 교육 서비스 시장을 가파르게 성장시키고 있다. 또한 VR 기술이 실감형 교육으로 제공할 수 있고 저비용으로 위험하거나 체험하기 어려운 분야에 대한 교육 및 훈련을 반복적으로 할 수 있다는 장점으로 교육 시장에서의 수요는 더 증가할 것으로 예상된다. VR을 활용한 교육 현장에서는 현실적으로 어렵거나 불가능한 체험을 가상환경에서 경험할 수 있고, 실감 콘텐츠를 기반으로 사용자의 흥미와 몰입감을 극대화시킬 수 있으며 가상의 교육자와 상호작용을 통해 적극적이고 능동적이며 결과 중심이 아닌 과정 중심의 평가와 같은 효과를 얻게 될 것으로 예상된다(이덕우, 2021).

이와 같이 VR교육 체험자가 증가하고 VR의 저변 확대되는 이유는 몰입감, 현실감, 상호작용성 등으로 교육 전달력이 높은 VR기술의 특성뿐만 아니라, 이를 이용한 VR교육의 효과가 실험, 실증 등을 통해 국내·외에서 확인되고 있기 때문이다. 서울에서 개최된 ‘K-ICT 가상현실 페스티벌 2015’에서 기초 연설한 이온 리얼리티 社의 최고기술경영자인 닐스 앤더슨(Nils Anderson)은 VR교육의 효과에 대해 전통적인 교육에 비해 2.7배의 효과를 보이며, 3D 인터랙티브(Interactive) 교육 실시 결과 집중력이 100% 향상됐다고 하였다. 한국과학기술기획평가원(2017)은 150여 개의 BIO기술 관련 학교 및 연구기관 등에서 교수와 학생들이 이용하고 있는 랩스터 社의 가상 연구실 시뮬레이션 랩스터를 과학 교육에 활용한 경우, 랩스터만 이용할 때는 76%, 전통적인 교육 방법과 함께 사용했을 때는 101%가량 학습 효과가 높아진다는 사례가 ‘Nature Biotechnology (Vol 32.2014)’에 보고

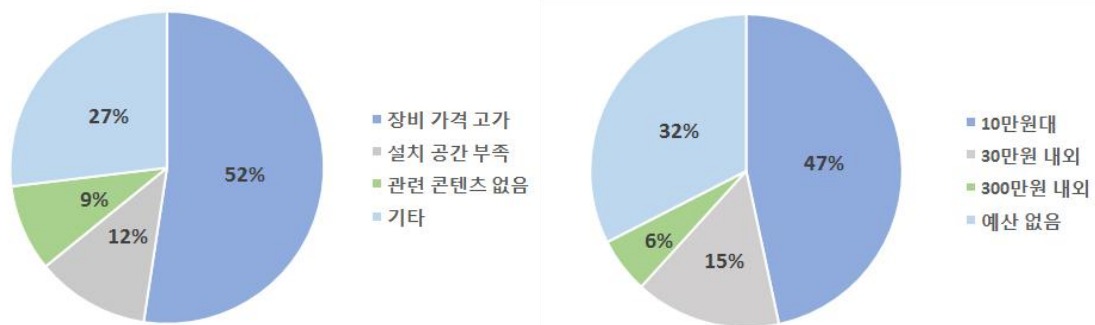
되어 있다고 발표하였다. 또한 한국지능정보사회진흥원(2018)에 따르면 중국 베이징 고등학교에서 천체 물리학을 소재로 VR과 기존 전통 교육방법을 비교한 실험을 진행한 결과 VR 교육에 참여한 그룹학생이 전통교육에 참여한 그룹학생보다 27.4% 성적이 높게 나타났다. 국내 경우 김승현 et al.(2019)은 신체 내 탄수화물 대사 사이클의 가상현실 시각화 모델을 개발하여 생화학 교육에 대한 사전 지식이 없는 19~23세의 미술 교육 학생 40명을 VR 그룹과 PPT 그룹으로 나누어 단기기억과 장기기억을 평가하였다. 그 결과 주요 카테고리 아이템 경우 VR과 기존 학습 간 큰 차이는 없는 반면, 하위로 내려갈수록 메모리 향상에 VR 학습이 더 효과적이었다. 즉, 장기 기억 측면에서 VR 학습이 2.2배 향상했다는 연구 결과였다.

2017년 12월 고용노동부에서 산업안전보건교육 혁신방안 발표하면서 산업안전 분야에서 VR 안전체험교육의 제도적 기틀이 마련되었다. 이에 발맞추어 공단에서는 현장중심의 정보제공과 체험·실습효과를 높인 VR 콘텐츠 개발·보급 사업을 추진하였다. 2018년에 VR 안전체험교육 콘텐츠 개발·보급 사업이 국정과제로 선정된 후 2022년까지 5년간 1,025종의 VR 콘텐츠 개발을 목표로 진행하고 있다. 그간 안전보건 VR 콘텐츠를 개발·보급하면서 VR 기술의 발전 속도에 따라 VR 장비의 특성, VR 콘텐츠 개발 방식, VR 디스플레이 장치인 HMD 종류 등을 고려하여 많은 시행착오를 거친 결과 산업 현장의 교육 여건에 최적화할 수 있는 시스템을 구축하였다. 여기서 최적화의 의미는 각 사업장의 업종, 규모, 예산, 인력, 작업 환경 등에 따라 다를 수 있으며, 대기업뿐만 아니라 중소기업에서도 다수의 근로자가 동시에 체험하여 실질적으로 안전보건교육에 활용 가능하다는 의미로 간주하면 될 것이다.

안전보건교육에 VR을 활용하기 위해 공단에서는 2017년부터 2020년 까지 총 620종의 VR 콘텐츠를 개발하였으며 공단의 VR 전용관(360vr.kosha.or.kr)을 통해 무상 보급하고 있다. 공단에서 개발 및 제공하는 VR 콘텐츠는 크게 체험·실습형과 정보제공형으로 구분된다. 체험·실습형 VR 콘텐츠는 동영상 형태와 컴퓨터 그래픽(CG) 형태로 제작되어 VR 디바이스인 HMD를 통해 체험할 수 있으며, 활용되는 HMD는 스마트폰 연결형, PC 연결형, 독립형(Standalone)이 있다. 정보 제공형 VR 콘텐츠는 360° 촬영이 가능한 카메라로 사업장의 공정 및 설비 등을 직접 촬영하여 360° 파노라마 사진에 안전보건정보를 삽입하고 사용자가 화면을 볼 때 해당 정보가 표출되도록 제작되었다. 이 콘텐츠를 사업장에서 안전보건교육에 활용할 경우에는 VR 전용관에 접속하여 화면을 스크린에 띄우거나, 근로자의 스마트폰의 VR 모드를 이용할 수 있다.

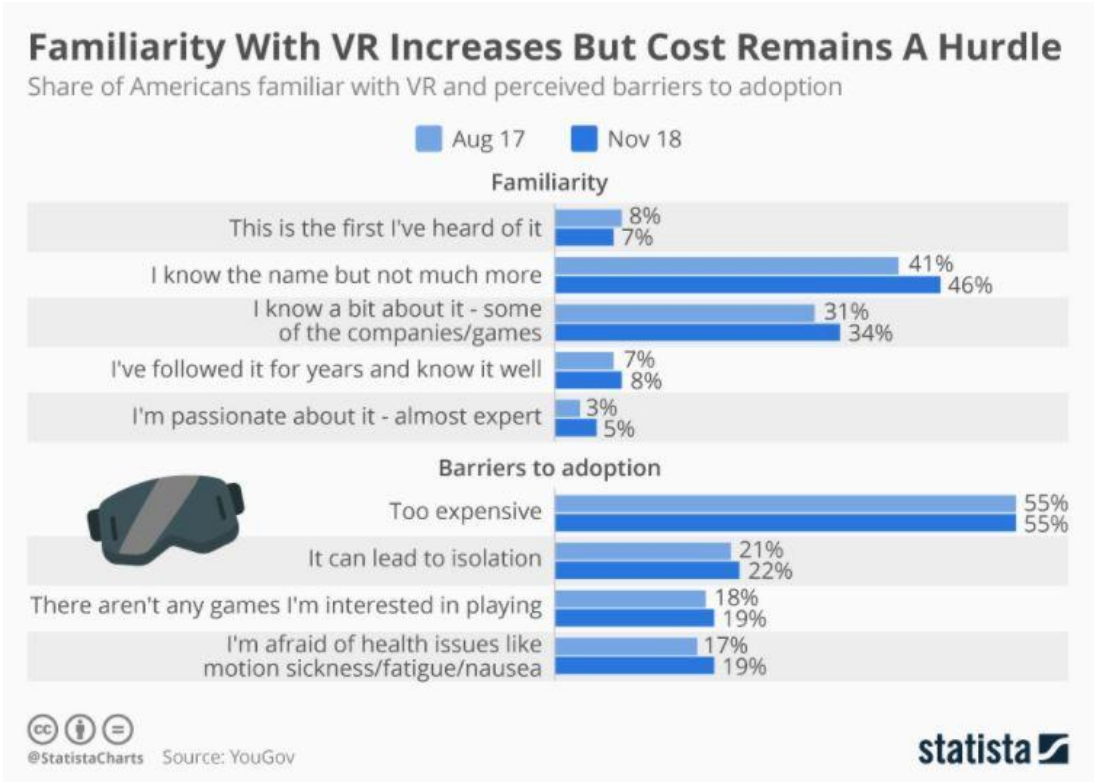
국내 VR 시장은 컴퓨터 그래픽(CG) 기반으로 PC 연결형 HMD를 활용한 콘텐츠가 주를 이루고 있다. 이런 형태의 체험·실습형 VR 콘텐츠를 공단에서도 2019년까지 개발하였으나, 단발적인 홍보, 즉 이벤트 성향이 강하며 산업 현장에서는 해당 VR 콘텐츠의 활용 및 확산을 저해하는 다음과 같은 진입장벽(Entry Barriers)

이 존재함을 인지하였다. 첫째, 고가의 VR 장비가 필요하다. 체험·실습형 VR 콘텐츠를 실행하기 위해서는 고성능의 PC, HMD, 전용컨트롤러, 어댑터 등 400만원 상당의 VR 장비가 필요하며 시뮬레이터, 웨어러블 장비를 사용할 경우 추가 비용이 발생한다. 2019년 1월 23일부터 2월 1일 까지 10일간 FAX 및 이메일을 이용하여 안전보건 교육기관 215개소와 VR 전용관을 온라인 접속한 체험고객 678명을 대상으로 설문조사한 결과는 <그림 3>과 같다. 체험·실습형 VR 콘텐츠를 활용하지 않는 이유로 전체 설문자의 52%가 고가의 VR 장비가 이유라고 응답하였고, 사업장 내 VR 장비 구매 비용으로 투자할 수 있는 금액은 30만원 내외가 62%를 차지하였다. 둘째, 1인 미디어에 최적화된 VR 장비 한계이다. 이는 PC 1대를 이용하여 다수의 교육생이 동시에 VR 콘텐츠를 체험할 경우 체험자간 충돌을 고려해야 한다. 현재 체험자 상호 회피 기술이 개발 초기 단계이며, 해외의 상호 회피 기술을 적용할 경우 고가의 센서 도입으로 다중체험은 비현실적이다. 셋째, 설치 및 사용에 대한 사업장의 부담감이 존재한다는 점이다. 이는 VR 콘텐츠 사용에 대한 심리적 부담감, 초기 설정 등 어려운 조작성과 사업장에서 실행 파일을 직접 다운받아 PC에 설치해야 하는 불편함 및 VR 장비별 상이한 사용 방법 등으로 부담감이 올 수 있다.



<그림 3> 체험·실습형 VR 콘텐츠에 대한 설문조사 결과 (출처: 안전보건공단)

공단에서 인식한 문제점 중 고가의 VR 장비에 대한 인식은 해외에서도 일맥상통하였다. <그림 4>와 같이 Statista(2019)는 ‘유고브(YouGov) 조사 결과에 따르면 VR의 안정화 및 빠른 성장은 미국인의 VR 인지도에 영향을 미쳤다’고 발표했다. 또한 VR을 사용하는 기업과 VR 게임에 대해 적어도 조금 알고 있다고 응답한 비율이 2017년 8월 31%에서 2018년 11월 34%로 증가했다고 한다. 이런 VR에 대한 높은 관심 수준에도 불구하고 비용 문제는 VR을 활용하려는 사용자들에게 중요한 장벽으로 작용한다. 시판되고 있는 VR 장비는 다양하지만 유고브가 조사한 응답자의 55%는 여전히 너무 비싸다고 생각했다. 이외에도 VR에 대한 다른 우려로는 고립(22%), 흥미로운 콘텐츠 부족(19%), 어지러움증, 멀미 등 휴먼팩트(Human factor)에 대한 공포(19%) 등이 있었다.



<그림 4> VR 인식 관련 유고브(YouGov)의 설문 결과 (출처: Statista, 2019)

공단에서는 진입장벽을 낮추기 위해 공단에서는 2019년부터 중·저가의 다양한 VR 장비에서 콘텐츠를 활용할 수 있도록 독립형 HMD 중심으로 동영상 기반 및 CG 기반의 VR 콘텐츠를 개발하고 있다. CG 기반 VR 콘텐츠는 개발사의 CG 표출 수준에 따라 콘텐츠 완성도가 좌우됨을 인지하여 엔터테인먼트 시장이 주력이었던 동영상 기반의 VR을 산업안전 분야에 최초 접목시켜 2019년부터 개발을 하고 있다. 더불어 태블릿 PC 1대를 통해 최대 100명의 근로자가 동시에 체험할 수 있도록 교육 지원 CMS(Contents Management System)을 개발·보급하고 있다. 이는 예산 및 인력 등 안전보건교육 실행 여건이 열악한 중·소규모의 사업장에서도 VR 체험교육을 활용할 수 있도록 다수의 근로자가 동시에 체험 가능한 VR 시스템을 개발한 것이다. 이외에도 사망 재해가 다발하는 고위험 소규모 사업장의 경우 VR 장비 구매력이 없거나 활용방법 등을 인지하지 못해 체험교육에 대한 접근이 어려운 현실을 고려하여 「찾아가는 VR 체험지원」 사업을 전개하고 있다. 이는 공단의 VR 전용관을 통해 지원 신청을 하면 VR 장비, VR 콘텐츠 및 부교재(PPT 등), VR 교육 진행을 위한 보조 운영 인력을 사업장을 직접 찾아가 무상으로 지원해 주는 서비스이다.

2020년부터는 사업장의 선호도와 효율성을 고려하여 안전수칙과 현장을 접목한 사진기반의 VR 콘텐츠와 다인 동시 체험이 가능한 동영상 및 CG기반의 VR 콘텐츠만 개발하여 보급하고 있으며 그 간 공단에서 VR 콘텐츠의 개발·보급한 경과를 살펴보면 <표 1>과 같다.

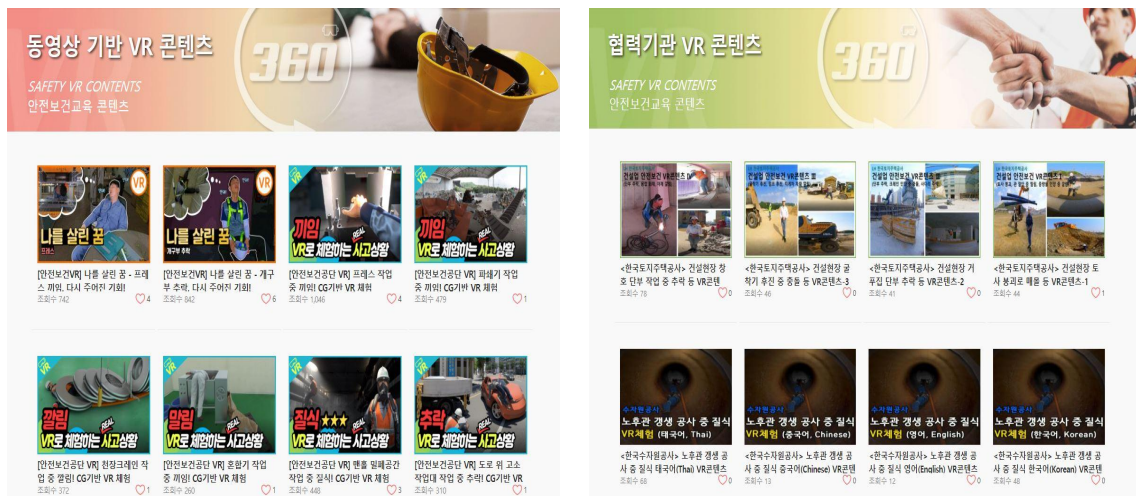
<표 1> VR 콘텐츠 개발 경과

년도	특징	체험방법	보급
2017	1인 개별 체험 (CG기반)	(HMD와 시뮬레이터 활용) 가상공간에서 사고사례 개별체험	VR 안전체험존 구축 (체험교육장 5개소)
2018	1인 개별 체험 (CG기반)	(HMD와 웨어러블 장비 활용) 가상공간에서 사고사례 및 안전수칙 등을 개별 체험 및 학습	VR 안전체험존 운영 (체험교육장 5개소)
	다인 개별 체험 (사진기반)	(개인 스마트폰과 카드보드 활용) VR 전용관을 접속해 실제 작업현장과 유사한 현장의 잠재된 위험요인 및 상황별 안전대책 등을 개별학습	· VR 전용관 구축 · 카드보드(저가형 HMD) 보급
2019	1인 개별 체험 (CG기반)	(HMD와 시뮬레이터 및 웨어러블 장비 활용) 가상공간에서 사고사례 및 안전수칙 등을 개별 체험 및 학습	VR 안전체험존 운영 (체험교육장 6개소)
	다인 개별 체험 (사진기반)	(개인 스마트폰과 카드보드 활용) VR 전용관을 접속해 실제 작업현장과 유사한 현장의 잠재된 위험요인 및 상황별 안전대책 등을 개별학습	VR 전용관 운영 (360vr.kosha.or.kr)
	다인 동시 체험 (동영상기반)	(중·저가의 독립형 HMD 활용) 강사가 강의와 VR(체험)을 병행하며 안전보건 교육 진행 ※ 강사가 안전수칙 등의 VR 콘텐츠를 교육생 다수가 동시체험 가능하도록 컨트롤(재생 및 정지)	VR장비 임대 시범사업 추진
2020 ~ 2021		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다인 개별 체험(사진기반)</li> <li>· 다인 동시 체험(동영상 및 CG기반)</li> </ul>	

(출처 : 안전보건공단)

2019년 9월 17일 문재인 대통령은 ‘마음껏 상상하고 도전하라’ 라는 주제로 콘텐츠 산업 3대 혁신전략을 발표했다. 여기서 가상현실(VR) 교육과 훈련 콘텐츠를 비롯한 실감콘텐츠를 정부와 공공분야에서 먼저 도입하고, 활용하여 시장을 빠르게 활성화 시키겠다고 하였다(청와대, 2019). 많은 공공기관이 안전보건교육에 VR을 활용하고자 하나 투자 예산은 1~4억 정도로 제한되어 있고 한정된 금액으로 많은

콘텐츠를 제작·확보하기 위해 VR콘텐츠 1종당 개발비가 대략 4~5천만원 정도로 책정하고 있어 퀄리티있는 콘텐츠를 제작하는데 어려움을 가지고 있다. 이에 공단은 '20. 04. 23.에 VR 콘텐츠 공유를 위한 상생·협력 네트워크를 구성하였고, '20. 07. 23.에는 공공기관 간 VR 콘텐츠 공동 개발·보급 협약을 추진하였다(고용노동부, 2020). 이 협약은 공단, 한국동서발전, 한국수자원공사, 한국토지주택공사 4기관이 개발된 VR 콘텐츠를 상호 공동 활용할 수 있도록 개발 및 운영 방법을 통일시키고, VR 콘텐츠 개발 예산, 시간을 절감하기 위해 서로 다른 주제선정으로 콘텐츠를 다양화 시켰다(한국토지주택공사, 2020). 이렇게 개발된 콘텐츠는 45종으로 각 기관의 누리집을 비롯하여 <그림 5>와 같이 공단의 VR 전용관을 통해 보급함으로써 루트를 다양화 하였다. 이와 같은 협약은 VR 콘텐츠 개발에 필요한 자원을 공유하고 중장기적인 지원을 통해 현장 근로자들의 안전의식 제고와 사망사고 없는 안심일터 조성 및 산업재해 예방에 기여하기 위해 노력하는 공공기관의 역할을 실행하였다는 의의가 있을 것이다(한국토지주택공사, 2020). 사업장에서는 약 25~40만원의 독립형 HMD를 보유하고 있다면 해당 콘텐츠를 무상으로 다운로드 받아 안전보건교육 시 활용 가능하게 되었다. 시중에 판매되는 독립형 HMD는 Pico, Pico G2, Oculus GO, Oculus Quest, Oculus Quest 2, Vive Focus, Mirage Solo, DPVR P1, KT 수퍼VR, 드레곤 아이 8K 등이 있다.



<그림 5> 공공기관 개발·보급 VR 콘텐츠 (출처: [http:// 360vr.kosha.or.kr](http://360vr.kosha.or.kr))

VR 안전체험교육의 효과는 문헌 및 선행연구에 의해 입증되어 교육 분야 종사 및 관계자에게는 널리 알려져 있다. 그러나 예산, 인력, 장소 등의 한계를 지닌 산업 현장에서 VR 안전체험교육을 적용하는 사업장과 체험 근로자의 비율은 아직 낮다. 실습 교육을 대체 할 수 있고 몰입도가 높은 VR 체험교육의 기회 제공을 확대하여 보다 많은 근로자가 간접 체험교육을 통한 안전의식 고취와 안전행동으로 산업재해 예방을 기여할 수 있을 것이다.



## 2. 연구의 목적

4차 산업혁명이라는 시대적 흐름과 코로나 19에 의한 재택·원격 근무 확산, 자가 격리 장기화로 시간과 공간을 극복할 수 있는 VR 기술적 장점이 대두 되었으며, 기존 적용 분야인 게임, 엔터테인먼트를 넘어 교육 분야의 활용이 점차 증가되고 있다. 또한 5G 네트워크의 상용화로 360° 영상, 3D 콘텐츠를 실시간 서비스가 가능한 상황이다(한국지능정보사회진흥원, 2020). 이런 사회 환경 변화에 발맞추어 기존 안전체험교육장에 VR 기술을 접목하는 분위기는 체험교육 중심의 패러다임의 변화라 할 수 있다. 국내 안전체험교육장은 안전보건공단(이하 ‘공단’)에서 운영하는 체험교육장 6개소, 건립 예정인 3개소 및 고용노동부에 인정받은 민간 안전체험교육장 15개소를 비롯하여 건설, 화학, 조선, 철강, 발전 등 대기업 위주로 갖추고 있다. 안전체험교육장 내 도입·확대하고 있는 VR 시스템은 대부분 컴퓨터 그래픽(CG) 기반과 PC 연결형 HMD, 시뮬레이터, 웨어러블 장비 등을 활용하여 체험효과를 극대화하고 있다.

2020년 이전에 공단에서 개발된 VR 콘텐츠는 인터랙션(Interaction)이 강조되어 체험자에게 직접 재해의 상황을 체험하게 하는 점에 중점을 두었고 체험자의 행동이 콘텐츠를 이끌어 가는 중요 요소로 인지하여 만들었다. 게임 엔진을 이용하는 방식으로 3인칭의 관람자가 아닌 1인칭 시점의 체험자 본인이 가상환경 속에서 진행한다라는 점을 강조하기 위해 6DoF의 공간 거리감을 이용하여 일정 공간을 걸어다니면서 체험하도록 하였다. 또한 사이버 멀미 등 휴먼팩트 없이 몰입감과 현실감을 높이기 위해 현실과 유사하게 구현하기 위한 고퀄리티의 CG을 사용하였다. 이와 같이 구현하기 위해서는 그 만큼 콘텐츠의 용량이 기하급수적으로 높아지고, 이를 운영하기 위한 고성능의 PC를 요구하였다.

이지혜(2019)의 연구에 의하면, 이런 시스템은 1인 미디어에 최적화 되어 있어 다수의 교육생을 동시 체험하기 위해서는 교육생 인원수에 따른 VR 장비가 갖춰져야 하므로 고비용에 따른 가치만족도 낮고, 대중화의 어려움, 부족한 콘텐츠, 공간적 제약 등의 문제점을 가지고 있다. 이는 VR을 활용한 교육 기회, 활용 의도 및 저변 확대 등을 가로막는 요인으로 볼 수 있다. 공단에서도 안전 VR 콘텐츠를 개발·보급하면서 고가의 VR 장비, 1인 미디어에 최적화된 VR 장비의 한계, 설치 및 사용에 대한 사업장의 부담감 등 VR 교육 확산 등을 막는 진입장벽의 존재를 확인하였다. 이를 해결하고 VR 체험교육 기회 확산과 현장 교육 시 적용하기 위해 2019년 시범개발을 거쳐 2020년부터 중·저가의 독립형 HMD를 활용하여 다수의 근로자가 동시에 VR 체험을 할 수 있도록 CMS를 개발·보급하고 있다.

본 연구에서는 다수 동시 체험 시스템이 적용된 공단의 VR 안전체험교육이 안전 사고 예방에 미치는 영향과 교육 만족에 미치는 영향으로 크게 나누었으며, 연구변수들 간의 관계를 총 4가지로 측면에서 실증 연구 한다. 첫째, VR 안전체험교육이

체험 근로자의 안전의식, 안전행동 및 안전사고 예방에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 둘째, 몰입감, 현실감, 상호작용성의 특성을 가지고 있는 VR 프레즌스 이 VR 콘텐츠의 만족도, 교육만족도에 어떤 영향을 미치며, 이로 인해 사업장의 안전보건교육 시 VR활용 의도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향을 연구하고자 한다. 셋째, VR 프레즌스 이 VR을 활용한 안전체험교육에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 하며, 마지막으로 VR활용 안전체험교육이 안전교육 만족도에 미치는 영향을 연구하고자 한다. 이러한 실증연구를 통해 근로자의 안전의식과 안전행동에 영향을 주어 안전사고 예방 효과 및 안전교육 만족도를 가져 올 수 있는 VR 안전 체험교육을 산업 현장의 안전보건교육에 적용할 방향과 발전방향을 제시하는 것이 이 연구의 목적이다.

## 제2절 연구의 범위 및 방법

본 연구는 VR을 활용한 체험교육의 기회를 확대하기 위해 독립형 HMD와 CMS 를 통해 다수의 교육생이 동시에 체험할 수 있는 다수 동시 체험 시스템을 적용하여 공단에서 추진하고 있는 「찾아가는 VR 체험지원」 사업을 지원 받고 2021년 9월 23일부터 2021년 10월 30일까지 체험한 근로자들로 연구 범위를 한정하였다. 조사도구는 내용의 타당도 검증에 위해 VR 관련 전문가 20인이 도움을 받아 조사도구의 타당도를 검증하여 체험자를 대상으로 설문 조사를 시행하였다. 찾아가는 VR 체험지원 사업의 진행과 연구의 실증 과정은 포스트 코로나 시대의 대면 VR 체험교육임을 감안하여 체험 전 열화상 카메라 운영, 체험 시 1회용 VR 마스크 제공, 살균 클리너 세척, 오존 살균함 장비 보관 등 바이러스 감염 예방 절차 및 방역 수칙을 준수하며 진행했다.

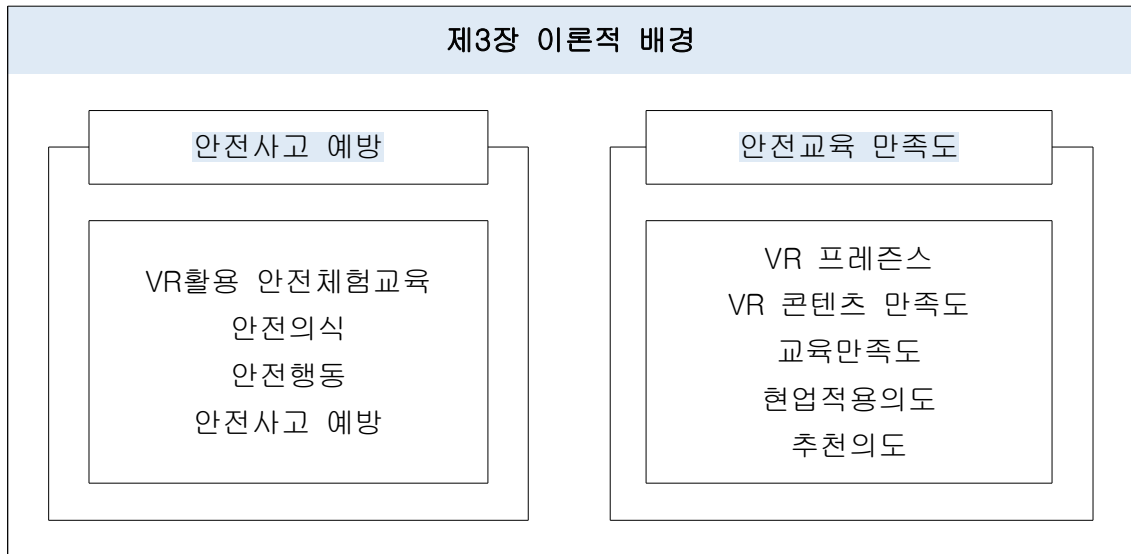
본 연구의 진행방법과 순서는 <그림 6>과 같으며, 본 논문은 총 6장으로 다음과 같이 구성되어 있다. 제1장의 서론에서는 본 연구의 배경과 목적을 논의하였으며 연구의 범위 및 방법을 제시하였다. 제2장에서는 VR 개념 및 특징, VR 시장 현황 및 적용 동향, 안전보건공단에서 개발·보급하고 있는 VR 콘텐츠 및 디스플레이를 기술하였다. 제3장은 본 연구와 관련한 이론적 배경을 제시하기 위해 연구문헌을 조사하였다. VR활용 안전체험 교육, 안전의식, 안전행동, 안전사고예방, VR 프레즌스, VR 콘텐츠 만족도, 교육만족도, 현업적용의도, 추천의도에 대한 선행연구들을 살펴보았다. 제4장에서는 앞 장에서 살펴본 선행연구를 바탕으로 연구모형과 가설을 설정하였으며, 변수의 조작적 정의, 조사 설계 및 분석방법을 제시하였다. 제5장에서는 수집된 자료를 분석하고 통계분석을 통해 가설검증과 연구 분석 결과를 제시하였다. 마지막 제6장은 연구를 요약하고 연구의 시사점, 연구의 한계점 및 향후 연구 방향에 관해 기술하였다.



제 1장 서론	
연구의 배경 및 목적	연구의 범위 및 방법



제2장 가상현실(Virtual Reality, VR)		
VR 개념 및 특징	VR 시장 및 적용 동향	VR 콘텐츠 및 HMD



제4장 연구모형과 가설설정			
연구 모형	가설 설정	변수의 조작적 정의	조사설계 및 분석방법



제5장 실증분석 및 결과		
조사자료 분석	가설검증을 위한 기초분석	가설검증



제6장 결론 및 시사점		
연구의 요약	연구의 시사점	연구 한계점 및 향후 연구 방향

<그림 6> 연구의 흐름도

## 제2장 가상현실(Virtual Reality, VR)

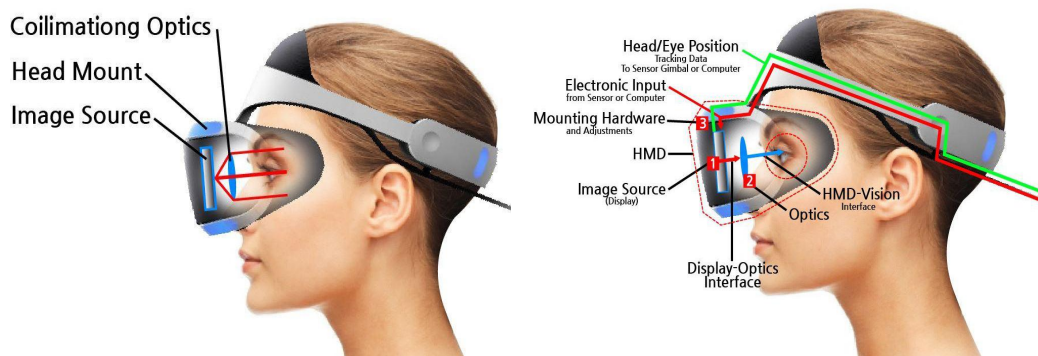
### 제1절 VR 개념 및 특징

#### 1. VR 정의 및 VR의 특징

가상현실(VR: Virtual Reality)은 1989년 재런 러니어(Jaron Lanier)에 의해 현재의 가상현실 개념을 뜻하는 버추얼 리얼리티가 처음 쓰였으며, 사전적인 의미로는 컴퓨터 등을 사용한 인공적인 기술로 만들어내어 실제와 유사하지만 실제가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황 혹은 그 기술 자체를 의미한다(위키백과; 김기훈, 2019). 즉, 실제 환경과 유사하게 만들어진 가상현실 내에서 시각, 청각, 촉각 등 인간의 오감을 이용하여 그 속에서 정의된 세계를 경험하고 정보를 주고받는 것을 말한다(심규철 등, 2001; 성소민, 이민구, 2017). 2016년 기술영향평가에서는 가상현실을 ‘현실세계와 가상세계의 융합을 통해 사용자의 감각과 인식을 확장함으로써 현실세계에서 경험할 수 없는 다양한 상황을 체험하고 가상-현실세계 간의 실시간 상호작용을 할 수 있게 하는 기술’로 정의하였다(한국과학기술기획평가원, 2017). 이는 컴퓨터를 이용하여 현실세계에서 실질적으로 경험하기 어려운 상황을 실감나게 체험할 수 있게 해주는 기술이다. 그렇기에 가상현실에서 가장 핵심적인 요소는 ‘사용자가 얻는 경험(User Experience)’이며 사용자에게 몰입감, 현실감을 주는 것이 중요하다. 몰입감(Immersion)은 가상현실 체험자가 가상현실 속에 깊이 빠져들 수 있느냐를 말하며, 주로 가상현실이 제공하는 환경 자체의 리얼리티(Reality)를 말한다. 현실감(Reality)은 가상현실 체험자가 얼마만큼 실제적으로 가상현실 환경과 상호작용(Interaction)할 수 있느냐를 말한다(이재성, 김주연, 2019).

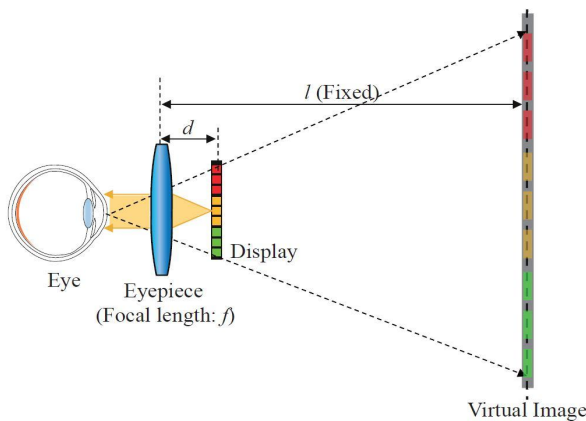
기술적인 의미로의 가상현실은 VR 디바이스라 할 수 있다. 한국산업기술진흥원(2017)에 따르면 이를 다양한 입출력 기술과 신호처리 기술의 융합을 통해 구현된 3D 가상 환경에서 인체의 오감을 활용하여 몰입감과 현실감을 경험할 수 있는 디바이스로 정의하였다. VR 디바이스인 HMD(Head Mounted Display)는 TV 영상을 바로 앞에서 보듯이 사람의 눈과 화면의 거리를 좁혀 넓은 시야각과 몰입감을 느낄 수 있게 한다. 이러한 HMD의 특징은 곧 VR이 가지게 되는 특징이라고 할 수 있으며, 이와 같은 VR의 기술기원은 양안에 해당되는 이미지를 구별하여 입체감을 보여주는 스테레오스코피와 이를 눈앞의 디스플레이로 구현한 HMD기술로 시작됐다(이지혜, 2019). 1945년 McCollum의 두 눈에 각각 영상을 제시하는 방법을 입체 디스플레이를 구현하는 아이디어가 특허로 출현되었으며, 크게 PC 등 운영부, 영상 출력부, 영상 확대부, 상호작용 처리부로 구성되는 현재의 HMD는 1968년 이반 서덜랜드(Ivan E. Sutherland)가 만든 투명 렌즈를 통해 보인 화면에 선으로 이뤄진 도형을 겹치게 한 다모클레스의 검(The Sword of Damocles)이 몰입형 증대를 위한 장치로 최초의 HMD로 평가 받는다(양용연, 김기홍, 2016).

VR은 이런 3차원의 양안시차를 적용한 시각적 기술에 기반을 두고 있다. 이는 사람이 외부의 어떤 자극을 인식하여 판단하고 반응해 정보를 획득하는데 정보의 약 70~90%가 눈을 통해 인식한다는 것을 이용한 것이다. 인간의 두 눈은 약 65~70mm 떨어져 있어 사물을 볼 때 눈의 망막에 맺히는 위치가 달라 왼쪽 눈이 보는 상과 오른쪽 눈이 보는 상이 다른 망막 부등(Retinal disparity) 또는 양안시차(Binocular disparity)로 인해 3차원으로 사물을 인식한다. 시중에 판매되고 있는 HTC Vive, Oculus Rift, HTC Vive, Sony Playstation, Samsung Gear VR, Google Cardboard도 마찬가지이다. HMD의 기본적인 원리를 재정리하면 <그림 7>과 같이 어안 렌즈 2개로 사용자의 양쪽 눈에 매치되어 디스플레이에서 제공되는 이미지를 인식한다고 볼 수 있다(설종원, 2018).

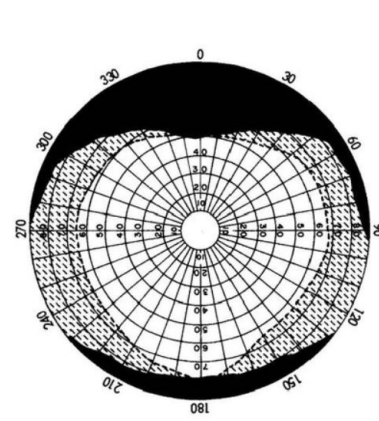


<그림 7> HMD 구조와 Visually Coupled System (출처: 설종원, 2018)

광학적 개념으로 HMD는 사용자의 눈 바로 앞에 위치한 작은 영상을 확대하여, 사용자가 안정적으로 볼 수 있는 초점면에 가상의 화면을 형성하는 원리로, 사용자는 <그림 8>과 같이 렌즈 등으로 확대된 디스플레이의 허상을 관측하게 된다(염지운, 최광순, 2019). 이는 사용자의 눈과 HMD의 디스플레이의 광학계가 가까이 위치함으로 영상보다 더 넓은 시야각(Field of View: FOV)을 사용자에게 제공하여 보다 몰입감과 현실감 있는 영상을 보여준다(양아영, 2018).



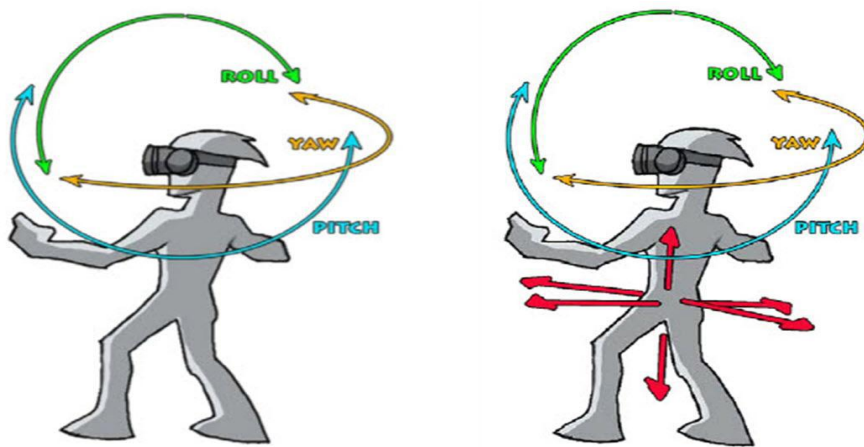
<그림 8> HMD의 광학적 개념도  
(출처: 전자부품연구원)



<그림 9> 인간의 시야각  
(출처: 한국전자통신연구원)

<그림 9>의 중앙 흰색 영역이 양안 입체시야 범위로, 인간의 시야각은 약 120° 이상의 공간을 동시에 볼 수 있지만 2010년 초에 출시된 대부분의 HMD는 30±15° 정도로 가시화 영역이 좁았다(양웅연, 김기웅, 2013). 2013년에 개발자 버전으로 출시한 오쿨러스 VR 사의 DK1은 90° 이상의 시야각과 고속 헤드트래킹 센서를 탑재해 HMD 기술의 현실화 가능성을 보여주었다.

시야각외에도 또 다른 VR의 중요한 특징이 양방향성 상호작용(Interaction) 기능이다. HMD는 착용자의 머리의 움직임을 추적하여 디스플레이를 통해 그에 맞는 영상을 보여주는 헤드트래킹을 지원한다. 이는 단순하게 고개의 좌우, 상하 움직임을 감지하는 2 자유도에서부터 3 자유도(자세)와 6 자유도(자세 및 위치) 정보를 3차원 상에서 추적하는 기술로 통합되어 최근 출시되는 디바이스는 6DoF를 지원하고 있다(양웅연, 2015). 여기서 자유도(DoF, Degree of Freedom)란 일반적으로 기기가 인식할 수 있는 체험자의 움직임과 추적범위를 말하며, 이는 VR 공간에서 운동하는 물체의 동작을 표현한다(정현주, 오현오, 2019). <그림 10>과 같이 머리의 위아래 운동을 감지하는 pitch, 좌우 운동을 감지하는 yaw 그리고 회전을 감지하는 roll로 나누어진다. 3DoF는 사용자의 머리 움직임은 360도로 인지하고 움직이지만 이동은 불가능하다. 반면 6DoF는 사용자의 머리뿐만 아니라 위치까지 상·하, 좌·우, 앞·뒤로 이동 가능하다(김철현).



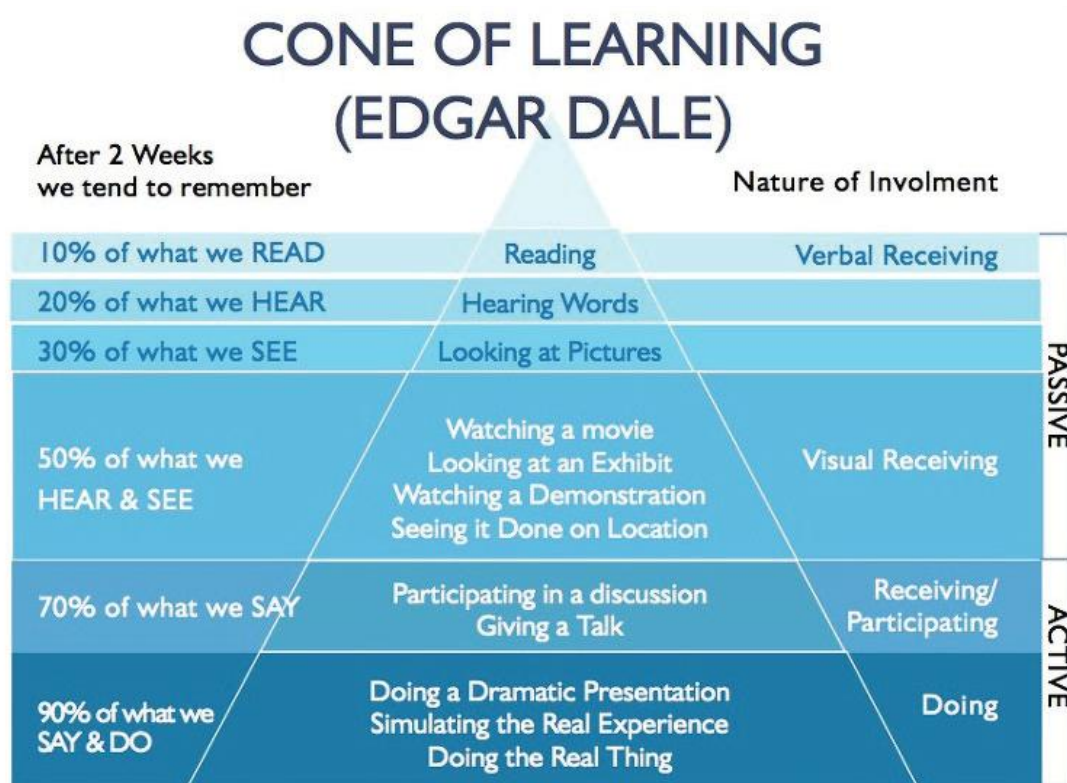
<그림 10> 3DoF와 6DoF의 운동 비교 (출처: 김철현, 2020)

이 상호작용 기술이 중요한 이유는 연령대가 높을수록 VR 체험자들이 호소하는 어지러움, 멀미 등 휴먼팩트(Human facts)를 유발하기 때문이다. 휴먼팩트의 원인으로서는 렌더링 지연 시간, 시야각, 해상도, 복잡한 배경, 카메라 이동 및 회전 속도 등 여러 원인이 있으나, 헤드트래킹으로 지연시간(Latency)이 20ms보다 길게 되면 인지부조화(認知不調和)로 이를 유발한다. 즉, 고개를 오른쪽으로 돌렸는데 이에 맞는 영상이 약간 늦게 따라오듯이 보인다면 대부분 사람들은 어지럽거나 사이버 멀미 현상을 느끼게 된다.

사용자의 이러한 이질감은 VR의 현존감 있는 몰입감에 상당한 영향을 주는 부분으로 VR의 대중화를 위해 하드웨어 및 소프트웨어 부분에서 반드시 개선되어야 하는 점이다. 사용자가 요구하는 VR 콘텐츠 또는 관련 정보가 있더라도 이와 같은 이질감을 느낀다면 사용자의 지속적인 몰입을 방해하게 되고 콘텐츠의 접근 자체를 어렵게 만들 것이다(김영진, 2018).

## 2. VR교육 효과 및 필요성

VR을 이용한 교육은 기존 텍스트 및 영상 위주의 강의식 교육에 대한 학습자의 수동적인 교육 태도와 이로 인한 낮은 학습효과를 바꾸기 위한 대안으로, 상대적으로 적은 비용으로 효율적인 교육이 가능하다. 또한 학습자에게 구체적이고 현실과 유사한 체험경험을 제공함으로써 능동적인 교육 참여와 교육에 대한 몰입 및 기억력을 높인다는 특징을 지닌다(민슬기, 김성훈, 2018). 현재 산업 분야에서 VR 기반 교육은 공공기관 및 대기업을 중심으로 새로운 교육 패러다임을 바꾸고 있다. 이러한 학습방법과 효과에 대해 미국의 저명한 교육학자 에드거 데일(Edgar Dale) 박사가 <그림 11>과 같은 ‘학습의 원추 이론(Cone of Learning)’ 을 고안하였다.



<그림 11> 학습의 원추이론 (출처: <http://blog.visualpurple.com/tag/cone-of-learning>)

이 학습의 원추 이론에 따르면, 효과적인 학습이란 ‘능동적 학습’ 이라 할 수 있다. 학습 2주 후 머릿속에 저장된 정보의 양 즉, 기억하는 정도는 학습방법에 따라 다르며 일반적으로 읽기만으로 학습 했을 경우 10%밖에 기억해내지 못하는 반

면, 실제로 경험하거나 시뮬레이션을 해보았을 때 무려 90%를 기억해 낸다(이지혜, 2019). 또한 학습자의 개념발달과 관련하여 경험이 많은 학습자에게는 원추 상단의 교육 방법과 자료가 효과적이며, 개념이 부족한 학습자에게는 원추 하단의 교육방법과 자료가 효과적이라는 해석이 가능하다(변경화, 1985). 이처럼 VR을 활용한 교육을 통해 학습자들은 능동적으로 조작하거나 체험함으로써 실제 경험을 얻을 수 있다. 또한 자기 주도적 학습 및 몰입도가 높아 단순히 읽거나 듣는 식으로 지식을 주입받는 수동적 방법보다 학업 성취에 상당히 효과적인 것이다.

VR 교육의 효과에 대해 Pantelidis(1993)는 실험적이고 능동적인 학습이 가능하고 동료 간의 협력과 학습동기가 촉진되어 다양한 학습에 융통성과 적응성을 길러주며, 실제인 듯한 입체감을 주어 현실에서 불가능한 학습을 가능하게 하고 평가 도구로도 유용하다는 점을 들었다(성소민, 이민구, 2017). VR을 활용한 교육은 학습자로 하여금 학습활동을 수월하게 진행하는 데 도움을 주고 학습동기 및 몰입에 긍정적인 영향을 미치며 상호작용을 자유롭게 할 수 있어서 구성주의적인 접근을 가능하게 한다(Martin-Gutierrez, Mora et al., 2017; 김효정, 2020). 화웨이(Huawei)의 2018년 보고서에 따르면 교실에서 학생 대상으로 VR 교육을 실시한 결과, 학생들이 기억하는 학습내용의 양이 최소 30% 이상 증가하였다. 교육자 입장에서는 VR 장비 사용 방법의 적응, VR 장비에 따른 교육 콘텐츠 재구성 등 업무 부담은 늘었지만, 인터뷰 결과 70% 이상의 교사들은 학생들에게 이해시키기 어려웠던 교육 내용을 VR을 통해 효율적이고 쉽게 교육 내용을 전달할 수 있었다고 응답했다. 또한 VR을 통해 학생들의 학습 동기부여(74%)와 학습 과정에서의 성공률(64%)이 높아졌다고 믿고 있었다(이덕우, 2021). 또한 360° 사진 기반의 VR을 건축안전학습에 적용하여 전통적인 학습 방식과 비교한 결과 더 효과적이며 건설안전 지식 습득과 교육 개선에 도움이 될 수 있음을 입증하였다(Pham et al., 2018).

김기훈(2019)의 연구에서는 건설현장의 종사자들을 대상으로 VR 기반의 안전교육에 대한 몰입도, 현장 적용성, 사전 안전효과를 측정한 결과, 기존의 단순전달식 안전교육보다 7~10% 정도 높게 나타났다. 이러한 분석 결과와 VR 특징을 연계하여 VR교육의 필요성을 다음과 같이 주장하였다. 첫째, 화재·폭발의 위험지역에서 화재 진압 또는 대피에 관한 훈련 등 현실세계에서 불가능한 것을 가상현실에서 구현이 가능해 실내에서 안전하게 진행이 가능하다. 둘째, 가상 플랫폼과 VR 디바이스의 상호작용 기능을 활용하여 기존 교육의 틀을 깨는 혁신적인 학습 방법으로 교육의 호기심을 불러 일으켜 교육효과를 증진 시킬 수 있다. 셋째, VR의 넓은 시야각 등으로 다른 교육에 비해 주의집중이 높은 몰입형 교육방식으로 피교육자의 학습동기를 증진시킨다. 넷째, 가상현실 장비와 콘텐츠만 있으면 어디서든 교육이 가능하여 시간과 공간에 대한 제약이 적다.

김대건 등(2018)은 VR시장은 상용화 보다는 아직 도약 단계이며 스마트폰처럼

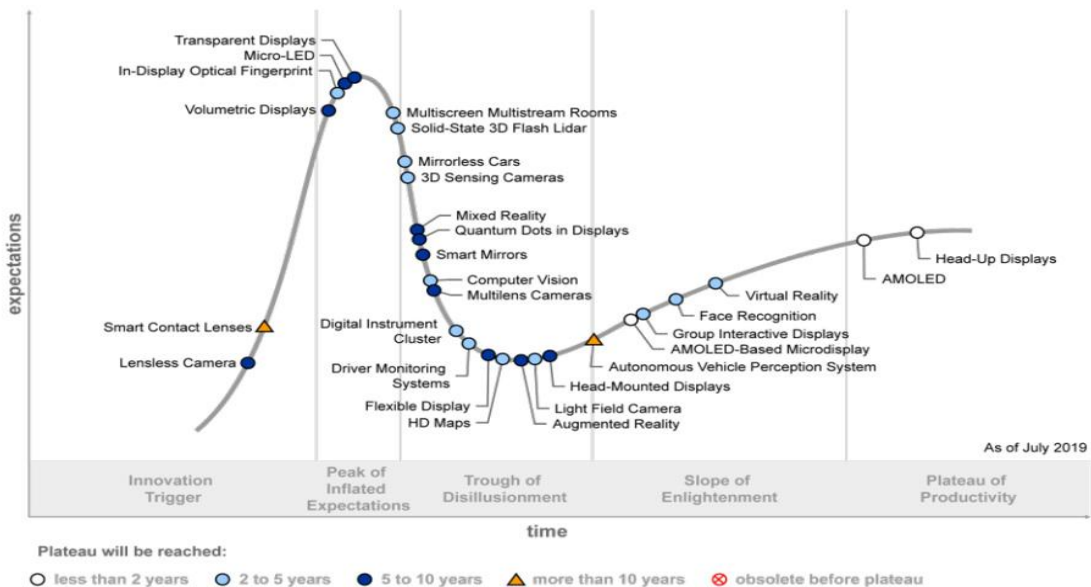


대중화되기 위해서는 많은 연구와 기술 발전을 통해 접근성이 용이해야만 더 정확하고 직관적인 정보전달 및 사실적 체험을 통해 위험 상황 시 성숙한 대처능력을 배양할 수 있을 것이라고 VR교육의 환경 구축의 필요성을 주장하였다.

## 제2절 VR 시장 및 적용 동향

### 1. VR 시장 현황 및 전망

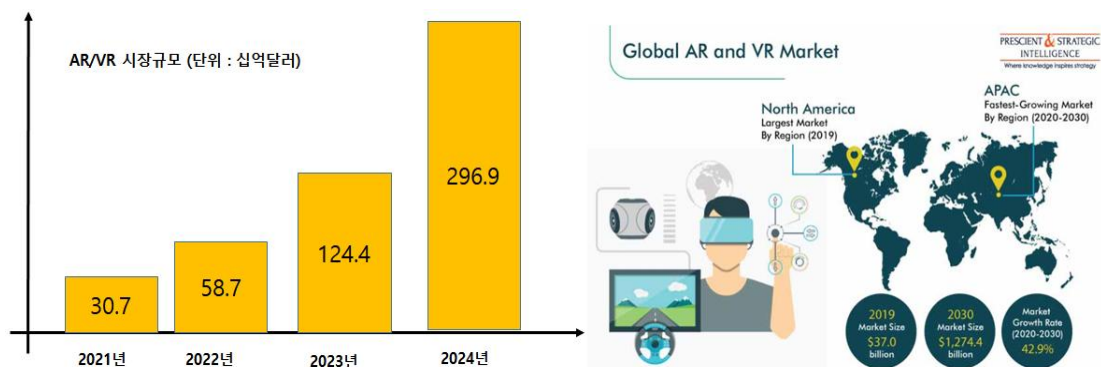
IT 전문 시장조사 기관으로 잘 알려진 가트너(Gartner)는 신기술의 발전 단계와 성숙도를 표현하기 위해 분야별 하이프 사이클(Hype Cycle)을 매년 발표하고 있다. 디스플레이 기술(Display and Vision) 분야에서 2016년 발표 당시 4단계인 계몽기(Slope of Enlightenment) 도입부에 위치했던 VR기술은 <그림 12>와 같이 2019년에는 여전히 4단계이지만 후반부까지 도달하였다. 그 중 2018년에는 통신 인프라 및 디스플레이 기술 등 제반 기술들이 고도화 되고, 이를 활용한 서비스들이 구체적이며 다양화 되었다. 이에 따라 VR시장은 B2B(Business To Business)시장 및 B2C(Business To Customer)시장에서 기존 제품과 서비스에 부가가치를 제고하고 효율성을 높이는 수준까지 성장하였다. 2022년 이후에는 몰입형 디스플레이 수요가 폭발적으로 증가하여 VR의 대중화 및 보편적인 주류 기술로 5단계인 생산 안정화(Plateau of Productivity)로 이루어질 것으로 예상된다(이은민, 2020).



<그림 12> 가트너의 디스플레이(Display and Vision) 기술 하이프 사이클  
(출처: Gartner(2019.7); 정보통신정책연구(2020))

VR·AR 시장은 2014년 페이스북(Facebook)이 오클러스(Oculus)를 인수하면서 본격적인 성장이 시작되었다고 볼 수 있다. 2016년 1월 골드만삭스에서 예측한

2020년 VR 시장규모는 약 188억 달러였지만, 예상보다 더 빠른 속도로 발전하여 2019년에 이미 220억 달러를 넘어서면서 예상치를 상회하였다(Arvrtech, 2020). VR·AR 시장 규모를 예측하는 대부분 보고서들은 <그림 13>과 같이 2020년까지는 약 200억~300억 달러를 제시하고 있고 2021년을 기준으로 2024년에 약 9배, 2030년에 최대 40배의 성장을 예측하는 등 연평균성장률(CAGR: Compound Annual Growth Rate) 42.9% 이상을 예측하고 있다(이덕우, 2021). 국내 VR·AR 시장은 세계 최초 5G 상용화로 몰입감과 실감성을 더하는 소프트웨어 중심의 VR·AR 콘텐츠 제작과 타 산업 분야의 융합으로 국내 콘텐츠 산업의 새로운 도약의 촉진 역할을 기대하고 있다. 이를 통해 2020년 9,700억 원에서 연평균 11.08%의 완만한 성장을 통해 2025년 1조 6,200억 원으로 시장의 확대가 전망된다(박중현, 정지범, 2020).



<그림 13> VR·AR 시장 규모 예측

(출처: PSMarketReserach, “AR and VR Market Research Report,” 2020; 이덕우, 2021.)

COVID-19 팬데믹은 VR·AR 시장의 변화를 가져왔다. 게임, 엔터테인먼트의 수요가 대부분이었던 시장은 비대면, 원격 회의 및 교육 시장의 가파른 성장세를 이어가고 있다. 복합적인 대내외 상황을 고려하여 리서치 기관들은 교육 분야 시장에서 글로벌 VR·AR의 동향, 예측, 달러 가치를 종합적으로 분석한 보고서를 발표하였다.마켓 앤 마켓(Markets and markets)은 교육 분야의 VR·AR 시장은 2018년 93억 달러에서 2023년 196억 달러로 연평균성장률(CAGR) 16.2%를 예상하였고, 인피늄 글로벌 리서치(Infinium Global Research)는 2020년에서 2026년까지 6년 동안 CAGR 16.2% 성장할 것으로 전망하였다(이덕우, 2021). 또한 홀론아이큐(HolonIQ)에 따르면 VR·AR을 활용한 교육 지출은 2025년 126억 달러로 예상하였고(범원택, 김자영, 김남주, 2019), 프라이스 워터하우스 쿠퍼스(PWC)에서는 2030년 약 2,942억 달러의 시장규모를 예상하고 있다(문장원, 강효진, 2020).

<그림 14>와 같이 VR·AR의 응용 분야는 교육 또는 훈련과 밀접한 연관이 있는 헬스케어, 공학, 군사 등으로 확대되고 있다. 스완포드 교수이자 VHIL(Virtual Human Interaction Lab)의 소장인 제레미 베일렌슨은 각 중 심리학 실험을 통해



VR에서의 경험이 자신과 타인의 인식 변화를 이끌어내는 방법에 대해 20년간 연구해왔다. 그는 교육 분야에서 VR은 고위험(Dangerous), 체험불가(Impossible), 고비용(Expensive), 고대가성(Counterproductive) 분야에 활발하게 적용될 것이라고 주장하였다. 그의 주장처럼 VR은 체험이 불가능하거나 현실에서 고비용으로 경험해야 하는 상황 등을 간접적으로 구현하여 체험을 통한 교육 및 훈련을 반복적으로 할 수 있다는 장점으로 인해 교육 시장에서의 수요는 더 증가할 것으로 예상되고 있다(강준모, 이은민, 2020).



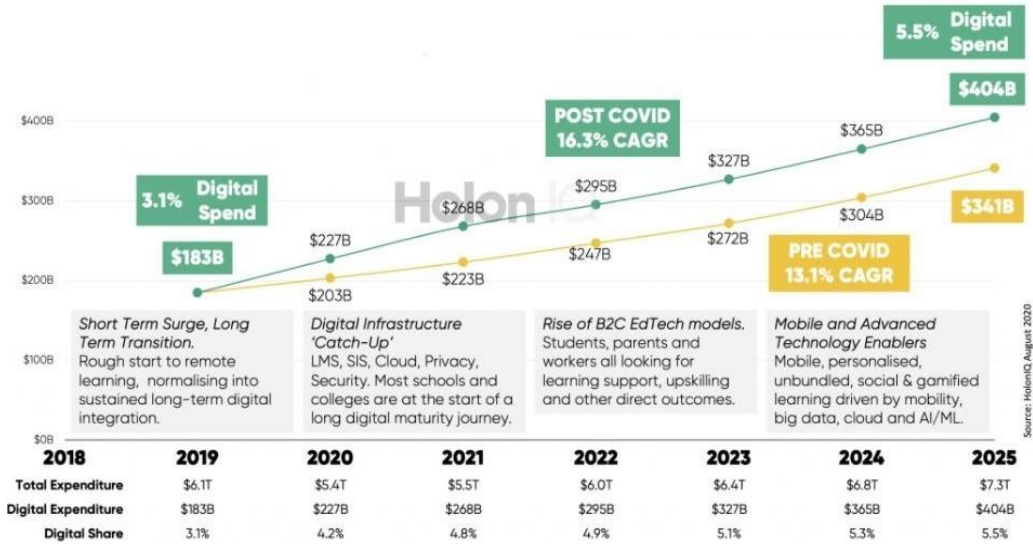
<그림 14> VR·AR 응용분야 및 잠재 시장  
(출처: statista.com(좌), playxlpro.com(우); 이덕우, 2021)

## 2. 교육·훈련분야 VR 적용 동향

최근 4차 산업혁명과 더불어 교육 분야에서도 에듀테크(Edu-Tech or EdTech) 산업이 활성화 되고 있다. 시사상식사전에 따르면 에듀테크는 교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어로 교육과 소프트웨어(SW), VR, AR, 3D 등 정보통신 기술(ICT)을 접목해 교육 효과를 높이는 산업이라고 정의하고 있다. 컴퓨터를 활용한 교육의 비중이 높아지면서 차세대 교육방법 중 하나로 자리잡고 4차 산업혁명 시대의 교육 패러다임인 에듀테크는 코로나19 팬데믹으로 비대면 교육에 대한 수요가 급증함에 따라 더욱 두각을 보이고 있다(박지수, 길준민, 2020). VR 기반의 에듀테크는 가상 환경에서 상호작용(Interaction)을 통해 학습이 진행되는 온디맨드(On-demand) 기술을 가상 환경에 적용하여 학습자의 학습 이해도를 높일 수 있는 교육방법으로 각광 받고 있다(Weller, 2018). 최근까지 VR이 적용되고 있는 학습영역은 과학 등의 일반적인 이러닝 영역부터 체험활동 및 상호작용에 기반을 두고 있는 영역까지 빠르게 확산되고 있다(Zweifach & Triola, 2019; 안경민, 서아리아, 2019).

이와 같은 패러다임은 글로벌 교육기술(EduTech) 시장 전망에서도 확인할 수 있다. HolonIQ의 보고서에 따르면 <그림 15>와 같이 코로나19 이전의 에듀테크 시장은 2025년까지 연평균 13.1% 성장률로 상승선이 예측되었지만, 코로나19 이

후에는 연평균성장률(CAGR)이 16.3%로 상향된 것으로 예측되고 있다. 4차 산업혁명 기술의 인공지능(AI), 빅데이터(Bigdata), 사물인터넷(IoT), 가상현실(VR) 등의 새로운 소프트웨어 기술이 교육 서비스와 융합함으로써 국내·외 에듀테크 시장의 성장이 예상되며, 국내 경쟁력 있는 스타트업이 성장할 기회라고 할 수 있다(손민정, 2021).



<그림 15> Global 'EdTech' Expenditure (출처: HolonIQ, 2020.8)

VR 기술이 교육·훈련 분야에 적용되면서 학습 환경, 학습 능력이 서로 다른 교육생에게 동일한 교육환경과 교육 콘텐츠를 활용하여 학습을 할 수 있게 되었다. 이를 접목한 교육 콘텐츠 제공은 차세대 교육 방식으로 자리 잡을 것으로 예상되었으며 이러한 시도는 이미 진행되고 있다. 포스텍(포항공대)은 2021학년도 신입생 320명 전원에게 VR기기를 나누어 주고 이를 활용하여 물리학실험 실습 강의를 무선 인터넷이 연결되는 어디서든지 수업에 참여할 수 있는 비대면 교육으로 진행하고 있다. 다양한 전공에도 VR을 활용하여 코로나 이후에도 1학기 정도는 전면적인 비대면 교육 실험을 계속 진행하여 “오프(Off) 캠퍼스” 계획을 구상하고 있다(유지한, 2012). VR 교육 콘텐츠는 실감하는 교육내용으로 학습의 흥미와 집중력을 높이고 가상의 교육자와 학생들 간의 상호작용을 제공하여 교육생이 더 능동적인 교육 참여를 유도해 주었다.

<표 2>에 따르면 VR 교육 시장은 학교에서의 교육뿐 아니라 제조, 국방, 의료 등 다양한 산업에서 필요 지식을 제공하기 위한 조직의 구성원 대상 교육에도 적용된다. VR을 활용한 교육 콘텐츠는 5G 통신기술의 출현 및 서비스 확산으로 끊김 현상 없이 초고화질·대용량 데이터 전송을 가능하게 함으로써 고품질의 현장감 있는 콘텐츠와 사용자와의 실시간 상호작용을 가능하도록 해주고 있다. 이는 강사와 교육생의 교육활동의 효율성 측면에서도 VR 교육을 학교와 산업 현장에서 도입하는 비중이 증가할 것으로 예상된다(이은옥, 2019).

<표 2> 산업유형 및 훈련유형별 사례

	제조	국방	의료	기타
기능 훈련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용접 교육훈련</li> <li>• 전기설비</li> <li>• 도정 및 제분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함조종</li> <li>• 수류탄투척</li> <li>• 낙하산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정형외과수술</li> <li>• 안과수술</li> <li>• 정맥주사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소방관교육훈련</li> <li>• 드론 교육훈련</li> <li>• 보안 교육훈련</li> </ul>
상황 훈련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학사고</li> <li>• 탱크로리누출</li> <li>• 독성가스시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 육상·수중·항공</li> <li>• 교전훈련</li> <li>• 병력운용훈련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소아치료</li> <li>• 응급훈련</li> <li>• 환자응급처치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산불 진화</li> <li>• 방사능 방재</li> <li>• 선박 화재</li> </ul>

(출처 : 정보통신산업진흥원, 2020)

### 제3절 VR 콘텐츠 및 HMD

#### 1. 제작 및 활용방법에 따른 VR 콘텐츠

VR은 일반적으로 VR 디스플레이 디바이스인 HMD(Head Mounter Device)의 유형과 가상이미지의 제작방법에 따라 나눈다. HMD는 스마트폰을 부착하여 활용하는 스크린리스(Screenless) 방식의 HMD에서 시작되었으며, PC, 콘솔 등의 기기와 연결하는 테터드(Tethered) 방식의 HMD를 거쳐 HMD만으로 콘텐츠 구동이 가능한 독립형(Standalone) HMD로 발전해 왔다(남현숙, 2021). 앞선 분류는 2016년 4월 21일 미국 ICT 분야의 시장조사인 IDC(International Date Corporation)의 VR 하드웨어 시장 전망을 발표하면서 시작되었다(Businesswire, 2016). 본 연구에서는 선행연구와 산업안전 분야에서 콘솔형 디바이스의 활용 사례가 거의 없는 점과 일반적으로 사용되는 용어를 고려하여 HMD는 스마트폰 연결형, PC 연결형, 독립형으로 구분하였고, 가상이미지 제작방법에 따른 동영상 기반, CG 기반, 사진 기반 VR로 정의하였다.

정부에서는 산업 현장의 유해·위험요인 등 안전보건에 관한 지식 습득과 대응능력을 배양시켜 궁극적으로 산업재해를 예방하기 위해 안전보건교육제도를 의무화했다. 이에 공단에서는 교육의 현장 작동성을 강화하기 위한 일환으로 체험교육의 중요성을 인지하고 2017년부터 VR 안전보건 콘텐츠를 개발하여 무상 보급을 시작했다. 산업현장의 VR 체험교육을 확산하기 위해 PC 기반 VR의 한계점(고가의 장비, 1인 체험 최적화, 운영인력 부재 등)을 해결하기 위해 2020년부터 중·저가의 독립형 HMD와 다수가 동시에 체험할 수 있는 CMS를 활용하여 교육 콘텐츠를 개발·보급하고 있다. 본 연구에서는 VR 콘텐츠의 활성화를 위한 안전보건교육 사례로, 2020년에 개발하여 무상 보급하고 있는 안전보건공단의 VR 콘텐츠를 활용 방법 및 제작 유형에 따라 <표 3>과 같이 분류하여 연구에 적용하고자 한다.

<표 3> 가상 환경 제작 유형에 따른 안전보건공단 VR 콘텐츠

구분	제작유형	주요 내용 및 개발 콘텐츠				
체험실습형 VR 콘텐츠	CG 기반 VR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사망사고 통계 분석, 사회적 이슈 등을 고려하여 주제 선정하여 주요 재해사례와 안전수칙 등 예방대책 제시</li> <li>• 7종의 콘텐츠 개발 및 공단 VR전용관을 통해 보급 ① 밀폐공간(질식), ② 프레스, ③ 혼합기, ④ 천장크레인, ⑤ 고소작업대, ⑥ 파쇄기, ⑦ 철골작업</li> </ul>				
	동영상 기반 VR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주요 사고 유형을 포함한 인간극장 형식 및 재해사례 중심의 콘텐츠 제작하여 안전수칙 등 재해예방 대책</li> <li>• 7종의 콘텐츠 개발 및 공단 VR전용관을 통해 보급 ①(안전극장1) 끼임 및 충돌, ②(안전극장2) 화재 등, ③(굴착기) 충돌_버킷 이탈, ④(굴착기) 충돌_작업 환경 내 출입, ⑤(굴착기) 충돌_ 목적 외 사용, ⑥(통로 끝에서 작업) 추락, ⑦(이동식 비계) 추락</li> </ul>				
정보제공형 VR 콘텐츠	사진 기반 VR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업장에서 안전보건교육 시 콘텐츠 활용 방법을 구분하여 200종을 개발하여 VR전용관을 통해 보급</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">PC 활용 버전</td> <td style="width: 50%;">PPT 대체 교육 수단으로 프로젝트 등에 VR 콘텐츠를 띄워 집합교육 실시</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">HMD 활용 버전</td> <td>카드보드와 개인 스마트폰 등을 활용해 개인 교육 실시</td> </tr> </table>	PC 활용 버전	PPT 대체 교육 수단으로 프로젝트 등에 VR 콘텐츠를 띄워 집합교육 실시	HMD 활용 버전	카드보드와 개인 스마트폰 등을 활용해 개인 교육 실시
PC 활용 버전	PPT 대체 교육 수단으로 프로젝트 등에 VR 콘텐츠를 띄워 집합교육 실시					
HMD 활용 버전	카드보드와 개인 스마트폰 등을 활용해 개인 교육 실시					

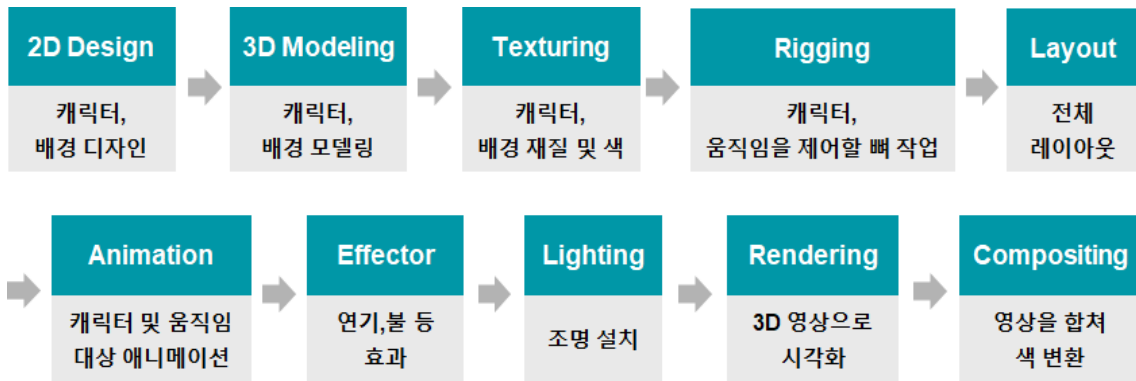
(출처: 안전보건공단)

## 1) CG 기반 VR 콘텐츠

컴퓨터 그래픽(Computer Graphic; CG) 기반의 VR 콘텐츠는 Maya, Nuke, Adobe After Effects, Photoshop, Illustrator 등 CG 프로그램을 이용하여 피조물 등을 360° 3D로 표출한다. 그리고 Unity, Unreal 등의 3D엔진을 이용하여 3D 애니메이션과 같은 상호작용 기능을 부여하여 현실세계와 유사한 가상 세계를 구현한 것으로 1인칭 및 3인칭 시점 표현 가능하다(김정훈, 2016).

공단에서 2020년부터 개발된 CG기반 VR 콘텐츠는 강의형식의 콘텐츠로 독립형 HMD에서 구현될 있도록 PC 기반의 콘텐츠보다 파일 용량을 줄이고 인터렉션(Interaction)이 없는 형식으로 제작되었다. 몰입감을 높이기 위해 3인칭 관점에서 체험이 이루어지다가 사고의 발생, 강조의 순간에 사이버 멀미를 유발하지 않는 범위에서 1인칭 관점으로 전환하였다.

이와 같은 360° VR 콘텐츠 제작을 위해서는 프리프로덕션(Pre-Production) 단계와 프로덕션 단계로 구분할 수 있다. 프리프로덕션 단계에서는 개발 콘텐츠 분석, 방향, 캐릭터 및 환경 디자인을 설정하고 프리 비즈(Pre-visualization) 작업을 통해 전체적인 흐름, 시나리오, 시놉시스 및 스토리보드 제작, 그리고 VR 콘텐츠에 대한 몰입감을 미리 조절할 수 있도록 한다(신유성, 2018). 프로덕션 단계에서는 <그림 16>과 같이 배경과 캐릭터에 대한 모델링과 텍스처, 리깅, 애니메이션, 라이팅, 렌더링 등의 과정이 있다. 제작 중에 카메라 무빙과 애니메이션은 체험자의 멀미 등 휴먼팩트를 유발하고 몰입감을 저해하는 요소이므로 각별한 주의가 필요하다. <그림 17>은 밀폐공간(질식) VR 콘텐츠를 개발한 주요 작업이다.



<그림 16> 3D CG VR 콘텐츠 제작 과정 (출처: 안전보건공단 & INDIGO)

<p><b>교육 콘텐츠 분석</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 교육용 시나리오 분석</li> <li>2. 안전 시나리오에 대한 이해</li> <li>3. 교육용 시나리오 분석</li> <li>4. 교육용 시나리오 분석</li> <li>5. 교육용 시나리오 분석에 필요한 시나리오 분석</li> </ol> <p><b>캐릭터 디자인</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업장 역할 및 역할</li> <li>2. 작업장 역할 및 역할</li> <li>3. 작업장 역할 및 역할</li> <li>4. 작업장 역할 및 역할</li> <li>5. 작업장 역할 및 역할</li> </ol> <p><b>환경 디자인</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업장 역할 및 역할</li> <li>2. 작업장 역할 및 역할</li> </ol> <p><b>기타 필요 도구</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업장 역할 및 역할</li> <li>2. 작업장 역할 및 역할</li> </ol>	<p><b>교육 콘텐츠 분석</b></p> <p>→ 시나리오 분석 및 역할 분석을 위한 시나리오 분석</p> <p>캐릭터 디자인</p> <p>→ 작업장 역할 및 역할 분석을 위한 캐릭터 디자인</p> <p>환경 디자인</p> <p>→ 작업장 역할 및 역할 분석을 위한 환경 디자인</p> <p>기타 필요 도구</p> <p>→ 작업장 역할 및 역할 분석을 위한 기타 필요 도구</p>	<p><b>&lt;안전보건공단 O&amp;G 사업장 안전관리(O&amp;G-배터리&gt;</b></p> <p>(배터리 충전 및 충전)</p> <p>배터리는 충전용 배터리로 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리로 충전할 수 있다. 충전용 배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다. 충전용 배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다.</p> <p><b>배터리 충전</b></p> <p>배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다. 충전용 배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다. 충전용 배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다.</p> <p><b>배터리 충전</b></p> <p>배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다. 충전용 배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다. 충전용 배터리를 충전할 때 배터리를 충전하는 충전용 배터리를 충전할 수 있다.</p>																															
<p>기획 및 디자인</p>		<p>시나리오 및 시놉시스 제작</p>																															
<p><b>&lt;수정 전&gt;</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Image</th> <th>Description</th> <th>Thumbnail</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>&lt;수정 후&gt;</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Image</th> <th>Description</th> <th>Thumbnail</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>안전장비를 착용한 작업자</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Image	Description	Thumbnail		안전장비를 착용한 작업자			안전장비를 착용한 작업자			안전장비를 착용한 작업자			안전장비를 착용한 작업자		Image	Description	Thumbnail		안전장비를 착용한 작업자			안전장비를 착용한 작업자			안전장비를 착용한 작업자			안전장비를 착용한 작업자		<p><b>Reference 수집</b></p> <p><b>High Model 제작</b></p> <p><b>Low Model 제작</b></p> <p>3D 모델 제작 정교한 모델 (실제 사용용 모델에 정교함을 더함)</p> <p>3D 모델 제작 심사용 모델 (최적화된 모델 - 물리값 추가 적용된 모델에 정교한 모델)</p>	
Image	Description	Thumbnail																															
	안전장비를 착용한 작업자																																
	안전장비를 착용한 작업자																																
	안전장비를 착용한 작업자																																
	안전장비를 착용한 작업자																																
Image	Description	Thumbnail																															
	안전장비를 착용한 작업자																																
	안전장비를 착용한 작업자																																
	안전장비를 착용한 작업자																																
	안전장비를 착용한 작업자																																
<p>스토리보드 제작</p>		<p>캐릭터 모델링 과정</p>																															



<p>모델링에 재질·색을 입히는 맵핑 과정</p>	<p>캐릭터에 뼈를 심는 리깅 과정</p>
<p>캐릭터를 움직여 주는 애니메이션 과정</p>	<p>최종 VR 콘텐츠</p>

<그림 17> 밀폐공간(질식) VR 콘텐츠 주요 제작 과정 (출처: KOSHA & INDIGO)

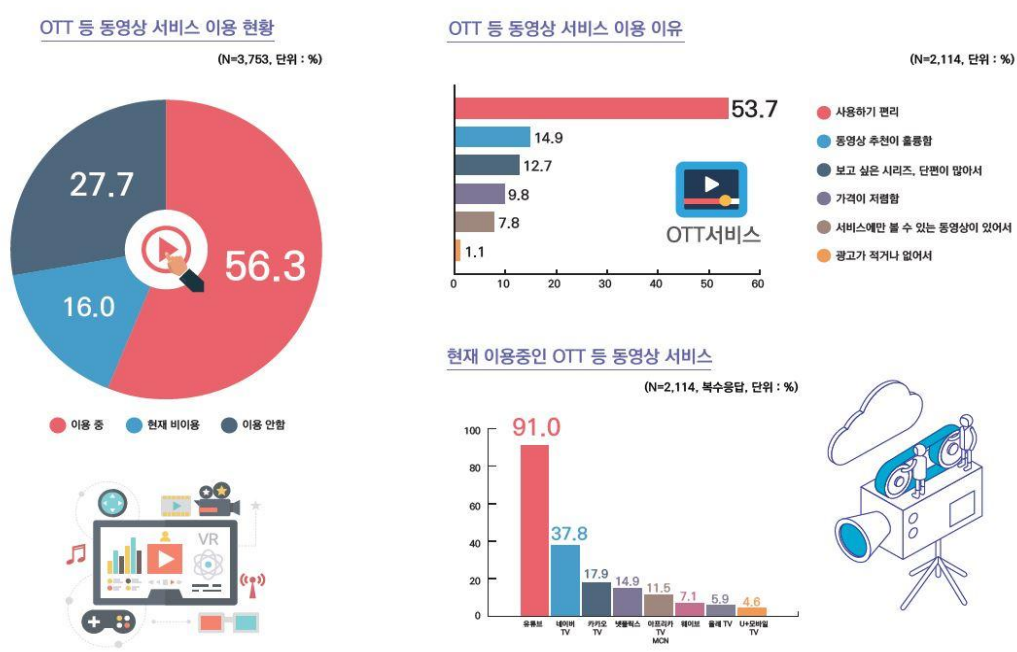
## 2) 동영상 기반 VR 콘텐츠

동영상 기반 체험실습형 VR 콘텐츠는 360° 로 실사 동영상을 촬영하고 상호작용 기능을 융합해 몰입감과 현실감을 극대화한 콘텐츠이다. 360° 동영상을 제작하기 위해서는 여러 대의 카메라를 리그(Rig)에 부착해 촬영 대상물의 360° 영상을 촬영하고 스티치(Stitch) 작업을 통해 각 카메라의 영상 간 이음매를 최소화한다. 인스타 360, DJI 오즈모, 드리프트 등 현재 시중에 보급된 360° 카메라 경우 CMOS 센서 하나로 포물면 거울을 사용하여 이음매가 없이 360° 촬영이 가능하므로 스티치 작업을 할 필요가 없지만 해상도가 떨어지는 단점과 광학적 왜곡이 발생한다(장형준, 2018). 이런 단점에도 불구하고 자연스러운 경계면 처리와 4K UHD 이상의 고해상도 지원을 통해 스마트 디바이스와의 연동으로 자연스럽게 360도 VR 카메라의 활용 범위도 넓어졌으며, 2016년 IT 업계 이슈였을 정도로 VR 산업의 새로운 패러다임으로 자리 잡았다(권태욱, 2016).

구글(Google)은 전 세계적으로 보급되어 사용 중인 스마트폰을 활용하여 쉽고 저렴하게 VR을 즐길 수 있다는 점에 착안하여 이를 HMD로 사용할 수 있는 카드보드(Cardboard)를 2014년에 출시하였고, 2015년 3월에는 자회사의 세계최대 동

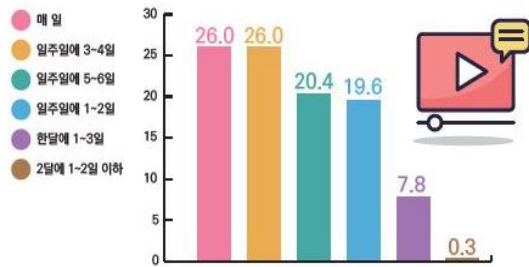
영상 플랫폼인 유튜브를 통해 360° 영상 콘텐츠를 서비스 개시하였다. 또한 11월 5일에는 유튜브 안드로이드 앱에 VR 보기 기능을 추가했다고 공식 블로그를 통해 발표하였다. 이처럼 360° 동영상 지원 및 VR 보기 기능은 본격적인 VR 세계에 발을 들여놓게 했다고 볼 수 있다(권혜미, 2015). 유튜브에서 특별한 추가 장비 없이 스마트폰과 카드보드로 구현되는 보급형 HMD를 통해 360° 영상과 VR영상을 지원함에 따라 연령에 구애 없이 모두가 VR 영상에 대한 관심이 높아지고 VR 콘텐츠 보급에 큰 역할을 함과 동시에 산업규모도 함께 성장시켰다(권동현, 2020).

이와 같은 유튜브의 성장은 방송통신위원회와 정보통신정책연구원의 2019년 지능정보사회 이용자 패널조사 결과로 확인할 수 있다. 패널조사는 1차 연도인 2018년에 구축된 패널을 바탕으로 2019년도에 전국 17개 시·도에 거주하고 만 17세 ~ 64세 이하의 남녀 3,753명(2,227가구)을 대상으로 일대일 면접으로 진행되었다. 2019년에는 특화문항으로 전파나 케이블이 아닌 범용 인터넷망으로 영상 콘텐츠를 제공하는 OTT(Over The Top) 서비스의 사용현황이 조사항목에 포함되었다. 특화문항의 조사 결과, 이용현황은 <그림 18>과 같이 스마트폰 이용자 절반 이상(56.3%)은 OTT 등 동영상 서비스를 이용하고 있는 것으로 나타났으며, 현재 이동 중인 서비스로는 유튜브(91.0%), 네이버TV(37.8%), 카카오 TV(17.9%), 넷플릭스(14.9%), 아프리카 TV(11.5%) 순으로 조사되었다. 또한 OTT 등 동영상 서비스의 이용빈도 및 시간에 대한 결과는 <그림 19>와 같이 매일(26.0%)과 주 3~4일(26.0%), 주 5~6일(20.4%) 순으로 나타났다. 하루 이용시간을 살펴보면, 주중 평균 이용시간은 56분, 주말 평균 이용시간은 64분으로, 주중보다 주말에 OTT 등 동영상 서비스를 더 많이 시청하는 것으로 조사되었다(방송통신위원회, 2020).

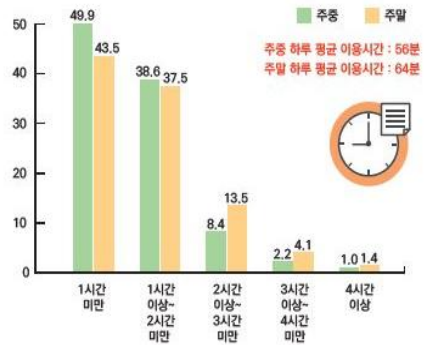


<그림 18> OTT 등 동영상 서비스 이용현황 및 이용이유 (출처: 방송통신위원회)

OTT 등 동영상 서비스 이용 빈도



OTT 등 동영상 서비스의 주중/주말 하루 이용시간



<그림 19> OTT 등 동영상 서비스 이용빈도 및 시간 (출처: 방송통신위원회)

고화질의 VR 동영상 콘텐츠를 제작하는 작업 과정을 살펴보면 기획단계인 프리 프로덕션(Pre-Production), 촬영 단계의 프로덕션(Production), 후반편집 단계인 포스트 프로덕션(Post-Production)의 과정을 거친다. 이와 같은 워크 플로우는 거의 모든 콘텐츠제작 과정의 기본이며 공통적인 작업 과정으로 볼 수 있다. <그림 20>과 같이 프리 프로덕션 과정에서는 사전 비주얼 작업을 통해 연출효과를 극대화하는 3D 입체 표현과 공간 구성을 하는 프리 비즈 작업이 중요하며 몰입감을 높이고 고품질의 콘텐츠를 제작하기 위해서는 장소와 환경에 따른 최적의 카메라를 선택하여 촬영해야 한다.




<그림 20> 프리 비즈 작업 및 리그를 통한 촬영 (출처: 안전보건공단 & VENTA VR)

VR 콘텐츠의 포스트 프로덕션 단계에서 핵심은 스티치 작업이다. 이는 여러 대로 촬영된 영상소스를 마치 한 대로 촬영한 것처럼 자연스럽게 연결하는 작업을 말



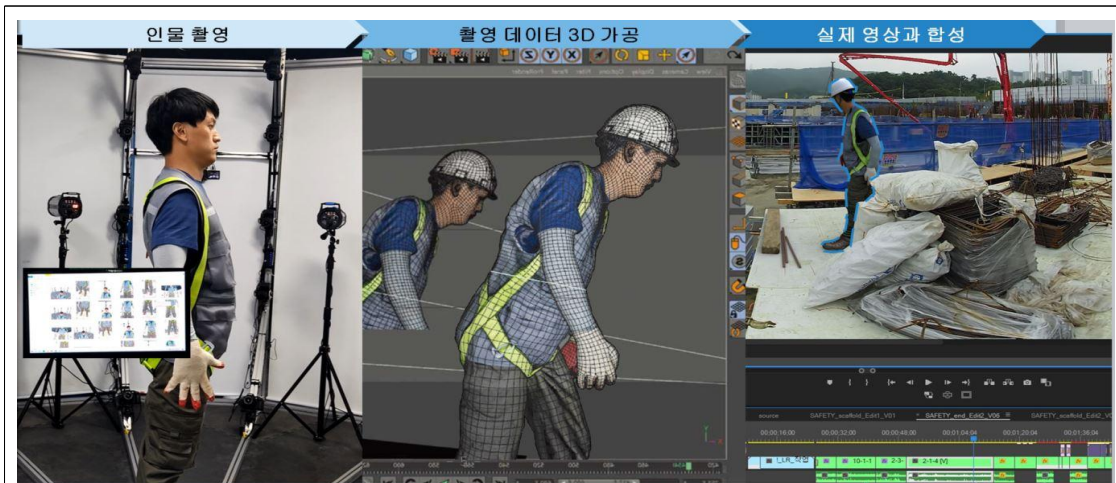
한다. 또한 <그림 21>과 같이 VR 입체 보정, 색보정 및 CG 합성 등의 포스트 프로덕션 작업에 사용되는 각종 기술과 효과에 따라 동영상 VR 콘텐츠의 완성도 차이가 확연히 날 수 있으며, 이로 인해 더욱 현실감 있는 VR 동영상 구현이 가능하다(신유성, 2018). 콘텐츠 제작에서 사용된 VR CG 및 3D 연출 효과 등을 살펴보면 ① 실제 촬영한 2개의 영상을 겹쳐 구현하는 실사 합성, ② 추락 등 위험도가 높은 촬영 시 안전하게 촬영할 수 있는 크로마키 합성, ③ 3D 모델링과 실제 촬영을 합성하여 현장에서 불가능한 사고 장면을 3D 모델링을 통해 자유롭게 구현 가능한 3D 모델링 합성, ④ 훔날리는 먼지, 떨어지는 자재, 화재 등 부가적인 효과를 통해 사고 장면을 더 부각시킬 수 있는 CG 연출, ⑤ 체험자(카메라)가 작업 중 사고가 나거나, 체험자에게 발생하는 2차 사고 등 1인칭 시점을 통한 현장감을 더욱 살리는 촬영, ⑥ 대사 및 내레이션으로 부족한 설명을 효과적인 정보 전달을 위한 자막 또는 포인트 등이 있다.

		
VR 입체보정	색 보정	CG 합성
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>합성 전</span> <span>합성 후</span> </div> 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>합성 전</span> <span>합성 후</span> </div> 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>합성 전</span> <span>합성 후</span> </div> 
실사 합성 ①	크로마키 합성 ②	3D 모델링 합성 ③
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>CG 합성 전</span> <span>CG 합성 후</span> </div> 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>자막 &amp;</span> <span>포인트</span> </div> 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>2차 사고</span> <span>직접 사고</span> </div>  <p>1인칭</p>
CG 합성 ④	자막 및 포인트 ⑤	1인칭 시점 ⑥

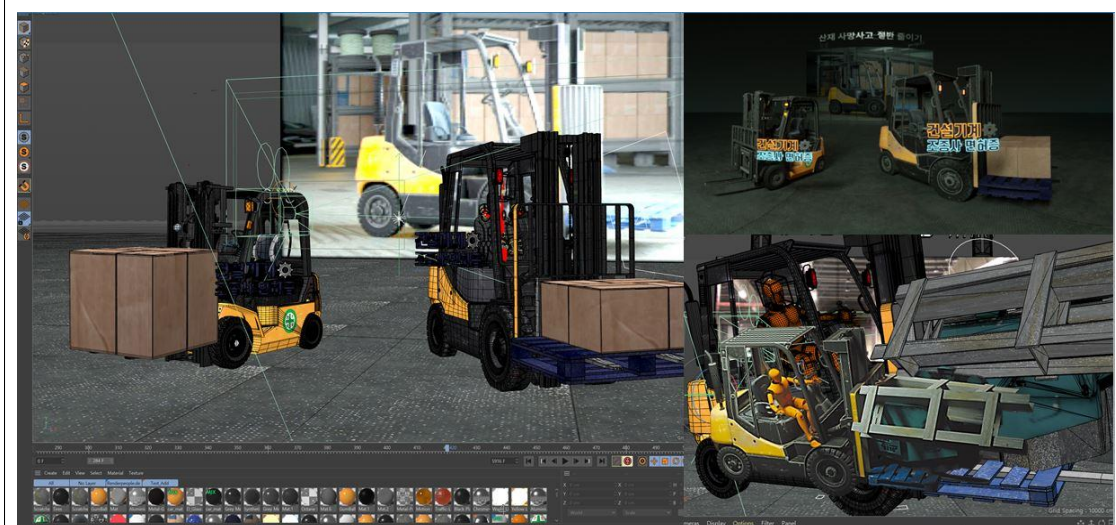
<그림 21> VR 동영상의 보정, CG 및 3D 연출 효과 등 후반 편집 작업 사례  
(출처: 안전보건공단 & VENTA VR)

유튜브 등 플랫폼에서 제공되는 VR 동영상을 HMD로 체험해 보면 어지러움증

및 멀미 등 휴먼팩트를 호소하는 체험자가 많다. 이는 각 카메라에서 촬영된 360° 영상을 서로 잇는 스티칭의 부적정, 어안렌즈 주변부의 왜곡, 낮은 화질, 프레임 속도, 시야피로, 현장감 및 재미가 없는 시나리오 구성 등 다양한 원인으로 발생된다. 이런 휴먼팩트는 양안 시차를 이용한 스테레오 스코피(Stereoscopy) 기술의 S3D 입체 영상 제작, 정교한 붙임 작업, 고화질의 HFR(High frame rate) 제작, 시야피로 없는 근접 촬영 등을 통해 최소화할 수 있다. 또한 <그림 22>와 같이 실제 촬영한 데이터를 3D로 가공하여 CG 제작보다 현실감 있는 인물 표현이 가능하여 사람이 직접 촬영할 수 없는 상황을 실감나게 구현할 수 있는 볼륨 매트릭 기술, 영상과 CG 합성을 통해 고위험의 다양한 상황을 구현할 수 있는 S3D CG 제작 기술, 체험자 입장에서 VR 시야각을 고려한 화면 디자인, 사고 장면엔 입체 돌출효과, 실사 배경에 캐릭터 합성 등의 여러 효과들을 상황에 따라 적절하게 주어 체험자의 집중력을 높인다. 또 다양한 위험 상황에서 직접 체험하는 느낌을 유발해 경각심을 부여할 수 있다.



볼륨메트릭 (Volumetric) 기술 구현 예시



S3D CG 제작 예시





VR 시야각을 고려한 화면 디자인



S3D 입체영상 기술 돌출 효과 추가 예시



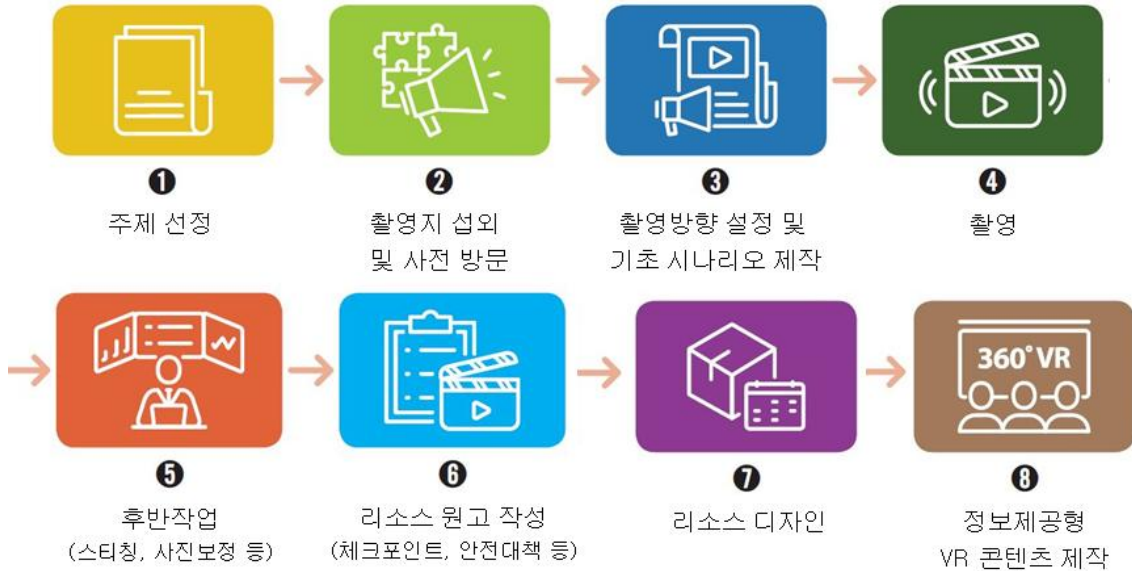
3D 모델링 캐릭터 실사 배경 합성 예시

<그림 22> 동영상 VR 제작 시 활용 가능한 기술 및 효과 구현 사례  
(출처: 안전보건공단 & VENTA VR)

### 3) 사진 기반 VR

사진 기반의 정보제공형 VR 콘텐츠는 VR의 공간을 카메라로 360° 촬영하여 만든 콘텐츠이다. 산업현장에서 안전보건교육 시 VR 공간을 자세히 보기 위해 확대할 경우 화질이 유지될 수 있도록 고성능 카메라와 180~190°의 화각을 가진 어안렌즈를 이용하여 기계·기계, 공정, 작업방법 등을 직접 촬영한다. 이때 촬영한 사진은 사용자가 상호작용을 할 수 있도록 UI 요소를 구성한다. 주로 안전보건 동영상, 유해·위험요인, 안전대책, 안전수칙, 표지 등 교육 자료로 활용되는 안전보건

정보가 표출된다. 사진 기반 VR 콘텐츠 제작 과정은 <그림 23>과 같이 VR 동영상 콘텐츠 제작 과정과 유사하지만, 안전보건정보가 되는 리소스의 원고 작성 및 디자인 작업이 추가된다.



<그림 23> 사진 기반의 정보제공형 VR 콘텐츠 제작 과정 (출처: 안전보건공단)

콘텐츠는 2018년부터 매년 200종씩 2022년까지 총 1,000종의 콘텐츠를 개발하여 사업장에서 안전보건교육 시 활용할 수 있도록 VR 전용관에 업로드하고 있다. 매년 업종별, 직종별, 대상별, 사회이슈 및 정부정책 대응에 필요한 주제 등을 선정하여 PC 활용 버전과 HMD 활용 버전으로 구분하여 제작·보급하고 있으며 콘텐츠는 <그림 24>과 <그림 25>와 같이 구성되어 있다.



<그림 24> 사진 기반 VR 콘텐츠 구성 사례 I (출처: KOSHA, 월간안전보건, 2020.12호)



메인 화면



공정별 화면

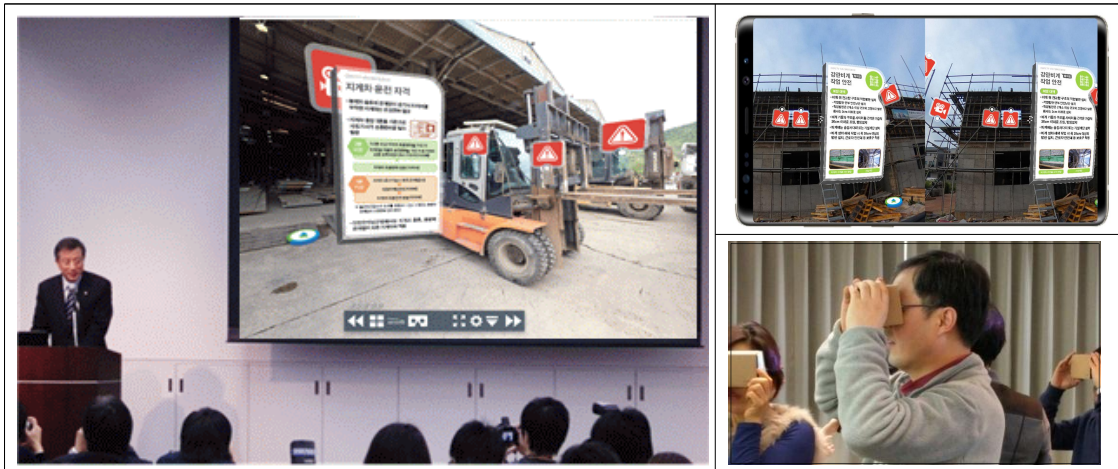


리소스 선택 화면



<그림 25> 사진 기반 VR 콘텐츠 구성 사례 II (출처: [http:// 360vr.kosha.or.kr](http://360vr.kosha.or.kr))

PC 버전으로 개발되는 콘텐츠의 경우 VR 전용관(360vr.kosha.or.kr)에 접속해 교육하고자 하는 콘텐츠를 <그림 24>의 좌측과 같이 프로젝트 화면 등에 띄워 집합교육 등을 실시하여 PPT 대체 교육 수단으로 활용할 수 있다. 해당 콘텐츠를 실행하면 마우스를 움직이는 방향으로 사업장 전경이 360°로 보이며, 유해·위험 요인별로 관련 안전보건정보가 표출된다. HMD 버전은 스마트폰으로 VR 전용관을 접속해 콘텐츠를 실행 후, 카드보드 등 스마트폰 연결형 HMD에 끼워 이를 착용하면 <그림 26>의 우측과 같이 로드뷰 형식으로 현장을 둘러볼 수 있고 유해·위험 요인 및 안전보건 정보를 확인할 수 있다.



<그림 26> PC 활용 버전(좌측) 및 HMD 활용 버전 (출처: 안전보건공단)

## 2. VR 디스플레이 장치(HMD) 및 CMS

VR 콘텐츠 운용에서 가상현실을 체험하기 위한 핵심 장치는 HMD이다. 이는 머리 장착형 디스플레이로 체험자의 눈과 디스플레이의 광학계(렌즈)가 가까이 위치함으로써 일반 영상보다 더 넓은 시야각(FOV)을 제공하여 보다 현실감 있는 영상을 보여준다(양아영, 이재규, 2017). 또한 최대화 시킨 HMD의 시야각은 체험자에게 시각적으로 완전히 몰입된 가상공간을 제시한다(양웅연, 김기홍, 2016). 실감나는 영상과 즉각적이고 자연스러운 상호작용이 가능한 HMD의 개발과 보급은 가상현실의 대중화에 가장 중요한 요소이다. 따라서 HMD의 핵심 요소는 가벼운 무게,

편안한 착용감, 고해상도의 디스플레이, 넓은 시야각, 멀미 등의 휴먼팩트(Human factor)를 방지하기 위한 최소의 지연시간(Latency), 표출능력 등이라 할 수 있다 (박준환, 박경진, (2019)).

HMD는 사실상 2013년 개발자 버전의 오쿨러스(Oculus) 社の DK1와 2014년 구글(Google) 카드보드가 세상에 첫 선을 보인 이후 기업들의 HMD에 대한 관심이 증가하였다(윤혜정, 맹운호, 이중정, 2017). 오쿨러스, HTC를 비롯한 VR 관련 회사들이 본격적인 시제품을 내놓기 시작하며 구글(Google), 페이스북(Facebook), 마이크로소프트(Microsoft), 소니(Sony) 등 글로벌 기업에서 VR을 활용한 콘텐츠와 장비들을 개발하고 판매하면서 큰 주목을 받기 시작하였다(정새해, 김지연, 김형신, 2019).

앞에서 언급했듯이 HMD는 스마트폰 연결형, PC 연결형, 독립형이 있으며, 각 유형별 특징은 <표 4>와 같다.


<표 4> HMD 유형별 특징

유형	주요 기기의 이미지 및 모델명	특징	자유도
스마트폰 연결형 HMD		(장점) 선이 없어 움직임이 자유로움, 2,000원~10만원 내외의 저렴한 가격 (단점) 시간제약, 스마트폰에 따른 해상도	3DoF
	Gear VR (삼성) (출처: turbosquid.com)		
PC 연결형 HMD		(장점) 높은 해상도와 콘텐츠 성능, 시간제약 없음 (단점) 움직임에 제약, 고성능의 PC 필요, 400만원 내외의 고가(PC 포함)	6DoF
	VIVE (HTC) (출처: engadget.com)		
독립형 HMD		(장점) 유선형 HMD 보다 가볍고 위치 트래킹 가능, VR 대중화 기대 (단점) 유선형 HMD 보다 낮은 해상도, 시간제약	6DoF
	오쿨러스 퀘스트 2 (출처: oculus.com)		

(출처: 김경태, 한정엽, 이하은. 2020; 수정)

<표 5>에서 볼 수 있듯이, VR 체험교육의 활용 및 저변 확대를 저해하는 진입장벽을 제거하기 위해 공단은 중·저가의 독립형 HMD를 이용하여 다수의 교육생을 대상으로 동시에 VR체험교육이 가능한 시스템인 CMS(Content Management System) 프로그램을 개발하여 다인 동시 체험 VR 교육이 가능하도록 하였다.

<표 5> 체험형 VR과 다인 동시 체험 VR 비교

체험형 VR	다인 동시 체험 VR
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치 장비가 많아 충분한 공간 필요</li> <li>• 1인 체험만 가능</li> <li>• VR 장비 운영 인력 및 대기 인원을 관리할 인력 필요</li> <li>• 설치 비용이 높고 장비 이동 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 별도의 장비 설치 및 공간 제약 없이 VR 교육 가능</li> <li>• 동시 구동이 가능하여 한번에 많은 인원의 VR 체험 가능</li> <li>• 강사 1명이 100명까지 교육 가능</li> </ul>

(출처: 안전보건공단 자료 재구성)

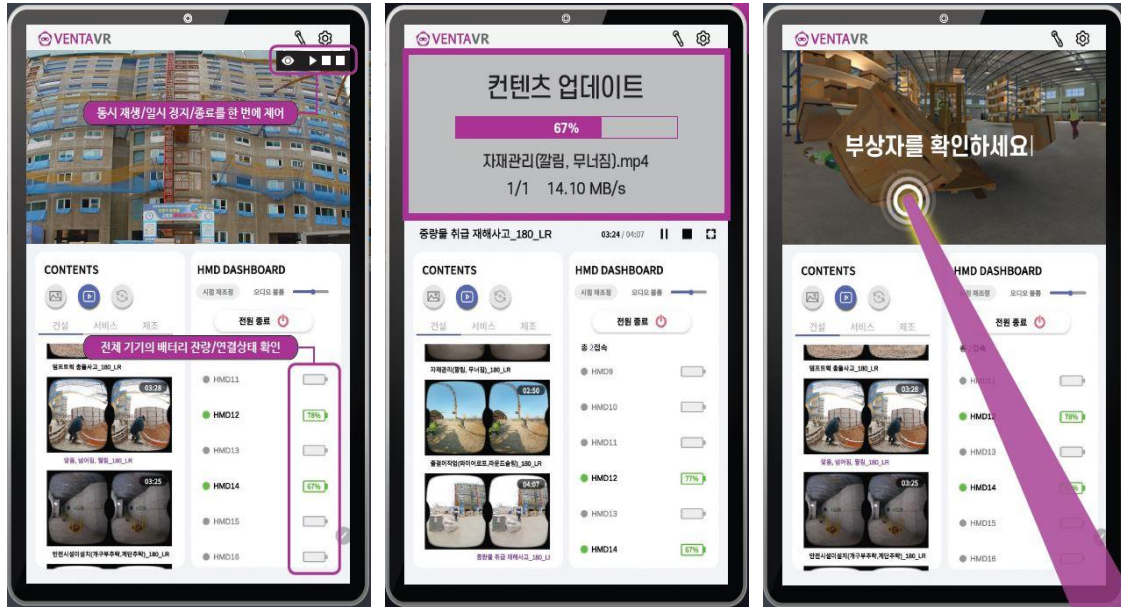
다인 동시 VR체험 시스템을 구현하기 위해서는 하드웨어와 소프트웨어가 필요하다. 하드웨어로는 피코, 오쿨러스 퀘스트 등 독립형 HMD, 태블릿 PC, 무선통신용 공유기가 있어야 하며, 소프트웨어는 CMS 프로그램만 있으면 된다. 이 방식은 <그림 27>과 같이 태블릿 PC 1대를 통해 최대 100명까지 동시 교육 진행이 가능하며, 간단한 조작법으로 VR 기기에 친숙하지 않았던 사람이라도 어려움 없이 교육을 진행할 수 있다. 또한 간단한 구성품으로 전기가 없는 건설 현장, 야외 등 장소의 제약을 받지 않고 어디서나 쉽게 VR 교육을 진행할 수 있다.



<그림 27> 다인 동시 VR 체험 사례 (출처: 안전보건공단)



이 시스템에서 CMS 프로그램은 <그림 28>과 같이 각각의 HMD를 일괄적으로 재생, 일시정지, 종료할 수 있도록 동시 제어 기능이 있으며 교육 중인 화면에 실시간으로 포인터 혹은 텍스트를 표시할 수 있다. 교육생의 시선을 추적할 수 있는 기능이 내포되어 있어 체험중인 HMD 디스플레이의 화면에 집중하게 하여 VR 체험 교육의 효과를 극대화할 수 있도록 하였다. 또한 교육이 중단되거나 방해받지 않도록 배터리 상태와 HMD 연결 상태를 확인할 수 있고 필요한 콘텐츠를 HMD의 저장 디스크에 저장할 수도 있다.



<그림 28> 태블릿 PC 및 CMS(Content Management System) 프로그램  
(출처: 안전보건공단 & VENTA VR)



## 제3장 이론적 고찰

### 제1절 VR활용 안전체험 교육

#### 1. VR 교육

Maslow의 욕구 단계 이론(Needs hierarchy theory)은 인간의 욕구가 중요도별로 일련의 단계를 형성한다는 동기이론 중 하나이다. 이에 따르면 안전(Safety)은 인간의 생명을 유지하려는 생리 욕구가 충족된 다음에 나타나는 욕구로 신체적인 위험을 줄 수 있는 사고의 위험발생 가능성을 줄여 인간의 행동을 수정하고 환경을 조성한 상태라고 하였다(Maslow, 1954). 산업 현장에 국한한 안전 욕구(Safety Needs)를 위한 활동으로는 생산시설의 위험요인 관리, 재해예방 시스템·절차 구축 및 인적요인 관리 측면으로 구분할 수 있다. 이 중 재해발생율과 재해로 인한 손실비용을 최소화 할 수 있는 최후 수단이자 가장 효과적인 수단이 바로 인적요인 관리이다. 이때의 핵심 전략이 바로 안전보건교육이라 볼 수 있다(문석인, 2019). 이 교육의 목적은 업무의 위험요소를 인식하여 올바른 작업방법 및 절차를 준수하고, 올바른 보호구를 사용하여 발생할 수 있는 위험에 대처·대응할 수 있는 능력을 갖도록 하는 데에 있다(신인재, 2014). 좀 더 광의적으로 생각해 보면 교육의 주된 목적은 근로자에게 그 일에 필요한 인지 능력과 신체 능력을 갖추게 하는 것이다(Chen et al., 2020). 여기서 인지적 자원을 관리하는 능력을 메타인지라고 하며, 이러한 능력의 향상은 사고 예방에 효과적이다. 메타인지 능력의 향상을 위해서는 사고에 대한 지식뿐만 아니라 사고 발생 시 인지 상태의 반영이 중요하다(Morikawa et al., 2006).

안전교육을 통해 조직에서 안전의 질을 높이기 위해서는 효율성 있는 안전 프로그램과 안전교육이 요구되며(Randles & Jones, 2010), 개개인의 역할과 위치에서 직면된 상황과 연계된 위험요소를 식별하고 대응하기 위한 충분한 교육이 요구된다고 하였다(Vredenburg & Cohen, 1995). 교육 방법은 교육대상자의 지식과 수행 측면에서 안전교육의 효율성 제고에 중요한 영향을 미친다(Burke et al., 2006). 또한, 현장 친화적이고 더 적극적인 방법일수록 안전교육의 효과는 더 높아지고 많은 양의 지식 습득으로 사고나 부상을 예방하거나 감소시킬 수 있다(양경아, 2021).

교육방법은 과학기술의 급속한 발달로 기존의 칠판, 분필에서 현재의 멀티미디어 교육에 이르기까지 개선되고 발전하며 점차 다양해지고 있다. 그러나 여전히 많은 강사들이 강의식 방식을 버리지 못하고 있어 교육생의 학습 열기와 학습 효율이 낮다. VR 기술 적용은 이러한 결함을 보완할 수단으로 가능성을 보여준다(Zhang et

al., 2020). 4차 산업혁명 이후 최근 몇 년간 글로벌 제조업체, 미디어 기자, 소비자의 검색엔진에서 인기 있는 용어는 VR이었다. 주로 게임, 엔터테인먼트, 영상, 의료 분야에서 활성화 된 VR은 교육 분야에서도 많은 접근 방식이 제시되어 적용되고 있다(Kuo-Wei et al., 2020). VR은 사실적인 3차원 가상세계를 구현하고 인간의 감각 체계를 통해 학습자가 몰입의 효과를 느낄 수 있도록 하여 기존의 비디오 교육보다 학습 효과를 더욱 높일 수 있음을 선행연구 등으로 어렵지 않게 발견할 수 있다. 이를 바탕으로 과학기술과 교육개념의 발전과 함께 VR 교육의 새로운 모델이 탄생하였다(Meng, 2019).

VR 교육은 컴퓨터 시스템, 영상 및 통신기술을 활용하여 가상현실 공간에서 시각적, 청각 등 인간의 오감을 활용하여 교육내용에 적합하도록 체감형 콘텐츠를 구성한 것이다(김선우, 2018; 박희정, 2019). 이는 학습자의 능동적인 학습이 가능하게 만든다. 현실에서 불가능하거나 위험한 행동을 학습할 수 있고, 사물, 환경을 시각화 또는 구체화하는데 있어 매우 효과적이다. 또한, 학습자에게 지식 이해를 촉진시키고 자율학습 능력을 키우며, 학습동기를 부여하기도 하여 잠재적 교육 효과를 발휘한다(김종민, 2019). VR 교육 시 체험 효과를 높이기 위해 활용할 수 있는 시뮬레이션은 안전 교육을 위한 대안 실습 환경 중 일부로 교육생들은 실제 위험에 노출되지 않고 현실적인 조건에서도 충분히 경험을 쌓을 수 있다. 또한 안전한 작업을 위해 신속한 의사결정과 조치가 필요한 의사결정 프로세스를 촉진하는 도구의 역할을 한다. VR 교육은 향상된 의사 결정 능력을 위해 사람들을 훈련시키는 것으로 위험 감소에 대한 의사 결정 능력을 향상시킬 수 있는 효과적인 도구라 하였다(Isleyen, E., & Duzgun, H., 2019).

산업현장에서 이루어지는 교육훈련이나 안전교육의 특성 상 현장 중심의 교육을 강화해야 하며, 실제 현장에서 일어날 수 있는 일이나 장비를 활용한 교육이 이루어져야 한다. 그러나 실질적으로 현장 훈련은 비용적인 면에서도 부담스럽고 직접 훈련하기에 위험성을 배제할 수 없기 때문에 VR을 통한 안전보건교육의 필요성이 중요해지고 있으며, 요구가 증대되고 있는 것이다(민슬기, 김성훈, 2018).

이를 반영 하듯이 안전 VR 교육과 관련해 많은 연구들이 수행되고 있다. 손정욱(2014)은 VR을 사용하여 산업 현장의 안전교육용 학습도구를 개발하여 평가한 연구에서 평가에 참여한 학습자들은 대체적으로 학습도구의 기술적·학습적·평가 도구 측면에서 긍정적인 평가를 보였다고 하였다. Cakiroglu and Gokoglu(2019)은 VR 기반의 화재안전교육(VR-FST) 환경을 구현하여 연구한 결과 화재 안전에 대한 행동 기술이 크게 향상되었고, 대부분의 평가자가 VR-BST 내의 실제 환경으로 행동 기술을 이전할 수 있다고 주장하였다. Lerner 외 4명(2020)은 구급대원을 대상으로 VR을 이용하여 상·하부 호흡기가 붓고 충격으로 과민증 3등급 환자에 대한 대처 훈련을 평가한 결과 참가들은 VR 훈련이 더 매력적이고 효과적인 교육적 접근법으로 평가를 내렸다고 했다. Suto 외 3명(2021)은 약물 오용의 유해성

과 위험성을 인지하고 약물 거부 능력을 향상시키기 위한 목적으로 VR 기반의 약물예방 교재를 구현하고 이를 평가하기 위해 VR 기반 학습 교재와 내용이 동일한 동영상 기반 교재와 비교했다. 실험을 실시하여 이용자의 태도, 이용자의 만족도, 항약물 자가효능성에 미치는 영향 측면에서 분석한 결과 학습자들이 영상 기반 학습 자료보다 VR 기반 학습 자료로 효과적으로 학습할 수 있다는 것을 실증하였다. 김충한 외 4명(2020)은 산업 현장에서 발생하는 안전사고 상황과 실제 작업 상황에 맞는 VR 콘텐츠 제작을 통한 안전보건교육을 실시하는 것이 교육을 받는 근로자들의 현장감과 몰입감 등을 높여 안전의식을 고취하고 교육효과가 높은 것으로 분석하고, 안전사고 상황 및 작업 상황에 맞는 VR 콘텐츠 제작이 중요하다는 연구 결과를 발표하였다. 김기훈(2019)의 연구에서는 건설현장의 종사자들을 대상으로 VR 기반의 안전교육에 대한 몰입도, 현장 적용성, 사전 안전효과를 측정된 결과, 기존의 단순전달식 안전교육보다 7~10% 정도 높게 나타났다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 제시된 VR 안전교육 활성화 방안으로 근로자의 흥미와 참여도를 높일 수 있는 실제 현장작업 중심의 안전교육 콘텐츠 구성과 개발이 이루어져야 하며 가상현실의 몰입감과 증강현실의 현실감의 장점을 합친 혼합현실 안전교육 방법을 개발할 필요가 있다고 주장하였다. 반면, 이지혜(2019)는 VR 교육현황 및 활용 형태에 대한 문제점을 <표 6>과 같이 제시하고, VR 교육이 더 성장하기 위해서 각 문제점에 대한 방안이 시급하다고 주장하였다. 또한 최호길, 박종용(2019)은 안전보건 VR 교육에 대한 산업 현장의 근로자를 대상으로 의견을 수집하여 교육과정 측면, 교육환경 및 교육매체 측면, 제도 및 정책적인 측면에서 VR 교육에 대한 발전방안을 제시하였다.

<표 6> VR 기반 교육의 문제점

구분	문제점
사용성 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대중화의 어려움</li> <li>• 고비용 디바이스와 하드웨어</li> <li>• 반복사용 유도 어려움</li> </ul>
공간성 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공간적 제약 있음</li> <li>• 제한된 공간, 차단된 환경 필요</li> <li>• 낮은 휴대성으로 인한 지속적 사용 어려움</li> </ul>
사용자 만족도 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고비용에 따른 가치만족도 낮음</li> </ul>
사용 편리성 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 멀미, 어지러움 증상 등 사용의 불편함</li> </ul>
콘텐츠 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부족한 콘텐츠</li> <li>• 킬러콘텐츠 부재</li> </ul>

(출처: 이지혜, 2019)

이런 VR 교육의 문제점이 있음에도 이덕우(2021)는 VR을 활용한 교육은 교육 분야에서 다음과 같은 효과를 얻게 될 것으로 예상하였다.

- 소프트웨어 개발 기술과 더불어 제한 없는 가상현실 교육 콘텐츠 개발
- 현실적으로 불가능하거나 어려웠던 실험 및 체험을 가상의 환경에서 수행

- 풍부한 실감영상 콘텐츠를 기반으로 교육생들의 흥미 부여 극대화
- 가상의 교육자 및 동료들과의 상호작용을 통해 적극적이고 능동적인 학습 가능
- 디지털 기술이 접목된 VR 콘텐츠 기반의 교육 및 학습으로 인해 결과중심이 아닌 과정 중심의 평가 가능

이에 본 연구에서는 이지혜(2019)의 연구의 VR 기반 교육의 문제점의 일부 대안방안이라고 할 수 있는 동영상 VR과 다수의 인원이 동시에 체험할 수 있는 시스템을 활용하여 안전사고 예방과 안전교육 만족도에 미치는 영향 관계를 규명해 보고자 한다. 산업안전 분야 HMD 유형에 따른 VR 교육의 선행연구는 다음의 <표 7>과 같다.

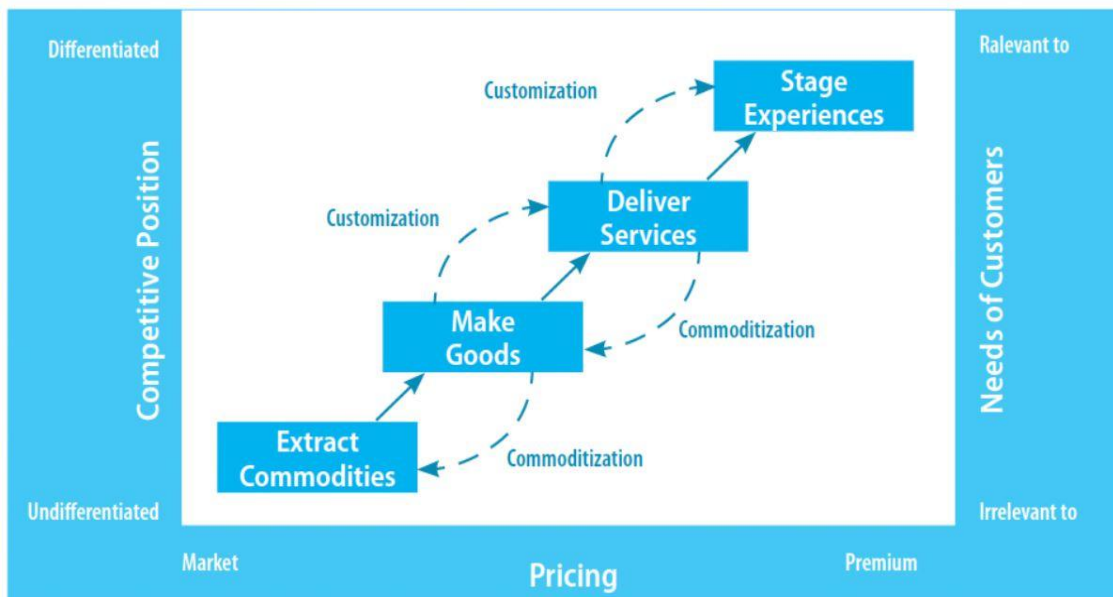
<표 7> 산업안전 분야 HMD 유형에 따른 VR 교육의 선행연구

구분	연구자	연구 내용
스마트폰 연결형 HMD	김종민 (2019)	가상증강현실을 활용한 건설 안전교육이 사고예방에 미치는 영향에 관한 실증적 연구
PC 연결형 HMD	박희정 (2019)	안전VR교육과 감정몰입, 안전행동 간의 관계를 중심으로 항공사 안전VR교육의 효과성에 대한 연구 항공사 VR교육이 인지효과와 안전행동에 미치는 영향연구
	최호길 (2019)	4차 산업혁명 시대의 건설현장 VR체험안전교육에 대한 연구
	김기훈 (2019)	현장 안전교육효과 증대를 위한 VR 교육방법 도입에 관한 고찰
	김문식 외 6명 (2020)	철도건설 안전교육에서의 VR(가상현실) 기술 적용 만족도에 관한 연구
	김성한, 임춘성 (2020)	Factors affecting the transfer of VR-based construction safety training
	김영권 (2021)	VR/AR을 활용한 기초안전보건교육이 불안정한 행동에 미치는 영향에 관한 연구
PC & 스마트폰 HMD	문석인, 장길상 (2019)	VR·AR 기반 체험교육 중심으로 안전보건교육의 실효성 제고 방안에 관한 연구
	Buttussi, F. & Chittaro, L. (2021)	A Comparison of Procedural Safety Training in Three Conditions: Virtual Reality Headset, Smartphone, and Printed Materials

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 2. 체험경제이론(Experience Economy Theory)

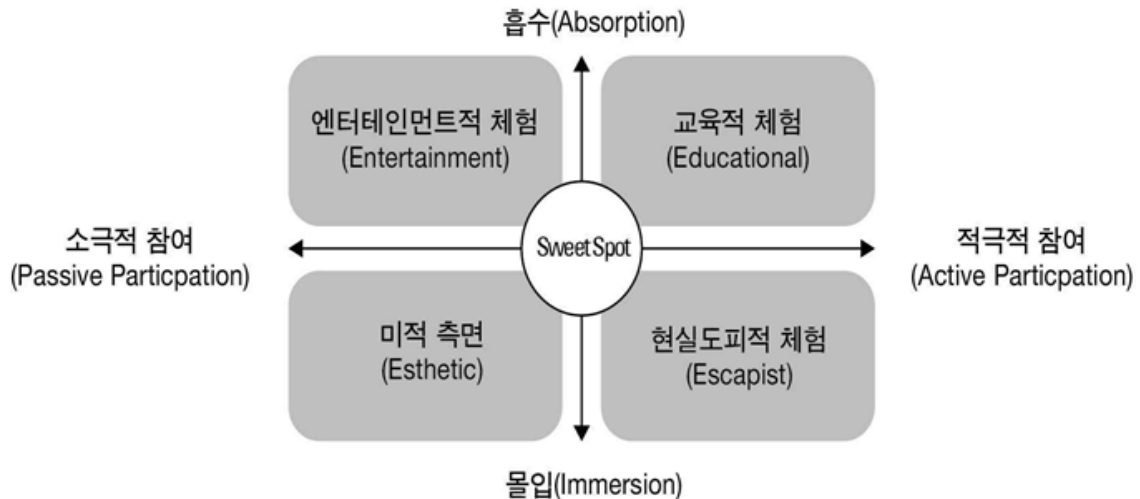
체험(experience)은 관광, 사회과학, 엔터테인먼트 분야를 비롯한 전 사회적 흐름의 중요한 이슈가 되고 있다. 또한 4차 산업혁명 시대의 소비자들은 체험 소비를 중시한다. 이는 직접 겪어보고 느껴본 후 결정한다는 의미이다(김서윤, 박영아, 2019). 체험은 특정 체험을 통해 기능적인 가치들을 대신하는 감각적, 감정적, 인지적, 행동적인 가치를 제공하는 것으로 정의할 수 있다(Knutson & Beck, 2003). 체험 관련 연구는 Holbrook & Hirschman(1982)에 시작되었지만, 체험이라는 개념을 종합적으로 체계화한 것은 Pine and Gilmore(1998)의 연구이다. 그의 체험경제이론(experience economy theory)에 따르면 체험을 상품 및 서비스의 상위 개념으로 정의하고 기업들은 가격전쟁에 성공하기 위해서는 체험이라는 가치를 부여해야 하며 다음 단계인 삶의 변화를 가져와야 한다고 주장하였다. 또한 농업, 산업, 서비스, 체험 네 가지 요소를 중심으로 경제의 발전이 단계적으로 이루어지는 「경제적 가치의 진보(progression of economic value)」를 내세웠으며, 경제적 산물을 범용품(commodity), 제조품(goods), 서비스(service), 체험(experience)로 구분하고 이들의 4단계로 순서적으로 발전해왔다고 하였다(김지형, 2016).



<그림 29> 경제적 가치의 진보(Pine & Gilmore, 1988) (출처: webzine.ysid.org)

체험경제이론에 따르면, 소비자들에게 제품과 서비스 외에도 체험요소를 차별화하여 각인시키는 것이 경제적 가치와 소비자 만족의 성패를 좌우하는 결정적인 역할을 한다(정재은, 2018; 이향아, 2020). 체험경제 시대에서 기업에서 제공하는 제품과 서비스에 대한 소비자의 태도는 과거의 수동적 참여에서 능동적인 참여로 변화하였다(Brown, 2009; 한경의, 2021).

Pine and Gilmore(1998)의 체험경제이론에 따르면 체험은 <그림 30>과 같이 가로축의 참여정도(적극적, 소극적)와 수용형태(흡수, 몰입)에 따라 오락적 체험(Entertainment Experience), 교육적 체험(Educational Experience), 일탈적 체험(Escapist Experience), 심미적 체험(Esthetic Experience)의 4가지 요소(4Es)로 구성되며, 모든 체험을 동시에 경험하는 상황을 최적지점(Sweet Spot)이라 한다(김서운, 박영아, 2019). 이 최적지점에서 최고의 체험적 가치를 경험하게 되고, 그 결과 체험에 대한 만족도도 높아지게 된다(박창연, 신창열, 2019).



<그림 30> 체험의 4요소(4Es)의 영역 (출처: 장홍범, 2010; 수정)

오락적 체험과 교육적 체험은 몰입되는 상태가 아닌 흡수되는 상태에 속한다. 오락적 체험이란 즐거운 기분 전환의 상태를 자극하고 촉진하며 만들어내는 모든 것을 말한다. 또한 이는 체험자의 소극적 참여 및 수동적 행위로 영화를 보거나 음악을 듣는 것과 같이 그 대상에 흡수되어 쾌락과 유의를 느끼는 체험 특성이다(Pine & Gilmore, 1999). 이 영역에 속한 체험자들은 오락을 즐기며 물리적으로 참여하는 것이 아니라 단순히 그 체험에 대해 반응을 하고 있는 것이라고 하였다(김영택, 2019). 교육적 체험은 새로운 정보를 제공하고 지식과 능력을 향상해 주는 모든 것을 말하며, 단순히 제공되는 체험에 반응하는 것에서 벗어나 능동적으로 체험하고자 하는 것을 의미한다(Oh, Fiore & Jeoung, 2007). 이러한 교육적 체험 효과를 통해 체험자는 만족감을 얻게 되고 자신이 원하는 정보를 알기 위해서 적극적인 행동을 하게 된다(Ryan & Deci, 2000).

일탈적 체험과 심미적 체험은 흡수되는 상태가 아닌 몰입되는 상태에 속한다. 일탈적 체험은 다른 체험요인보다 압도적으로 높은 몰입을 요구하는데, 이는 체험자가 체험에 완벽하게 몰입되어 적극적이고 능동적으로 체험에 참여하는 특징을 갖는다(Csikszentmihalyi, 1990). 온라인이나 VR에서는 중요한 체험 요소로 연구되었으며(Jeng & Teng, 2008; Lee et al, 2020), 일탈적 체험은 일시적으로 그들의 일상생활을 잊고 휴식을 취하며 재충전된 상태로 돌아오기를 원하고, 제3의 공간을



찾으려는 욕구를 포함한다(Oh, Fiore & Jeoung, 2007; 김대원, 2019). 심미적 체험은 체험자가 이벤트나 환경에는 아무런 변화나 영향을 받지 않고 현장에 머무는 것 자체로 인해 즐거움을 느끼는 것이다(Oh, Fiore & Jeoung, 2007). 이 요소는 미술관, 박물관 분야의 연구가 많았다(Hyun et al, 2018). 오락적 체험에 참여할 때는 체험자들은 무언가를 느끼고 싶어 하고 교육적 체험에 참여할 때는 배우려 하고, 일탈적 체험할 때에는 행동하려는 반면, 심미적 체험할 때는 단지 그곳에 가만히 있다는 것이다(한경의, 2021).

이러한 체험 개념을 VR로 변환하면 체험 요소의 개념을 다음과 같이 구분할 수 있다. 일탈(능동적 몰입)은 그 현실에서 활동적인 체험 또는 성격이 다른 현실에 몰입하는 것을 포함하며 교육(능동적 흡수)은 지식이나 기술을 향상시키기 위해 체험자에게 제공되는 정보로 구성된다. 또한 심미(수동적 몰입)는 자연과 인간이 만든 요소로부터 풍부한 다감각적 환경을 포함하고, 오락(수동적 흡수)은 체험자의 관심을 편안하게 점유하는 행위를 수반한다(Fiore et al, 2003; 한경의, 2021).

체험요소를 적용한 선행연구들을 살펴보면, 이항아(2020)는 현존감에 따른 VR 콘텐츠의 체험요소가 체험만족과 행동의도에 관한 실증연구를 통해 4가지 체험요소가 체험만족에 유의한 (+)영향을 미치며, 이 영향으로 행동의도에도 정(+)의 영향을 미치는 것을 하였다. 즉, VR 체험에 만족한 이용객일수록 재방문·추천 등의 긍정적인 행동의도를 보인다고 볼 수 있으며, 행동의도에 있어서는 만족도가 중요한 요인임을 확인하였다. 김지형(2016)은 3D 홀로그램 콘서트와 체험경제이론의 체험요소를 적용한 연구에서 교육적 체험을 제외한 오락적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험이 체험자의 즐거움에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 3D 홀로그램 콘서트의 관람객이 주로 일탈성과 엔터테인먼트 체험, 심미적 체험을 선호하는 20-30대 젊은 층으로 구성되었기 때문인 것으로 판단했다. 김서윤, 박영아(2019)는 체험경제이론을 적용한 증강현실의 실재감과 방문 의도 간의 구조적 관계를 연구한 결과 오락 체험, 일탈 체험, 심미 체험은 실재감에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 교육 체험은 실재감에 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

사용자의 체험을 통한 몰입 상태를 중요시하는 VR은 Pine and Gilmore(1998)의 체험요소를 활용하기에 적합하다고 판단되며 VR 체험을 만족한 사용자는 긍정적인 방향으로 재이용 할 가능성이 높다(김서윤, 박영아, 2019). 더 나아가 이는 안전교육의 효과를 높여 안전사고 예방에도 미칠 것으로 본다. 이에 본 연구에서는 안전보건 VR 콘텐츠를 이용하여 체험요소가 체험만족, 지속의도 및 안전사고 예방에 미치는 영향 관계를 규명해 보고자 한다. 체험경제이론(4Es)을 기반으로 ICT 기술을 적용한 체험과 관련된 선행연구는 다음의 <표 8>과 같다.

<표 8> 체험경제이론(4Es) 기반 ICT 기술을 적용한 체험의 선행연구

연구자	연구 내용
Verhagen et al. (2011)	Satisfaction with virtual worlds: An integrated model of experiential value
이항아, 김이태(2018)	현존감의 조절효과를 중심으로 스마트관광 가상현실체험요소가 관광만족 및 행동의도에 미치는 영향 연구
이항아(2020)	현존감에 따른 가상현실 관광콘텐츠 체험요소가 체험만족 및 행동의도에 미치는 영향 연구
김서윤, 박영아(2019)	방문 경험의 조절효과 중심으로 증강현실 체험, 실재감, 방문의도 간의 구조적 관계에 관한 연구
	프레즌스 조절효과를 중심으로 증강현실 체험요소가 감정반응과 방문의도에 미치는 영향 연구
김지형(2016)	Pine 과 Gilmore의 체험경제 이론을 중심으로 3D 홀로그램 콘서트의 체험요소와 기술이 체험즐거움, 행동의도에 미치는 영향 연구
한경의(2021)	체험경제 이론을 중심으로 웹 기반 가상현실 공간에서 현대미술전시에 대한 긍정적 구전의도 형성 경로 연구

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 제2절 안전의식

고용노동부(2010)에 의하면 안전의식(Safety Awareness)이란 노동자가 잠재적으로 가지고 있는 안전에 대한 관심이 구체적인 행동과 실천으로 나타나는 정도를 말한다. 여기서 말하는 안전은 안전 지식뿐만 아니라 실천 및 실행 정도로서 위험한 상황으로부터 자신의 안전을 유지하거나 능동적으로 대처하는 태도까지도 포함하는 것이다(오수연, 2015). 이경재(2014)에 의하면 안전의식은 안전을 유지하고자 하는 본능적인 마음으로 위험으로부터 사고를 예방하기 위해 대처하는 자세라고 하였다. 최상복(2004)는 안전의식이란 활동의 안전성 확보와 유지를 위한 지식을 기반으로 안전 측면에서의 행동을 취하려는 실천력이 있는 상태로 정의하였다. 안전과 관련된 행동에 영향을 미치는 것 중에 하나로써 안전의식을 들 수 있다.

행정안전부(2019)는 일반국민 12,000명, 전문가 400명을 대상으로 국민 안전의식을 조사하여 2019년 상반기 조사 결과를 발표하였다. 일반국민의 사회 전반 안전 체감도는 5점 만점에 2.65점으로 조사되었으며, 우리 사회의 안전 중요도는 2.99점으로 나타났다. 이러한 결과는 근로자가 아닌 일반국민을 대상으로 한 조사이기 때문에 반드시 사업장의 안전의식이 낮다고 해석하기는 어려우며, 안전의식이라는 용어에는 직장에서의 안전뿐만 아니라 응답자의 일생생활에서 안전과 관련된

다양한 문제, 즉 교통사고, 학교생활, 방법, 화재, 감전사고 등 신변의 안전과 관련된 다양한 측면에 관한 종합적인 평가라는 해석이 가능하다. 하지만 일반적으로 깨어있는 시간 중 직장에서 가장 긴 시간을 보내며 직장의 환경이 이러한 평가결과에 미친 영향이 클 것으로 생각할 수 있다.

이종은(2013)의 연구에서는 근로자의 안전의식이 높을수록 재해발생빈도가 낮아지고 재해 예방의 효과가 커진다는 것을 밝혀냈다. 즉 안전의식이 높다는 것은 위험에 대처하는 방법을 이해하고 습득하는 것을 뜻하며 안전행동을 위한 안전태도와 안전에 대한 주의력이 높다는 것이다. 김영주(2005)와 박대성(2005)도 근로자의 안전의식과 재해예방에 대한 인식이 재해발생의 가장 큰 원인이라고 보고하였고 안전의식이 낮은 그룹이 높은 그룹에 비하여 사고발생이 높다고 주장하였다.

안전의식 수준은 다양한 안전정보의 보급 확대와 안전교육을 통해 증진되고 안전의식을 향상시키는 역할을 한다고 했다(이수경·박창복·윤여송, 2015). 김규형(2016)은 안전의식을 안전에 대한 구성원들의 인식, 태도 등 심리적 측면을 반영하는 개념으로 정의하였다. 이들의 인식이나 태도 뿐 아니라 안전정보의 제공으로 안전교육이 역할을 한다면 안전의식은 향상될 것이다. 안전교육을 통한 안전의식 향상을 위해서는 지식중심의 안전교육이 아닌 실습, 참여기회 확대, 구체적 사례연구 및 소개, 시청각 자료 제공 등 다양한 방법으로 접근해야 안전의식의 수준을 향상시킬 수 있을 것이다(나운서 등, 2011; 김연수, 2012).

선행연구에서 볼 수 있듯이 전통적으로 안전연구는 개인의 안전에 대한 감수성, 기질 또는 고에 대한 취약성과 관련이 있는 개인의 특성에 주목해왔다(Sutherland & Cooper, 1991). 하지만 1986년에 발생한 체르노빌 원자력발전소 사고나 1998년 북해 해상의 석유시추 플랫폼에서 발생한 화재사고와 같은 대형 재해를 통해 관행이나 작업풍토가 시스템의 실패에 크게 영향을 미친다는 교훈을 얻게 되면서 이러한 것들이 작업장의 안전에 미치는 영향에 주목하게 되었다. 이를 위하여 연구자들은 눈에 보이지 않는 심리적이고 조직적인 요인에 대해서 다양한 방법으로 정의하고 조직화하려고 시도해 왔다. 직장의 안전과 관련된 것으로는 안전문화(Safety Culture), 안전풍토(Safety Climate), 안전태도(Safety Attitude), 안전의식과 같은 다양한 명칭과 정의가 사용되고 있으며, 명확한 구분이 없이 사용되고 있으나 안전문화와 안전풍토가 가장 일반적이고 중요한 개념으로써 다루어지고 있다(박종선 외 5명, 2016). 구소련의 핵산업과 체르노빌 공장의 낮은 안전문화에 체르노빌 사고의 원인이 일부분 있는 것으로 밝혀진 이후 안전문화는 조직의 안전수준을 표현할 때 널리 사용되기 시작했으며 2000년대 들어서는 지속가능경영(Sustainability)을 구성하는 하나의 요소로 자리 잡게 되었다. 안전문화(Safety Culture)는 조직에 형성된 안전절차, 구성원의 행동양식, 작업환경, 조직의 위험관리방법 등이 반영된 것이며, 안전문화는 안전의식을 의미한다고 할 수 있다(안전문화연구소, 2015).

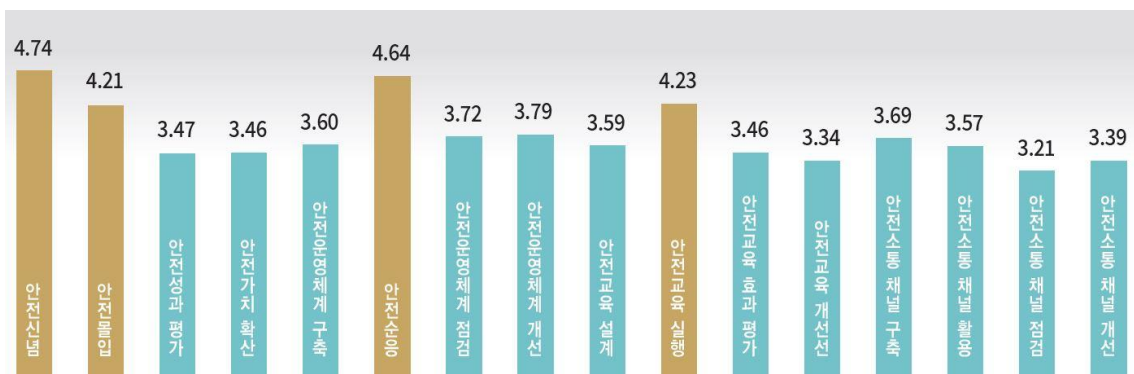
안전보건공단(2019)은 사업장이 자율적인 안전문화 활동을 펼쳐나갈 수 있도록 안전의식 수준향상 프로그램을 개발하고 공개하였다. 이 프로그램은 <표 9>와 같이 안전문화 활동과 안전문화 영역으로 구분하고 총 16개 요인을 기반으로 한 설문(144문항)과 인터뷰로 구성하여 사업장에서 스스로 안전의식 수준을 진단할 수 있게 했다. 여기서 말하는 안전의식은 안전에 대한 구성원의 태도, 신념, 의식, 가치관을 통칭하는 개념으로 정의하였다.

<표 9> 안전의식 수준향상 프로그램 측정지표

구분		안전문화 활동			
		계획	실행	점검	개선
안전 문화 영역	안전 가치	안전신념	안전몰입	안전성과 평가	안전가치 확산
	안전 운영	안전운영 체계 구축	안전순응	안전운영 체계 점검	안전운영 체계 개선
	안전 교육	안전교육 설계	안전교육 실행	안전교육 효과 평가	안전교육 개선
	안전 소통	안전소통 채널 구축	안전소통 채널 활용	안전소통 채널 점검	안전소통 채널 개선

※ Likert 5점 척도 (출처: 안전보건공단, 2019)

안전의식 수준향상 프로그램은 설문으로만 실시하는 설문형 프로그램과 공단 직원이 현장을 방문해서 설문과 인터뷰를 병행 실시하는 심층형 프로그램으로 구분된다. 우선 사업장에서 절차에 따라 경영층부터 노동자까지 계층별 설문을 작성해야 한다. 사업장에서 작성 한 결과를 분석해 안전의식을 향상시키기 위해 필요한 부분을 제시하여 자체적으로 활용할 수 있도록 프로그램이 구성되어 있다. 2019년 6월부터 2020년까지 이 프로그램에 참여한 81개사의 사업장 DB를 기준으로 안전의식 수준을 분석한 자료는 <그림 31>과 같다.



<그림 31> 16개 요인별 안전의식 수준 분석 결과 (출처: 안전보건공단, 2020)

구성원의 안전의식이 낮을수록 안전사고로 이어질 가능성이 커지는 만큼 사업주는 구성원들의 안전의식 수준을 미리 파악하고, 부족한 부분을 강화해나가는 노력을 할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 안전보건 VR 콘텐츠를 이용한 교육과 안전의식, 안전행동 및 안전사고 예방에 미치는 영향 관계를 규명해 보고자 한다. 안전의식과 관련된 선행연구는 다음의 <표 10>과 같다.

<표 10> 안전의식 관련 선행연구

연구자	연구 내용
오수연, 허철무 (2015)	건설업체의 정성적 정량적 안전경영활동과 근로자의 안전의식이 안전행동에 미치는 영향에 관한 연구
이경재(2014)	조직의 안전풍도에 대한 종업원의 인식과 개인의 안전의식이 직무 만족·조직몰입에 미치는 영향 연구
이종은(2013)	화학 공장의 안전문화 향상을 위한 실증적 연구
이수경, 박창복, 윤여송(2015)	조직의 안전행동에 따른 연구원의 안전의식 수준 및 안전문화 향상 정도에 관한 연구
김규형(2016)	항공사 안전관리시스템이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향
나윤서, 김홍범 (2011)	델파이 기법을 활용한 항공사 객실승무원의 교육 훈련프로그램개발을 위한 연구
김연수(2012)	신입 순경 교육훈련의 인식변화에 관한 연구
Sutherland, V. J., & Cooper, C. L. (1991)	Personality, stress and accident involvement in the offshore oil and gas industry

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

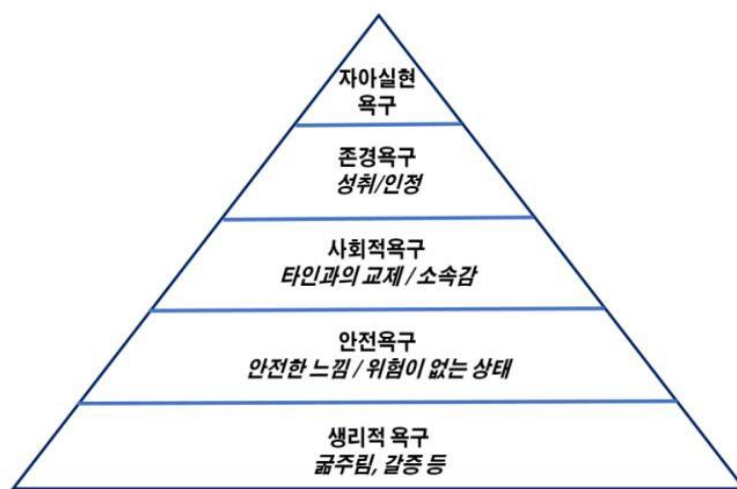
### 제3절 안전행동

Heinrich, Peterson & Ross(1980)의 연구에 따르면 산업재해 발생 원인은 88%가 불안전행동에 의한 것으로 나타났다. 또한 McSween(2003)의 연구 결과에 의하면 행동에 의한 사고 발생은 76% 정도로 나타났으며, 환경 등 간접적인 측면을 포함할 경우에는 96%까지 차지된 것으로 보고되었다.

안전행동(Safety Behavior)이란 Neal & Griffin(2000)에 의하면 자신이 안전을 확보하기 위해 취하는 일련의 실천행동으로, 직무수행과 관련하여 사고발생을 막기 위해 안전절차를 준수하거나 안전 활동에 참여하는 등 사전에 위험요인으로부터 벗어나려는 행동을 의미한다(우상천, 2014; 김규형, 2016). 또한, 김지선(2014)은

안전행동을 현재의 위험 요소와 미래의 위험요소가 사고로 발생하는 것을 방지할 위한 행동으로 정의하였다.

Maslow(1943)의 욕구 계층 이론에서 안전욕구는 굶주림, 갈증 등 생리적 욕구 충족 이후 동기유발에 영향을 미치는 두 번째 욕구이다. 이는 두려움, 혼란, 위험이 없는 상황에 대한 욕구이며 전쟁, 자연재해, 학대 등의 상황이 발생하지 않은 상태로 개인의 물리적 안전욕구, 건강과 안녕 욕구를 포함하고 있다. Maslow의 욕구체계에서 개인이 특정한 행동을 유도하기 위해서는 욕구 수준에 대한 파악과 이러한 욕구를 충족시켜주는 요인을 제공함으로써 얻을 수 있다(서재호, 2016).



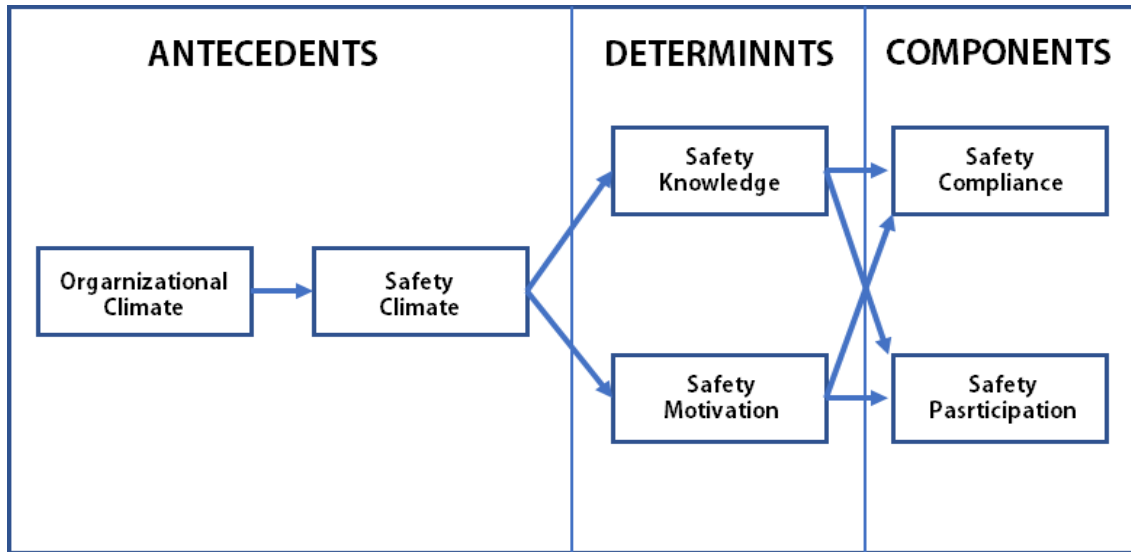
<그림 32> Maslow의 욕구계층 (출처 : Brown, et. al., 2005(Atkinson, 1993 재인용); Crook, 1997.)

Neal & Griffin(2006)은 안전문화와 안전행동 상호간에는 상관관계가 높기 때문에 안전문화의 향상은 사고 발생을 감소하는데 큰 영향을 가져올 수 있다고 하였다. 구성원 개개인의 안전행동에 조직문화는 많은 영향력을 가지고 있으며, 개인의 행동이 조직에게까지 그 영향을 미칠 수 있다. 따라서 조직 문화와 분위기에 따라 수행되는 구성원 개개인의 행동이 안전관리 등에 영향을 주게 된다(장세롬, 2016; 서혜승, 2019).

이처럼 안전행동에 영향을 미치는 구성요소에 대해 다양한 관점에서 논의되고 있다. Griffin & Neal(2000)은 경영자 가치, 안전검사, 개인훈련, 안전소통으로 구성된 안전문화가 안전 준수 행동, 안전 참여 행동으로 구성된 안전성파에 직접 긍정적인 영향을 미치며, 안전지식은 안전문화와 안전준수 간의 관계를 부분매개 한다고 하였다. 또한 Neal & Griffin(2006)은 안전문화, 안전 동기, 안전행동 간의 관계를 연구하였는데 긍정적인 안전문화 그룹에 속한 개인은 안전 동기가 증가하며, 안전 동기가 높은 개인은 안전행동(안전참여)에 긍정적인 영향이 있다고 하였다. 또한 이경용(2003)은 안전행동 실천에 안전문화가 안전행동 실천에 독립적인 영향



을 미쳤으며, 한정원 등(2009)은 안전태도와 안전 동기 및 안전행동 간에 상호 유의한 정(+)의 영향 관계를 형성하고 있음을 확인하였다.



<그림 33> 안전분위기-안전행동 모델 (출처: Neal, A., Griffin, M. & Hart, P., 2000)

반면 안전 분야의 연구에서 안전행동은 안전성과(Safety performance)를 변수로 사용하여 측정하는 방법이 선호되고 있다(Cooper & Philips, 2004; 김기식·박영석, 2002; 최수일·김홍·민경호, 2006). Griffin & Neal(2000)은 근무자의 안전행동에 대하여 안전성과의 측면에서 안전순응행동과 안전참여활동으로 구분하여 측정하였다. 여기서 안전참여활동은 직접적으로 안전에 관계되지는 않지만 안전교육 등에 자발적이며 직접적으로 참여하는 행동을 말한다(김규형, 2016). Neal & Griffin(2002)는 근무자들의 안전의식과 동기부여가 충분하지 않은 경우에 안전행동의 수행이 어려우며 자발적 안전행동 결정에 있어서 동기부여가 중요한 요소임을 확인하였다. 본 연구에서는 안전행동을 안전하고자 하는 인성과 안전의식이 반영되어 안전한 행동을 취하는 행동으로 정의하며, 안전행동의 정의 관련된 선행연구는 <표 11>과 같다. 또한 체험교육 및 안전행동 관련된 선행연구는 <표 12>와 같다.

<표 11> 안전행동의 정의

연구자	정의
김규형(2016)	업무수행이 안전하게 진행될 수 있도록 하는 행동
김지선(2014)	잠재적인 위험요인에 대한 노출을 최소화 하기하는 절차
방유빈(2012)	자신에게 손상이 없도록 하는 행동. 또한, 안전하고자 하는 태도와 가치관이 반영되어 안전한 행동을 취하는 행동으로 근로자들이 사업장에서 실행해야 할 행동

우상천(2014)	업무수행에 따른 안전한 작업이 수행될 수 있도록 하는 행동
윤호동(2017)	어떠한 행동을 취할 때 사고 없는 안전한 행동으로 작업이 수행되도록 하는 행위
Lu & Yang (2010)	안전 활동에 자발적 참여와 안전 관련 논쟁거리에 있어 동료들과 협력하거나 안전회의에 참석하는 활동
Griffin & Neal (2000)	순응 행동이란 안전을 유지하기 위한 개인에게 요구되는 핵심행동이며, 참여 행동은 직접 안전에 영향을 미치지 않지만, 안전에 도움이 되는 행동

(출처: 이수원(2018); 진선화(2021), 재구성)

<표 12> 체험교육과 안전행동 관련 선행연구

연구자	연구 내용
강대열(2005)	체험적 안전교육이 중학생의 안전행동과 기본생활습관에 미치는 효과 연구
서승혜(2016)	객실승무원 항공안전교육 프로그램이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향 연구
박희정(2019)	항공사 VR교육이 인지효과와 안전행동에 미치는 영향 연구
신유철(2020)	가상현실 스포츠 안전교육이 초등학생의 안전의식 및 안전행동에 미치는 영향 연구
김영권(2021)	VR/AR을 활용한 기초안전보건교육이 불안정한 행동에 미치는 영향에 관한 연구
Furong Zhang et al.(2021)	VR 기반의 지진 재난 발생 시 실내에서 대처하는 안전행동 평가에 관한 연구

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

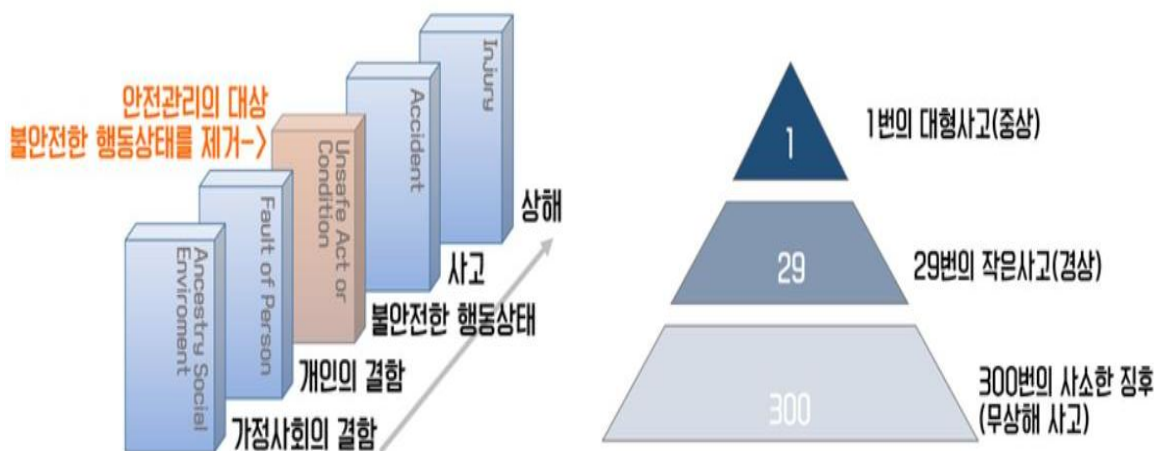
## 제4절 안전사고 예방

안전사고는 미처 준비하고 있지 않은 순간에 언제, 어디서나 누구에게나 발생할 수 있다(서혜승, 2019). 안전사고(Safety accident)란 간단한 찰과상, 타박상, 날카로운 물체에 베인 상처 등에서부터 교통사고, 화재, 감전, 익수, 추락 등 안전과 관련된 상해로 인하여 신체적, 정신적, 경제적 고통이나 불편감을 초래하여 치료하는 모든 사고를 말한다(김소선, 이은숙, 1999). 검색포털인 Google의 검색 결과 안전사고는 고의성이 없는 어떤 불안정한 행동이나 상태에 의해 일의 능력을 저해하거나 직접 또는 간접적으로 인명이나 재산의 손실을 가져올 수 있는 사건으로 정의된다. 또한 서울특별시(2019) 조례에 의하면 안전사고는 안전교육의 미비, 안전수칙 위반, 부주의, 시설물의 결함 등으로 인해 인적·물적 피해를 발생시키는 모든

화재 및 재난·재해관련 사고라 정의하였다.

권영국, 박계형, 김찬오(2010)는 안전사고 분류체계에 관한 연구에서 공공안전(공공시설물, 유원 및 유희시설, 위험물시설), 교통안전(도로안전, 철도안전, 항공안전, 해상안전), 학교안전(학교 시설), 생활안전, 제조물안전, 산업안전으로 분류하였다. 이 분류 체계를 바탕으로 안전사고 자료를 통합·활용하여 사고 발생 추이, 상황 및 빈도 등에 따른 최적의 안전사고 예방대책을 개발되어야 실효성이 있는 안전사고 예방이 될 것이라고 주장하였다.

하인리히(Heinrich)에 의하면, 재해발생은 도미노가 넘어지는 것처럼 연쇄적으로 발생한다는 사고연쇄 이론인 도미노 이론(Domino Theory)을 발표하였다. 사고는 <그림 34(좌)>의 '사회적 환경, 유전적 요소 → 인적결함 → 불안전행동, 불안전상태 → 사고 → 산업재해'와 같이, 안전사고는 선행요인에 의해 일어나고 사고발생이 이들 요인이 겹쳐 연쇄적으로 발생한다고 설명하고 있다. 이러한 안전사고 예방을 위한 원칙은 사고 특성으로서, 손실의 크기는 우연하게 일어나며(사고우연의 법칙), 사고발생은 필연적 원인이 선행하고(원인계기의 원칙), 원인만 제거하면 반드시 예방가능(예방가능의 원칙)하기 때문에, 안전사고는 예방대책 수립과 선정(대책 선정의 원칙)으로 사전 방지가 가능하다고 보았다. 또한, 하인리히는 수많은 재해 통계를 분석하여 재해발생 유형으로서 <그림 34(우)>와 같이 1(중대재해) : 29(중상해) : 300(무상해)의 법칙을 제시하였는데, 이는 안전사고의 손실우연의 법칙과 예방의 법칙을 제안하게 된 기본 이론이 되었으며, 사고예방은 불안전행동과 불안전상태의 제거가 중요하다고 하고 있다. 한편, 버드의 안전사고 이론은 "제어부족 → 기본원인 → 직접원인 → 사고 → 상해"와 같이 재해요인이 연쇄반응을 일으켜 재해가 발생하기 때문에 재해의 직접적인 원인뿐만 아니라 기본원인(4M; Man, Machine, Media, Management)도 제거해야 한다고 주장하였다(서금석, 2004).



<그림 34> 하인리히의 도미노 모델(좌) 및 하인리히의 1:29:300 법칙(우)  
(출처: 안전보건공단, 2017)

이와 비슷한 접근으로 재해 발생 원인을 한 가지로 이루어지는 것이 아니라 인간-기계-환경의 상호작용에 의하여 복합적으로 이루어진다고 보아 재해의 발생 원인을 크게 불안정한 작업조건(물리적 및 환경적 조건)과 불안정한 작업행동으로 분류하기도 한다(Cascio, 1995; 김영재 등, 2005). 인적 요인은 개인의 선천적·후천적 소질, 부주의나 불안정한 행동에서 일어나는 요인을 말한다. 이에 반해 물적 요인은 기계·설비 등의 결함으로 인해 발생하는 것이며, 환경적 요인은 작업환경의 부적절성에 따른 각종의 물리적·화학적 위험 요인을 지칭한다(조학제, 2017).

기계·설비의 결함 등 물적 요인에 의한 사고는 감소하고 있으나 인적 요인에 따른 사고는 증가하는 추세이다(손용승, 2002). 이러한 사고를 줄이고자 그 원인을 관리적 요인(교육, 훈련, 규정, 규범 등), 환경적 요인(기계, 설비, 작업환경 등), 심리적 요인(잡념, 착오 등), 생리적 요인(질병, 피로, 졸음 등)으로 구분하고 각각의 요인에 대한 관리를 통해 안전사고 예방에 노력하고 있다(안관영, 2006).

최근 들어 재해나 안전사고의 원인에 관한 연구 초점이 안전절차 미준수, 실수 등과 같은 개인 차원의 요인으로부터 안전 분위기와 같은 조직차원의 요인으로 이전하고 있다(Neal, Griffin & Hart, 2000). 이러한 연구 핵심은 안전분위기와 안전 시스템 관계는 부분적으로 개인의 안전행동에 의해 매개된다는 점을 가정하고 있는 것이다. Zohar(1980)는 이러한 연구의 효시로 안전분위기는 조직문화와 안전행동 간의 가교역할을 하며, 결과적으로 안전성이나 안전사고 예방에 영향을 미치게 된다는 것이다.

Neal & Griffin(2006)은 안전문화가 안전 행동과 관계가 있어 사고를 줄일 수 있다고 주장하였고 안전 가치관이 안전 분위기와 안전행동 간의 관계에 영향을 미친다고 주장하였다. 즉, 안전가치관과 안전 분위기는 안전행동을 수행하기 위해 노력하는 것을 의미하며 그러한 행동들을 유발(valence)한다는 것이다(박계형, 2010).

Neal & Griffin(2004, 2006)은 부서 분위기가 사고를 예측한다는 것을 발견했다. 개인의 안전행동에 의해 차이를 보일 수 있지만 부서 분위기가 긍정적인 것을 나타내는 안전인지도가 좋은 곳에서는 근무하는 자가 사고와 상해의 예측변수인 불안정 행동을 덜 하는 경향이 있다. 이러한 연구들은 안전행동들이 안전사고를 막아준다는 것을 명확하게 보여준다(조학제, 2017).

김기식, 박영석(2002)는 Griffin과 Neal(2000)의 안전 분위기-안전행동 모델을 국내 근로자 1,101명을 대상으로 재검증하는 연구에 의하면 사고를 최종성으로 고려하지 않았을 때에는 Griffin과 Neal(2000)의 연구처럼 안전 분위기가 안전지식과 안전 동기에 영향을 미치고 안전지식과 안전 동기는 업무 수행과정에서 안전 지침에 따르는 순응행동과 업무 밖의 안전 캠페인 등의 참여활동에 유의한 영향을 미친다. 이 결과는 개인의 안전행동, 즉 순응행동과 참여행동을 결정하는 직접적인 요

인은 안전에 대한 자신의 동기와 지식이며 개인의 안전에 관한 동기와 지식의 수준은 조직이 안전을 강조하는 분위기에 의해 지배된다는 것이다. 또한 조직의 특성인 안전 분위기는 개인의 안전 지식과 안전 동기에 직접적인 영향을 미치는 동시에 안전 동기를 매개하여 안전지식에 영향을 미친다. 이러한 안전지식은 안전 캠페인과 같은 참여행동에 영향을 미치고 이러한 참여 행동은 자신의 작업에서 안전에 순응하는 행동을 유발한다는 것이다. 이 연구 결과를 바탕으로 현장에 적용되어야 하는 안전사고 예방 대책을 4가지 제시하였다. 첫째, 여러 조직 개발 및 변화기법들이 공통적으로 강조하는 최고 경영자 및 리더들의 의지와 가치가 안전사고를 줄이는데 중요한 역할을 한다. 둘째, 회사의 안전 문제에 대해 공개적으로 거론하고 토의할 수 있는 분위기가 조성되어야 한다. 셋째, 안전규정이 체계적으로 수립되고 운영되어야 한다. 넷째, 안전에 대한 교육이 활성화되어야 한다.

조학제(2017)는 제조업의 안전 분위기와 근로자의 안전행동 분석을 통한 안전사고 예방에 관한 연구에서 사업장의 안전 분위기가 좋을수록 근로자의 안전행동이 향상되고, 안전장치 및 설비와 부서내 안전 분위기가 좋을수록 안전보건 준수 행동이 잘 이루어지며, 안전보건규정과 부서 내 안전 분위기가 좋을수록 안전보건 참여행동이 더 적극적으로 실시된다는 것과 부서 내 안전 분위기가 좋을수록 지적활동도 잘 실천된다는 것을 확인하였다.

사업장의 안전 분위가 긍정적으로 조성되면 구성원들은 안전을 준수하고 위험을 회피하고 예방하려는 동기가 유발되며 안전한 작업절차나 방법에 대한 지식을 획득하게 된다. 특히 안전 분위기가 안전 동기를 매개하여 안전 지식에 영향을 준다는 결과는 안전을 유지하려는 동기가 강할수록 안전에 대한 지식의 필요성을 더 많이 느낀다는 것이다(김기식, 박영석, 2002). 안전사고 예방과 관련된 선행연구는 <표 13>과 같다.

<표 13> 안전사고 예방 관련 선행연구

연구자	연구 내용
김기식, 박영석. (2002).	안전 분위기가 안전 행동 및 사고에 미치는 효과
손용승(2002)	항공기정비과오의 유발요인에 관한 연구
안관영(2006)	안전분위기의 구성요소 및 안전사고 수준과의 관계
조학제(2017)	제조업의 안전 분위기와 근로자의 안전행동 분석을 통한 안전사고 예방에 관한 연구
김대건 외 4명(2018)	건설현장 안전사고 예방을 위한 4차산업혁명 IT융합기술기반 가상현실 시뮬레이션 개발에 관한 연구

민경석(2021)	스마트 기술을 활용한 건설현장 안전사고 방지에 대한 연구
Lu & Yang (2010)	Safety Leadership and Safety Behavior in Container Terminal Operations

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 제5절 VR 프레즌스(Presence)

프레즌스(Presence)란 미디어 환경 속에서 존재하는 느낌, 이동하는 느낌을 말한다(전태유, 2015). Presence은 VR의 가장 기본이 되는 특성이며(Barfield & Hendrix, 1995), 핵심적인 심리적 도구로 사용자가 가상의 환경 안에 있는 듯한 느낌을 의미하고, VR의 사용성을 평가하기 위해 사용된다(Bailenson et al., 2008). 또한 계보경·김영수(2008)은 가상 세계 내에서의 경험을 실제 경험으로 받아들이거나, 매개체에 의한 환경 속에 있다는 주관적 느낌(Sense of being There)이라고 정의하고 대표적인 예로는 VR과 같은 매체에서 느끼는 사실감으로 다른 말로 현존감이라 표현 가능하다고 하였다.

프레즌스가 어떤 요소에 영향을 받는 지에 대해서는 연구자마다 다양한 의견이 있다. 프레즌스에는 생생함과 상호작용이라는 두 가지 선행요소로 영향을 미치는 것으로 분류가 가능하다. 생생함은 인간의 감각기간에 정보를 제공하는 매개환경 재현의 풍부함을 의미하고, 상호작용은 사용자가 실시간으로 매개환경의 형태와 내용을 수정하는데 참여할 수 있는 정도를 의미한다고 하였다(Steuer, 1992). Bailenson et. al., (2008)은 학습현장에서 VR 적용에 대한 실증 연구에서 가상 세계 모델 및 디자인의 풍부함과 사용자의 위치, 머리 방향, 움직임에 대한 추적을 중요한 요소로 보았다. 여기에서 가상 세계 모델 및 디자인의 풍부함은 생생함을 의미하며 사용자 위치, 머리 방향, 움직임에 대한 추적은 상호작용으로 의미할 수 있다(권종산, 2019). 또한, 장형준, 김광호(2018)의 연구에서는 VR 프레즌스의 구성 요인을 사실감, 몰입감, 상호작용으로 설정하여 VR 특성이 이용자 만족과 지속 이용 의도에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 그 결과 VR 프레즌스는 콘텐츠 만족보다 시스템 만족에 더욱 많은 영향을 주는 것을 알았으며 이는 사실감이나 몰입감을 통한 상호작용이 VR을 구성하는 영상의 화질이나 실감형 사운드 그리고 이용환경 등에 많은 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

그렇다면 과연 어떤 조건이 충족될 때 프레즌스를 더 강하게 느낄 것인가? Lombard & Ditton(1997)는 문헌 리뷰를 통해 프레즌스와 관련된 6가지 핵심 개념들을 <표 14>와 같이 추출해냈다.

<표 14> Lombard & Ditton의 프레즌스 개념



구분	개념 정의
사회적 풍부성 (Social richness)	미디어가 사회적이며 따뜻하고 민감하고 더 개인적으로 보일수록 프레즌스가 더 강함을 의미
현실성 (Realism)	미디어가 대상, 사건 및 사람들을 더 정확히 재현할수록 프레즌스가 더 강함을 의미
세 유형의 이동 (Transportation)	내가 거기에 있는' 경우에는 미디어 이용자가 다른 장소로 이동하며, '그것이 여기에 있는' 경우에는 다른 장소와 그 안에 있던 대상들이 이용자에게 이동되며, '우리가 함께 있는' 경우에는 둘 또는 그 이상의 커뮤니케이터들이 공동의 장소로 함께 이동하는 것
몰입(Immersion)	감각이 가상 세계에 몰입되어 있는 경험을 의미
미디어 안에서의 사회적 행위자	미디어 이용자가 등장인물과 유사 사회적 상호작용을 함을
사회적 행위자로서 미디어	사람을 흉내 내는 컴퓨터 등과의 상호작용을 의미

(출처: 나은영, 나은경 (2015); 재구성)

또한 롬바드와 디튼(Lombard & Ditton, 1997)은 프레즌스이 '지각적 착시'(perceptual illusion)이기 때문에 '사람'의 특성임을 강조한다. 그러나 미디어가 개입된 상호작용에서 발생하는 착시이기 때문에 미디어의 존재를 제외하고는 논의하기 어려운 개념이기도 하다(나은영, 나은경, 2015).

이러한 프레즌스의 요인으로는 대부분 공간적 실재감, 몰입, 상호작용과 관련된 요인들이 제시되고 있는데, 각 연구자에 따라 공간이전, 감각적 몰입, 실재감, 물리적 공간, 참여와 같은 요소로 다양하게 구분이 되고 있다(민슬기, 김성훈, (2018)). 이에 본 연구에서는 VR 프레즌스의 구성 요소를 몰입감, 현실감, 상호작용으로 정의하여 본 연구의 논제와 같이 관계를 규명해 보고자 한다. 프레즌스, 몰입감, 현실감, 상호작용에 관련한 선행연구는 <표 15>와 같다.

<표 15> 프레즌스, 몰입감, 현실감, 상호작용 관련 선행연구

구분	개념 정의
김성진, 김세화, 이병국(2010)	체험형 전시공간에서 프레즌스의 경험 증대를 위한 인터랙티브 디자인에 관한 연구
민슬기, 김성훈 (2018)	VR컨텐츠 활성화 전략으로서 프레즌스에 관한 연구

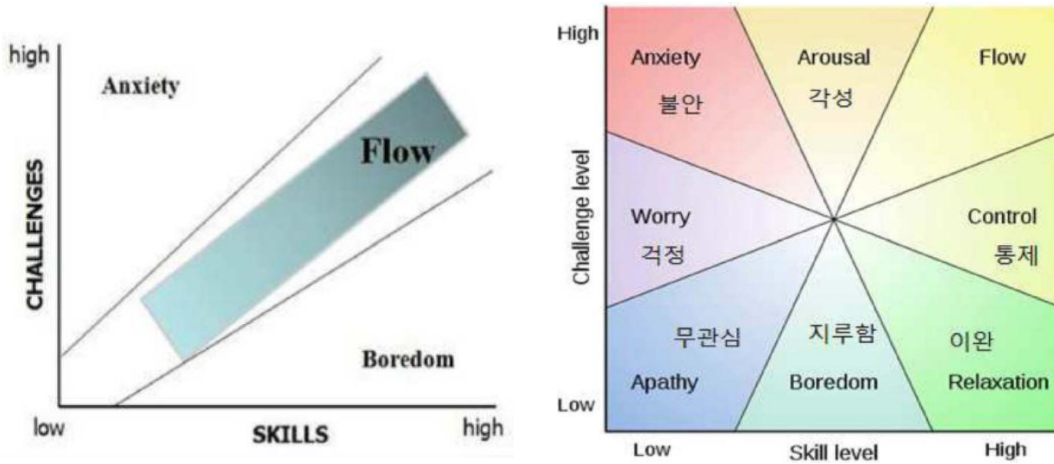
김서윤, 박영아 (2019)	프레즌스 조절효과를 중심으로 증강현실 체험요소가 감정반응과 방문의도에 미치는 영향 연구
나은영, 나은경 (2015)	심리적 공간 이동의 단계 모델로 미디어 공간 인식과 프레즌스에 관한 연구
Barfield & Hendrix(1995)	The Effect of Update Rate on the Sense of Presence within Virtual Environments
임승희(2009)	체험전시 콘텐츠를 중심으로 몰입(flow)이론을 적용한 주관적 경험 측정에 관한 연구
김영진(2018)	VR HMD 영상 몰입감의 광학적 고찰
이준상, 박준홍 (2019)	플로우(flow)의 요인이 VR 영상콘텐츠와 HMD의 지속이용에 미치는 영향 연구
Katelyn Procci et al.(2012)	Measuring the flow experience of gamers: An evaluation of the DFS-2
이재성, 김주연 (2019)	VR과 AR 기술 콘텐츠 사례에 나타난 몰입감과 현실감의 특성에 관한 연구
Isleyen & Duzgun(2019)	Use of virtual reality in underground roof fall hazard assessment and risk mitigation
송민정(2002)	양방향 서비스의 주요 특징인 상호작용성의 개념화
박창목(2015)	이용자 만족을 통한 지속이용 의도에 미치는 영향을 중심으로 소셜TV 이용동기와 상호작용에 관한 연구
Lombard & Snyder(2001)	Interactive advertising and presence a framework. Interactive Advertising

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 1. 몰입감(Flow)

Hoffman & Novak(1996), Novak & Hoffman(2000), Zaman et al.(2010) 등 많은 선행연구에서 프레즌스가 몰입(flow)에 영향을 준다고 보고 있다. 따라서 몰입 역시 VR에서 유발하기 용이한 경험적 특성으로 판단할 수 있다(권종산, 2018). 헝가리 심리학자인 Csikszentmihalyi(1990)에 의하면 몰입(Flow)이란 자신의 행위에 깊게 몰입하여 시간의 흐름이나 공간 더 나가서 자기 자신도 잊어버리는 심리적 상태를 말한다. 미하이 칙센트미하이(1990)는 사람들이 흥미를 느끼는 행위를 할 때 자연스럽게 몰두하는 상태에 빠져드는 것을 발견하였고, 이 상태를 최적의 경험을 하는 상태로 간주하고 플로우(Flow)라고 정의하였다. <그림 35>와 같이 칙센트미하이의 플로우 3채널 모델을 살펴보면 개인의 능력과 과제의 난이도가 적절하게 균형을 이룰 때 경험을 플로우 상태라 하였다. 과제난이도가 낮은 경우 개인의 능력이 높으면 지루함을 느끼고, 능력 또한 낮은 경우에는 무관심 상태라 하였

다. 과제난이도가 높는데 능력이 부족할 경우에는 불안 상태라 주장하였다.



<그림 35> 미하이 칙센트미하이 몰입이론(Flow theory) : 3 & 8채널 모델  
(출처: <http://ttend.tistory.com/84>; 이지혜, 2018)

Witmer, Singer(1998)는 지속적인 자극의 흐름과 경험을 제공하는 환경에 스스로가 둘러싸여 있어 상호작용하고 있다는 사실을 인지함으로써 부여되는 심리적 상태로 몰입을 정의하였다. 또한 Novak과 그 동료들(2000)은 몰입을 경험한다는 것은 내적 즐거움을 가지면서 자의식을 상실한 상태이며 몰입 행동의 행동적 속성은 컴퓨터와의 상호작용과 자기강화에 의해 촉진되는 반응의 연속성이라고 설명하고 있다. 또한, 이길행 외 8명(2018)의 연구에 의하면 몰입 경험은 개인이 수행하는 활동이나 과제에 대한 도전감과 숙련도가 일정 수준 이상이고 이들이 서로 균형을 이룰 때 자신에게 주어진 일에 능동적으로 참여하게 된다고 하였다. 또 이런 식으로 진행해 나가는 과정을 가장 긍정적으로 해석하게 되고 최적의 경험을 하고 있다고 느끼게 되어 완전히 빠져드는 것을 의미한다고 하였다. Slater & Usoh(1993)는 미하이 칙센트미하이의 몰입이론을 근거로 디지털 미디어는 시각적인 구성 요소에 의한 인식과 콘텐츠의 서사적 구성요소에 의한 감흥이 더해졌을 때 사용자의 몰입감을 유도한다고 제시하였다.

몰입감은 여러 감각 자극요소에 의해 차이가 있으나 그 중에서도 전체 감각요소의 70% 이상을 시각요소가 대부분을 차지하고 있기 때문에 높은 몰입감을 제공하기 위해서는 시각암시를 활용하는 것이 매우 중요하다. 그러나 체험자가 느끼는 몰입감과 그에 미치는 환경은 개인마다 차이가 존재하며 측정기준이 있는 것이 아니기 때문에 정량적 측정은 불가능하나, 효과적인 몰입감을 얻기 위해서는 하나의 감각인지 요소의 집중이 아닌 감각인지 요소들의 균형이 고려되어야 한다. 이는 인간의 감성(Emotion)이란 다의적이고 다양한 문화적 혹은 외부적, 사회적 요인에 따라 변화하기 때문이다(정현원, 2018; 이재성, 김주연, 2019). VR의 몰입감을 높일 수 있는 기술적 요소들과 감각 기관의 균형관계를 살펴보면 <표 16>과 같다.

<표 16> 몰입감에 기여하는 기술적인 요인별 감각시스템

몰입감 낮음	몰입 역치	몰입감 높음	감각시스템
비상호작용	저 → 고	상호작용	지각
느린 영사속도		빠른 영사속도	시각
낮은 이미지 복잡도		높은 이미지 복잡도	시각
비참여		참여	지각
소리제공 없음		3차원소리 제공	청각
스크린영상		HMD	시각
낮은 해상도		높은 해상도	시각
평면영상		입체영상	시각
좁은 시야		넓은 시야	시각
머리추적 없음		머리추적	지각

(출처: 이재성, 김주연(2019))

몰입에 영향을 주는 VR 기술의 주요 요소들을 기반으로 콘텐츠를 제작하고 교육에 활용한다면, Csikszentmihalyi & Larson(1986), Massimini & Carli(1988), Csikszentmihalyi, Rathunde(1997)의 선행연구와 같이 학습 측면에서 이러한 몰입 상태가 학습 효과에 긍정적인 영향을 미친다고 보고 있다(권종산, 2018).

## 2. 현실감(Reality)

현실감(Reality)이란 사용자에게 실제 현실에서 존재하는 물체와 동일한 정보를 제공하는 것이며 사용자가 VR 속에 완전히 몰입되어 있는 상태나 느낌을 말한다. 이는 몰입감을 부여하는 비율을 나타내는 척도가 된다(김도운 외 3명, 2008). 또한 인간의 상상적 몰입에 의한 물질적 공간과 비시각적 공간의 혼합으로 발생하는 현실성을 의미한다(이기호, 배성한, 2013). 현실감에 대한 위키백과 사전적 정의로는 인간의 또 다른 인지적 현상의 하나인 몰입(Involvement)과는 구별되어 3차원적 구조를 가진 공간에 한정하고 있다(장형준, 2018). 예를 들어, 책을 읽는 등의 활동을 통해서 몰입 상태에 빠지더라도, 그 상태에서 어떤 구체적인 공간에 자신이 존재한다는 느낌을 받지 못하면 현실감이 있다고 할 수 없다는 것이다. 그래서 몰입은 현실감의 하위 계층에 있는 소부분(Component)으로 생각하는 것이 바람직하다(Barfield, et al, 1995). 또한, 현실감은 인간의 모든 감각 기관에 정보가 빠짐없이 제공되어야 발생하는 것이 아니라, 주어진 감각정보 중 일부만 주의를 기울여도 일어날 수 있으며 VR이 실제 세계와 같은 수준의 모든 유형의 정보를 사용자에게 제공하지 않더라도 사용자는 현실감을 느낄 수 있는 것이다(Barfield, et al,

1995).

Steuer(1992)는 현실감에 대해 넓이(Breadth)와 깊이(Depth)라는 두 가지 측면으로 설명하였다. 넓이는 인간의 오감 중 중 얼마나 많은 감각적 정보를 구현 하느냐와 관련이 있으며, 깊이는 구현되는 감각적 정보의 질을 의미한다. 예를 들면 청각적 정보를 제공하는 장치들 중 단순한 정보제공을 위한 전화기와 음악 플레이(CD: Compact Disk)는 그 깊이에서 차이가 있다는 것이다(Steuer, 1992). 즉, VR의 현실감은 제공되는 감각적 정보의 종류와 질에 의해 결정된다(Bricken & Byrne, 1933). 하지만 시각과 청각을 중심으로 많은 연구가 진행되어 왔는데, 그 이유는 기술적인 한계로 인해 촉각, 미각 등의 활용이 쉽지 않았기 때문이다. 최근 가상 환경 안에서 가상의 물체를 직접 접촉할 수 있는 입체 컨트롤러나 햅틱 등에 대한 연구가 활발히 진행 중이고 일부는 이미 상용화가 되어 사용되고 있으며, 이러한 기술을 통한 가상의 물체와의 직접적인 접촉이 촉각적 생생함을 향상시킬 수 있을 것이다.

사용자가 완벽하게 가상의 현실에 몰입되기 위해서는 실제와 같은 또는 유사한 감각적 정보를 가능한 지속적으로 제공되어야 하며 이를 제공하기 위한 기술적인 요소로는 <표 17>과 같이 3차원 입체시(시각), 넓은 화면(시각), 입체 음향(청각)과 음장에 의해 변화하는 음향적인 영향(청각) 등이 있으며 물체를 접촉했을 때의 피드백(촉각) 등을 조합하여 사용자에게 제공하는 것이 중요하다. 리얼한 컴퓨터 그래픽스 화상이 반드시 현실감을 높이는 것은 아니다(이재성, 김주연, 2019).

<표 17> 현실감을 결정하는 주요 요소 및 감각정보

현실감을 결정하는 요소	감각요소
• 3차원 입체시	시각
• 넓은 시야각을 제공하는 대규모적인 화면	
• 입체음향	청각
• 메아리나 간섭과 같은 음장에 의해 변화하는 음향학적인 영향	
• 대상물에 접촉했을 경우나 작용된 경우의 피드백	촉각, 역각
• 중력이나 가속도 등의 장의 변화	전정감각

(출처: 이재성, 김주연(2019))

### 3. 상호작용성 (Interactivity)

최근 ICT 기술발전으로 스마트 TV, 인공지능 AI TV 등이 출시되고 있지만 일반적인 기존 TV를 생각해보면, TV와 VR의 결정적인 차이점은, TV는 단지 보는데

그치지만 VR은 사용자가 능동적으로 참여한다는 점이다. 즉, ‘본다’의 개념과 능동적으로 참여하는 ‘사용 한다’의 차이이다. 여기서 중요한 개념이 바로 ‘상호작용성’이다. 선행연구를 통해 알 수 있듯이 이에 대한 정의는 다양하다(신유철, 2020). Rice(1984)는 상호작용성을 사용자가 언제든지 원할 때 통제할 수 있는 정도로 정의하였고, Steuer(1992)는 사용자가 메시지 형태와 콘텐츠를 마음대로 변경할 수 있는 정도라 하였으며, 노미정, 문형남(2007)의 연구에서는 사용자로 하여금 정보 및 기타, 다른 커뮤니케이션을 통해 의미 있는 메시지 교환을 수행해 가는 과정으로 사용자들 또는 사물들이 서로 영향을 주고받는 행위라고 정의하였다. 또한 Lombard & Snyder(2001)는 상호작용성을 주어진 환경에서 사용자와 미디어 사이에 이러한 상호작용은 넓은 의미에서 인간이 주어진 환경에서 어떤 사물이나 사용자 혹은 존재들과 행하는 모든 행위를 뜻하며, 이러한 행위의 가능성을 제공하는 매체를 상호작용적이라고 주장하였다.

프레즌스(Presence)의 다양한 선행 조건 가운데서도 특히 중요한 조건이 상호작용성(Interactivity)이다(송민정, 2002). 이는 프레즌스를 강화시키는 핵심적 요소로 김성진 외(2010)의 연구에서도 지적했듯이 가상 세계가 현실로 착각할 정도의 사실성을 갖기 위해서는 가상 세계를 구성하는 인물과 사물 등이 사용자의 행동에 상응하는 반응을 보여야 한다(나은영, 나은경, 2015).

사용자가 컴퓨터에서 구현된 가상의 환경에 능동적으로 들어가기 위한 인터페이스로 시각 및 청각적 인터페이스와 더불어 촉각적, 그리고 위치와 방향에 대한 이동성 인터페이스를 강조하고 있다. 이 중에서 촉각적 인터페이스는 가상의 오브젝트에 접촉하여 조작하는 것을 가능하게 한다. 또한 위치와 방향에 대한 이동성 인터페이스는 단순한 공간의 인식 차원을 넘어 가상의 공간을 이동하면서 주변 환경을 변화시키는 것을 가능하게 한다(Bricken & Byrne(1993). 예를 들어, 의자에 앉아 있는 사용자가 고개를 돌려 라디오를 발견하고 그곳으로 직접 걸어가 라디오의 버튼을 누르면 음악이 나오는 상황을 가상환경으로 구현한다고 가정해 보자. 사용자는 고개를 돌려 주변 환경을 자유롭게 보면서 시각적 사실감을 느끼게 되고, 라디오를 만지면서 촉각적 사실감을 느끼게 된다. 그리고 라디오에서 흘러나오는 음악을 들으면 청각적 사실감을 느끼게 된다. 이때 상호작용은 위치와 방향감각 인터페이스를 통해 라디오까지 이동하는 과정과 촉각적 인터페이스를 통해 라디오를 조작하는 과정에서 발생하게 된다. 상호작용은 가상의 환경이나 오브젝트를 실시간으로 변화시키는 것을 전제로 하는 데, 이동이라는 방법을 통해 라디오까지 다가가는 과정에서 주변 환경이 달라졌으므로 상호작용 발생했다고 볼 수 있고, 버튼을 누르는 접촉과정에서 라디오라는 가상의 오브젝트에 변형이 생겼으므로 상호작용이 발생했다고 볼 수 있다(권중산, 2018).

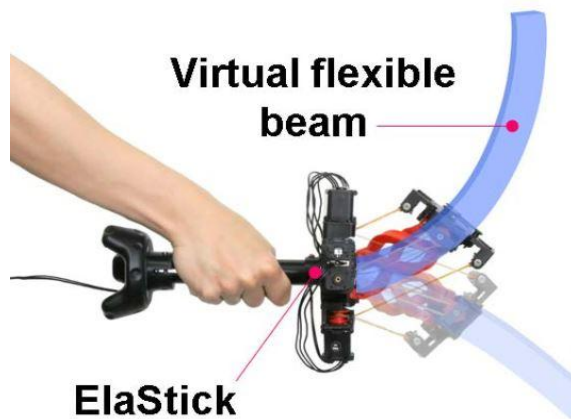
시각, 청각 이외 감각기관과의 인터페이스 기술은 나날이 발전하고 있다. 촉각 인터페이스인 햅틱 장갑 등의 디바이스는 상용화 단계까지 왔으며, 후각 인터페이스



는 일본의 벤처기업인 바크소(VAQSO)는 여러 종류의 향을 방출하는 후각 시뮬레이터인 바크소 VR을 2017년 출시하였다. <그림 36>과 같이 HMD 하단에 부착하여 총을 쏘면 화약 냄새가 나고, 꽃밭에 들어가면 꽃 냄새가 나도록 연동되어 작동된다. 미각 관련 인터페이스 경우, 2011년에 싱가포르 국립대학의 리메샤 라나싱게(Nimesha Ranasinghe) 박사와 그의 연구팀은 컴퓨터에서 선택된 맛을 구현하여 기계를 통해 혀를 자극시키는 가상 미각 기술 관련 논문을 발표하였고, 연구 결과물을 첫 선보인 것은 2012년에 발표한 디지털 롤리팝(Digital Lollipop, 막대사탕)이다. 이후 이를 기반으로 미각 시뮬레이터인 ‘테이스트+’ 라는 이름의 기기로 컵과 손가락을 발표하였다. 국내에서는 지난 2020년 11월에는 안드리아 비안키 KAIST 교수 연구팀은 <그림 37>과 같이 가상 물체의 특징에 따라 붉은색 4개의 케이블이 강도를 조절해 힘 강성을 느낄 수 있는 VR 컨트롤러를 개발하였다. 또한 연구팀은 이를 활용해 강성 변화에 따른 사용자의 인지능력을 측정해본 결과 기존 컨트롤러를 사용했을 때보다 사실감과 몰입감, 즐거움이 크게 향상된 것을 확인하였다(김우현, 2020).



<그림 36> 후각 시뮬레이터 VAQSO VR  
(출처: vaqso.com)



<그림 37> 힘 강성 VR 컨트롤러  
(출처: KAIST; 동아사이언스, 2020)

## 제6절 VR 콘텐츠 만족도

만족(Satisfaction)은 개인이 느끼는 욕구 충족이나 기대 달성 정도를 대변하는 개인의 내적 상태를 말한다(Shelly & Adelberg, 1969; Wolf, 1970; 장형준, 2018). 올리버(Oliver, 1977)는 소비자의 충족 상태에 대한 반응으로 제품이나 서비스의 특성(Features) 또는 소비에 대한 충족 상태를 유쾌한 수준에서 제공하거나 제공하였는가에 대한 판단으로 정의하였다. 이용 만족에 대하여 기대와 지각된 성과 간의 일치 여부 측면으로 접근한 워커(Walker, 1995)는 지각된 성과가 기대된 성과보다 높을 경우에는 만족, 지각된 성과가 기대된 성과보다 낮을 경우에는 불만족, 지각된 성과가 기대된 성과와 일치할 경우에는 중립으로 표현하였다

(Walker, 1995; 박창목 외, 2013 재인용; 장형준, 2018).

Elihu Katz(1959)가 처음 제시한 이용과 충족이론(Use and Gratifications Theory)은 새로운 미디어의 이용에서 수용자 역할의 중요성을 설명하는 대표적 이론이며 커뮤니케이션 핵심 이론으로 시청자 조사나 광고 이용 행태 조사 등에서 활용되고 있다. 특정 미디어를 이용하면서 그에 따른 욕구 충족을 능동적으로 성취한다고 주장하였다. 이용자가 능동적으로 미디어를 이용하는 이유는 ‘욕구의 충족’이라는 심리학적 이유로 설명하고 있다(Katz, Blumler, & Gurevitch, 1974; McQuail & Windahl, 1981; 박인곤·신동희, 2010; 박창목, 2015 재인용). 이용과 충족 이론이 미디어 연구에서 본격적으로 논의되기 시작하면서 이용자들의 미디어 이용과 관련된 만족에 대한 학문적 관심이 증가하게 된다(김광재·은혜정, 2013). ‘만족’은 커뮤니케이션 결과로서 상호작용을 통해 기대감을 충족시키는 것과 관련이 있다(Papacharissi & Rubin, 2000).

VR 콘텐츠에 대한 만족도와 학습효과와의 관계에 대한 선행연구를 정리해 보면, 실제 환경과 거의 흡사한 환경을 구축한 VR 콘텐츠는 학습 대상물 자체의 현실감을 높이면서 몰입 효과와 융합하여 학습효과에 긍정적인 영향을 미친다는 주장과 동시에 탐색이나 조작의 실제성과 능동적 학습 과제수행으로 학습효과가 향상된다는 주장이 공통적으로 제시된다(소요한, 2016). 대표적으로 Fauland(2002)는 과학탐구에서 VR 활용의 교육적 유용성을 밝히는 사례연구에서 콘텐츠에서 구현한 VR 환경이 학습자에게 큰 상호작용성과 현실감을 느낄 수 있도록 해줌으로써 복잡한 내용에 대한 개념, 인지 그리고 이해를 높게 한다고 주장하였다. 서희전(2006)은 실제 상황과 유사한 가상공간의 표현은 문제 상황을 인식하고 이해하는데 큰 도움을 주고, 현실과의 관련성을 높여 주므로 VR 콘텐츠를 이용한 학습은 학습내용에 대한 주의집중 및 몰입을 유도한다는 주장을 보였다. 심규철(2003) 등은 VR을 활용한 논의 구조와 기능에 관한 교육 자료의 지식성취도 향상 효과에 관한 연구에서 학습주제에 따른 성취도 향상 효과에는 차이가 없었으나, 가상현실 기법의 활용이 성취도에 미치는 영향은 유의미한 것으로 나타났다.

장형준, 김광호(2018)는 VR 프레즌스와 이용자 특성 및 VR 멀미가 콘텐츠 만족과 시스템 만족에 미치는 관계를 연구한 결과 VR 콘텐츠 만족도가 지속적 이용에 미치는 영향이 높았으며 VR 콘텐츠의 지속적 이용을 위해서는 내용적 만족을 의미하는 VR 콘텐츠의 만족도에 집중해야 함을 실증하였다. 이를 위해서는 스토리를 포함해 프레즌스 효과를 높이고 사실감이나 몰입을 높이는 콘텐츠의 내용적인 측면의 완성도가 필요하며, VR 콘텐츠의 만족을 높이는 요인에 대한 상호 관계에 대한 분석과 지속적 이용 의도에 가장 큰 영향력으로 작용하는 콘텐츠 만족이 의미하는 시사점을 인지해야한다고 주장하였다. 또한 김성한, 임춘성(2020)은 VR의 상호작용성과 사실감은 VR 사용자가 원격 현장감을 느끼도록 하는 기술적인 특징으로, 원격 현장감을 통해 안전교육 참가자는 기존의 동영상 교육 또는 대면 교육과

달리 마치 실제 건설현장에 있는 것과 같은 느낌을 받을 수 있다며 VR 콘텐츠의 완성도를 강조하였다.

또한, 김충한 외 4명(2020)은 건설현장 근로자를 대상으로 실제 현장과 상이한 VR 콘텐츠를 이용해 1차 VR 시범교육을 실시하고, 교육효과와 개선방안에 대한 설문조사를 실시하였다. 이후 현장조사와 전문가 의견을 수렴하여 작업 상황에 맞는 VR 콘텐츠를 개발하고, 2차 시범교육 및 설문조사를 실시하여 비교 연구한 결과 실제 작업상황과 사고 위험 상황에 맞는 콘텐츠를 제작해 안전교육을 실시하는 것이 현장감과 몰입감을 높이는 등 근로자의 안전의식 향상 및 교육효과가 높은 것으로 분석하였다. 이런 결과에 근거해 사업특성 및 작업 상황에 적합한 VR 콘텐츠의 제작 중요성을 주장하였다. VR 콘텐츠에 대한 만족도 관련 선행연구는 <표 18>과 같다.

<표 18> VR 콘텐츠 만족도 관련 선행연구

연구자	연구 내용
배영권 외 6명 (2018)	가상현실장비(VR)를 활용한 융합인재교육 프로그램 개발 및 만족도와 학습자의 태도 분석
설종원(2016)	VR용 3D시뮬레이션게임 파일럿 프로그램의 몰입을 통한 만족도 평가
김문식 외 6명 (2020)	철도건설 안전교육에서의 VR(가상현실) 기술 적용 만족도에 관한 연구
Chung, Tung & Lou(2020).	Research on Optimization of VR Welding Course Development with ANP and Satisfaction Evaluation
Suto, Chen & Huang(20121)	A VR-based Learning Material for Anti-drug Education : Evaluation from Aspects of Motivation, Satisfaction, and Self-efficacy

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 제7절. 교육만족도

교육만족도(Education satisfaction)에 대한 의미를 살펴보면, Astin(1993)은 학습자들이 경험한 교육의 주관적 반응을 알아보는 것으로 정의하였다. 교육만족도는 학습에 대한 개인의 심리적인 특성이며 학습자가 학습활동을 통하여 얻게 되는 보상, 성취 등에 대한 기대로 볼 수 있으므로 만족도는 개인의 감정으로도 볼 수 있다(박명숙, 2015; 강려은, 2017). 학습자를 대상으로 교육에 대한 만족도를 평가하는 것은 교육 수업을 통해 교육 목적에 기여하는 바를 확인하고 향후 교육과정 개발에 도움이 되는 정보를 얻음으로써 교육의 타당성을 정당화하는 근거로 사용될 수 있다(Kirkpatrick, 1998). 또한 조직 구성원들의 교육 수업으로 조직 목표를

달성하였는지에 대한 정보를 관리자에게 제공해주고 교육을 수강한 조직 구성원에게 교육결과를 피드백 함으로써 향후 교육 수립의 기초 자료가 되며 큰 도움을 준다(Phillips, 2005).

가상현실 학습의 교육적 효과에 관한 몇몇 선행연구들을 정리해보면, 학습에 대한 동기와 집중력 향상, 학습정서 변화 등의 관점에서 학습효과를 분석하고, 즉각적인 상호작용과 학습몰입감 등이 학업성취도를 향상시키는 긍정적인 효과가 있다고 주장하는 측면이 대부분이다(소요환, 2016). Antonietti와 Cantoia(2000)는 대학생을 대상으로 전통적인 학습방법과 몰입형 HMD를 이용한 VR 학습 효과를 비교하는 실험 연구를 통해 VR 수업을 받은 학습자들이 보다 자연스럽게 메타적 관점을 형성한다는 결과를 제시하였다. 이는 VR은 단지 시각화를 시켜주는 매체가 아닌 학습자가 가상 환경 내에서 새로운 것을 창조하고 관찰하고 서로간의 관계를 이해하는 능동적이고 통합된 인식을 제공할 것이라는 Gibson(1979)의 주장과도 일치하는 결과이다.

소요환(2016)은 대학생 127명을 모집단으로 하워드 휴즈 메디컬 대학의 가상실험 학습을 대상으로 설문과 학습이 종료된 후 평가 검사를 실시하였다. 삼성 기어 HMD를 활용한 VR 학습의 매체적 특성과 교육적 효과와의 관계를 연구한 결과 감각적 몰입 요인은 학습만족도에 영향을 미친다는 사실을 검증하였다. 이는 VR 학습방법은 기존의 웹 기반 3D 시뮬레이션 학습방법과 비교하여 절차적 지식의 학업성취도 향상에 도움을 주는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 또한 실험을 위주로 하는 VR 시뮬레이션 학습방법은 기존의 2차원적인 멀티미디어 학습방법에 비교하여 특수적 기능과 기술, 방법에 대한 경험적 습득을 보다 효과적으로 할 수 있는 도구로 판단할 수 있는 결과가 된다. 김성한, 임춘성(2020)은 신기술의 도입이 개인성과 및 도입의도에 미치는 영향을 분석하기 위해 자주 사용된 과업기술적합성 이론을 기초로 VR을 활용한 안전교육이 수강자의 인식, 교육만족도, 학습전이 의도에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 VR 교육에서 습득한 지식과 기술을 실제 현장에 적용하려는 교육생의 학습전이 의도는 안전교육만족도와 VR에 유의미한 영향을 미치는 것으로 드러났다. 특히 과업기술적합성의 경우, 학습전이 의도에 직접적인 영향과 안전교육만족도를 통한 간접적인 영향 모두 유의미하게 나타났다. 이는 과업기술적합성 이론을 적용해 신기술의 도입이 개인의 인식 및 성과에 미치는 영향을 기존 선행연구들의 주장을 재확인한 것이다(Goodhue and Thompson, 1995; McGill and Klobas, 2009; Gu and Wang, 2015).

Chung, Tung & Lou(2020)는 용접실습과정을 보조할 VR용접 과정을 개발하여 18주 동안 VR 및 용접 실습 운영 과정을 거쳐 교육 효과를 연구하였다. 이 과정은 현장 정리, 기초 용접 지식 과정, 기초 용접 실습과정, 고급 용접 실습 과정, 용접 프로젝트 응용 과정, 중간고사, 기말고사 등으로 구성되었다. 과정 운영 시 단위 속성에 따라 VR 용접장비 시뮬레이션 교육을 적절히 통합하고 학생들의 학습 피드백과 학습 만족도에 대한 설문 결과, 대부분의 학생들은 VR보조 용접 과정에 만족하

였으며, 학습요건을 정확하게 충족하고 학습효율을 높일 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다.

반면, 최호길(2019)은 체험안전교육과 VR체험안전교육을 받는 A건설현장과 체험안전교육만 받는 B건설현장을 대상으로 VR 교육의 영향도, 만족도, 효과도를 실증 연구한 결과 VR체험안전교육에 대한 효과도는 높은 편이나, 만족도와 영향도는 낮은 수준인 것으로 드러났다. VR 교육의 만족도 부분에서 낮은 결과는 기존 선행 연구와 거리가 멀게 느끼지는 것으로 VR의 매체적 특성인 사실감, 상호작용성이 부족한 VR 콘텐츠를 이용하여 설문 응답자의 욕구를 충족시키지 못한 결과로 추측된다. 이런 연구 결과는 앞서도 언급했듯이 VR 콘텐츠 제작의 중요성을 상기시켜주는 연구의 한 사례일 것이다. 교육만족도에 관한 선행연구는 <표 19>와 같다.

<표 19> 교육만족도 관련 선행연구

연구자	연구 내용
나상균(2016)	소상공인의 창업 교육서비스 품질, 교육만족도, 신뢰성 및 추천의도의 구조적 인과관계에 관한 연구
정기수(2011)	교육서비스 품질과 학습동기에 따른 성인학습자의 학습만족도 결정요인 분석에 관한 연구
김정희, 박동진(2012)	대학 교육서비스가 학생만족과 충성도에 미치는 영향 연구
강려은(2017)	IT교육서비스품질이 교육만족도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향에 관한 연구 :
김형영, 허미진, 신인재(2019)	산업안전보건교육 기관의 운영에 따른 교육만족도 조사결과 사례 보고
백란이(2021)	항공서비스학과 교육에서의 VR 현존감과 상호작용이 교육만족도에 미치는 영향 : 지각된 유용성과 지각된 재미의 매개효과
Chung, Tung & Lou(2020)	Research on Optimization of VR Welding Course Development with ANP and Satisfaction Evaluation

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 제8절 현업적용의도

형태 심리학자 Kurt Lewin이 심리학에서 사용된 의도(Intention)는 적당한 기회가 오면 어떤 목표 달성을 위해서 특정의 행동을 실행하려고 하는 결의로 정의된다. 이것은 목표 선택에 관한 경우와 목표 달성을 위한 수단 선택에 관한 경우로 나누어지며, 일반적으로 목표 선택에 관한 경우는 태도와 관계가 있으며, 목표 달성을 위한 수단 선택에 관한 경우는 의도와 관계가 있다(두산백과).

현업적용의도에 대한 정의를 살펴보면 강려은(2017)은 교육을 통해 습득한 것을 실제 직무수행에서 활용 및 적용하고자 하는 의도라고 정의하였다. 이에 대한 선행 연구는 주로 현업적용도 개념으로 이루어졌다. Wexley and Latham(1991)이 제시한 현업적용도는 학습자가 교육훈련을 통해 학습된 지식과 스킬, 태도가 실제 현업에서 적용되는 정도로 정의하였다. 교육은 일반적으로 직원들의 학습 성과가 실제 직무수행에 스며들어 조직성과를 향상시키는데 있으며, 이런 목적이 충실하게 이행되고 있는지 그 효과를 살펴는데 사용되는 개념이 현업적용도이다.

또한 현업적용도는 Kirkpatrick(1998)의 교육 효과 측정 4단계 모형에서 3단계 행동평가(Behavior)에 해당한다고 볼 수 있다. 3단계 행동평가에서는 학습자가 교육과정을 통해 습득한 지식, 태도, 스킬을 현업에서 적용하고 있는지를 파악하는 것으로서 학습전이의 정도를 평가하는 것이다(강려은, 2017). 이에 반해 이석준(2000)은 현업적용도 평가는 학습자가 교육을 통해 습득한 내용을 자신이 근무하는 현업에서 교육성과를 발휘하고 있는지를 확인하는 것을 강조하지만 현재 현업적용도 평가는 교육 프로그램과 실제 현장과의 괴리 때문에 측정하기가 쉽지 않다고 주장하였다.

본 연구는 안전보건공단에서 제공하고 있는 찾아가는 VR 체험지원 서비스에 참여하고 전국 방방곡곡에 소재한 사업장의 근로자를 대상으로 연구하여 선행연구에서 볼 수 있듯이 현업적용도를 측정하기에는 한계가 있다. 따라서 현업적용의도는 여러 명의 근로자가 동시에 체험할 수 있는 다수 동시 체험 VR 시스템을 체험자의 사업장에 적용할 의도를 위주로 설정한다. 현업적용의도는 사용의도, 지속이용의도 개념이 내포되었다고 볼 수 있다.

사용의도는 소비자가 거래하고 있는 기업이나 무형의 서비스를 향후 지속적으로 유지하고자 결정하는 것을 의미한다. 즉 우호적인 사용의도는 긍정적인 구전, 타인 및 지인들에게 추천, 애호도 증진, 타인을 동반한 재이용, 프리미엄 가격에도 지불 의사 등으로 나타난다(Zeithmal et al., 1996; 윤소희, 2020). 또한, Fornell et al.(1996)은 사용의도를 소비자가 제품이나 서비스를 이용하고자 할 때 이용 전까지 소비자의 심리 상태를 말하며 지속적 사용의도는 과거에 이용해 본 경험을 긍정적으로 평가할 때 생겨나는 의지 혹은 신념이라 정의 하였다.

지속적 이용 의도는 제품에 대한 만족 등 여러 이유로 인하여 사용 중인 제품을 지속적으로 사용하는 것을 의미하며(신호영, 김기수, 2010), 이용자의 특정 제품이나 서비스에 대한 재사용의도는 이에 대한 이용 만족의 정도에 의해 결정된다(Zoller & Doran, 2011; 장형준, 2018). 또한 충성도란 선호하는 제품이나 서비스를 지속해서 구매하게 만드는 해당 브랜드에 대한 깊은 몰입으로, 브랜드 전환을 가져올 수 있는 상황이나 매혹적인 마케팅 전략, 유혹에도 불구하고 동일한 브랜드를 재구매하는 경향과 호의적 태도를 뜻한다(Oliver, 1977). ICT 기술을 활용한 현업적용의도 및 지속이용의도에 관한 선행연구는 <표 20>과 같다.



<표 20> ICT 활용 현업적용의도 및 지속이용의도에 관한 선행연구

연구자	연구 내용
강려은(2017)	IT교육서비스품질이 교육만족도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향에 관한 연구 :
장형준(2018)	VR 특성이 이용자 만족과 지속이용의도에 미치는 영향에 관한 연구
윤소희(2020)	키오스크(kiosk)를 중심으로 기술기반 셀프서비스(TBSS)특성이 소비자태도와 사용의도에 미치는 영향에 관한 연구
이준상, 박준홍(2019)	플로우(flow)의 요인이 VR 영상콘텐츠와 HMD의 지속이용에 미치는 영향 연구
배수진, 권오병(2018)	실재감, 공간능력, 및 심미감이 증강현실과 가상현실의 지속사용의도에 미치는 영향 비교 연구

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 제9절 추천 의도

추천의도(Recommendation Intension) 또는 구전(Word of Mouth)이라 불리는 추천의도의 개념은 마케팅 연구에서 처음 비롯되었으며 둘 이상의 구성원들 사이에서 일어나는 대인간 커뮤니케이션을 뜻한다(Whyte, 1954). 구전은 대면 의사소통으로 문서나 매수를 통한 의사소통보다 더 큰 효과를 나타내며 구전은 경험에 의해 보다 확실한 정보를 얻게 해준다(이유재, 1994; 김보경, 2019). 또한, 추천의도는 서비스를 제공받은 후에 보이는 외부 커뮤니케이션이며, 개인의 직·간접적인 경험을 통해 얻어지는 정보를 기반으로 긍정적인 커뮤니케이션 행위 또는 과정이라 하였다(Zeithmal, Berry & Parasuraman, 1996; 김종민, 2019). 이와 같은 추천의도는 소비자가 구매의도가 있는 상품, 서비스에 대하여 다른 사람으로부터 전해진 긍정적 혹은 부정적인 의사결정 정보의 원천이며 소비자 사이의 자유로운 쌍방향적(two-way) 의사소통으로써 중요한 요인으로 간주할 수 있다. 고객만족은 추천의도와 같은 소비자 구매 행동에 직접적인 영향을 미친다고 할 수 있다(박정란, 2014).

이와 관련된 Soderlund & Rosengren(2007)의 연구에 의하면 구전은 잠재고객의 구매의도에 큰 영향을 미치게 되는데 그 이유는 좋은 소식이거나 나쁜 소식이거나 듣는 사람에게는 긍정적 또는 부정적인 감정으로 만들기 때문이라고 주장하였다. Kaz & Lazarsfeld(1995)는 다른 정보의 소스보다 구매 전 커뮤니케이션이 더 큰 영향을 미치며, 구전의 영향이 최대 7배 더 효과적임을 연구를 통해 발견하였다. 김종수(2012)는 직업교육훈련기관의 수강생을 대상으로 교육기관의 만족도가 추천의도에 미치는 영향에 관한 연구 결과, 만족도가 교육기관의 선택에 긍정적 영

향을 미치며 교육생의 만족도가 높을 때 추천의도 및 재수강 의도에 긍정적 영향을 미치는 것을 확인하였다. 이와 같은 연구 결과를 바탕으로 교육과정, 교육환경, 강사역량 및 교육 방법 등을 다양화해야 할 것이며 교육환경인 수업분위기와 시설·장비의 수준을 개선하여야 한다고 주장하였다. 또한 양수영(2012)은 고객만족과 관련한 연구에서 사람들 간의 의사소통 공유로 특정 기업에 대해 불만족을 경험한 소비자의 부정적인 구전활동은 기업에 대한 사전 정보가 부족한 이용자에게 부정적 영향을 미친다 하였다(양수영, 2012; 김보경, 2019). 추천의도와 관련된 선행연구는 <표 21>과 같다.

<표 21> 추천의도 관련 선행연구

연구자	연구 내용
강려은(2017)	IT교육서비스품질이 교육만족도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향에 관한 연구 :
김보경(2019)	뷰티훈련기관 대상 중심으로 직업훈련기관의 훈련생 만족도 및 추천의도에 영향을 미치는 구조적요인에 관한 연구
신은하(2018)	소프트 확성과 슈가링 확성 후 만족도, 재이용의도, 추천의도 비교
Concannon et al.(2019)	Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-secondary Education and Skill Training

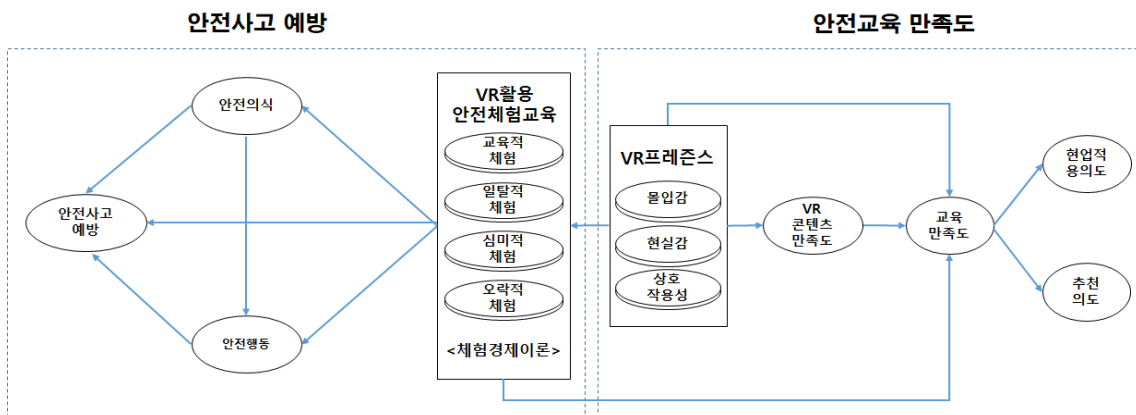
(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

## 제4장 연구방법

### 제1절 연구모형 및 가설설정

#### 1. 연구모형

본 연구는 이론적 배경과 선행연구를 고찰한 결과를 기반으로 VR활용 안전체험 교육이 안전사고 예방과 안전교육 만족도에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구로서 Pine & Gilmore(1998)이 제시한 체험경제이론의 체험모델 4가지 요인인 교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험(‘이하 체험경제이론’)을 접목한 VR활용 안전체험교육이 안전의식, 안전행동 및 안전사고예방에 미치는 영향 관계, VR 특성인 프레즌스 3가지 요인이 VR 콘텐츠 만족도, 교육만족도, 현업적용의도, 추천의도에 미치는 영향, VR 프레즌스이 VR활용 안전체험교육에 미치는 영향 및 VR활용 안전체험교육이 안전교육 만족도에 미치는 영향 관계를 밝히기 위해 <그림 38>과 같이 연구모형을 설정하였다.



<그림 38> 연구모형

#### 2. 가설설정

##### 1) VR활용 안전체험 교육과 안전의식 간의 관계

서승혜(2016)는 항공사 객실승무원의 항공안전교육 프로그램이 안전의식에 미치는 영향 분석결과, 항공안전교육 프로그램의 4개요인, 즉 비상안전·보안교육, 승무원자원관리교육, 기본안전교육, 장비안전교육이 모두 안전의식에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그 중에서 비상안전·보안교육이 안전의식을 개선하는데 효과가 있다고 하였다. 또한 김기훈(2019)은 기존 전달위주 강의식 교육을 수료한 건설현장 근로자 106명을 대상으로 VR 교육하기 전 설문과 VR을 활용한 교육을 진행 후 교육만족도 설문조사를 실시한 결과 ‘교육 후 안전의식이 바뀌었

다’ 는 문항이 4.08(81.70%)에서 4.54(90.75%)로 가장 높은 상승률을 보였으며, 이는 기존 강의식의 안전교육방법에 의한 교육보다 VR을 활용한 교육 시 안전의식이 0.46(9.2%) 높아진 것을 확인하였다. 가상현실의 시각적, 청각적 효과가 근로자로 하여금 현실감 있는 교육내용을 전달하고 이에 따라 안전의식의 변화를 가져온다고 판단하였다. 본 연구에서는 앞선 선행연구를 바탕으로 체험경제이론 요소를 기반한 VR활용 안전체험교육이 안전의식에 미치는 영향에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- 가설 1. VR활용 안전체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1-1. 교육적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1-2. 일탈적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1-3. 심미적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 1-4. 오락적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 2) VR활용 안전체험 교육과 안전행동 간의 관계

박희정(2019)은 항공사의 객실승무원 185명을 대상으로 항공사 VR교육이 인지 효과와 안전행동에 미치는 영향 연구에서 VR교육의 3요소 즉 교육구성, 교육내용, 참여태도 모두 안전행동에 유의미한 영향을 미치고 그 중 안전행동에 가장 큰 영향을 주는 요인은 참여태도임을 확인하였다. 이러한 결과는 객실승무원이 VR교육에 필요성과 높은 관심을 가지는 자세가 실제 비행에서 적극적인 안전업무를 수행하는데 중요한 선행요인이 된다는 것을 알 수 있다. 여기에 착안하여 항공사는 객실승무원이 VR교육에 능동적으로 참여하고, 안전업무에 대한 수행동기를 자극하기 위해 VR교육 실시 전 객실승무원이 기내 안전요원으로서 수행하는 역할과 그 중요성에 대해 강조하는 직업교육내용을 시행하는 것이 효과적일 것이다. 또한 신유철(2020)은 VR 안전교육 후 안전교육 이행도와 안전행동 간 관계를 연구한 결과 가상현실 안전교육 이행도와 안전행동 간에 부분적으로 유의한 정(+)적인 관계가 나타났다. VR 안전교육은 체험자들에게 다양한 체험을 가능케 하고, 체험자들의 안전행동에 긍정적인 관계가 있다는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 체험경제이론의 요소를 접목한 VR활용 안전체험교육이 안전행동에 미치는 영향에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- 가설 2. VR활용 안전체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-1. 교육적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-2. 일탈적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-3. 심미적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-4. 오락적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

### 3) VR활용 안전체험 교육과 안전사고 예방 간의 관계

Kitamura et al.(2009)은 0.5~2세의 자녀를 둔 부모를 대상으로 기존 교육 방식과 VR을 활용한 교육을 실험 비교하였다. 아동 상해 장면의 삽화를 삽입한 텍스트에 비해 부상 장면을 애니메이션으로 표현한 VR이 더 강한 인상과 교육적으로 더 효과적인 결과를 얻었다. 이는 안전교육에서 부상 장면 애니메이션의 VR 효과성을 더 검토해 볼 가치가 있다고 주장하였다. 또한 김기훈(2019)은 기존 전달위주 강의식 교육을 수료한 건설현장 근로자를 대상으로 VR을 활용한 교육 전과 후에 안전교육의 사전 안전효과 관련 설문조사를 실시하였다. 그 결과 VR을 활용한 교육에서 사전 안전 효과는 7.20%로 증가하는 것으로 나타났다. 교육 후 안전의식에 대한 변화가 생겨서 안전사고 예방에 도움과 안전사고 대처능력 향상에 도움이 되는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 체험경제이론 기반의 VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방에 미치는 영향에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- 가설 3. VR활용 안전체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 3-1. 교육적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 3-2. 일탈적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 3-3. 심미적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 3-4. 오락적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

### 4) 안전의식과 안전행동 간의 관계

신유철(2020)은 수도권 소재 초등학교 256명을 대상으로 가상현실 시스템을 적용하여 스포츠 안전교육을 실시하였을 때 학생들의 안전의식과 안전행동 간에 유의한 정(+)적인 인과관계가 나타나는 것을 확인하였다. 서승혜(2016)는 국내 대형항공사 및 저비용항공사 승무원 450명을 대상으로 항공안전교육 프로그램이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향에 관한 설문조사한 결과 항공사 객실승무원의 안전의식은 안전행동에 유의한 정(+)의 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 또한 김문수(2017)는 청소년지도자 300명을 대상으로 청소년활동 안전사고에 대한 청소년지도자의 의식과 책임을 연구한 결과 지도자의 부주의, 의식결여, 법규위반, 스트레스 등의 복합적인 작용이 안전사고의 원인이 되는 것으로 나타났다. 이와 같이 다양한 연구에서 공통적으로 안전의식은 안전행동에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 앞선 선행연구를 바탕으로 안전의식이 안전행동에 미치는 영향에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- 가설 4. 안전의식은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 5) 안전의식과 안전사고 예방 간의 관계

한동훈 외 3명(2013)은 대덕연구단지 내 정부출현연구기관 연구원의 안전의식에 대해 조사·분석한 결과 안전의식과 안전사고 예방 간의 비례 관계임을 검증하였다. 또한 결여된 안전의식을 향상시킬 수 있는 개선방향을 환경적 측면, 교육적 측면, 제도적 측면으로 제시하였다. 그 중 교육적 측면으로는 체험식 안전교육 적용, 연구원 본인의 안전의식 수준 인지, 연구 특성별 안전교육 적용, 안전의식 캠페인 등을 통한 안전문화 정착 등이 이루어져야 안전사고를 예방할 것이라는 제언을 하였다. 김진경(2013)은 태권도 지도자의 안전의식은 안전사고 예방활동에 영향을 미치는지에 대해 분석한 결과 교통안전, 화재안전 분야에서 정(+ )적인 영향을 미치는 것을 실증하였다. 이는 지도자의 안전의식을 고취 함양할 수 있는 교육 프로그램을 장기적으로 계속 이어 간다면, 안전사고 예방에도 높은 효과가 있을 것이라고 하였다. 또한 조재환(2009)은 건설업 종사자들의 안전의식 및 안전교육과 산업재해의 인과효과에 대해 연구한 결과 관리자와 일반근로자 모두 근무 시작부터 3년 사이에는 증가하다가 3년이 지나면 다시 감소했다가 증가하는 패턴을 확인하였다. 근무 기간이 3년 주기 이전 기간에 안전교육 강화로 안전의식을 고취하여 안전사고를 예방할 수 있다는 결과를 제시하였다. 이에 본 연구에서는 이를 바탕으로 안전의식이 안전행동에 미치는 영향에 대하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

• 가설 5. 안전의식은 안전사고 예방에 정(+ )의 영향을 미칠 것이다.

## 6) 안전행동과 안전사고 예방 간의 관계

김기식, 박영석.(2002)은 안전분위기가 안전지식 및 안전동기에 영향을 주고 순응행동과 참여행동을 결정하는 GRIFFIN & Neal(2000)의 모델에 두 가지 안전행동이 안전성과인 사고를 설명하기 위해 모델의 확장을 제안하였다. 연구 결과 조직의 안전분위기가 안전동기와 안전지식에 영향을 주고, 안전지식은 참여행동을 매개로 직무상의 안전행동에 영향을 주며, 이 안전행동이 사고를 적게 일으키는 직접적인 효과를 지닌다는 것을 실증하였다. 김종민(2019)은 건설 안전현장 근로자와 안전관리자를 대상으로 실증 조사하여 가상현실을 활용한 건설안전교육에서의 안전사고 행동개선이 안전사고 예방에 유의적인 정(+ )의 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 조학제(2017)은 제조 사업장의 안전 분위기와 근로자의 안전행동 간의 상관관계 분석한 결과 사업장의 안전 분위기가 좋을수록 근로자의 안전행동이 향상 되는 것을 실증하였다. 만약 안전 분위기 구성요소를 산업 현장에 잘 반영하면 현장에서 지적확인 및 안전보건 활동에 적극적 참여가 가능해져 제조업 산업재해를 크게 예방할 수 있을 것이라는 결과를 제시하였다. 이에 앞선 선행연구를 바탕으로 안전행동이 안전사고 예방에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 6. 안전행동은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 7) VR 프레즌스와 VR활용 안전체험교육 간의 관계

이항아(2020)는 VR 체험존에서 VR 관광콘텐츠 체험을 경험한 이용자 390명을 대상으로 프레즌스에 따른 VR 콘텐츠의 체험요소(교육적·일탈적·심미적·오락적 체험)가 체험만족과 행동의도에 미치는 영향 관계를 연구하였다. 그 결과 체험요소는 체험만족에 긍정적인 영향을 미치고, 이용객이 가지는 프레즌스가 VR 콘텐츠의 교육적 체험요소와 체험만족 사이에 조절효과가 있는 것을 확인하였다. 이 같은 결과는 VR 체험을 위해 시스템 기기 사용법을 직접 습득하고 주어진 상황을 직접 체험함으로써 더욱 몰입되어 교육적 체험에 있어서만 조절효과가 나타났다고 주장하였다. 또한 VR 체험의 프레즌스는 콘텐츠보다 시스템 기기 사용에 더 많은 영향을 받기 때문에 콘텐츠를 쉽게 체험할 수 있는 물리적인 환경 개선, 더 가벼운 HMD 개발이 중요하며 어지러움, 멀미 등 휴먼팩트를 줄이고 시각·청각적인 효과뿐만 아니라 촉각, 후각, 미각 등 다양한 인터페이스 확대가 필요하다고 하였다. 배수진, 권오병(2018)은 영상 기반 VR을 활용한 교육을 받은 20~50대의 연령 비율로 300명을 대상으로 프레즌스, 공간능력 및 심미감이 VR의 지속사용의도에 미치는 영향에 대해 연구를 하였다. 그 결과 프레즌스는 몰입체험 및 개념이해에 긍정적인 영향을 주는 요인이라는 것을 확인하였다. 또한 권종산(2018)은 VR학습에서 방해요인, 프레즌스, 몰입, 학습효과 사이의 관계에 관한 연구를 하였다. 경제적 수준 및 학업 성취도가 유사한 2개 중소도시를 선발하여 초등학교 과학 영역 VR 콘텐츠로 43명을 대상으로 총 2회에 걸쳐 실험을 진행하고 설문지와 성취도 평가를 진행하였다. 프레즌스 및 몰입에 방해되는 요인을 도출하고 분석하기 위해 실험 전 과정을 녹화 하였으며, 2차 실험에는 1차 실험에서 도출된 방해요인(시스템 불안정성, HMD와 본체를 연결하는 케이블, 시스템 버튼 오작동, 개방된 주변 환경 의식) 4개 중 HMD와 본체를 연결하는 케이블 요인을 제외한 나머지 방해요인을 제거 후 진행하였다. 최종 연구 결과 프레즌스 하위요소인 현실감과 상호작용성 중 tactile interaction은 학습효과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 그는 프레즌스에 영향을 미치는 하위요소로는 현실감, 상호작용(Tactile Interactivity, Locomotive Interactivity)이 있는데, HMD에 연결된 케이블이 실험 중에 지속적으로 방해되어 Locomotive Interactivity가 기각됐다고 주장하였다. 이 선행연구는 VR 특성 중 하나라도 방해요인에 의해 부정적인 영향을 받게 되면 프레즌스와 몰입 특성의 저하로 결국 학습 성취도에 악영향을 미치는 것을 확인한 것이다. 다른 측면으로 보면 방해 또는 저해 요인을 없앤 VR 콘텐츠를 제작하면 VR 특성 요인은 궁극적으로 학습효과 및 VR체험교육에 유의미한 영향을 미치는 것으로 가정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 앞선 선행연구를 바탕으로 프레즌스의 하위요소로 정의한 몰입감, 현실감, 상호작용이 체험경제이론의 4개의 요소(교육적·일탈적·심미적·오락적 체험)를 기반으로 한 VR체험교육에 미치는 영향에 대하여 다음과



같이 가설을 설정하였다.

• 가설 7-1. VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-1-1. 몰입감은 교육적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-1-2. 현실감은 교육적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-1-3. 상호작용성은 교육적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

• 가설 7-2. VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 일탈적 체험에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-2-1. 몰입감은 일탈적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-2-2. 현실감은 일탈적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-2-3. 상호작용성은 일탈적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

• 가설 7-3. VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 심미적 체험에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-3-1. 몰입감은 심미적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-3-2. 현실감은 심미적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-3-3. 상호작용성은 심미적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

• 가설 7-4. VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 오락적 체험에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-4-1. 몰입감은 오락적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-4-2. 현실감은 오락적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 7-4-3. 상호작용성은 오락적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 8) VR 프레즌스와 VR 콘텐츠 만족도 간의 관계

장형준, 김광호(2018)은 설문조사 기관 의뢰를 통해 569명의 남녀 이용자들을 대상으로 VR 특성인 VR 프레즌스를 기반으로 이용자가 느끼는 만족과 이를 매개로 지속이용의도에 대한 연구를 진행하였다. VR 프레즌스는 현실감이나 몰입감을 통한 상호작용이 VR을 구성하는 영상의 화질이나 실감형 사운드 그리고 이용환경 등에 많은 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. VR을 구성하는 외적인 만족 또는 미디어를 구성하는 영상, 음향 등 형태적 요인들의 만족에는 VR이 가지는 프레즌스가 보다 효과적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. VR 콘텐츠가 가지는 그래픽 영상의 현실감이나 360도 카메라를 통한 영상의 몰입감을 통해 이용자는 현실 세계와의 경계가 무너진 가상현실 속에서 프레즌스를 느끼고 있는 것이다. VR 콘텐츠가 가지는 사실적 영상과 몰입감은 컴퓨터와 인간의 상호 작용과정을 통해 재미와 유익함에 대한 만족은 물론 질적 만족의 원인으로도 작용하고 있다. 또한, 이러한 요인이 HMD를 이용한 VR 체험의 하드웨어 요소의 만족에도 긍정적인 영향을 미

친다는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 VR 프레즌스이 VR 콘텐츠 만족도에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

- 가설 8. VR 프레즌스는 VR 콘텐츠 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 8-1. 몰입감은 VR 콘텐츠 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 8-2. 현실감은 VR 콘텐츠 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 8-3. 상호작용성은 VR 콘텐츠 만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 9) VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계

소요환(2016)은 대학생 127명을 대상으로 휴즈 메디컬 대학에서 가상 실험실 학습에 활용하는 실험용 학습 콘텐츠를 가지고 VR 프레즌스의 요인인 현존감, 몰입감, 실제성과 교육만족도 변인 간의 관계를 연구한 결과 현존감과 몰입은 교육만족도에 유의미한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 권종산(2018)은 관찰 연구를 통해 HMD기반 몰입형 VR의 방해요인을 도출하여, 프레즌스와 교육만족도 사이의 관계를 분석한 결과 시스템 불안정성, HMD와 PC본체 연결 케이블, 조작 버튼 오작동과 같은 방해요인은 프레즌스와 몰입을 저해하여 교육만족 및 학습 효과에도 부정적인 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 또한 안희두 외 3명(2018)은 VR 교육 콘텐츠의 VR 프레즌스(Presence)와 교육효과를 알아보기 위해 VR 콘텐츠에 대한 실험 연구를 실시한 결과 VR 콘텐츠의 주요 요소인 프레즌스 및 상호작용은 모두 교육효과에 영향을 주었으며, 프레즌스는 재미와 관심도에, 상호작용은 이해도에 더 영향을 미치는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 앞선 선행연구를 바탕으로 VR 프레즌스이 교육만족도에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

- 가설 9. VR 프레즌스는 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 9-1. 몰입감은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 9-2. 현실감은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
  - 가설 9-3. 상호작용성은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 10) VR 콘텐츠 만족도와 교육만족도 간의 관계

유준우, 박희준(2021)은 건설안전교육 효과성 증진을 위한 VR교육 콘텐츠 개발 방향성에 관한 연구에서 248개의 설문 샘플을 분석한 결과 안전사고의 심각성에 대한 지각과 VR의 선명도가 VR 안전교육의 유용성 및 사용 용이성에 유의미한 영향을 미쳤으며, 이들은 결과적으로 교육만족도 및 학습전이 의도에 영향을 주는 것을 확인하였다. 이를 토대로 향후 개발되는 VR 안전교육 콘텐츠는 건설현장의 모습을 선명하게 담기 위한 기술적인 노력이 이루어져야 할 것이며, 특히 안전사고의

심각성을 강조할 수 있는 내용의 콘텐츠 개발이 필요하다고 주장하였다. 또한 최호길(2019)은 체험안전교육 실시 후 VR 체험안전교육을 5분 동안 실시한 A그룹과 체험안전교육만 실시한 B그룹 간에 교육의 효과를 설문 조사하였다. 종합적인 분석 결과 전체적으로 두 그룹은 비슷한 결과를 보였으나 안전의식 개선 관련 영향도와 교육만족도에 비해 높은 교육 효과가 나타났다. 이것은 VR체험 안전교육은 그 자체가 상상력을 자극할 수 있는 프로그램으로 영상을 통하여 본인 스스로의 위험요인을 대처하는 효과가 일정 기간이 지난 후 나타나는 특성을 반영할 것으로 사료하였다. 교육만족도를 제외한 나머지 요인에 대해 체험교육만 진행된 그룹과 비슷한 결과는 건설현장의 근로자 평균 나이가 40대 이상으로 ICT 기술인 VR에 현재까지 익숙하지 않고, 현장여건을 충분하게 반영하지 못한 VR 콘텐츠를 제공하여 체험한 결과로 사료했다. 이 부분이 개선된다면 교육 효과도 부분에서 더욱 더 좋은 결과로 인해 안전사고 예방에 기여할 것이라고 하였다. 이를 바탕으로 VR 콘텐츠 만족도가 교육만족도에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 10. VR 콘텐츠 만족도는 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

### 11) 교육만족도와 현업적용의도 간의 관계

강려은(2017)은 IT 성인 교육생 230명을 대상으로 IT 교육서비스품질이 교육만족도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 강사, 교육내용, 교육방법, 교육환경으로 구성된 교육만족도는 현업적용의도에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 이는 학습자가 교육을 통해 새로운 지식을 습득할 수 있었던 좋은 기회로 여겼거나 기존 방식보다 업무 효율이 높은 기술을 습득하게 되어 높은 만족을 얻은 것으로 보여 진다. 따라서 현업으로 돌아가 습득한 지식과 스킬을 적용할 의도가 높아지는 것으로 해석할 수 있다. 또 다른 연구를 살펴보면 양아름(2021)은 한국산업인력공단의 직업훈련에 참여한 직장근로자 262명을 대상으로 직장근로자의 직업훈련 교육만족도와 현업적용도의 관계를 실증 연구하였다. 그 결과 직장근로자의 교육만족도는 현업적용도에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 만족도 중에서도 교육내용, 교육방법, 교육환경 만족도의 순으로 현업적용도에 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 직장근로자의 직업훈련에서 교육내용, 교육방법, 교육환경에 대한 만족이 매우 중요함을 확인하였다. 또한 이 연구에서는 강사 만족이 현업적용도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 또 다른 시사점을 제시하였으며 강사 만족이 현업적용도에 영향을 미치지 않는 배경, 원인 등을 분석할 필요가 있다고 주장하였다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 교육만족도가 현업적용의도에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 11. 교육만족도는 현업적용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 12) 교육만족도와 추천의도 간의 관계

강유임(2021)은 직업교육훈련기관의 구성원과 훈련생 390명을 대상으로 교육환경특성이 교육훈련 만족도와 추천의도에 미치는 영향에 대해 연구를 진행하였다. 그 결과 교육훈련 만족도는 추천 의도( $\beta = .526$ ,  $t = 12.170$ )에 .526만큼의 정(+)의 유의한 영향을 준다는 것을 실증하였다. 이는 훈련과정을 거친 훈련생이 과정에 대해 만족해야 훈련기관에 대한 긍정적인 추천 의도가 나타나게 되며 교육 방법, 설비, 강사, 행정지원, 취업 지원 등에 대한 요인들을 만족하게 되면 추천 의도에 유의한 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였다. 또한 안현용(2020)은 전국 소재의 15개 대학교의 평생교육 성인학습자 1,782명을 대상으로 대학평생교육 만족도와 추천의도 간 관계 연구하였다. 그 결과 대학평생교육 만족도는 추천의도( $\beta = .611$ ,  $p < .001$ )에 유의미한 영향을 미치고 있는 것을 검증하였다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 교육만족도가 추천의도에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 12. 교육만족도는 추천의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## 13) VR활용 안전체험교육과 교육만족도 간의 관계

배영권 외 6명(2018)은 VR 장비를 활용한 STEAM기반의 융합프로그램을 개발하여 초등학생 507명을 대상으로 만족도와 학습자의 태도 분석 연구 결과, VR을 활용한 STEAM 수업에 대한 만족도, 흥미도, 참여도가 모두 높게 나타났다. 주요 응답 및 의견을 살펴보면 체감하는 내용수준은 대체로 쉽다는 의견, 기존 수업과의 차이점으로 학생 중심의 활동이 많다는 의견, STEAM 수업에 지속적으로 참여하고자 하는 의견, 과학수업에 대한 흥미가 높아지고, 다른 친구들과 협력하고 배려하는 마음이 생겼다는 의견이 높게 제시 되었다. 김문식 외 6명(2020)은 안전산업박람회 동안 VR교육을 체험한 산업체 관계자 85명을 대상으로 철도건설 VR 안전교육의 만족도에 관한 연구 결과, 新기술이 융합된 VR 교육에 높은 만족도를 나타났다. 특히 교육에 대한 이해도와 몰입도에서 4점 중반대의 높은 수준을 보여 VR 안전교육의 효과성을 기대할 수 있다고 주장하였다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 VR활용 안전체험교육이 교육만족도에 미치는 영향에 대해 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 13. VR활용 안전체험교육은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 13-1. 교육적 체험은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 13-2. 일탈적 체험은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 13-3. 심미적 체험은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

가설 13-4. 오락적 체험은 교육만족도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

#### 14) VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에 있어서 안전의식 매개효과

김기훈(2019)은 현장 안전교육효과 증대를 위한 VR 교육방법 도입에 관한 고찰 연구에서 기존 전달위주 강의식 교육을 수료한 건설현장 근로자 106명을 대상으로 VR 교육하기 전과 후에 설문조사를 실시하여 비교 분석하였다. 그 결과 기존 교육 방법으로 실시한 교육의 사전안전 효과 평균값에 비해 VR을 활용한 교육에서 사전 안전 효과는 7.2% 증가함을 보여 주었다. 또한 설문문항 중 ‘교육 후 안전의식이 바뀌었다’는 문항이 4.08(81.70%)에서 4.54(90.75%)로 가장 높은 상승률을 보였다. 사전 안전교육 효과가 높을수록 현장 및 사고 위험성을 줄일 수 있고, 안전에 대한 의식이 바뀌어 불안정한 행동과 산업재해의 감소 효과는 있을 것이며 현장 작업 장소에 들어가기 전에 이와 유사한 환경의 VR 체험교육을 받는다면 실제 작업에서의 안전사고의 위험은 현저히 줄어들 것으로 주장하였다. 이와 같은 선행연구 결과를 통해 VR활용 안전체험교육 → 안전의식 → 안전사고 예방의 관계를 설정하고 VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에서 안전의식의 매개효과를 검증하고자 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 14. VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방에 미치는 영향 관계에서 안전의식은 매개역할을 할 것이다.

#### 15) VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에 있어서 안전행동 매개효과

김중민(2019)은 건설현장 안전관리자 및 공정별 관리책임자 400명을 대상으로 가상증강현실을 활용한 건설 안전교육이 사고예방에 미치는 영향을 연구한 결과 전체적으로 VR·AR교육이 안전사고 예방에 미치는 영향력은 매우 유의적 나타났다. 심미적 요인을 제외한 몰입적, 훈련적, 심미적, 일탈적, 인지적, 흥미적 요인의 안전교육이 안전행동개선과 안전사고예방에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났고, 몰입적, 훈련적, 일탈적, 인지적, 흥미적 요소가 더해질수록 건설현장 안전교육의 사실감과 입체적 요소로 인해 안전행동개선과 사고예방에 실질적인 도움이 됨을 실증하였다. 이와 같은 선행연구를 토대로 본 연구에서는 VR활용 안전체험교육 → 안전행동 → 안전사고 예방의 관계를 설정하고 VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 관계에서 안전행동의 매개효과를 검증하고자 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 15. VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방에 미치는 영향 관계에서 안전행동은 매개역할을 할 것이다.

## 16) VR활용 안전체험교육과 안전행동 간의 관계에 있어서 안전의식 매개효과

서승혜(2016)은 객실승무원 항공안전교육 프로그램이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향에 관한 연구에서 항공안전교육 프로그램(비상안전/보안교육, 승무원자원관리, 기본안전교육, 장비안전교육)과 안전행동 간의 안전의식의 매개효과 관계를 실증한 결과 항공안전교육 프로그램의 하위요인 중 비상안전/보안교육과 기본안전교육의 2개 요인만이 안전행동에 미치는 영향관계에서 안전의식이 부분매개효과가 있다고 하였다. 이는 해당 교육에서 배운 데로 비상시 절차와 일상적 안전수칙 등을 준수하면 안전행동으로 연결되지만, 그 이외의 유의하지 않은 결과를 보인 승무원자원관리교육과 장비안전교육은 교육만으로는 안전행동으로 이어지지 않으므로 교육방식에 대한 재검토가 필요하고, 교육 동기 등을 찾아야 할 것이라고 주장하였다. 또한 평상시의 안전 활동이 비상사태를 예방·방지하고 안전운항을 달성한다는 것을 증명해 주는 결과라고 하였다. 이와 같은 선행연구 결과를 바탕으로 본 연구에서는 VR활용 안전체험교육 → 안전의식 → 안전행동의 관계를 설정하고 VR활용 안전체험교육과 안전행동 간의 관계에서 안전의식의 매개효과를 검증하고자 다음과 같이 가설하였다.

- 가설 16. VR활용 안전체험교육이 안전행동에 미치는 영향 관계에서 안전의식은 매개역할을 할 것이다.

## 17) VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계에 있어서 VR 콘텐츠 만족도 매개효과

장형준(2018)은 VR 프레즌스와 이용자 특성 및 VR 멀미가 콘텐츠 만족과 시스템 만족에 미치는 관계 연구에서 VR 프레즌스는 콘텐츠 만족에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.162$ ,  $p<0.5$ )에서 영향을 미치고 있으며, 콘텐츠 만족은 지속 이용 의도( $\beta=0.662$ ,  $p<0.001$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 실증하였다. 권종산(2018)은 가상현실 시뮬레이션 학습에서 학습자가 지각하는 프레즌스이 학업만족도에 미치는 영향관계에서 몰입은 매개효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 Huang et al.(2016)의 연구에서 VR의 자율성은 지각된 재미에 영향을 미치고, 게임 전시회의 VR 재미와 참가자 만족간의 영향 관계를 연구한 정문주 외(2019)의 연구에서 재미는 참가자에게 만족을 준다는 결과를 나타냈다(백란이, 2021). 이와 같이 아직 VR 프레즌스와 교육만족도간의 관계에서 VR 콘텐츠 만족도의 매개효과를 검증한 직접적인 연구결과가 없음에 따라 본 연구에서는 이러한 선행연구를 토대로 VR 프레즌스 → VR 콘텐츠 만족도 → 교육만족도의 관계를 설정하고 VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계에서 VR 콘텐츠 만족도의 매개효과를 검증하고자 다음과 같이 가설하였다.

• 가설 17. VR 프레즌스이 교육만족도에 미치는 영향 관계에서 VR 콘텐츠 만족도는 매개역할을 할 것이다.

## 제2절 변수의 조작적 정의

VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방과 VR활용의도에 미치는 영향에 관한 연구에서 이용되는 변수들은 선행 연구자마다 각각 다르게 정의하고 있다. 이를 토대로 본 연구 목적에 부합될 수 있도록 각 변수의 조작적 정의를 <표 22>와 같이 정의하였다.

<표 22> 변수의 조작적 정의

변수명	조작적 정의	참고문헌
교육적 체험	체험을 통해 잠재된 정보를 지각하거나 새로운 정보를 얻어 지식과 능력을 향상해 주는 모든 것	Pine and Gilmor(1998), Oh, et al., (2007), 김종민(2019)
일탈적 체험	능동적인 참여로 완벽하게 몰입된 상태에 빠져 일상생활을 벗어난 것 같은 체험	Pine and Gilmor(1998), Oh, et al., (2007),
심미적 체험	주변 환경을 있는 그대로 내버려 두고 단지 그곳 자체에 몰입하여 긍정적 감정을 느낄 정도의 체험	Oh, et al., (2007), 하동현(2009), 장홍범(2010)
오락적 체험	수동적인 행동 및 태도의 체험으로도 즐거운 감정 상태를 만들어내는 모든 것	Pine and Gilmor(1998), Oh, et al., (2007), 김서윤, 박영아(2009),
안전의식	재적으로 지닌 안전 관련 인지도 및 관심이 안전행동으로 나타내는 정도	이희택(2010), 진선화(2021), 민경록(2020),
안전행동	유해·위험한 상황에서 자신의 안전을 확보하기 위해 취하는 일련의 실천 행동	Griffin & Hart(2000), 김민영(2002) 등
안전사고 예방	안전사고의 원인을 제거하고 사고를 미연에 방지하기 위해 행해지는 모든 활동	서혜승(2019) 김소선, 이은숙(1999)
몰입감	VR 콘텐츠를 체험 중 가상현실을 현실 세계로 착각할 정도로 몰입하는 정도	계보경(2007), 신유철(2020), 소요환(2016), 장형준, 김광호(2018)
현실감	VR 콘텐츠가 현실에 있는 것 같이 느끼는 지각적 정도	김도윤 외 3명(2008), 전태유(2015) 등
상호 작용성	VR 체험 중 인간의 오감을 통해 자극을 받고 느끼는 정도	Lombard(2001), 제현지(2019) 등



VR콘텐츠 만족도	VR 콘텐츠의 스토리, 영상, 사운드 및 착용한 HMD에 대한 체험자의 기대 달성 정도	장형준(2018)
교육 만족도	VR 교육의 진행방식, 내용을 체험한 교육 참가자들이 느끼는 주관적인 만족도	김성한, 임춘성(2016), Astin(1993) 등
현업적용 의도	체험교육을 통해 습득한 지식 또는 VR 교육을 조직에서 적용, 사용 등의 특정 행동을 실행하려는 정도	Wexley & Latham(1991) 신호영, 김기구(2010),
추천의도	VR 교육을 체험한 사람이 주위의 아직 경험하지 않은 타인에게 VR 체험을 추천하고자 하는 의지	Zeithaml et al. (1996), 강유임(2021)

## 1. 교육적 체험

교육적 체험이란 체험을 통해 정보를 얻거나 기술 향상을 지각하게 되어 지식과 능력을 향상시킬 수 있는 것으로 정의하였다(Pine and Gilmore, 19998). 또한 Oh, Fiore & Jeoung(2007)은 교육적 체험을 새로운 정보를 제공하고 지식과 능력을 향상해 주는 모든 것을 말하며, 단순히 제공되는 체험에 반응하는 것에서 벗어나 능동적으로 체험하고자 하는 것으로 정의하였다. 김종민(2019)은 이를 통한 구성원들의 안전 규정 및 절차 등의 인지 정도와 준수 여부에 따라 그 조직의 안전문화 형성에 영향을 미칠 것이라고 주장하였다. 이러한 선행연구를 토대로 본 연구에서는 교육적 체험의 조작적 정의로 체험을 통해 잠재된 정보를 지각하거나 새로운 정보를 얻어 지식과 능력을 향상해 주는 모든 것으로 정의하였으며, 측정도구는 김종민(2019)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 23>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 23> 「교육적 체험」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
교육적 체험	VR활용 체험은 내게 산업현장의 안전지식을 습득하게 해주었다.	김종민(2019) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험은 산업현장 안전사고 예방에 관한 좋은 교육이었다.			
	VR활용 체험은 산업현장의 사고위험을 이해하는데 도움이 되었다.			
	VR활용 체험은 산업현장의 안전관리를 이해하는데 도움이 되었다.			
	VR활용 체험은 현장 상황에 잘 부합하고 배울만한 요소가 있었다.			

## 2. 일탈적 체험

통상적으로 일탈행위를 특정한 집단 및 사회의 행위기준, 사회적 기대와 반대되는 행동이나 감정, 사고라고 정의하고 있다(Leonard, 1980, 김종민; 2019). 이와 같은 일탈적 체험을 지금 현재의 일상생활을 벗어나 휴식을 취하고 싶거나, 제3의 공간을 찾으려는 욕구 등으로 정의할 수도 있다(Oh, Fiore & Jeoung, 2007). 체험 경제이론을 주장한 Pine and Gilmore(1998)는 일탈적 체험은 완벽하게 체험에 몰입된 상태에서 적극적으로 참여할 시 발생하게 된다고 주장하였다. 이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 일탈적 체험의 조작적 정의로 능동적인 참여로 완벽하게 몰입된 상태에 빠져 일상생활을 벗어난 것 같은 체험으로 정의하였다.

측정도구는 Hosany & Witham(2010), 김종민(2019), 이항아(2020)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 24>와 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 24> 「일탈적 체험」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
일탈적 체험	VR활용 체험 동안 안전 활동의 중요성을 갖게 하였다.	Hosany & Witham (2010), 김지희(2011), 김종민(2019), 이항아(2020) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험 동안 평소의 내 모습과 다른 느낌이 들었다.			
	VR활용 체험 동안 현실에서 벗어난 느낌이 들었다			
	VR활용 체험 동안 다른 세계에 있는 것 같았다.			
	VR활용 체험을 통해 스트레스 해소에 도움이 되었다.			

## 3. 심미적 체험

미적 체험 요소는 개인이 특별한 물리적 환경이나 이벤트에 스스로 몰입하게 되지만, 그들 자신은 이런 이벤트나 환경에 거의 아무런 변화나 영향을 받지 않고 체험 장소에 몰입되어 있는 것만으로도 긍정적 감정, 행복과 즐거움을 느끼게 되는 것이다(Oh, Fiore & Jeoung, 2007). 혹은 체험대상의 시각적 아름다움과 예술성을 체험자가 지각하는 정도이다(하동현, 2009). 또한 장홍범(2010)은 단지 그곳에 존재하고 싶은 것을 의미한다고 하였다. 본 연구는 선행연구 결과를 참고하여 심미적 체험의 조작적 정의로 주변 환경을 있는 그대로 내버려 두고 단지 그곳 자체에

몰입하여 긍정적 감정을 느낄 정도의 체험으로 정의하였다.

측정도구는 배수진·권오병(2018), 김종민(2019)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 25>와 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 25> 「심미적 체험」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
심미적 체험	VR활용 체험은 내게 감동을 안겨 주었다.	배수진·권오병(2018), 김종민(2019) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험은 산업현장 환경에 맞게 생동감을 느낄 수 있었다.			
	VR활용 체험은 산업현장 환경과 조화롭게 잘 꾸며져 있었다.			
	VR활용 체험은 산업현장 환경과 사실적이며 매력 있게 느껴졌다.			
	VR활용 체험은 산업현장의 끼임, 떨어짐 등 사고와 잘 어울렸다.			

#### 4. 오락적 체험

오락적 체험이란 체험을 통해 쾌락적 감정과 즐거운 감정의 상태를 자극하고 촉진하며 만들어내는 모든 것을 말한다(Pine & Gilmore, 1999). 체험경제이론에 따르면 오락적 체험은 체험자가 소극적으로 참여하고, 환경의 설비 수준이 낮아 몰입감이 떨어지는 영역에서 나타나는 체험의 특성이다. 이런 체험은 대부분 사람들이 영화나 콘서트, 공연 등의 관람을 할 때 능동적인 참여보다 수동적인 상태가 되며 몰입 보다는 흡수되는 정도로 볼 수 있다(김서운, 박영아, 2019). 또한 직·간접적 체험을 통하여 흥미와 재미를 느끼는 정도를 의미한다(Oh, Fiore, & Jeoung, 2007; 하동현, 2009). 따라서 본 연구에서는 이러한 선행연구를 토대로 오락적 체험의 조작적 정의로 수동적인 행동 및 태도의 체험으로도 즐거운 감정 상태를 만들어내는 모든 것으로 정의하였다.

측정도구는 Hosany & Witham(2010), 김종민(2019), 이항아(2020)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 26>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 26> 「오락적 체험」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
오락적 체험	VR활용 체험을 하는 동안 재미있었다.	Hosany & Witham (2010), 김중민 (2019), 채창훈 (2019), 이항아(2020) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험으로 유쾌한 마음이다.			
	VR활용 체험으로 기분이 상쾌하고 행복했다.			
	VR활용 체험은 흥미로웠고 매력적이었다.			
	VR활용 체험은 긍정적인 피드백을 주었다.			

## 5. 안전의식

안전의식이란 위험으로부터 자신의 안전을 유지하고 안전사고를 예방하기 위한 안전에 대한 인지도를 의미한다고 하였다(이희택, 2010; 진선화, 2021). 또한 민경록(2020)은 근로자가 잠재적으로 가지고 있는 안전에 대한 관심이 구체적인 행동과 실천으로 나타나는 정도로서 위험한 상황으로부터 자신의 안전을 유지하거나 능동적으로 대처하는 태도라 하였다. 이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 안전의식의 조작적 정의로 잠재적으로 지닌 안전 관련 인지도 및 관심이 안전행동으로 나타내는 정도로 정의하였으며, 측정도구는 오수언(2015), 정형훈(2019), 민경록(2020)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 27>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 27> 「안전의식」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
안전 의식	VR활용 체험으로 급한 일이어도 안전을 지켜야 한다고 생각한다.	오수언(2015), 정형훈(2019), 민경록(2020), 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험으로 안전교육의 투자는 필요하다고 생각한다.			
	VR활용 체험으로 작업능률이 떨어져도 주의해야 한다고 생각한다.			
	VR활용 체험으로 안전수칙 등이 사고를 예방해 준다고 생각한다.			
	VR활용 체험으로 안전사고에 대한 교육이 필요하다고 생각한다.			

## 6. 안전행동

안전행동은 개인이 안전한 상태를 유지하기 위해 취하는 일련의 행동으로(Neal, Griffin & Hart, 2000), 현재와 미래에 위험한 상황을 발생시킬 수 있는 잠재적 요인을 관리하고 안전규칙을 준수하여 안전한 상태를 유지하기 위해 적극적으로 실행하는 행동으로 정의하였다(김민영, 2002). 또한 이상천(2014)은 직무수행에 따른 사고 발생을 방지하기 위해 안전활동에 참여하거나 안전절차를 준수하는 등 위험요인에서 벗어나려는 것으로 정의하였다. 본 연구는 선행연구 결과를 참고하여 안전행동의 조작적 정의로 유해·위험한 상황에서 자신의 안전을 확보하기 위해 취하는 일련의 실천 행동으로 정의하였으며, 측정도구는 Griffin & Neal(2000), 이요한(2016), 김종민(2019), 서혜승(2019)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 28>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 28> 「안전행동」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
안전행동 개선	VR활용 체험 후 안전교육에 긍정적인 생각을 갖게 되었다.	Griffin & Neal (2000), 이요한(2016), 김종민(2019), 서혜승(2019) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험 후 안전 프로그램에 적극적으로 참여할 것이다.			
	VR활용 체험 후 작업 전 불안전 상태를 확인하고 작업할 것이다.			
	VR활용 체험 후 작업절차 준수 및 안전한 방법으로 작업할 것이다.			
	VR활용 체험 후 동료가 안전하게 작업하도록 도와줄 것이다.			

## 7. 안전사고 예방

안전사고는 미처 준비하고 있지 않은 순간에 언제, 어디서나 누구에게나 발생할 수 있다(서혜승, 2019). 안전사고(Safety accident)란 간단한 찰과상, 타박상, 날카로운 물체에 베인 상처 등에서부터 교통사고, 화상, 감전, 익수, 추락 등 안전과 관련된 상해로 인하여 신체적, 정신적, 경제적 고통이나 불편감을 초래하여 치료를 하는 모든 사고를 말한다(김소선, 이은숙, 1999). 서울특별시(2019) 조례에 의하면 이는 안전교육의 미비, 안전수칙 위반, 부주의, 시설물의 결함 등으로 인해 인적·물적 피해를 발생시키는 모든 화재 및 재난·재해관련 사고라 정의하였다. 또한 산업재해의 발생 원인을 과학적인 차원에서 접근한 도미노 이론을 주장한 하인

리히(Heinrich)는 ‘사회적 환경, 유전적 요소 → 인적결함 → 불안전행동, 불안전 상태 → 사고 → 산업재해’와 같이, 안전사고는 선행요인에 의해 일어나고 사고발생은 이들 요인이 겹쳐 연쇄적으로 발생한다고 설명하고 있다. 이러한 안전사고 예방은 상기의 요인 중 하나 이상의 원인만 제거하면 예방할 수 있다고 하였다. 이와 같은 선행연구를 토대로 본 연구에서는 안전사고 예방의 조작적 정의로 안전사고의 원인을 제거하고 사고를 미연에 방지하기 위해 행해지는 모든 활동으로 정의하였으며, 측정도구는 김기훈(2019)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 29>와 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 29> 「안전사고 예방」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
안전 사고 예방	VR활용 체험 후 안전의식이 바뀌었다.	김기훈(2019) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험은 현장 재해예방 활동에 도움이 된다.			
	VR활용 체험은 안전사고 예방 대처에 도움이 된다.			
	VR활용 체험은 사전 안전효과가 있다.			
	VR활용 체험은 안전사고 대처 능력에 도움이 된다.			

## 8. 몰입감

몰입은 일상의 다양한 활동 속에서 기술이나 도전과 같은 요인들이 일정 수준 정도로 능숙해 지면 활동 자체에 빠져들게 되는데, 이렇게 깊게 빠져들어 현재를 최적의 경험이라고 여기는 상태를 몰입이라고 한다. 이와 같은 몰입의 경험은 9가지 차원으로 설명된다(계보경, 2007; 신유철, 2020). 소요환(2016)은 몰입을 학습자가 VR 콘텐츠를 조작하면서 학습과정에 깊이 몰두하며 즐거움을 느낀 정도로 정의하였다. 또한 장형준, 김광호(2018)는 몰입은 사전적 의미로는 깊이 파고들거나 빠지는 정도로 정의되며 심리적으로 해당 콘텐츠에 관여하고 즐기는 감정에 대한 경향을 의미하였다. 이러한 선행연구를 토대로 본 연구에서는 몰입감이란 VR 콘텐츠를 체험 중 가상현실을 현실 세계로 착각할 정도로 몰입하는 정도로 정의하였으며, 측정도구는 Jackson & Marsh(1996), Novak, Hoffman, & Yung(2000), 계보경(2007), 오일석(2018), 김종민(2019)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 30>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 30> 「몰입감」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
몰입감	VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 완전히 빠져들었다.	Jackson & Marsh (1996), Novak, Hoffman, & Yung (2000), 계보경 (2007), 오일석 (2018), 김종민 (2019) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 깊이 몰두했다.			
	VR활용 체험을 하는 동안 다른 일들은 전혀 생각나지 않았다.			
	VR활용 체험을 하는 동안 시간이 생각보다 빨리 지나갔다.			
	VR활용 체험은 다양한 경험 제공으로 더욱 몰입을 하게 한다.			

## 9. 현실감

현실감(Reality)이란 사용자에게 실제 현실에서 존재하는 물체와 동일한 정보를 제공하는 것이며 사용자가 VR 속에 완전히 몰입되어 있는 상태나 느낌을 말한다. 이는 몰입감을 부여하는 비율을 나타내는 척도가 된다(김도운 외 3명, 2008). 현실감은 ‘그곳에 있다(being there)’라는 프레즌스(Presence)의 개념을 요약하는 것으로 볼 수 있다. 여기서 프레즌스란 미디어 환경 속에서 존재하는 느낌, 이동하는 느낌을 말한다(전태유, 2015), 또한 계보경·김영수(2008)은 가상 세계 내에서의 경험을 실제 경험으로 받아들이거나, 매개체에 의한 환경 속에 있다는 주관적 느낌(Sense of being There)이라고 정의하고 VR과 같은 매체에서 느끼는 사실감으로 다른 말로 현존감이라 표현 가능하다고 하였다. 이는 VR의 특징인 프레즌스에 영향을 미치는 하위 요소로 현실감과 상호작용이 있다는 것과 일맥상통하다. 이러한 선행연구를 토대로 본 연구에서는 현실감의 조작적 정의로 VR 콘텐츠가 현실에 있는 것 같이 느끼는 지각적 정도로 정의하였으며, 측정도구는 Rombard & Ditton(2009), 배재한(2016), 황보근·이완희(2018)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 31>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 31> 「현실감」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
현실감	VR활용 체험 동안 내가 마치 그 속에 있던 것처럼 느꼈다.	Rombard & Ditton(2009),		
	VR활용 체험 동안 실제 있을 수 있는 현실이라고 생각한다.			



	VR활용 체험 동안 들려오는 소리는 실제로 들리는 듯 했다.	배재한(2016), 황보근·이완희(2018) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험 동안 화면 속 장면은 실제로 보는 것처럼 느꼈다.			
	VR활용 체험 동안 상황이 실제 내 상황처럼 느껴졌다.			

## 10. 상호작용성

VR 콘텐츠에서 상호작용은 사람과 기계 사이에 물리적 조건으로 어떤 사건이 발생하여 특정 작용이 일어난 것을 의미한다. 또한 VR 콘텐츠는 단순한 사용자의 입력에 의한 기계의 출력이 아니라 전반적인 스토리텔링에 포함되는 것으로써 다양한 질적 요소가 결합되어 전체의 큰 사건을 만들어내는 현상이라 말할 수 있다(신유성, 2018; 이영우, 2020). 철학자 존듀이(John Dewey)에 따르면 진정한 의미의 상호작용이란 키보드를 누르면 모니터에서 글귀가 나오거나 화면이 바뀌는 식의 단순한 반응이 아닌 미디어와 사용자간의 완전한 상호침투를 통해 공간 내에서 새로운 경험이나 새로운 감정을 만들어 내는 것이라고 할 수 있다(제현지, 2019). 또한 Lombard(2001)는 주어진 환경에서 사용자와 미디어 사이에 주고받는 모든 행위로 상호작용이라 하였다. 이와 같은 선행연구를 바탕으로 본 논문에서는 상호작용성의 조작적 정의는 VR 체험 중 인간의 오감을 통해 자극을 받고 느끼는 정도로 정의하였으며, 측정도구는 Witmer, B. G., & Singer, M. J.(1998), Liu(2003), 강다운(2016), Yim et al.(2017), 오일석(2018), 김성한·임춘성(2020)의 선행 연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 32>와 같이 5 문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 32> 「상호작용성」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
상호 작용성	VR활용 체험 동안 영상과 소리는 나의 오감을 자극하였다.	Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998), Liu(2003), 강다운(2016), Yim et al.(2017), 오일석(2018), 김성한·임춘성(2020) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험 동안 나의 행동이 자연스러웠다.			
	VR활용 체험 동안 초점 조정 명령은 빠르게 응답하였다.			
	VR활용 체험 시스템의 사용 절차가 간단하여 사용하기 쉬웠다.			
	VR활용 체험 시스템의 사용에 있어 문제(버퍼링, 느낌)가 없었다.			

## 11. VR 콘텐츠 만족도

장형준(2018)은 VR 콘텐츠 프레즌스를 통해 나타나는 만족도와 콘텐츠 완성도의 구체적인 기준과 분류에 대한 연구의 결과는 매우 미미한 수준이며, 기준 및 선행 연구가 거의 없어 방송 프로그램 평가에 대한 기초적인 분류와 항목을 VR에 맞게 적용하였다. 그의 연구 결과에 의하면, 스토리를 포함해 프레즌스 효과를 높이고 사실감이나 몰입을 높이는 콘텐츠의 내용적인 측면의 완성도가 필요하며, VR 콘텐츠의 만족을 높이는 요인에 대한 상호 관계에 대한 분석과 지속적 이용 의도에 가장 큰 영향력으로 작용하는 콘텐츠 만족이 의미하는 시사점을 인지해야한다고 주장하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 VR 콘텐츠 만족도의 조작적 정의는 VR 콘텐츠의 스토리, 영상, 사운드 및 착용한 HMD에 대한 체험자의 기대 달성 정도로 정의하였다.

측정도구는 장형준(2018)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 33>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 33> 「VR 콘텐츠 만족도」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
VR 콘텐츠 만족도	VR활용 체험 콘텐츠는 전체적으로 만족감을 주었다.	장형준(2018) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험 콘텐츠의 구성 내용은 만족감을 주었다.			
	VR활용 체험 콘텐츠의 영상 또는 그래픽 품질은 만족감을 주었다.			
	VR활용 체험 콘텐츠의 사운드는 만족감을 주었다.			
	VR활용 체험 동안 HMD 착용은 불편함으로 만족감을 주지 못했다.			

## 12. 교육만족도

Astin(1993)은 교육만족도(Education satisfaction)를 학습자들이 경험한 교육의 주관적 반응을 알아보는 것으로 정의하였다. 박명숙(2015)의 연구에 의하면, 교육만족도는 학습에 대한 개인의 심리적인 특성이며 학습자가 학습활동을 통하여 얻게 되는 보상, 성취 등에 대한 기대로 볼 수 있으므로 만족도는 개인의 감정으로도 볼 수 있다(강려은, 2017). 또한 김성한, 임춘성(2016)은 안전교육의 방식, 내용에 대한 교육 참가자가 느끼는 만족도로 정의하였다. 이를 토대로 본 연구에서는

교육만족도의 조작적 정의로 VR 교육의 진행방식, 내용을 체험한 교육 참가자들이 느끼는 주관적인 만족도로 정의하였다.

측정도구는 Latif (2012), Sun et al. (2008), 나기현(2017), 김성한·임춘성(2020)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 34>와 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 34> 「교육만족도」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
교육만족도	VR활용 체험 내용은 내가 수행하는 업무와 관련이 있었다.	Latif (2012), Sun et al.(2008), 나기현(2017), 김성한·임춘성(2020) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험을 통해 주제에 대한 이해도가 높아졌다.			
	VR활용 체험과 같은 다른 교육 기회가 있다면 기꺼이 하고 싶다.			
	VR활용 체험은 전반적으로 안전 교육에 만족하였다.			
	VR활용 체험 교육은 기존 강의식 교육보다 효과적이라고 생각한다.			

### 13. 현장적용의도

형태 심리학자 Kurt Lewin이 심리학에서 사용된 의도(Intention)는 적당한 기회가 오면 어떤 목표 달성을 위해서 특정의 행동을 실행하려고 하는 결의로 정의된다. Wexley and Latham(1991)이 제시한 현업적용도는 학습자가 교육훈련을 통해 학습된 지식과 스킬, 태도가 실제 현업에서 얼마나 적용되고 있는가를 관심을 두고 있다. 또한 지속적 이용 의도는 서비스에 대한 만족이나 다른 이유로 인하여 이용 중인 서비스를 지속적으로 이용하는 것을 의미하며(신호영, 김기수, 2010), 이용자의 특정 제품이나 서비스에 대한 재사용 의도는 이용 만족의 정도에 의해 결정된다(Zoler & Doran, (2011). 이와 같은 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 지속이용·사용의도가 내포된 현업적용의도로 사용하며, 현업적용의도의 조작적 정의는 체험교육을 통해 습득한 지식 또는 VR 교육을 조직에서 적용, 사용 등의 특정 행동을 실행하려는 정도로 정의하였으며, 측정도구는 황보근·이완희(2018), 김기훈(2019), 한상린(2019), 오명석(2021)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 35>와 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 35> 「현업적용의도」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
현업 적용 의도	VR활용 체험은 현장 상황이 잘 반영 되었다.	황보근·이완희 (2018), 김기훈(2019), 한상린(2019), 오명석(2021), 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험은 현장 교육 방법으로 효과적이라고 생각한다.			
	VR활용 체험은 현장 교육 자료로 적절하다고 생각한다.			
	VR활용 체험한 내용을 실제 교육에 반영할 생각이 있다.			
	VR활용 체험과 같은 체험을 현장 교육 시 사용할 의향이 있다.			

#### 14. 추천의도

정민의, 장양래(2000)는 추천의도를 타인에게 좋았던 감정을 권하는 심리적 행동으로 경험을 통해 얻은 긍정적 또는 부정적 내용이 포함된 정보를 교환하는 커뮤니케이션 행위로 정의하였다. 김미진, 이승희(2009)는 제공받은 교육서비스에 대하여 높은 만족감에 따라서 타인에게 해당 교육기관을 추천하거나 교육프로그램을 추천하고자 하는 의지라고 하였다. 이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 추천의도 조작적 정의를 VR 교육을 체험한 사람이 주위의 아직 경험하지 않은 타인에게 VR 체험을 추천하고자 하는 의지로 정의하였으며, 측정도구는 Zeithaml et al. (1996), Roberts et al. (2003), 박일(2014), 장형준(2018), 이항아(2020)의 선행연구에서 사용된 것을 본 연구의 목적 및 방법에 맞게 수정하여 <표 36>과 같이 5문항을 Likert 5점 척도로 사용하였다.

<표 36> 「추천의도」의 설문지 구성 및 출처

문항 분류	설문의 측정 변수	출처	척도	문항 수
추천 의도	VR활용 체험을 주변에 긍정적으로 이야기 할 것이다	Zeithaml et al. (1996), Roberts et al. (2003), 박일(2014), 장형준(2018), 이항아(2020) 연구자 재구성	리커트 5점 척도	5개
	VR활용 체험을 다른 사람들에게 적극적으로 추천할 것이다			
	VR활용 체험을 다른 사람들과 함께 체험할 의향이 있다			
	VR활용 체험을 향후에도 반복하고 싶다.			
	VR활용 체험을 앞으로도 다시 하고 싶다.			

### 제3절 조사 설계 및 분석방법

#### 1. 조사목적

본 연구의 목적은 다수 동시 체험 시스템이 적용된 VR 안전체험교육이 안전사고 예방과 안전교육 만족도에 영향을 미치는 관계를 확인하는데 있다. 이를 위해 선행 연구를 바탕으로 측정항목을 1차 구성하였다. 코로나 19에 의한 대면 회의를 할 수 없어 메일을 통해 VR 사용 사업장의 안전담당자 및 산업안전 경력과 사전 체험 경험이 있는 경영·노동계 전문가 20명에게 조사도구의 내용의 타당도 검사를 실시하여 측정항목을 개발 후 실증연구를 진행하였다.

#### 2. 조사대상

본 연구는 VR을 활용한 체험교육의 기회를 확대하기 위해 독립형 HMD와 CMS를 통해 다수의 교육생이 동시에 체험할 수 있는 다수 동시 체험 시스템을 적용하여 공단에서 추진하고 있는 「찾아가는 VR 체험지원」 사업을 지원 받고 체험한 산업 현장의 안전관계자 및 근로자를 대상으로 하였다.

#### 3. 조사방법 및 기간

본 연구의 조사 시행은 2021년 9월 23일부터 2021년 10월 30일까지 약 45일에 걸쳐 VR 안전체험교육을 받은 1,025명에게 체험 후 설문지를 나누어 주고, 회수된 설문지 1,025부 중에 분석에 부적합한 결측 항목이 있거나 무성의하게 응답한 설문지 68부를 제외한 957부를 최종적으로 실증 분석하였다. 표본의 설계는 <표 37>과 같다.

<표 37> 표본의 설계

구분	내용	
표본집단	VR 안전체험교육 참가자 1,025명	
추출방법	편의표본추출	
조사 기간	2021년 9월 23일 ~ 2021년 10월 30일	
설문 조사 방법	직접 자기 기입법	
표본 크기	총 설문 부수	1,025부
	제외된 표본 부수	68부
	유효 표본 부수	957부

#### 4. 조사도구의 개발

본 연구의 조사도구는 앞선 절과 같이 문헌조사 및 선행연구를 토대로 설계하였으며, 각 변수 관련 선행연구에서 측정된 도구를 연구의 목적과 방법에 맞게 수정·보완하여 구성하였다. 본 조사에 이용할 설문지는 <표 38>과 같이 크게 10개 부분으로 구분하였다. VR활용 안전체험교육은 Pine and Gilmore(1998)의 체험경제이론을 토대로 교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험으로 구분하여 각 5문항씩 20문항, 안전의식 5문항, 안전행동 5문항, 안전사고 예방 5문항, VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호 작용성) 15문항, VR 콘텐츠 만족도 5문항, 교육만족도 5문항, 현업적용의도 5문항, 추천의도 5문항으로 구성하였다. 또한 일반 통계분석 내용은 연령, 학력, 소속 업종, 소속 회사 규모, 직책, 재직기간 등 8개 문항을 포함하여 전체 문항의 합계는 78문항으로 구성하였다. 본 연구에서는 각 문항에 대해 Likert 5점 척도를 사용하여 측정하였다.

<표 38> 연구변수별 설문 구성 및 출처

구분		출처	척도	문항수
VR활용 안전체험 교육	교육적 체험	김종민(2019), 연구자 재구성	Likert 5점 척도	20개
	일탈적 체험	Hosany & Witham(2010), 김종민(2019), 이항아(2020), 연구자 재구성		
	심미적 체험	배수진·권오병(2018), 김종민(2019), 연구자 재구성		
	오락적 체험	Hosany & Witham(2010), 김종민(2019), 이항아(2020), 연구자 재구성		
안전의식		오수언(2015), 정형훈(2019), 민경록(2020), 연구자 재구성		5개
안전행동		Griffin & Neal(2000), 이요한(2016), 김종민(2019), 서혜승(2019), 연구자 재구성		5개
안전사고 예방		김기훈(2019), 연구자 재구성		5개
VR 프레즌스	몰입감	Jackson& Marsh(1996), Novak, Hoffman, & Yung(2000), 계보경(2007), 오일석(2018), 김종민(2019), 연구자 재구성		15개

	현실감	Rombard & Ditton(2009), 배재한(2016), 황보근·이완희(2018), 연구자 재구성	Likert	
	상호작용성	Witmer, B. G., & Singer, M. J.(1998), Liu(2003), 강다은(2016), Yim et al.(2017), 오일석(2018), 김성한·임춘성(2020), 연구자 재구성		
VR 콘텐츠 만족도		장형준(2018), 연구자 재구성	5점 척도	5개
교육만족도		Sun et al. (2008), 나기현(2017), Latif(2012), 김성한·임춘성(2020) 연구자 재구성		5개
현업적용의도		황보근·이완희(2018), 김기훈(2019), 한상린(2019), 오명석(2021), 연구자 재구성		5개
추천의도		Zeithaml et al. (1996), Roberts et al. (2003), 박일(2014), 장형준(2018), 이향아(2020), 연구자 재구성		5개
인구통계적 특성		선행연구를 토대로 연구자 재구성	명목 척도	8개
계				78개

## 1) 내용 타당도 검증

내용 타당도는 측정도구의 내용이 측정하고자 하는 구성개념을 얼마나 적절히 반영하고 있는가에 대한 것이다. 문헌조사 및 선행연구를 통해 구성된 측정도구는 정의된 구성개념에 대한 관련성(relevance), 포괄성(comprehensiveness) 및 이해력(comprehensibility)에 대한 평가가 이루어져야 하며, 가장 많이 사용되는 평가 방법은 전문가를 활용하는 것이다. 평가 시 전문가 인원에 대한 규정 또는 합의된 것은 없지만 Lynn(1986)은 5명 이상에서 10명 정도가 바람직하다고 하였으며, Waltz et, al(1991)은 20명까지 추천하였다. 하지만 이은현(2021)은 전문가의 구성 인원 보다는 측정하고자 하는 구성개념에 대한 전문가들의 이론적 또는 실무적 인지력을 고려하는 것이 매우 중요하다고 하였다.

Lawshe(1975)는 측정 분야의 패널들에게 해당 문항이 얼마나 관련 있는지를 3점 척도(Essential, Useful but not essential, Not necessary)로 응답을 요청하였다. 내용 타당도를 판단하기 위해 내용 타당도 비율(CVR: Content Validity Ratio)을 사용하였으며, CVR은 다음과 같은 식에 의해 계산하였다.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Where,  
 $n_e$  : 필수적이라고 응답한 패널의 수  
 $N$  : 총 패널의 수

내용 타당도 비율을 이용한 선행연구를 보면, CVR 수식은 동일하게 사용하고 있으나 문항에 따라 CVR의  $n_e$  값을 결정하는 측정척도를 수정·사용하였다. 문대영(2014)은 ‘초등학교 실고의 발명교육 내용요소 도출’ 연구에서 리커트 4점 척도를 사용하였고, 오명석(2021)은 ‘직업계 고등학교의 직업안전교육시 산업계 VR 콘텐츠 적용 인식도’ 연구에서 리커트 5점 척도를 이용하였다. 또한 오경선·안성진(2016)은 ‘소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅사고 교육내용 설계 기본 연구’에서 리커트 6점 척도로 연구하였다.

본 연구에서는 조사도구의 내용 타당도를 검증하기 위해 VR 관련 전문가 20인의 도움을 받아 조사도구의 타당도 검증을 하였다. 전문가에게 요청한 각 문항은 Likert 5점 척도(1점 매우 타당하지 않음 ~ 5점 매우 타당함)로 제작하였으며, 검증도구의 요인과 문항들에 대해 전문가의 의견을 다음과 같은 식에 의해 타당도 비율(CVR: Content Validity Ratio)을 산출 하였다.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

$N$  : 응답한 전체 전문가의 수

$n_e$  : Likert 5점 척도에서 4점(타당함)과 5점(매우 타당함)에 응답한 전문가의 수

‘타당함’ 과 ‘매우 타당함’ 이라고 응답한 전문가의 수가 0% ~ 50%일 경우에 내용 타당도 비율(CVR)은 -1.00과 0 사이에 위치하며, 50% ~ 100%일 경우에는 0과 1.00사이에 위치한다. CVR의 임계치는 패널 전문가의 수에 따라 달라진다. 유의수준  $p < .05$ 에서 전체 전문가 수에 따른 CVR의 최솟값은 <표 39>와 같으며, CVR의 최솟값 이상을 가진 항목들은 내용 타당도가 있다고 판단할 수 있다(오명석, 2021).



<표 39> 전문가 수에 따른 내용 타당도 비율(CVR)의 최솟값(p<.05)

전문가	최솟값	전문가	최솟값	전문가	최솟값	전문가	최솟값
5	.99	9	.78	13	.54	25	.37
6	.99	10	.62	14	.51	30	.33
7	.99	11	.59	15	.49	35	.31
8	.75	12	.56	20	.42	40	.29

출처: "A quantitative approach to content validity", Lawshe, C. H, 1975, pp.563-575

(1) VR 관련 전문가 구성

전문가는 크게 VR 제작 분야와 사용 분야로 구분하여 구성하였다. 제작 분야에는 산업안전 분야의 경력과 VR 콘텐츠에 직접 관련이 있는 VR 콘텐츠 기획사·평가사·VR 체험 교육장 운영사·VR 콘텐츠 개발사의 담당자 및 전공 교수로 구성하였다. 사용 분야에는 VR 사용 사업장 및 산업안전 경력과 사전 체험 경험이 있는 경영·노동계 전문가로 구성하였다. 전문가의 구성은 <표 40>과 같다.

<표 40> VR 관련 전문가 구성

NO	소속	직위	경력(년)	비고
1	안전보건공단	차장	12	기획·평가
2	한국산업기술평가관리원	책임연구원	16	
3	동의대학교	교수	20	전공 교수
4	경성대학교	교수	21	
5	벤틀 VR	총괄이사	10	VR 콘텐츠 개발
6	인디고엔터테인먼트	이사	22	
7	스툼커뮤니케이션	팀장	4	
8	스튜디오와이지	대표	24	
9	스콘미디어	대표	20	
10	E-플랫폼	이사	20	
11	에듀인컴	기획실장	19	
12	한국동서발전	차장	6	VR 체험교육장 운영
13	한국남부발전	차장	13	
14	SK TNS	프로	15	

15	LG U+	책임	12	일반 사업장
16	롯데케미칼	안전팀장	19	
17	고려아연	안전관리자	15	
18	VOLK	사업총괄	24	
19	한국노동조합총연맹	사무처장		경영·노동계
20	경영자총협회	상임부회장	35	

## 2) 조사 요인 타당도 검사 결과

<표 41>은 VR활용 안전보건교육이 안전사고 예방과 안전교육 만족도에 미치는 영향에 대한 요인별 내용 타당도 검사 결과이다. 9번, 10번 및 55번을 제외한 모든 문항의 CVR값이 0.50으로 산출되었다. 3개 문항을 제외한 나머지 문항은 <표 25>에 따라 전문가 20명인 경우 CVR값이 0.42를 초과하므로 타당하다고 할 수 있다. 반면에 CVR 최솟값 0.42 미만인 9번(CVR=0.40)과 10번(CVR=0.30) 문항은 삭제하였고, 55번(CVR=-0.40)은 문항을 수정하였다. 이는 VR 콘텐츠 만족도 중 HMD 착용 편의성에 대한 문항으로 전체 70개 문항 중 유일하게 부정적 문항이다. 일부 전문가들과 SNS, 전화 등으로 확인한 결과 전체 문항에 대한 통일성에 대한 지적으로 수정 변경 시 타당하다는 답변을 얻어 ‘VR활용 체험 동안 HMD 착용은 불편함으로 만족감을 주지 못했다.’ 를 ‘VR활용 체험 동안 HMD 착용은 불편함 없이 만족감을 주었다.’ 로 수정하였다. 또한 48번(CVR=0.50) 문항은 기준 CVR 최솟값 0.42 이상으로 내용은 타당하나, ‘VR활용 체험 동안 초점 조정 명령은 빠르게 응답하였다’ 라는 문항 중 ‘초점 조정 명령’ 이라는 문구가 체험자 입장에서 이해하기 쉽지 않을 것이라는 의견을 수렴하여 ‘VR활용 체험 동안 빠른 조정으로 화면 초점이 잘 맞았다’ 로 수정하였다.

<표 41> 조사 요인 타당도 검사 결과

NO	요인	문항구성	CVR값	의견
1	VR 활용 안전 체험 교육	VR활용 체험은 내게 산업현장의 안전지식을 습득하게 해주었다.	0.90	
2		VR활용 체험은 산업현장 안전사고예방에 관한 좋은 교육이었다.	1.00	
3		VR활용 체험은 산업현장의 사고위험을 이해하는데 도움이 되었다.	0.90	
4		VR활용 체험은 산업현장의 안전관리를 이해하는데 도움이 되었다.	0.80	
5		VR활용 체험은 현장 상황에 잘 부합하고 배울만한 요소가 있었다.	0.90	

6	일탈적 체험	VR활용 체험 동안 안전 활동의 중요성을 갖게 하였다.	1.00	
7		VR활용 체험 동안 평소의 내 모습과 다른 느낌이 들었다.	0.50	
8		VR활용 체험 동안 현실에서 벗어난 느낌이 들었다	0.50	
9		VR활용 체험 동안 다른 세계에 있는 것 같았다.	0.40	삭제
10		VR활용 체험을 통해 스트레스 해소에 도움이 되었다.	0.30	삭제
11	심미적 체험	VR활용 체험은 내게 감동을 안겨주었다.	0.50	
12		VR활용 체험은 산업현장 환경에 맞게 생동감을 느낄 수 있었다.	0.90	
13		VR활용 체험은 산업현장 환경과 조화롭게 잘 꾸며져 있었다.	0.80	
14		VR활용 체험은 산업현장 환경과 사실적이며 매력 있게 느껴졌다.	0.80	
15		VR활용 체험은 산업현장의 끼임, 떨어짐 등 사고와 잘 어울렸다.	0.90	
16	오락적 체험	VR활용 체험을 하는 동안 재미있었다.	1.00	
17		VR활용 체험으로 유쾌한 마음이다.	0.60	
18		VR활용 체험으로 기분이 상쾌하고 행복했다.	0.50	
19		VR활용 체험은 흥미로웠고 매력적이었다.	0.90	
20		VR활용 체험은 긍정적인 피드백을 주었다.	1.00	
21	안전의식 변화정도	VR활용 체험으로 급한 일이어도 안전을 지켜야 한다고 생각한다.	0.90	
22		VR활용 체험으로 안전교육의 투자는 필요하다고 생각한다.	0.90	
23		VR활용 체험으로 작업능률이 떨어져도 주의해야 한다고 생각한다.	0.80	
24		VR활용 체험으로 안전수칙 등이 사고를 예방해 준다고 생각한다.	1.00	
25		VR활용 체험으로 안전사고에 대한 교육이 필요하다고 생각한다.	0.90	
26	안전행동 개선	VR활용 체험 후 안전교육에 긍정적인 생각을 갖게 되었다.	0.90	
27		VR활용 체험 후 안전 프로그램에 적극적으로 참여할 것이다.	0.90	
28		VR활용 체험 후 작업 전 불안전 상태를 확인	0.90	

		하고 작업할 것이다.		
29		VR활용 체험 후 작업절차 준수 및 안전한 방법으로 작업할 것이다.	1.00	
30		VR활용 체험 후 동료가 안전하게 작업하도록 도와줄 것이다.	0.80	
31	안전사고 예방	VR활용 체험 후 안전의식이 바뀌었다.	0.80	
32		VR활용 체험은 현장 재해예방 활동에 도움이 된다.	0.90	
33		VR활용 체험은 안전사고 예방 대처에 도움이 된다.	0.90	
34		VR활용 체험은 사전 안전효과가 있다.	0.90	
35		VR활용 체험은 안전사고 대처 능력에 도움이 된다.	0.80	
36	몰입감	VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 완전히 빠져들었다.	1.00	
37		VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 깊이 몰두했다.	0.80	
38		VR활용 체험을 하는 동안 다른 일들은 전혀 생각나지 않았다.	0.60	
39		VR활용 체험을 하는 동안 시간이 생각보다 빨리 지나갔다.	0.90	
40		VR활용 체험은 다양한 경험 제공으로 더욱 몰입을 하게 한다.	1.00	
41	VR 프레 즌스 현실감	VR활용 체험 동안 내가 마치 그 속에 있던 것처럼 느꼈다.	0.60	
42		VR활용 체험 동안 실제 있을 수 있는 현실이라고 생각한다.	1.00	
43		VR활용 체험 동안 들려오는 소리는 실제로 들리는 듯 했다.	0.80	
44		VR활용 체험 동안 화면 속 장면은 실제로 보는 것처럼 느꼈다.	0.70	
45		VR활용 체험 동안 상황이 실제 내 상황처럼 느껴졌다.	0.60	
46	상호 작용성	VR활용 체험 동안 영상과 소리는 나의 오감을 자극하였다.	0.70	
47		VR활용 체험 동안 나의 행동이 자연스러웠다.	0.60	
48		VR활용 체험 동안 초점 조정 명령은 빠르게 응답하였다.	0.50	수정
49		VR활용 체험 시스템의 사용 절차가 간단하여 사용하기 쉬웠다.	0.50	

50		VR활용 체험 시스템의 사용에 있어 문제(버퍼링, 느림)가 없었다.	0.60	
51	VR 콘텐츠 만족도	VR활용 체험 콘텐츠는 전체적으로 만족감을 주었다.	0.90	
52		VR활용 체험 콘텐츠의 구성 내용은 만족감을 주었다.	1.00	
53		VR활용 체험 콘텐츠의 영상 또는 그래픽 품질은 만족감을 주었다.	0.80	
54		VR활용 체험 콘텐츠의 사운드는 만족감을 주었다.	0.70	
55		VR활용 체험 동안 HMD 착용은 불편함으로 만족감을 주지 못했다.	-0.40	수정
56		VR활용 체험 내용은 내가 수행하는 업무와 관련이 있었다.	0.70	
57	교육만족도	VR활용 체험을 통해 주제에 대한 이해도가 높아졌다.	0.90	
58		VR활용 체험과 같은 다른 교육 기회가 있다면 기꺼이 하고 싶다.	1.00	
59		VR활용 체험은 전반적으로 안전 교육에 만족하였다.	0.90	
60		VR활용 체험 교육은 기존 강의식 교육보다 효과적이라고 생각한다.	1.00	
61	현업 적용 의도	VR활용 체험은 현장 상황이 잘 반영 되었다.	0.80	
62		VR활용 체험은 현장 교육 방법으로 효과적이라고 생각한다.	0.90	
63		VR활용 체험은 현장 교육 자료로 적절하다고 생각한다.	1.00	
64		VR활용 체험한 내용을 실제 교육에 반영할 생각이 있다.	0.90	
65		VR활용 체험과 같은 체험을 현장 교육 시 사용할 의향이 있다.	1.00	
66	추천의도	VR활용 체험을 주변에 긍정적으로 이야기 할 것이다	0.90	
67		VR활용 체험을 다른 사람들에게 적극적으로 추천할 것이다	1.00	
68		VR활용 체험을 다른 사람들과 함께 체험할 의향이 있다	0.90	
69		VR활용 체험을 향후에도 반복하고 싶다.	0.60	
70		VR활용 체험을 앞으로도 다시 하고 싶다.	1.00	

## 5. 연구의 분석방법

본 연구를 수행하는 데 있어서 자료처리는 통계분석 SPSS 24.0 프로그램을 이용하며, 다음과 같은 분석방법으로 실시하였다.

첫째, 빈도분석을 하여 인구통계학적 특성을 파악하였다.

둘째, 실증 분석에 앞서 복합지수로 구성된 변수의 신뢰성과 타당성 분석을 실시하였다. 이를 위한 방법으로 탐색적 요인분석(exploratory factor analysis)과 크론바하 알파(Cronbach's Alpha)분석을 하였다.

셋째, 측정 도구의 타당성과 신뢰도를 확인하기 위해 측정 도구에 대해 주성분 분석(principle component analysis)을 사용한 요인분석을 적용하였고, 요인은 고유치(eigen value)와 관계없이 추출할 고정된 요인 수를 기준으로 추출하였으며, 항목의 축소와 각 요인 간의 독립성을 확보하기 위해 배리맥스(varimax) 방법으로 요인회전을 실시하였다. 도구의 신뢰도 확인을 위해 Cronbach's  $\alpha$  값을 검증하였다. 기초연구에서는 보편적으로 Cronbach's  $\alpha$  값이 0.70 이상이면 측정도구의 요인 간 내적 일관성이 있고 0.80 이상이면 일치한다.

넷째, 가설검증을 위한 선행단계로 연구변수들의 평균과 표준편차 그리고 상관관계 분석을 하였으며, 연구변수들 간의 다중공선성 검토를 위해 분산팽창요인(VIF: variance inflation factor)을 조사하였다.

다섯째, 각 가설검증을 위해 회귀분석을 하였다.

여섯째, 연구모형으로부터 매개 관계가 존재하는 변수들 간의 매개효과에 대한 가설들을 검증하기 위해 3단계 매개회귀분석을 실시하였다. 본 연구를 수행하기 위해 실시한 분석내용과 분석방법은 <표 42>와 같다.

<표 42> 연구의 분석방법

분석 내용	분석 방법
인구 통계적 특성	빈도분석
변수의 요인추출, 타당성	요인분석
변수의 내적 일관성	신뢰도 분석
변수 간의 상관관계	상관관계분석
가설의 검증	단일/다중/위계적 회귀분석

## 제5장 실증분석 및 결과

### 제1절 기초통계분석

#### 1. 기초통계분석

분석대상인 표본의 특성은 <표 43>과 같이 나타났다. 구체적으로 살펴보면 성별은 남성 95.8%, 여성 4.2%이었으며, 연령은 20대 이하가 8.0%, 30대가 16.9%, 40대가 20.4%, 50대가 37.2%, 60대 이상이 17.5%이었고, 학력은 고졸 이하 55.6%, 전문대졸 14.5%, 대졸 27.5%, 대학원졸 이상이 2.4%였다. 그리고 업종은 제조업이 6.0%, 건설업이 69.1%, 서비스업이 8.8%, 기타가 16.2%였고, 규모는 5인 미만 2.7%, 5-49인 37.1%, 50-99인 13.7%, 100-299인 28.4%, 300인 이상이 5.1%였다. 또한, 직책은 사원/대리가 74.7%, 과장/차장이 14.2%, 부장이 6.1%, 임원 이상이 5.0%였고, 직위는 사업주/경영층 1.0%, 안전보건관리자 4.8%, 관리감독자가 13.4%, 안전보건관리담당자가 1.3, 근로자가 77.2%, 기타가 2.3%를, 재직 기간은 5년 미만이 37.9%, 5-10년 미만이 26.1%, 10-15년 미만이 13.2%, 15년 이상이 22.8%를 차지했다.

<표 43> 표본의 일반적 특성(N = 957)

구분	집단	빈도수	비율(%)
성별	남성	917	95.8
	여성	40	4.2
연령	20대 이하	77	8.0
	30대	162	16.9
	40대	195	20.4
	50대	356	37.2
	60대 이상	167	17.5
학력	고졸 이하	532	55.6
	전문대졸	139	14.5
	대졸	263	27.5
	대학원졸 이상	23	2.4
업종	제조업	57	6.0
	건설업	661	69.1
	서비스업	84	8.8
	기타	155	16.2

규모	5인 미만	26	2.7
	5 - 49인	355	37.1
	50 - 99인	131	13.7
	100 - 299인	173	28.4
	300인 이상	272	5.1
직책	사원/대리	715	74.7
	과장/차장	136	14.2
	부장	58	6.1
	임원 이상	48	5.0
직위	사업주/경영층	10	1.0
	안전보건관리자	46	4.8
	관리감독자	128	13.4
	안전보건관리담당자	12	1.3
	근로자	739	77.2
	기타	22	2.3
재직	5년 미만	363	37.9
	5 - 10년 미만	250	26.1
	10 - 15년 미만	126	13.2
	15년 이상	218	22.8
업종 구분	제조업/기타	355	37.1
	건설업	602	62.9

## 제2절 신뢰성 및 타당성 분석

### 1. 신뢰성 및 타당성 분석

실증 분석에 앞서 복합지수로 구성된 변수의 신뢰성과 타당성 분석을 실시하였다. 이를 위한 방법으로 탐색적 요인분석(exploratory factor analysis)과 크론바하 알파(Cronbach's Alpha)분석을 하였다.

본 연구에서는 먼저 탐색적 요인분석을 통하여 측정항목들의 타당성을 검증하고 타당성이 확보된 항목을 중심으로 신뢰도를 검증하였다.

본 연구에서 요인추출방법은 주성분분석(principal component analysis)을 이용하였고, 요인은 고유치(eigen value)와 관계없이 추출할 고정된 요인 수를 기준으



로 추출하였으며, 항목의 축소와 각 요인 간의 독립성을 확보하기 위해 배리맥스 (varimax) 방법으로 요인회전을 실시하였다. 요인의 평가기준으로는 요인 부하량 (factor loading) 0.5 이상, 총 분산에 대한 설명력은 50%이상으로 하였다(Bagozzi & Yi, 1988).

먼저 독립변수에 해당하는 VR활용 안전체험교육에 대한 주성분분석을 실시한 결과는 <표 44>와 같다. 요인분석결과, 교육적 체험 5개 문항, 일탈적 체험 2개 문항 (3개 문항 제거), 심미적 체험 4개 문항(1개 문항 제거), 그리고 오락적 체험 3개 문항(2개 문항 제거)이 각각 단일변수로 묶였고, 누적분산비율이 84.639%로 나타났다. 따라서 요인들의 타당성은 유지되고 있는 것으로 판단된다.

또한 크론바하 알파 신뢰계수는 교육적 체험 (0.947), 일탈적 체험 (0.881), 심미적 체험 (0.931) 그리고 오락적 체험 (0.914) 등으로 모두 0.7 이상으로 매우 높게 나타났으며, 측정도구의 신뢰성은 문제가 없는 것으로 나타났다(Nunnally, 1978).

<표 44> VR활용 안전체험교육(독립변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과

		독립변수				
변수	요인	문항	요인1	요인2	요인3	요인4
VR활용 안전체험 교육	교육적 체험	VR활용 체험은 산업현장의 사고위험을 이해하는데 도움이 되었다.	0.842			
		VR활용 체험은 산업현장의 안전관리를 이해하는데 도움이 되었다.	0.838			
		VR활용 체험은 현장 상황에 잘 부합하고 배울만한 요소가 있었다.	0.811			
		VR활용 체험은 산업현장 안전사고예방에 관한 좋은 교육이었다.	0.807			
		VR활용 체험은 내게 산업현장의 안전지식을 습득하게 해주었다.	0.776			
	심미적 체험	VR활용 체험은 산업현장 환경과 조화롭게 잘 꾸며져 있었다.		0.803		
		VR활용 체험은 산업현장 환경에 맞게 생동감을 느낄 수 있었다.		0.755		
		VR활용 체험은 산업현장 환경과 사실적이며 매력 있게 느껴졌다.		0.750		
		VR활용 체험은 산업현장의 끼임, 떨어짐 등 사고와 잘 어울렸다.		0.724		

오락적 체험	VR활용 체험으로 유쾌한 마음이다.			<b>0.833</b>	
	VR활용 체험으로 기분이 상쾌하고 행복했다.			<b>0.826</b>	
	VR활용 체험은 흥미로웠고 매력적이었다.			<b>0.721</b>	
일탈적 체험	VR활용 체험 동안 현실에서 벗어난 느낌이 들었다				<b>0.896</b>
	VR활용 체험 동안 다른 세계에 있는 것 같았다.				<b>0.867</b>
아이겐값		8.715	1.441	0.985	0.709
누적 분산비율		62.247	72.538	79.574	84.639
신뢰계수		0.947	0.931	0.914	0.881

다음으로 매개변수 및 종속변수에 해당하는 안전의식, 안전행동, 안전사고 예방에 대한 주성분분석을 실시한 결과는 <표 45>와 같다. 요인분석결과, 안전의식 5개 문항, 안전행동 5개 문항, 안전사고예방 5개 문항이 각각 단일변수로 묶였고, 누적분산비율이 83.936%로 나타났다. 따라서 요인들의 타당성은 유지되고 있는 것으로 판단된다.

또한 크론바하 알파 신뢰계수는 안전의식(0.941), 안전행동(0.954), 안전사고예방(0.958) 등으로 모두 0.7 이상으로 매우 높게 나타났으며, 측정도구의 신뢰성은 문제가 없는 것으로 나타났다(Nunnally, 1978).

<표 45> 안전의식/안전행동(매개변수) 및 안전사고예방(종속변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과

매개변수 및 종속변수			요인1	요인2	요인3
변수	요인	문항			
안전사고 예방	안전사고 예방	VR활용 체험은 현장 재해예방 활동에 도움이 된다.	<b>0.800</b>		
		VR활용 체험은 사전 안전효과가 있다.	<b>0.797</b>		
		VR활용 체험은 안전사고 대처 능력에 도움이 된다.	<b>0.791</b>		
		VR활용 체험은 안전사고 예방 대처에 도움이 된다.	<b>0.789</b>		
		VR활용 체험 후 안전의식이 바뀌었다.	<b>0.768</b>		

안전의식	안전의식	VR활용 체험으로 안전수칙 등이 사고를 예방해 준다고 생각한다.	0.794	
		VR활용 체험으로 안전교육의 투자는 필요하다고 생각한다.	0.781	
		VR활용 체험으로 작업능률이 떨어져도 주의해야 한다고 생각한다.	0.780	
		VR활용 체험으로 안전사고에 대한 교육이 필요하다고 생각한다.	0.766	
		VR활용 체험으로 급한 일이어도 안전을 지켜야 한다고 생각한다.	0.723	
안전행동	안전행동	VR활용 체험 후 동료가 안전하게 작업하도록 도와줄 것이다.		0.755
		VR활용 체험 후 작업 전 불안전 상태를 확인하고 작업할 것이다.		0.754
		VR활용 체험 후 작업절차 준수 및 안전한 방법으로 작업할 것이다.		0.752
		VR활용 체험 후 안전 프로그램에 적극적으로 참여할 것이다.		0.707
		VR활용 체험 후 안전교육에 긍정적인 생각을 갖게 되었다.		0.705
아이겐값		10.875	1.012	0.704
누적 분산비율		72.498	79.246	83.936
신뢰계수		0.958	0.941	0.954

이어서 독립변수에 해당하는 VR 프레즌스에 대한 주성분분석을 실시한 결과는 <표 46>과 같다. 요인분석결과, 몰입감 5개 문항, 현실감 3개 문항(2개 문항 제거), 상호작용성 3개 문항(2개 문항 제거)이 각각 단일변수로 묶였고, 누적분산비율이 84.138%로 나타났다. 따라서 요인들의 타당성은 유지되고 있는 것으로 판단된다.

또한 크론바하 알파 신뢰계수는 몰입감(0.952), 현실감(0.910), 상호작용성(0.889) 등으로 모두 0.7 이상으로 매우 높게 나타났으며, 측정도구의 신뢰성은 문제가 없는 것으로 나타났다(Nunnally, 1978).

<표 46> VR 프레젠테이션(독립변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과

독립변수			요인1	요인2	요인3
변수	요인	문항			
VR 프레젠테이션	몰입감	VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 완전히 빠져들었다.	0.832		
		VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 깊이 몰두했다.	0.829		
		VR활용 체험은 다양한 경험 제공으로 더욱 몰입을 하게 한다.	0.800		
		VR활용 체험을 하는 동안 시간이 생각보다 빨리 지나갔다.	0.771		
		VR활용 체험을 하는 동안 다른 일들은 전혀 생각나지 않았다.	0.758		
	상호 작용성	VR활용 체험 시스템의 사용에 있어 문제(버퍼링, 느림)가 없었다.		0.796	
		VR활용 체험 시스템의 사용 절차가 간단하여 사용하기 쉬웠다.		0.777	
		VR활용 체험 동안 초점 조정 명령은 빠르게 응답하였다.		0.746	
	현실감	VR활용 체험 동안 들려오는 소리는 실제로 들리는 듯 했다.			0.770
		VR활용 체험 동안 상황이 실제 내 상황처럼 느껴졌다.			0.743
		VR활용 체험 동안 실제 있을 수 있는 현실이라고 생각한다.			0.725
	아이젠값			7.923	0.836
누적 분산비율			72.031	79.633	84.138
신뢰계수			0.952	0.910	0.889

끝으로 매개변수 및 종속변수에 해당하는 VR 콘텐츠 만족도, 교육만족도, 현업적용의도, 그리고 추천의도에 대한 주성분분석을 실시한 결과는 <표 47>과 같다. 요인분석결과, VR 콘텐츠 만족도 4개 문항(1개 문항 제거), 교육만족도 3개 문항(2개 문항 제거), 현업적용의도 3개 문항(2개 문항 제거), 그리고 추천의도 3개 문항(2개 문항 제거)이 각각 단일변수로 묶였고, 누적분산비율이 87.503%로 나타났다. 따라서 요인들의 타당성은 유지되고 있는 것으로 판단된다.

또한 크론바하 알파 신뢰계수는 VR 콘텐츠 만족도(0.919), 교육만족도(0.932), 현업적용의도(0.944), 그리고 추천의도(0.951) 등으로 모두 0.7 이상으로 매우 높

게 나타났으며, 측정도구의 신뢰성은 문제가 없는 것으로 나타났다(Nunnally, 1978).

<표 47> VR 콘텐츠 만족도/교육만족도(매개변수) 및  
현업적용의도/추천의도(종속변수)의 신뢰성 및 타당성 분석 결과

		매개변수 및 종속변수				
변수	요인	문항	요인1	요인2	요인3	요인4
VR콘텐츠 만족도	VR콘텐츠 만족도	VR활용 체험 콘텐츠의 영상 또는 그래픽 품질은 만족감을 주었다.	0.840			
		VR활용 체험 콘텐츠의 사운드는 만족감을 주었다.	0.805			
		VR활용 체험 동안 HMD 착용은 불편함으로 만족감을 주지 못했다.	0.749			
		VR활용 체험 콘텐츠는 전체적으로 만족감을 주었다.	0.655			
추천의도	추천의도	VR활용 체험을 앞으로도 다시 하고 싶다.		0.790		
		VR활용 체험을 향후에도 반복하고 싶다.		0.773		
		VR활용 체험을 다른 사람들과 함께 체험할 의향이 있다.		0.695		
현업적용 의도	현업적용 의도	VR활용 체험은 현장 교육 자료로 적절하다고 생각한다.			0.746	
		VR활용 체험은 현장 교육 방법으로 효과적이라고 생각한다.			0.727	
		VR활용 체험한 내용을 실제 교육에 반영할 생각이 있다.			0.705	
교육 만족도	교육 만족도	VR활용 체험과 같은 다른 교육 기회가 있다면 기꺼이 하고 싶다.				0.693
		VR활용 체험 교육은 기존 강의식 교육보다 효과적이라고 생각한다.				0.679
		VR활용 체험은 전반적으로 안전 교육에 만족하였다.				0.648
아이겐값			9.669	0.893	0.443	0.371
누적 분산비율			74.375	81.241	84.651	87.503
신뢰계수			0.919	0.951	0.944	0.932

### 제3절 상관관계 분석

<표 48>은 가설검증을 위한 선행단계로 연구변수들과 통제변수들의 평균과 표준

편차 그리고 상관관계를 보여준다. 상관관계 분석을 통해서 연구변수들은 서로 높은 관련성이 있음을 확인하였다.

<표 48> 평균, 표준편차, 및 상관관계

변수	Mean	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	4.62	4.62	1													
2	4.22	4.22	.454**	1												
3	4.53	4.53	.751**	.490**	1											
4	4.36	4.36	.623**	.560**	.718**	1										
5	4.64	4.64	.694**	.412**	.687**	.585**	1									
6	4.61	4.61	.714**	.457**	.729**	.627**	.810**	1								
7	4.56	4.56	.740**	.463**	.756**	.682**	.758**	.821**	1							
8	4.48	4.48	.677**	.486**	.737**	.739**	.681**	.727**	.783**	1						
9	4.51	4.51	.648**	.508**	.700**	.658**	.679**	.707**	.741**	.791**	1					
10	4.49	4.49	.640**	.469**	.673**	.675**	.663**	.696**	.719**	.748**	.800**	1				
11	4.49	4.49	.638**	.464**	.720**	.697**	.657**	.681**	.746**	.775**	.778**	.784**	1			
12	4.60	4.60	.678**	.412**	.722**	.657**	.703**	.750**	.793**	.785**	.752**	.745**	.810**	1		
13	4.60	4.60	.688**	.424**	.692**	.604**	.716**	.744**	.779**	.728**	.747**	.740**	.752**	.848**	1	
14	4.60	4.60	.669**	.438**	.665**	.631**	.663**	.724**	.740**	.704**	.725**	.708**	.744**	.827**	.859**	1

주) 1.교육적 체험, 2.일탈적 체험, 3.심미적 체험, 4.오락적 체험, 5.안전의식, 6.안전행동, 7.안전사고예방, 8.몰입감, 9.현실감, 10.상호작용성, 11.VR 콘텐츠만족도, 12.교육만족도, 13.현업적용의도, 14.추천의도  
\*p < 0.05, \*\*p < 0.01

#### 제4절 가설검증

본 연구의 가설검증에 앞서 연구변수들 간의 다중공선성 검토를 위해 분산팽창요인(VIF: variance inflation factor)을 조사하였다. 일반적으로 VIF의 값이 10을 넘지 않으면 다중공선성의 가능성이 없다고 할 수 있다(유승동, 2001). 연구변수들 간의 VIF의 값을 확인한 결과, 가장 큰 값이 4.937로 다중공선성의 문제는 없는 것으로 판단된다.

가설 1은 VR활용 안전체험교육(교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험)과 안전의식의 관계에 관한 것이다. <표 49>에서 보는 바와 같이 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전의식에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.381$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.307$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.113$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 일탈적 체험 요인은 유의하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 가설 1-1, 1-3, 1-4는 채택되었고, 가설 1-2는 기각되었다.

<표 49> 가설 1에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	안전의식				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차	$\beta$		p
연구변수: (상수)		1.301	.100		12.955	.000
교육적 체험		.374	.033	.381***	11.363	.000
일탈적 체험		.013	.014	.026	.959	.338
심미적 체험		.267	.033	.307***	8.157	.000
오락적 체험		.078	.023	.113***	3.365	.001
$R^2$		0.552				
수정 $R^2$		0.550				
F		293.366***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 2는 VR활용 안전체험교육(교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험)과 안전행동의 관계에 관한 것이다. <표 50>에서 보는 바와 같이 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 모두 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.346$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.056$ ,  $p<0.05$ ;  $\beta=0.348$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.131$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 따라서 가설 2-1, 2-2, 2-3, 2-4는 채택되었다.

<표 50> 가설 2에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	안전행동				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차	$\beta$		p
연구변수: (상수)		1.074	.096		11.169	.000
교육적 체험		.347	.032	.346***	11.007	.000
일탈적 체험		.030	.013	.056**	2.258	.024
심미적 체험		.310	.031	.348***	9.880	.000
오락적 체험		.093	.022	.131***	4.176	.000
$R^2$		0.608				
수정 $R^2$		0.606				
F		369.309***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 3은 VR활용 안전체험교육(교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험)과 안전사고 예방의 관계에 관한 것이다. <표 51>에서 보는 바와 같이 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전의식에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.350$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.326$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.218$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 일탈적 체험 요인은 유의하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 가설 3-1, 3-3, 3-4는 채택되었고, 가설 1-2는 기각되었다.

<표 51> 가설 3에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	종속변수	안전사고 예방				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차			
연구변수: (상수)		.599	.096		6.220	.000
교육적 체험		.380	.032	.350***	12.034	.000
일탈적 체험		.013	.013	.022	.971	.332
심미적 체험		.314	.031	.326***	10.000	.000
오락적 체험		.167	.022	.218***	7.498	.000
$R^2$		0.664				
수정 $R^2$		0.663				
F		470.536***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 4는 안전의식과 안전행동의 관계에 관한 것이다. <표 52>에서 보는 바와 같이 안전의식은 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=.810$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, 가설 4는 채택되었다.

<표 52> 가설 4에 대한 회귀분석 결과표

매개변수	매개변수	안전행동				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차			
연구변수: (상수)		.770	.091		8.491	.000
안전의식		.829	.019	.810***	42.633	.000
$R^2$		0.656				
수정 $R^2$		0.655				
F		1817.587				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01



가설 5, 6은 안전의식 및 안전행동과 안전사고 예방의 관계에 관한 것이다. <표 53>에서 보는 바와 같이 안전의식과 안전행동은 안전사고예방에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .272$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = .601$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, 가설 5, 6은 채택되었다.

<표 53> 가설 5, 6에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	종속변수	안전사고 예방				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률 p
		B	표준오차	$\beta$		
연구변수: (상수)		.166	.095		1.74	.081
안전의식		.301	.034	.272***	8.974	.000
안전행동		.650	.033	.601***	19.863	.000
$R^2$		0.699				
수정 $R^2$		0.699				
F		1108.576				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 7-1은 VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호작용성)과 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험의 관계에 관한 것이다. <표 54>에서 보는 바와 같이 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 교육적 체험에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .371$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = .180$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = .219$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 따라서 가설 7-1-1, 7-1-2, 7-1-3은 채택되었다.

<표 54> 가설 7-1에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	교육적 체험				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률 p
		B	표준오차	$\beta$		
연구변수: (상수)		1.792	.092		19.535	.000
몰입감		.297	.031	.371***	9.485	.000
현실감		.150	.036	.180***	4.154	.000
상호작용성		.181	.033	.219***	5.500	.000
$R^2$		0.508				
수정 $R^2$		0.506				
F		327.605***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 7-2는 VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호작용성)과 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 일탈적 체험의 관계에 관한 것이다. <표 55>과 같이 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 일탈적 체험에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .192, p < 0.01$ ;  $\beta = .264, p < 0.01$ ;  $\beta = .115, p < 0.05$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 따라서 가설 7-2-1, 7-2-2, 7-2-3은 채택되었다.

<표 55> 가설 7-2에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	일탈적 체험				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률 p
		B	표준오차	$\beta$		
연구변수: (상수)		.262	.208		1.262	.207
몰입감		.287	.071	.192***	4.058	.000
현실감		.415	.082	.264***	5.063	.000
상호작용성		.177	.075	.115**	2.378	.018
$R^2$		0.281				
수정 $R^2$		0.278				
F		124.286***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 7-3은 VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호작용성)과 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 심미적 체험의 관계에 관한 것이다. <표 56>에서 보는 바와 같이 VR 프레즌스 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 심미적 체험에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .436, p < 0.01$ ;  $\beta = .218, p < 0.01$ ;  $\beta = .172, p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타남에 따라 가설 7-3-1, 7-3-2, 7-3-3은 채택되었다.

<표 56> 가설 7-3에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	심미적 체험				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률 p
		B	표준오차	$\beta$		
연구변수: (상수)		1.119	.094		11.866	.000
몰입감		.393	.032	.436***	12.202	.000
현실감		.206	.037	.218***	5.532	.000
상호작용성		.160	.034	.172***	4.737	.000
$R^2$		0.590				
수정 $R^2$		0.589				
F		456.775***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 7-4는 VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호작용성)과 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 오락적 체험의 관계에 관한 것이다. <표 57>에서 보는 바와 같이 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감과 상호작용성은 오락적 체험에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .508, p < 0.01$ ;  $\beta = .249, p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 현실감은 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 따라서 가설 7-4-1과 7-4-3은 채택되었고, 가설 7-4-2는 기각되었다.

<표 57> 가설 7-4에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	오락적 체험				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차			
연구변수:						
(상수)		.159	.120		1.326	.185
몰입감		.576	.041	.508***	14.088	.000
현실감		.067	.047	.057	1.419	.156
상호작용성		.292	.043	.249***	6.783	.000
$R^2$		0.581				
수정 $R^2$		0.580				
F		440.834***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 8은 VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호작용성)과 VR 콘텐츠 만족도의 관계에 관한 것이다. <표 58>에서 보는 바와 같이 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 VR 콘텐츠 만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .320, p < 0.01$ ;  $\beta = .249, p < 0.01$ ;  $\beta = .345, p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 따라서 가설 8-1, 8-2, 8-3은 채택되었다.

<표 58> 가설 8에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	VR 콘텐츠 만족도				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차			
연구변수:						
(상수)		.456	.084		5.438	.000
몰입감		.307	.029	.320***	10.726	.000
현실감		.249	.033	.249***	7.529	.000
상호작용성		.341	.030	.345***	11.343	.000
$R^2$		0.713				
수정 $R^2$		0.712				
F		787.955***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 9는 VR 프레즌스(몰입감, 현실감, 상호작용성)와 교육만족도의 관계에 관한 것이다. <표 59>에서 보는 바와 같이 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 교육만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .427, p < 0.01$ ;  $\beta = .206, p < 0.01$ ;  $\beta = .262, p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 따라서 가설 9-1, 9-2, 9-3은 채택되었다.

<표 59> 가설 9에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	매개변수	교육만족도				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차	$\beta$		p
연구변수: (상수)		1.104	.078		14.121	.000
	몰입감	.364	.027	.427***	13.629	.000
	현실감	.183	.031	.206***	5.943	.000
	상호작용성	.230	.028	.262***	8.199	.000
	$R^2$	0.684				
	수정 $R^2$	0.684				
	F	689.186***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 10은 VR 콘텐츠 만족도와 교육만족도의 관계에 관한 것이다. <표 60>에서 보는 바와 같이 VR 콘텐츠 만족도는 교육만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .810, p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 가설 10은 채택되었다.

<표 60> 가설 10에 대한 회귀분석 결과표

매개변수	매개변수	교육만족도				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차	$\beta$		p
연구변수: (상수)		1.361	.077		17.766	.000
	VR 콘텐츠 만족도	.721	.017	.810***	42.616	.000
	$R^2$	0.655				
	수정 $R^2$	0.655				
	F	1816.124***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 11는 교육만족도와 현업적용의도의 관계에 관한 것이다. <표 61>에서 보는 바와 같이 교육만족도는 현업적용의도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .848,$

p<0.01)에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 가설 11은 채택되었다.

<표 61> 가설 11에 대한 회귀분석 결과표

매개변수	종속변수	현업적용의도				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률 p
		B	표준오차	$\beta$		
연구변수: (상수)		.710	.079		8.982	.000
교육만족도		.847	.017	.848***	49.541	.000
$R^2$		0.720				
수정 $R^2$		0.720				
F		2454.329***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 12는 교육만족도와 추천의도의 관계에 관한 것이다. <표 62>에서 보는 바와 같이 교육만족도는 추천의도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = .827$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 가설 12는 채택되었다.

<표 62> 가설 12에 대한 회귀분석 결과표

매개변수	종속변수	추천의도				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률 p
		B	표준오차	$\beta$		
연구변수: (상수)		.633	.088		7.215	.000
교육만족도		.863	.019	.827***	45.523	.000
$R^2$		0.720				
수정 $R^2$		0.720				
F		2454.329***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 13은 VR활용 안전체험교육(교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험)과 교육만족도의 관계에 관한 것이다. <표 63>에서 보는 바와 같이 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 교육만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = 0.266$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.355$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.249$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 일탈적 체험 요인은 유의하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 가설 13-1, 13-3, 13-4는 채택되었고, 가설 13-2는 기각되었다.

<표 63> 가설 13에 대한 회귀분석 결과표

독립변수	종속변수	교육만족도				
		비표준화계수		표준화계수	t	유의확률
		B	표준오차	$\beta$		p
연구변수: (상수)		1.008	.104		9.670	.000
교육적 체험		.283	.034	.266***	8.289	.000
일탈적 체험		-.013	.014	-.022	-.869	.385
심미적 체험		.335	.034	.355***	9.866	.000
오락적 체험		.187	.024	.249***	7.778	.000
$R^2$		0.591				
수정 $R^2$		0.589				
F		343.905***				

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

지금부터는 연구모형으로부터 매개 관계가 존재하는 변수들 간의 매개효과에 대한 가설들을 검증하고자 한다. 매개효과를 검증하기 위해 3단계 매개회귀분석을 실시하였다. Baron and Kenny(1986)는 매개작용을 완전매개와 부분매개로 구분하고 각 매개작용이 성립되기 위해서는 네 가지 조건들이 충족되어야 한다. 즉 (1) 1단계에서 독립변수는 매개변수에 유의적인 영향을 미쳐야 하고, (2) 2단계에서 매개변수는 종속변수에 유의적인 영향을 미쳐야 하며, (3) 3단계에서 독립변수는 종속변수에 유의적인 영향을 미쳐야 한다. (4) 매개변수를 포함한 회귀방정식에서 종속변수에 대한 독립변수의 영향은 조건(3)의 경우보다 적거나 전혀 없어야 한다. 감소한 경우는 부분매개효과가 존재함을 의미하며 전혀 없는 경우는 완전매개효과가 존재함을 의미한다.

가설 14는 VR활용 안전체험교육과 안전사고예방 간의 관계에 있어서 안전의식의 매개효과에 관한 것이다. <표 64>는 단계별 회귀분석결과를 보여준다. 먼저 1단계에서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전의식에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.381, p<0.01$ ;  $\beta=0.307, p<0.01$ ;  $\beta=0.113, p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(1)이 충족되었다. 2단계에서 안전의식은 안전사고예방에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.758, p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(2)가 충족되었다. 3단계에서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전사고예방에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.350, p<0.01$ ;  $\beta=0.326, p<0.01$ ;  $\beta=0.218, p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 매개회귀분석 조건(3) 또한 충족되었다. 마지막으로 안전사고예방에 대한 안전의식을 동시 투입한 VR활용 안전체험교육의 영향이 감소하여( $\beta=0.350, p<0.01 \rightarrow \beta=0.218, p<0.01$ ;  $\beta=0.326, p<0.01 \rightarrow \beta$

=0.220,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.218$ ,  $p < 0.01 \rightarrow \beta = 0.179$ ,  $p < 0.01$ ) 매개회귀분석 조건 (4)도 충족시키고 있다. 따라서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험과 안전사고예방 간의 관계에서 안전의식이 부분매개효과가 있는 것으로 검증되었다. 따라서 가설 14는 지지되었다.

<표 64> 가설 14에 대한 회귀분석 결과표

독립변수 \ 종속변수	1단계 (독립→매개)	2단계 (매개→종속)	3단계(독립,매개 → 종속)	
			매개통제(O)	매개통제(X)
연구변수:				
교육적 체험	.381***		.350***	.218***
일탈적 체험	.026		.022	.014
심미적 체험	.307***		.326***	.220***
오락적 체험	.113***		.218***	.179***
안전의식		.758***		.346***
$R^2$	0.552	0.575	0.664	0.718
수정 $R^2$	0.550	0.574	0.663	0.718
F	293.366***	1290.744***	470.536***	483.543***

\* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$

가설 15는 VR활용 안전체험교육과 안전사고예방 간의 관계에 있어서 안전행동의 매개효과에 관한 것이다. <표 65>는 단계별 회귀분석결과를 보여준다. 먼저 1단계에서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = 0.346$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.056$ ,  $p < 0.05$ ;  $\beta = 0.348$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.131$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(1)이 충족되었다. 2단계에서 안전행동은 안전사고예방에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = 0.821$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(2)가 충족되었다. 3단계에서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전사고예방에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta = 0.350$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.326$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.218$ ,  $p < 0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 매개회귀분석 조건 (3) 또한 충족되었다. 마지막으로 안전사고예방에 대한 안전행동을 동시 투입한 VR활용 안전체험교육의 영향이 감소하여( $\beta = 0.350$ ,  $p < 0.01 \rightarrow \beta = 0.185$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.326$ ,  $p < 0.01 \rightarrow \beta = 0.160$ ,  $p < 0.01$ ;  $\beta = 0.218$ ,  $p < 0.01 \rightarrow \beta = 0.155$ ,  $p < 0.01$ ) 매개회귀분석 조건 (4)도 충족시키고 있다. 따라서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험과 안전사고예방 간의 관계에서 안전행동이 부분매개효과가 있는 것으로 검증되었다. 따라서 가설 15는 지지되었다.

<표 65> 가설 15에 대한 회귀분석 결과표

독립변수 \ 종속변수	1단계 (독립->매개)	2단계 (매개->종속)	3단계(독립,매개 -> 종속)	
			매개통제(O)	매개통제(X)
연구변수:				
교육적 체험	.346***		.350***	.185***
일탈적 체험	.056**		.022	-0.004
심미적 체험	.348***		.326***	.160***
오락적 체험	.131***		.218***	.155***
안전행동		.821***		.477***
$R^2$	0.608	0.674	0.664	0.753
수정 $R^2$	0.606	0.673	0.663	0.752
F	369.309***	1972.381***	470.536***	480.151***

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 16은 VR활용 안전체험교육과 안전행동 간의 관계에 있어서 안전의식의 매개효과에 관한 것이다. <표 66>은 단계별 회귀분석결과를 보여준다. 먼저 1단계에서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전의식에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.381, p<0.01$ ;  $\beta=0.307, p<0.01$ ;  $\beta=0.113, p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(1)이 충족되었다. 2단계에서 안전의식은 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.810, p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(2)가 충족되었다. 3단계에서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 안전행동에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.346, p<0.01$ ;  $\beta=0.056, p<0.05$ ;  $\beta=0.348, p<0.01$ ;  $\beta=0.131, p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 매개회귀분석 조건(3) 또한 충족되었다. 마지막으로 안전행동에 대한 안전의식을 동시 투입한 VR활용 안전체험교육의 영향이 감소하여( $\beta=0.346, p<0.01 \rightarrow \beta=0.149, p<0.01$ ;  $\beta=0.348, p<0.01 \rightarrow \beta=0.189, p<0.01$ ;  $\beta=0.131, p<0.01 \rightarrow \beta=0.073, p<0.01$ ) 매개회귀분석 조건(4)도 충족시키고 있다. 따라서 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험과 안전행동 간의 관계에서 안전의식이 부분매개효과가 있는 것으로 검증되었다. 따라서 가설 16은 지지되었다.

<표 66> 가설 16에 대한 회귀분석 결과표

독립변수 \ 종속변수	1단계 (독립->매개)	2단계 (매개->종속)	3단계(독립,매개 -> 종속)	
			매개통제(O)	매개통제(X)
연구변수:				
교육적 체험	.381***		.346***	.149***
일탈적 체험	.026		.056**	.043**



심미적 체험	.307***		.348***	.189***
오락적 체험	.113***		.131***	.073***
안전의식		.810***		.516***
$R^2$	0.552	0.656	0.608	0.727
수정 $R^2$	0.550	0.655	0.606	0.726
F	293.366***	1817.587***	369.309***	507.456***

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

가설 17은 VR 프레즌스와 교육만족도 간의 관계에 있어서 VR 콘텐츠 만족도의 매개효과에 관한 것이다. <표 67>은 단계별 회귀분석결과를 보여준다. 먼저 1단계에서 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입도, 현실감, 상호작용성은 VR 콘텐츠 만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.320$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.249$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.345$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(1)이 충족되었다. 2단계에서 VR 콘텐츠 만족도는 교육만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.810$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 매개회귀분석 조건(2)가 충족되었다. 3단계에서 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입도, 현실감, 상호작용성은 교육만족도에 대해 통계적으로 유의한 수준( $\beta=0.427$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=.206$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.262$ ,  $p<0.01$ )에서 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 매개회귀분석 조건(3) 또한 충족되었다. 마지막으로 교육만족도에 대한 VR 콘텐츠 만족도를 동시 투입한 VR 프레즌스의 영향이 감소하여( $\beta=0.427$ ,  $p<0.01 \rightarrow \beta=0.300$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.206$ ,  $p<0.01 \rightarrow \beta=0.107$ ,  $p<0.01$ ;  $\beta=0.262$ ,  $p<0.01 \rightarrow \beta=0.125$ ,  $p<0.01$ ) 매개회귀분석 조건(4)도 충족시키고 있다. 따라서 VR 프레즌스의 하위요인인 몰입도, 현실감, 상호작용성과 교육만족도 간의 관계에서 VR 콘텐츠 만족도가 부분매개효과가 있는 것으로 검증되었다. 따라서 가설 17은 지지되었다.

<표 67> 가설 17에 대한 회귀분석 결과표

독립변수 \ 종속변수	1단계 (독립→매개)	2단계 (매개→종속)	3단계(독립,매개 → 종속)	
			매개통제(O)	매개통제(X)
연구변수:				
몰입도	.320***		.427***	.300***
현실감	.249***		.206***	.107***
상호작용성	.345***		.262***	.125***
VR 콘텐츠 만족도		.810***		.396***
$R^2$	0.713	0.656	0.684	0.729
수정 $R^2$	0.712	0.655	0.684	0.728
F	787.955***	1816.124***	689.186***	641.698***

\*p < 0.10 \*\*p < 0.05 \*\*\*p < 0.01

지금까지 회귀분석을 통해서 가설을 검증한 결과를 요약하면 <표 68>과 같다.

<표 68> 가설검증 결과의 요약

가설	가설 내용	결과
가설 1	VR활용 안전체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	부분 채택
가설 1-1	교육적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 1-2	일탈적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	기각
가설 1-3	심미적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 1-4	오락적 체험 교육은 안전의식에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 2	VR활용 안전체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 2-1	교육적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 2-2	일탈적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 2-3	심미적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 2-4	오락적 체험 교육은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 3.	VR활용 안전체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	부분 채택
가설 3-1	교육적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 3-2	일탈적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	기각
가설 3-3	심미적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 3-4	오락적 체험 교육은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 4	안전의식은 안전행동에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 5	안전의식은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 6	안전행동은 안전사고 예방에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-1	VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-1-1	몰입감은 교육적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-1-2	현실감은 교육적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-1-3	상호작용성은 교육적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-2	VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 일탈적 체험에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-2-1	몰입감은 일탈적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-2-2	현실감은 일탈적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-2-3	상호작용성은 일탈적 체험교육에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택

가설 7-3.	VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 심미적 체험에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-3-1	몰입감은 심미적 체험교육에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-3-2	현실감은 심미적 체험교육에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-3-3	상호작용성은 심미적 체험교육에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-4	VR 프레즌스는 VR활용 안전체험교육의 하위요인인 오락적 체험에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	부분 채택
가설 7-4-1	몰입감은 오락적 체험교육에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 7-4-2	현실감은 오락적 체험교육에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	기각
가설 7-4-3	상호작용성은 오락적 체험교육에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 8	VR 프레즌스는 VR 콘텐츠 만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 8-1	몰입감은 VR 콘텐츠 만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 8-2	현실감은 VR 콘텐츠 만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 8-3	상호작용성은 VR 콘텐츠 만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 9	VR 프레즌스는 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 9-1	몰입감은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 9-2	현실감은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 9-3	상호작용성은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 10	VR 콘텐츠 만족도는 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 11	교육만족도는 현업적용의도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 12	교육만족도는 추천의도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 13	VR활용 안전체험교육은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	부분 채택
가설 13-1	교육적 체험은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 13-2	일탈적 체험은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	기각
가설 13-3	심미적 체험은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 13-4	오락적 체험은 교육만족도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다.	채택
가설 14	VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방에 미치는 영향 관계에서 안전 의식은 매개역할을 할 것이다.	지지
가설 15	VR활용 안전체험교육이 안전사고 예방에 미치는 영향 관계에서 안전 행동은 매개역할을 할 것이다.	지지
가설 16	VR활용 안전체험교육이 안전행동에 미치는 영향 관계에서 안전의식은 매개역할을 할 것이다.	지지
가설 17	VR프레즌스이 교육만족도에 미치는 영향 관계에서 VR 콘텐츠 만족도 는 매개역할을 할 것이다.	지지

## 제6장 결론 및 시사점

### 제1절 연구 요약 및 시사점

#### 1. 연구결과의 요약

안전교육은 산업재해예방 대책으로 매우 중요하게 생각하지만 관련 연구는 미진하다. 산업재해 예방대책, 안전보건교육, 안전의식, 안전행동 등과 관련된 산업안전 관련 연구는 2000년 전후를 기점으로 많이 줄어들었으며 2016년 4차 산업혁명, 5G 상용화 등 정보통신기술이 급속도로 발전하면서 ICT 기술을 융합한 연구가 2018년 이후부터 다시 진행되고 있으나, 여전히 ICT 기술적인 연구에 비해 산업안전 분야의 연구가 미진한 실정이다.

이에 본 연구에서는 산업안전보건교육의 현장 작동성과 사업주와 근로자의 안전의식 전환을 위해서는 기존 강의식 교육방식에서 현장·체험중심의 교육 방식으로 패러다임의 변화의 중요성을 인식하여 VR을 활용한 안전교육을 체험한 산업현장의 안전 스태프 및 근로자를 대상으로 연구를 진행하였다. 이 연구의 목적은 근로자의 안전의식과 안전행동에 영향을 주어 안전사고 예방 효과 및 안전교육 만족도를 확보할 수 있는 VR 안전체험교육을 산업 현장의 안전보건교육에 적용할 방향과 발전 방향을 제시하는데 있다. 이러한 목적을 위해 다수 동시 체험 시스템이 적용된 공단의 VR 안전체험교육이 안전사고 예방에 미치는 영향과 교육 만족에 미치는 영향으로 크게 나누어 변수들간의 관계를 총 4가지로 측면에서 실증 연구를 하였다. 첫째, VR 안전체험교육이 체험 근로자의 안전의식, 안전행동 및 안전사고 예방에 미치는 영향을 검증하였다. 둘째, 몰입감, 현실감, 상호작용성의 특성을 가지고 있는 VR 프레즌스이 VR 콘텐츠의 만족도, 교육만족도에 미치는 영향과 이로 인해 사업장의 안전보건교육 시 VR활용 의도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향을 검증하였다. 셋째, VR 프레즌스이 VR을 활용한 안전체험교육에 미치는 영향을 확인하였으며, 마지막으로 VR활용 안전체험교육이 안전교육 만족도에 미치는 영향을 검증하였다. 또한 연구모형에서부터 매개 관계가 존재하는 변수들 간의 매개효과에 대한 가설들을 검증하였다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 국내·외 자료와 선행 연구를 토대로 연구모형을 설정하였고, 이를 기반으로 가설 설정 후 변수 간의 원인과 그 결과를 확인하는 인과관계를 검증하였다. 이에 사용된 통계분석 프로그램은 SPSS 24.0이며 이를 이용하여 빈도분석, 탐색적 요인분석, 신뢰도 분석, 타당성 분석, 주성분분석, 평균, 표준편차, 상관관계 분석, 다중회귀분석, 매개 효과분석을 하였다. 연구 대상은 공단에서 추진하고 있는 「찾아가는 VR 체험지원」 사업을 지원 받고 체험한 산업 현장의 안전관계자 및 근로자로 하였으며, 2021년 9월 23일부터 2021년 10월 30일까지 설문조사가 이루어졌다. 전체 1,025부의 설문 가운데 부적합한 설문지를 제외하고 957부를 분석에 사용하여 계량적 분석한 결과는

다음과 같다.

첫째, 가설 1인 VR활용 안전체험교육이 안전의식에 미치는 영향 분석결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험이 안전의식에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 일탈적 체험 요인은 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 이는 가상현실의 시각적, 청각적 효과가 근로자로 하여금 현실감 있는 교육내용을 전달하고 이에 따라 안전의식의 변화를 가져온다고 주장한 김기훈(2019)의 연구와 안전의식은 안전교육을 통해서만 안전행동에 영향을 미칠 수 있다고 주장한 신태웅(2018)의 동일한 결과로 근로자의 안전의식을 고취하고 위해 시행되는 안전교육의 목적을 재확인한 결과이다.

둘째, 가설 2인 VR활용 안전체험 교육이 안전행동에 미치는 영향 분석결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 일탈적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험 모두 안전행동에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 VR 안전교육은 체험자들에게 다양한 체험을 가능케 하고, 체험자들의 안전행동에 긍정적인 관계가 있다고 주장한 신유철(2020)의 연구와 안전업무에 대한 수행동기를 자극하기 위해 교육 전에 안전요원으로서의 역할과 중요성에 대한 교육내용을 먼저 시행하고 VR 교육을 실시하여야 한다고 주장한 박희정(2019)의 연구와 맥락을 같이 하고 있다.

셋째, 가설 3인 VR활용 안전체험 교육이 안전사고 예방에 미치는 영향 분석결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험이 안전의식에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 일탈적 체험 요인은 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 이는 교육적, 심미적, 오락적 요소가 더해질수록 안전교육의 사실감과 입체적 요소로 인해 사고 예방에 실질적인 도움이 됨을 입증해 주었다.

넷째, 가설 4인 안전의식이 안전행동에 미치는 영향 분석결과, 안전의식은 안전행동에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 제조업 안전관리체계가 안전의식과 안전행동에 미치는 영향 연구에 작업자의 안전의식이 안전행동에 긍정적인 영향을 미친다고 주장한 김수섭(2018)의 연구와 동일한 결과로 근로자의 안전의식은 사업장의 안전교육, 조직문화 등을 통해서 작업절차 및 규정준수, 안전행동을 강화하는 요인이 된다. 이러한 결과는 안전사고 발생 시 대응 활동에 능동적으로 대처해 나갈 수 있다는 것을 의미한다.

다섯째, 가설 5, 6인 안전의식 및 안전행동이 안전사고 예방에 미치는 영향 분석결과, 안전의식 및 안전행동은 안전사고 예방에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 안전의식이 높다는 것은 위험에 대처하는 방법을 이해하고 습득하기 쉽고 이를 기반으로 현장에서 지적확인 및 안전보건 활동에 적극적 참여와

안전행동은 산업재해를 크게 예방할 수 있다는 것을 시사한다.

여섯째, 가설 7인 VR 프레즌스이 VR활용 안전체험교육에 미치는 영향 분석 결과, VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 상호작용성은 교육적, 일탈적, 심미적, 오락적 체험 모두에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 현실감은 교육적, 일탈적, 심미적 체험에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치고, 오락적 체험에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

일곱째, 가설 8인 VR 프레즌스이 VR 콘텐츠 만족도에 미치는 영향 분석 결과, VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 VR 콘텐츠 만족도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 현실감 요인이 가장 낮은 영향을 주었다. 이는 VR 프레즌스는 현실감이나 몰입감을 통한 상호작용이 VR을 구성하는 영상의 화질이나 실감형 사운드 그리고 이용환경 등에 많은 영향을 미친다고 주장한 장현준, 김광호(2018)의 연구와 일치하는 결과로, VR 콘텐츠 만족도를 높이기 위해서는 콘텐츠 개발 시 실제 상황과 동일한 수준의 가상 환경이 먼저 구현되어야 한다고 반의적으로 해석할 수 있다.

여덟째, 가설 9인 VR 프레즌스이 교육만족도에 미치는 영향 분석 결과, VR 프레즌스의 하위요인인 몰입감, 현실감, 상호작용성은 교육만족도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 학습자의 수업목표 이해도와 학습내용이 학업목표 성취에 대해 긍정적인 답변을 보여, 가상현실 기법을 활용한 학습내용 탐구가 학습내용에 대한 학습자들의 이해도를 높일 수 있음을 주장한 김희수(2001)의 연구와 맥락을 같이 하고 있다.

아홉째, 가설 10인 VR 콘텐츠 만족도가 교육만족도에 미치는 영향 분석 결과, VR 콘텐츠 만족도는 교육만족도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 건설안전교육 효과성 증진을 위한 VR교육 콘텐츠 개발 방향성에 관한 연구 결과에서 안전사고에 대한 지각된 심각성과 VR의 선명도가 VR 안전교육의 유용성 및 사용용이성에 유의미한 영향을 미쳤으며 결과적으로 교육만족도 및 학습전이 의도에 영향을 미치는 것을 확인한 유준우, 박희준(2021)의 연구와 동일한 결과이다. 따라서 향후 개발되는 VR 안전교육 콘텐츠는 현장의 모습을 선명하게 담기 위한 기술적인 노력과 안전사고의 심각성을 강조할 수 있는 내용의 콘텐츠 개발이 필요할 것으로 보인다.

열째, 가설 11인 교육만족도가 현업적용의도에 미치는 영향 분석 결과, 교육만족도는 현업적용의도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 강사, 교육내용, 교육방법, 교육환경으로 구성된 교육만족도는 현업적용의도에 정(+)의 유의한 영향을 미치는 것을 확인한 강려은(2017)의 연구와 동일한 것으로 VR을 활용한 교육의 만족도가 높을수록 근로자의 잠재된 안전의식을 자극하여 안

전행동을 현장에 적용할 가능성이 높다는 것을 의미할 수 있다.

열하나째, 가설 12인. 교육만족도가 추천의도에 미치는 영향 분석 결과, 교육만족도는 추천의도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 교육 과정에 대해 만족해야 긍정적인 추천 의도가 나타나게 되며 교육 방법, 설비, 강사, 행정지원, 취업 지원 등에 대한 요인들을 만족하게 되면 추천 의도에 유의한 긍정적인 영향을 미친다고 주장한 강유임(2021)의 연구와 맥락을 같이 하고 있다.

열둘째, 가설 13인. VR활용 안전체험교육이 교육만족도에 미치는 영향 분석 결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험은 교육만족도에 대해 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 일탈적 체험 요인은 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

열셋째, 가설 14인. VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 영향 관계에서 안전의식의 매개효과를 검증한 결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험과 안전사고 예방 간의 관계에서 안전의식이 부분매개효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 사전 안전교육 효과가 높을수록 현장 및 사고 위험성을 줄일 수 있고, 안전에 대한 의식이 바뀌어 불안정한 행동과 산업재해의 감소 효과는 있을 것이며, 현장 작업 장소에 들어가기 전에 이와 유사한 환경의 VR 체험교육을 받는다면 실제 작업에서의 안전사고의 위험은 현저히 줄어 들 것으로 주장한 김기훈(2019)의 연구와 맥락을 같이 하고 있다.

열넷째, 가설 15인. VR활용 안전체험교육과 안전사고 예방 간의 영향 관계에서 안전행동의 매개효과를 검증한 결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험과 안전사고예방 간의 관계에서 안전행동이 부분매개 효과가 있는 것으로 나타났다.

열다섯째, 가설 16인. VR활용 안전체험교육과 안전행동 간의 영향 관계에서 안전의식의 매개효과를 검증한 결과, VR활용 안전체험교육의 하위요인인 교육적 체험, 심미적 체험, 오락적 체험과 안전행동 간의 관계에서 안전의식이 부분매개효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 항공안전교육 프로그램과 (비상안전/보안교육, 승무원자원관리, 기본안전교육, 장비안전교육)과 안전행동 간의 안전의식 매개효과 관계를 실증한 결과 항공안전교육 프로그램의 하위요인 중 비상안전/보안교육과 기본안전교육의 2개 요인만이 안전행동에 미치는 영향관계에서 안전의식이 부분매개효과가 나타난 서승혜(2016)의 연구와 맥락을 같이 하고 있다.

열여섯째, 가설 17인. VR 프레즌스과 교육만족도 간의 영향 관계에서 VR 콘텐츠 만족도의 매개효과를 검증한 결과, VR 프레즌스의 하위요인인 몰입도, 현실감, 상호작용성과 교육만족도 간의 관계에서 VR 콘텐츠 만족도가 부분매개효과가 있는

것으로 나타났다.

가설에 대한 회귀분석 결과 독립변수들은 종속변수, 매개변수에 전반적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것을 확인하였다. 특히 산업안전 분야에 처음 적용한 연구변인 체험경제이론의 VR활용 안전체험교육의 경우 표준화 계수 값을 비교해 보면 독립변수의 요인들 중에 교육적 체험과 심미적 체험은 다른 요인보다 월등히 높았으며, 일탈적 체험은 기각된 가설이 몇 개 있었다. 이와 같은 분석은 VR 콘텐츠 개발 시 활용 목적과 방향에 따라 다르며 기획, 가상환경의 구현 및 휴먼팩트 저감 기술 등 콘텐츠의 질에 따라 다를 것이다. 본 연구에서 이용된 콘텐츠는 산업현장 근로자들의 안전교육용으로 개발되었기 때문에 오락적 체험과 일탈적 체험이 상대적으로 낮은 것으로 사료된다. 만약, 게임, 엔터테인먼트 분야의 콘텐츠로 개발되었다면 표준화 계수 값이 다르게 분석되었을 것이다. 결국 VR 콘텐츠를 개발할 경우 사용 목적, 기획 방향, 가상환경 구현 기술, 인터랙션 등의 중요성을 인지해야 할 것이다.

## 2. 연구의 시사점

본 연구는 다수의 근로자가 동시에 체험할 수 있는 시스템과 산업 현장을 실사로 촬영한 동영상 기반 VR 콘텐츠를 활용하여 VR 안전체험교육을 통한 근로자의 안전의식 및 안전행동을 고취하여 산업 현장의 사고를 미연에 방지하는데 기여하고자 한다. 실증조사를 통해 검증된 연구결과를 바탕으로, 위에서 설정한 연구목적과 관련하여 다음과 같은 학문적, 실무적 시사점을 제시하고자 한다.

### 1) 학문적 시사점

본 연구의 학문적 시사점은 세 가지로 볼 수 있다.

첫째, 독립형 HMD와 CMS를 이용하여 다수 인원이 동시에 체험할 수 있는 시스템을 적용한 동영상 기반의 VR을 이용한 안전교육 관련 연구는 본 연구가 최초의 시도이다. <표 69>는 산업안전 분야에서 VR을 이용한 선행연구를 HMD 유형별로 구분한 것이다. 여기에서 독립형 HMD를 활용한 연구가 없음을 알 수 있다. 4차 산업혁명 원년이라 하는 2016년부터 새로 짝을 띄우기 시작한 VR은 2018년 이후 산업안전 분야의 교육과 융합되면서 본격적으로 관련 연구가 활성화 되었다. 기존 선행연구에서 다른 VR 디바이스는 스마트폰 연결형 HMD와 PC연결형 HMD를 이용하였다. 스마트폰 연결형 HMD의 사용은 용이하나 어지러움 및 사이버 멀미 등 휴먼팩터 문제점을 해결하지 못하고 활용 빈도가 줄어들고 있다. 반면 PC연결형 HMD는 점점 보급화 되는 분위기이나 1인 체험에 최적화 되어 있고, 대략 400만 원 이상의 고가의 주변장치들이 요구되어 사업장에서 VR교육을 적용하기에는 쉽지 않은 진입장벽을 가지고 있다. 이에 대기업, 공공기관의 안전체험장에 주로 설치되어 안전담당자 및 근로자에게 VR체험 기회를 제공하고 있다.



<표 69> 산업안전 분야 VR 선행연구의 HMD 유형 분류

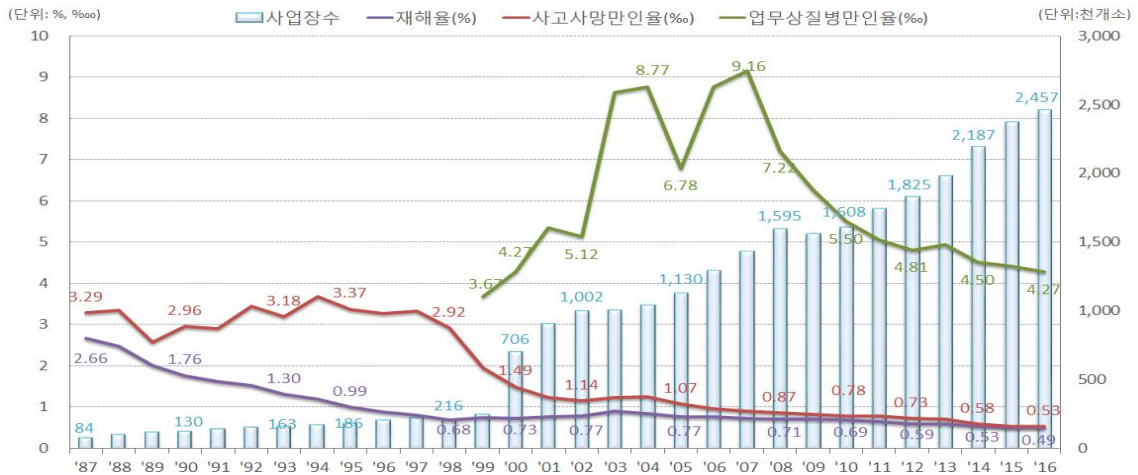
구분		교육 분야	산업안전 분야
PC 연결형		권중산(2018), 채수원(2020), 이홍석(2020), 신유철(2020), 최섭(2021)	박희정(2019), 최호길(2019), 김기훈(2019), 김문식(2020), 김성한(2020), 김영권(2021), Buttussi, F. & Chittaro, L. (2021)
스마트 폰 연결형	사진 기반	오명석(2021)	
	CG 기반	소요환(2016), 안희두, 서만호, 이순천, 정회경(2018)	김종민(2019)

(출처: 선행연구 토대로 연구자 정리)

VR교육의 효과는 많은 선행연구를 통해 쉽게 확인할 수 있으나 산업 현장의 안전교육장에서 활용 여부에 대해서는 의문점을 가지게 한다. 건설업 경우 공사비의 일정 비율로 안전관리비로 사용하지만, 중소기업의 나머지 업종에서는 현실성에 대한 의문이 남아 있다. 이에 공단에서는 VR 교육의 저변 확대를 위해 30만원 내외 비용의 독립형 HMD를 활용한 VR체험교육 시스템을 개발하는데 박차를 가하고 있다. 본 연구에서 학문적 시사점은 이를 적용하여 체험자 957명을 대상으로 실증 연구한 것이다.

둘째, 산업안전 분야의 VR안전체험교육에 처음으로 체험경제이론(experience economy theory)을 적용한 것이다. 체험은 일가 삶의 균형(Wolr-life-balance)의 준말인 워라벨을 중요시하는 시대적 흐름의 중요한 이슈이다. 4차 산업혁명 시대의 소비는 직접 겪어보고 느껴본 후 결정하는 체험 소비를 중시하고 있다. 이런 체험의 개념을 체계화된 것이 Pine and Gilmore의 체험경제이론이다. 이는 참여정도(적극적, 소극적)와 수용형태(흡수, 몰입)에 따라 오락적(Entertainment)·교육(Educationa)·일탈적(Escapist)·심미적(Esthetic) 체험의 4가지 요소(4Es)로 구성된다. 이 이론을 적용한 선행연구를 살펴보면 주로 관광, 문화, 쇼핑, 엔터테인먼트, 사회과학을 비롯한 다양한 분야로 확대해 가고 있으나, VR과 접목한 선행연구는 관광분야 3편 이내이다. 산업안전 분야의 VR체험교육의 융합은 전무할 정도로 본 연구에서 VR안전체험교육에 처음 시도한 연구가 될 것이다.

셋째, 연구모형의 다각화이다. 산업안전 분야의 연구는 <그림 39>와 같이 사업장 수가 급증하는 2010년 전후를 기점으로 활발했다가 게임, 엔터테인먼트, 국방, 방송 등의 분야에서 주로 성장한 VR이 산업안전 분야로 확장되는 2018년 이후 연구 수가 늘고 있다.



<그림 39> 산업재해 발생 추이 및 비교 (출처: 안전보건공단; 분석인, 2019)

산업안전 분야의 실증 선행연구를 살펴보면 연구변수가 산업재해 또는 안전사고 예방, 안전의식, 안전행동, 안전분위기, 안전문화, 리더쉽, 안전보건교육, 교육만족도, 안전보건체계(안전·보건관리자, 관리감독자 등), 위험성평가 등에 한정되어 있다. VR 안전체험교육과 관련된 선행연구들의 연구변수도 한정된 듯하다. 심리학에서 사용된 의도(Intention)는 현업적용·지속의도·재사용·추천의도 등 사회 전 분야에 적용되고 있는 연구변수이나 산업안전 관련된 연구에서는 낮은 변수이다. 본 연구는 VR 안전체험교육의 만족도와 관련된 실증 연구모형에 새로운 변수로 의도와 VR 콘텐츠 만족도를 처음 시도한 사례가 될 것이다.

## 2) 실무적 시사점

산업재해 예방 및 안전보건교육과 관련된 선행연구의 결과를 종합해 보면, 산업재해를 예방하기 위한 활동으로 생산시설의 위험요인 관리, 재해예방 시스템 구축과 인적요인 관리 측면으로 구분할 수 있다. 이와 같은 재해 예방활동 중 재해발생율과 재해손실 비용을 최소화 할 수 있는 것이 인적요인 관리이며, 핵심 전략이 바로 안전보건교육이다. 이는 조직 구성원들의 안전의식을 고취하여 안전행동으로 전이시키고, 나아가 조직의 안전 분위기를 형성하여 안전문화를 이룰 수 있다. 이와 같은 시스템 구축 및 인적관리의 핵심 key는 바로 안전보건교육이라 할 수 있다.

본 연구는 VR을 활용한 안전체험교육이 안전사고 예방과 안전교육 만족에 미치는 영향 관계를 실증하였다. 분석 결과 VR교육이 산업재해예방에 미치는 영향은 선행연구 및 1980년대에 정립된 산업재해 관련 이론들과 상통된 내용이다. VR 안전체험교육은 안전행동, 안전의식 및 안전사고 예방에 유의한 정(+)의 영향을 미치고, 안전의식은 안전행동에 유의한 정(+)의 영향을 주며, 안전의식과 안전행동은 안전사고 예방에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 추가 확인된 것은 VR 안전체험교육과 안전사고예방 간의 영향 관계에서 안전행동이 부분매개 효과가 있으며 VR 안전체험교육과 안전행동 간의 영향 관계에서 안전의식이 부

분매개 효과가 있는 것을 확인하였다. VR 안전체험교육이 교육만족도에 미치는 영향 관계에서는 산업안전 분야에 처음 시도된 'VR 콘텐츠 만족도와 의도' 연구변수는 모두 교육만족도와 현업적용의도 및 추천의도에 유의한 정(+)의 영향을 주는 것을 나타냈다.

이와 같은 실증 결과는 독립형 HMD와 CMS를 이용해 여러 명이 동시에 VR 안전체험교육 시스템이 교육 만족도와 안전사고 예방에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 1인 최적화 및 고가의 PC 연결형 VR을 대체할 수 있는 교육 시스템으로 정착하게 된다면 산업 현장에서 좀 더 쉽게 VR체험이 가능할 것이며, 체험 중심의 안전보건교육의 패러다임 변화를 가져올 수 있을 것이다. 또한 안전보건교육은 형식적인 교육에서 벗어나 실질적인 현장 작동성을 발휘할 수 있을 것이고 이를 통해 조직 구성원들의 안전의식을 고취하여 급박하거나 위험상황에서 안전행동을 유발해 산업재해 및 안전사고를 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

## 제2절 연구의 한계점 및 향후 연구 방향

### 1. 연구의 한계점

본 연구는 연구대상을 공단의 찾아가는 VR서비스를 통해 체험한 안전관계자 및 근로자를 표본으로 한정하였다. 공단의 서비스를 희망한 사업장은 사업주 또는 안전관계자가 산업 안전 분야의 경험이 풍부하고 소속된 조직의 체계가 일정 이상 수준이 있는 곳으로 판단된다. 이는 의무적으로 시행되고 있는 산업안전보건교육이 어느 정도 시행되고 있는 상태에서 교육효과를 높이는 등 기존 방법에서 탈피한 새로운 방법을 시도하기 위해 VR교육에 관심을 가졌을 것으로 추측된다. 그러나 공사 규모의 일정 비용을 안전 활동비로 사용해야 하는 건설업의 참여 비중이 60% 이상으로 차지하고 제조업이 10% 미만인 점을 고려하면 본 연구의 결과를 전체 산업 안전 분야의 결과로 일반화하기에는 무리가 따른다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 대상을 선정한 조사가 필요하다고 생각한다.

많은 선행연구를 통해 기존 강의식 교육방식 보다 VR을 활용한 교육방식이 교육 효과, 교육만족도, 학업 성취, 안전사고 예방 등 다양한 측면에서 더 효율적인 방식이라는 것은 쉽게 확인할 수 있다. 본 연구에서 활용된 다수 동시 VR안전체험교육은 실증연구에서 처음 시도된 것이기 때문에 기존부터 활용되고 있는 스마트폰 연결형 HMD, PC 연결형 HMD, 독립형 HMD를 모두 체험하지 않은 조직의 구성원 입장에서는 비교 기준이 없는 상태로 연구가 진행되어 어느 정도 한계가 있었다. 따라서 향후에는 산업안전 분야의 VR교육 관련 선행연구에서 주로 사용된 PC 연결형 HMD와 스마트폰 연결형 HMD 등 다양한 방식의 VR체험을 통해 비교 분석에 의한 실증 연구가 필요하다고 생각한다.

## 2. 향후 연구 방향

정보통신기획평가원(2019)의 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서에 따르면 VR 기술과 같은 디지털 콘텐츠 논문 경쟁력은 미국(100), 유럽(96.0), 중국(88.1), 한국(87.7), 일본(86.4) 순으로 평가 되었으나, <그림 40>과 같이 4차 산업혁명의 원년인 2016년 이후 지속 성장하여 미국·유럽과 중국·한국의 논문경쟁력 차이가 감소하는 추세를 보였다.



<그림 40> 디지털 콘텐츠 논문 경쟁력 및 추이 (출처: 정보통신기획평가원)

원점수를 편차 보정한 100분위 표준지수 기준으로 우리나라 논문 경쟁력을 항목별로 살펴보면 <표 70>과 같이 콘텐츠 생성과 콘텐츠 가시화 부분은 상대적으로 높으나, 콘텐츠 인터랙션 부분과 콘텐츠 플랫폼 부분은 상대적으로 낮은 수준으로 분석되었다. 이와 같은 논문 경쟁력의 평가는 VR의 하드웨어 및 소프트웨어 기술 시장의 규모와 상통함을 알 수 있다.

< 표 70> 디지털 콘텐츠 항목별 논문 경쟁력

구분	기술	한국	미국	일본	중국	유럽
편차보정 100분위 표준지수	콘텐츠 생성	88.2	100	86.0	89.6	96.9
	콘텐츠 가시화	89.7	100	87.8	87.5	98.2
	콘텐츠 인터랙션	85.0	100	87.1	88.3	93.2
	콘텐츠 플랫폼	85.4	100	85.6	88.1	90.3
	디지털 콘텐츠 종합	87.7	100	86.4	88.1	96.0

(출처: 정보통신기획평가원)

산업안전 분야에서 VR을 활용하여 안전체험교육과 관련된 선행연구들은 <표 70>의 콘텐츠 생성에 해당 될 것으로 사료되며, 국내·외 선행연구의 연구 유형과 적용한 체험 시스템을 살펴보면 전통적인 교육과 VR 체험교육을 적용한 그룹 간을 비교·분석 유형, VR 체험교육 전과 후의 비교·분석 유형 또는 VR 체험 후 실증 분석 유형 등이 있었다. 또한 연구에 적용된 HMD 유형과 VR 콘텐츠 운영 시스템은 조작 컨트롤러 & PC 연결형 HMD, 시뮬레이터 & PC 연결형 HMD, 스마트폰

연결형 HMD가 사용되었다.

따라서, 본 연구에서 활용된 독립형 HMD와 CMS를 통해 다수의 교육생이 동시에 체험할 수 있는 다수 동시 체험 시스템을 적용했다는 점에서 본 연구의 의의가 있을 것이며, 향후 본 연구 결과를 응용하여 다수 동시 체험 시스템과 기존 시스템의 VR 안전체험교육을 비교 체험한 대상으로 연구를 진행하여 VR 효과 등 다양한 연구변수에 대한 실증 연구가 지속되어야 할 것이다. 또한 동일 시스템으로 연구 표본을 다양한 업종으로 확대하고 업종별, 규모별, 재해현황 비교 연구가 필요하며 본 연구에서 처음으로 시도된 연구 변수뿐만 아니라 다른 분야에서 적용된 다양한 연구변수 적용으로 연구들이 지속적으로 이루어진다면 VR 콘텐츠 개발 방향과 산업재해 예방 대책 수립 등 산업 현장의 안전 확보에 기여할 것으로 기대된다.

## 참고문헌

### 국내문헌

김규형. (2016). 항공사 안전관리시스템이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향. 경기대학교 일반대학원, 박사학위 논문.

강대열. (2005). 체험적 안전교육이 중학생의 안전행동과 기본생활습관에 미치는 효과. 국내석사학위논문 전남대학교 .

강려은. (2017). IT교육서비스품질이 교육만족도, 현업적용의도 및 추천의도에 미치는 영향에 관한 연구. 국내석사학위논문 경희대학교 경영대학원.

강유임. (2021). 직업훈련기관의 교육환경특성이 교육훈련 만족도와 추천의도에 미치는 영향. 국내박사학위논문 공주대학교 일반대학원.

강준모, 이은민. (2020). 포스트 코로나 시대의 핵심기술: VR/AR 산업과 규제 이슈, KISDI Premium Report, 20(8), 13-25.

계보경. (2007). 증강현실 기반 학습에서 매체특성, 현존감, 학습몰입, 학습효과의 관계규명. 박사학위 논문. 이화여자대학교 대학원.

계보경 · 김영수. (2008). 증강현실 기반 학습에서 매체특성, 현존감, 학습몰입, 학습효과의 관계 규명. 교육공학연구, 24(4), pp.193-224.

권동현. (2020). VR 3D 애니메이션의 특성 및 편집 연출 고찰 - 구글 스포트라이트 스토리즈 작품을 중심으로 -. 만화애니메이션 연구, (), 131-171.

권영국, 박계형, 김찬오. (2010). 안전사고 분류체계에 관한 연구. 대한인간공학회 학술대회논문집, 2010(5), 152-155.

권종산. (2018). HMD기반 몰입형 VR 학습에서 방해요인, 프레즌스, 몰입, 학습효과 사이의 관계에 관한 연구. 멀티미디어학회논문지, 21(8), 1002-1020.

권혜미. (2015). 유튜브 모든 동영상, 가상현실로 본다. BLOTTER. 2015. 11. 16. <https://www.bloter.net/newsView/blt201511060003>

고용노동부. (2020). 안전보건 VR 교육 확산, 공공기관이 앞장선다.

<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156402585>

고용노동부. (2021). 2020년 산업재해 통계.  
[http://www.moel.go.kr/news/press release.](http://www.moel.go.kr/news/press_release)

고용노동부. (2021). 안전보건교육 규정.  
[http://www.moel.go.kr/info/lawinfo/instruction/view.do.](http://www.moel.go.kr/info/lawinfo/instruction/view.do)

김광재, 은혜정. (2013). 라디오 이용자의 만족도 형성에 관한 연구. 방송통신연구, 41-73.

김기식, 박영석. (2002). 안전 분위기가 안전 행동 및 사고에 미치는 효과. 한국심리학회지 : 산업 및 조직, 15(1), 19-39.

김기훈. (2019). 현장 안전교육효과 증대를 위한 VR 교육방법 도입에 관한 고찰. 국내석사학위논문 경희대학교 테크노경영대학원.

김대건, 박태현, 박주영, 박수진, 이동운. (2018). 건설현장 안전사고 예방을 위한 4차산업혁명 IT융합기술기반 가상현실 시뮬레이션 개발. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 18(1), 173-174.

김도윤, 박현근, 김상연, 이재협. (2008). 타일드 디스플레이 기술을 이용한 가상현실 기반 기술 교육 시스템 개발. 대한전기학회 학술대회 논문집, (), 1859-1860.

김문식, 강희동, 이진옥, 노병국, 박종원, 백진호, 최두한. (2020). 철도건설 안전교육에서의 VR(가상현실) 기술 적용 만족도에 관한 연구. 한국철도학회 학술발표대회논문집, (), 72-73.

김미진, 이승희. (2009). 유아교육기관의 교육서비스 질이 학부모만족 및 타인추천의도에 미치는 영향 연구. 교육행정학연구, 27(1), 25-50.

김민영. (2002). 노인의 인지기능 훈련을 위한 가상현실 프로그램의 효과. 박사학위논문, 연세대학교.

김보경. (2019). 직업훈련기관의 훈련생 만족도 및 추천의도에 영향을 미치는 구조적요인. 국내석사학위논문 한성대학교 대학원.

김서운, 박영아. (2019). 증강현실 체험요소가 감정반응과 방문의도에 미치는 영향:

프레즌스 조절효과를 중심으로. 인터넷전자상거래연구, 19(6), 1-17.

김성진, 김세화, 이병국. (2010). 체험형 전시공간에서 프레즌스의 경험 증대를 위한 인터랙티브 디자인 연구. HCI 2010 학술대회 발표 논문집, 550-556.

김성한, 임춘성. (2020). VR활용 건설안전교육의 학습전이 의도 영향요인 분석 :과업기술적합성 이론을 중심으로. 글로벌경영학회지, 17(3), 300-318.

김소선, 이은숙. (1999). 노인들의 안전사고 발생실태 조사연구. 간호학탐구, 8(2), 202-224.

김연수. (2012). 신입순경 교육훈련의 인식변화에 관한 연구. 한국경찰연구, 11(4), 57-92.

김영권. (2021). VR/AR을 활용한 기초안전보건교육이 불안정한 행동에 미치는 영향에 관한 연구. 국내박사학위논문 경기대학교 대학원.

김영진. (2018). VR HMD 영상 몰입감의 광학적 고찰. 국내석사학위논문 중앙대학교 대학원.

김영택. (2019). 문화관광체험이 고객자산과 재방문의도에 미치는 영향에 관한 연구 : 하동지역을 중심으로. 순천대학교 대학원 박사학위논문.

김우현. (2020). KAIST, 물체 휘는 느낌 전달하는 VR 컨트롤러 개발. 동아사이언스, 2020.11.18., <https://www.dongascience.com/news.php?idx=41641>.

김익재. (2016). 가상현실 기술 동향, 방송과 미디어. Vol. 21, no. 2, p51-59.

김정훈. (2016). 가상현실 공간을 통한 건축 시각화 구현에 관한 연구. 국내석사학위논문 순천향대학교.

김정희, 박동진. (2012). 대학 교육서비스가 학생만족과 충성도에 미치는 영향 - A 국립대학 사례를 중심으로 -. 소비자정책교육연구, 8(3), 47-68.

김종민. (2019). 가상증강현실을 활용한 건설 안전교육이 사고예방에 미치는 영향에 관한 실증적 연구. 국내박사학위논문 명지대학교 대학원.

김종수. (2012). 교육서비스 마케팅믹스가 소비자만족 및 긍정적 행동의도에 미치는 영향: 프렌차이즈 학원과 전문 학원의 비교. 홍익대학교대학원, 석사학위논문.



김지선. (2014). CCTV 관련 연구 분석을 통한 통합관제센터 운영 개선방안. 한국행정학회보, 23(2). 6-95.

김지형. (2016). 3D 홀로그램 콘서트의 체험요소와 기술이 체험즐거움, 행동의도에 미치는 영향. 국내석사학위논문 한양대학교 대학원

김진경. (2016). 태권도 지도자의 안전의식에 따른 안전사고 예방활동에 관한 연구. 국내석사학위논문 용인대학교 체육과학대학원.

김철현. (2020). 전망상자 기법을 이용해 일체형 360 카메라 영상에 6DoF 유사경험 방법 제안. 디지털콘텐츠학회논문지, Vol. 21, No. 10, pp. 1885-1893.

김충한, 김문식, 서덕영, 나봉길, 최원용. (2020). VR(가상현실) 기술을 이용한 건설현장 안전사고 예방 교육효과 연구. 한국품질경영학회 추계학술발표논문집, 20(0), 86-86.

김현영, 허미진, 신인재. (2019). 산업안전보건교육 기관의 운영에 따른 교육 만족도 조사결과 사례 보고. 한국산업보건학회지, 29(4), 603-609.

김효정. (2020). 가상현실 체험에 기초한 디자인 수업이 중학생의 창의역량에 미치는 영향. 한국디자인학회, Vol. 33, no. 3, 177-189.

나상균. (2016). 소상공인의 창업 교육서비스 품질, 교육만족도, 신뢰성 및 추천의도의 구조적 인과관계에 관한 연구. 경영교육연구, 31(5), 123-143.

나운서, 김홍범. (2011). 델파이 기법을 활용한 항공사 객실승무원의 교육 훈련프로그램개발을 위한 연구. 관광학연구, 35(9), 465-488.

나은영, 나은경. (2015). 미디어 공간 인식과 프레즌스; 심리적 공간 이동의 단계 모델. 한국언론학회, 59(6), 507-534.

남현숙. (2021). 2020년 국외 디지털콘텐츠 시장조사 및 동향 심층분석. SPRI Reserch report, RE-107, 257-265.

노미정, 문형남. (2007). 가치혁신 전략을 적용한 디지털콘텐츠 평가에 관한 연구. 한국지능정보시스템학회 2007년 춘계학술대회 논문집, pp.229-238.

문대영. (2014). 초등학교 실과의 발명교육 내용요소 도출: 발명교육 내용표준을 중심으로. 한국실과교육학회지, 27(1), 219-233.

문석인, 장길상. (2021). 안전보건교육의 실효성 제고 방안에 관한 연구: VR·AR 기반 체험교육 중심으로. 대한안전경영과학회지, 23.3, 35-45.

민경록. (2020). 셀프리더십이 안전의식과 안전문화에 미치는 영향에 관한 연구. 국내석사학위논문 울산대학교 경영대학원.

민경석. (2021). 스마트 기술을 활용한 건설현장 안전사고 방지에 대한 연구. 안전문화연구, (11), 97-114.

민슬기, 김성훈. (2018). VR컨텐츠 활성화 전략으로서 프레즌스에 관한 연구 - Safeline 사례를 중심으로. 커뮤니케이션 디자인학연구, 62, 60.

문장원, 강효진. (2020). 가상·증강현실(XR)을 활용한 교육·훈련분야 용도 분석. NIPA 이슈리포트, 20(19), 3-22.

박계형. (2010). 안전문화에 영향을 미치는 요인들에 관한 연구:산업체 종사자를 중심으로. 2010a, 2011b.

박명숙. (2015). 대학 음악 교양교육에서 학습동기가 학습몰입, 교육만족도 및 학습지속의도에 미치는 영향 연구. 음악교육공학, 23호, pp.1-16.

박윤희, 장주희. (2019). 안전보건교육사업 성과평가 지표 개발을 위한 델파이 연구. HRD연구(구 인력개발연구), 21(3), 113-132.

박정란. (2014). 미용관련 직업훈련 교육프로그램의 만족도가 추천의도에 미치는 영향: 광주시 지역을 중심으로. 남부대학교 대학원, 석사학위논문.

박종현, 정지범. (2020). 실감콘텐츠 D.N.A 활용 동향과 시사점-소비/수요/자금 중심으로-. IITP ICT spot issue, 20(16), 3-23.

박준환, 박경진. (2019). 여성 게이머를 위한 가상현실 복합사용성 연구 - HMD 착용감 개선을 중심으로 -. 한국과학예술융합학회, 37(3), 147-158.

박지수, 길준민, (2020). 4차 산업혁명 시대의 에듀테크. 정보처리학회논문지, 9(11), 329-331.

박창목. (2015). 소셜TV 이용동기와 상호작용에 관한 연구 : 이용자 만족을 통한 지속이용 의도에 미치는 영향을 중심으로. 서울과학기술대학교 IT정책대학원, 박사 논문.

박창연, 신창열 (2019). 체험경제이론에 따른 축제체험, 브랜드가치 및 행동의도 간 구조관계 연구:한탄강 얼음트레킹 축제를 중심으로. 『관광레저연구』, 31(6), 207-224.

박희정. (2019). 항공사 안전VR교육의 효과성에 대한 연구 - 안전VR교육과 감정몰입, 안전행동 간의 관계를 중심으로. 관광학연구, 43(7), 31-47.

방송통신위원회. (2020). 2019년 지능정보사회 이용자 패널조사 결과 발표. 2020. 5. 28.

방유빈. (2012). 조직 동일시와 안전행동의 관계: 안전풍토의 조절 효과. 충남대학교 대학원 석사학위 논문.

배수진, 권오병. (2018). 실재감, 공간능력, 및 심미감이 증강현실과 가상현실의 지속사용의도에 미치는 영향 비교 연구. 경영교육연구, 33(4), 355-386.

배영권, 박관우, 문교식, 유인환, 김우열, 이효녕, & 신승기. (2018). 가상현실장비(VR)를 활용한 융합인재교육 프로그램 개발 및 만족도와 학습자의 태도 분석. 정보교육학회논문지, 22(5), 593-603.

백란이. (2021). 항공서비스학과 교육에서의 VR 현존감과 상호작용이 교육만족도에 미치는 영향. 국내박사학위논문 세종대학교 대학원.

범원택, 김자영, 김남주. (2019). VR·AR을 활용한 실감형 교육 콘텐츠 정책동향 및 사례 분석. NIPA 이슈리포트, 19(15), 2-19.

변경화. (1985). Edgar Dale의 시청각교육 이론에 관한 연구-경험의 원추를 중심으로. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문, pp. 80.

서금석. (2004). 안전분위기와 안전성과의 관계에 대한 연구, 상지대학교 대학원 경영학과 석사학위논문.

서승혜. (2016). 객실승무원 항공안전교육 프로그램이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향. 국내석사학위논문 세종대학교 관광대학원.

서재호. (2016). 지도작성을 통한 도시안전 확보에 대한 연구. 한국 지방 정부학회, 학술 대외 논문집.

설종원. (2016). VR용 3D시뮬레이션게임 파일럿 프로그램의 몰입을 통한 만족도

평가. 디지털디자인학연구, 16(4), 144-154.

설종원. (2018). 유전자 알고리즘을 응용한 VR 게임 평가모형에 관한 연구. 국내 박사학위논문 한양대학교 대학원.

성소민, 이민구. (2017). 가상현실과 증강현실 교육 콘텐츠의 개발 현황과 효과. 한국디자인학회 학술발표대회 논문집, (), 208-209.

서울특별시. (2019). 서울특별시 안전사고 조사 및 재발방지에 관한 조례.

성윤희, 정기효. (2019). 4차 산업혁명을 위한 ICT 기술의 산업안전보건 적용 사례 분석. 대한안전경영과학회지, 21(4), 17-23.

서혜승. (2019). 안전교육 프로그램이 안전의식과 안전행동에 미치는 영향 - 농어촌체험지도사 교육참가자를 중심으로 -. 국내박사학위논문 명지대학교 대학원.

서희전. (2008). 증강현실 기반 학습환경에서 학습자의 현존감, 학습몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도의 관계. 교육정보미디어연구, 14(3), 164.

소요환. (2016). 몰입형 기어 VR 기반 가상현실 학습의 매체적 특성과 교육적 효과와의 관계. 커뮤니케이션 디자인학연구, 54, 226.

소프트웨어정책연구소. (2020). 2019년 소프트웨어산업 연간보고서. 126-131.

손민정. (2021). Bett Show 2021을 통해 본 글로벌 교육 트렌드와 SW의 역할. 소프트웨어정책연구소 월간 중심사회, Vol 80(2), 4-13.

손용승. (2002). 항공기정비과오의 유발요인에 관한 연구. 상지대학교 경영대학원 경영학과 석사학위논문.

손정욱. (2014). 가상현실기술을 이용한 학습자중심의 건설안전 교육방법 개발. 한국건축시공학회지, Vol.14, 35.

송민정. (2002). 양방향 서비스의 주요 특징인 상호작용성의 개념화. 한국언론학보, 46(3), 116-152.

시사상식사전(에듀테크).

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3432659&cid=43667&categoryId=43667>

신유성. (2018). VR 영상콘텐츠 기획 및 스토리텔링에 관한 연구. 창의정보문화연구, 4(1), 25-33.

신유철. (2020). 가상현실 스포츠 안전교육이 초등학생의 안전의식 및 안전행동에 미치는 영향. 국내석사학위논문 한국체육대학교 대학원.

신은하. (2018). 소프트 확장과 슈가링 확장 후 만족도, 재이용의도, 추천의도 비교. 국내석사학위논문 숙명여자대학교 문화예술대학원.

신호영, 김기수. (2010). 인터넷 포털 사이트 서비스의 지속적 이용 의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 정보시스템연구, 제19권 제3호, pp.35-58.

심규철, 류수정, 김현섭, 김희수, 박영철. (2003). 가상현실 기법의 활용이 지식 성취도 향상에 미치는 효과-논의 구조와 기능 내용을 중심으로. 한국과학교육학회지 23(1), pp.47-65.

안관영. (2006). 안전분위기의 구성요소 및 안전사고 수준과의 관계. 경영교육연구, 44(1), 201-223.

안경민, 서아리아. (2019). 가상·증강현실 에듀테크 콘텐츠 개발의 우선순위 도출 : AHP 기법 활용. E-비즈니스연구, 20(7), 233-260.

안전문화연구소. (2015). <http://behaviorsafety.co.kr>

안전보건공단. (2019). 사업장의 안전의식 수준 지금 확인하세요. 월간 안전보건, <https://blog.naver.com/koshablog/221539086855> (2019.5.17.)

안전보건공단. (2021). 안전보건토틸. 민간안전체험교육장 <https://www.koshats.or.kr:8443/support/assist/safeexprn?searchText=&page=1>

안희두, 서만호, 이순천, 정희경. (2018). VR 교육 콘텐츠의 실재감과 상호작용 효과 연구. 한국HCI학회 학술대회, (), 903-906.

안현용.(2020).성인학습자의 대학평생교육 운영요인 만족도와 대학평생교육 만족도, 추천의도 간 관계 연구.한국콘텐츠학회논문지,20(7),438-450.

양아름. (2021). 직장근로자의 직업훈련 교육만족도와 현업적용도의 관계. 국내석사학위논문 전북대학교 교육대학원.

양아영, 이재규. (2017). 가상 전시공간에서의 HMD를 활용한 체험 특성 연구. 한국공간디자인학회 논문집, 12(5), 275-287.

양아영. (2018). 가상현실 전시의 HMD 활용에 관한 연구. 국내석사학위논문 홍익대학교 대학원.

양용연, 김기홍. (2013). 개인 착용형 디스플레이 기술. 전자통신동향분석, Vol. 28, no. 5, 133-144.

양용연. (2015). 몰입형 HMD를 중심으로 채부흥기를 맞이 하는 가상현실 최신 기술 동향 및 전망. 정보통신기술진흥센터, Vol. 1711, no. 9, p.1-12.

양용연, 김기홍. (2016). VR/AR 착용형 디스플레이 기술동향. ETRI 전자통신동향분석, 31(4), 13-22.

염지운, 최광순. (2019). AR/VR HMD에서의 입체 표현 기술 최근 연구 동향. 한국통신학회지(정보와통신), 36(10), 3-9.

오경선, 안성진. (2016). 소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅사고 교육내용 설계 기본 연구. 컴퓨터교육학회 논문지, 19(2), 11-20.

오명석. (2021). 직업계 고등학교의 직업안전교육시 산업계 VR콘텐츠 적용 인식도 : 건설계열 중심으로. 국내석사학위논문 충남대학교 교육대학원.

오수언, 허철무. (2015). 건설업체의 정성적 정량적 안전경영활동과 근로자의 안전 의식이 안전행동에 미치는 영향에 관한 연구: 조직 신뢰의 매개 효과를 중심으로. 벤처창업 연구, 10, 203-213.

우상천. (2014). 공군 조종사의 안전동기 결정요인 및 안전행동과의 관계. 상지대학교 일반대학원 박사학위논문.

윤소희. (2020). 기술기반 셀프서비스(TBSS)특성이 소비자태도와 사용의도에 미치는 영향. 국내석사학위논문 한양대학교.

유준우, 박희준. (2021). 건설안전교육 효과성 증진을 위한 VR교육 콘텐츠 개발 방향성에 관한 연구. 한국품질경영학회 춘계학술발표논문집, 2021(0), 23-23.

유지한. (2021). 포스텍, 신입생 전원 가상현실서 수업. 조선일보.

윤혜정, 맹운호, 이중정. (2017). HMD VR 기기에 대한 사용자 평가에 관한 연구. 한국지능정보시스템학회 학술대회논문집, (), 19-20.

윤호동. (2017). 서울시철도 근로자의 직무 스트레스와 안전의식 및 행동에 관한 연구. 경희대학교 공공대학원 석사학위 논문.

이경용. (2003). 조직문화와 헌신도에 관한 연구: 안전분야 종사자를 중심으로. 사회발전연구, Vol. -No 9.

이경재. (2014). 조직의 안전풍토에 대한 종업원의 인식과 개인의 안전의식이 직무 만족·조직몰입에 미치는 영향 연구: 조직 신뢰를 매개로. 순천향대학교 일반대학원, 박사학위 논문.

이기호, 배성한. (2013). 증강현실의 공간적 개념에 관한 연구. 예술과 미디어, 12(4), 213-232.

이길행·김기홍·박찬준·이현주 외 5명, 「가상현실 증강현실의 미래, 콘텐츠하다」, 2018.

이덕우. (2021). 교육 분야에서의 가상·증강현실 적용 동향. IITP 주간기술동향, Vol 2000, 2-9.

이석준. (2000), 기업교육훈련 성과에 영향을 미치는 학습의 전이환경에 관한 연구. 성균관대학교 박사학위논문.

이수경, 박창복, 윤여송 (2015). 조직의 안전행동에 따른 연구원의 안전의식 수준 및 안전문화 향상 정도에 관한 연구. 한국안전학회지, 30(3), 123-134.

임승희. (2009). 몰입(flow)이론을 적용한 주관적 경험 측정. 국내박사학위논문 성균관대학교.

이영우. (2020). 관람형 VR콘텐츠의 프레즌스에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 조형미디어학, 23(1), 108-116.

이은민. (2020). VR/AR 시장 전망 및 사업자 동향. 정보통신정책연구, Vol 32(1), 7-18.

이은옥. (2019). VR/AR 확산 가속화를 위한 주요국의 전략. IITP ICT spot issue, 19(12), 3-23.

이은현. (2021). 측정도구의 심리계량적 속성 1: 내용타당도. 여성건강간호학회지, 27(1), 10-13.

이재성, 김주연. (2019). VR과 AR 기술 콘텐츠 사례에 나타난 몰입감과 현실감의 특성에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집, 28(3), 13-24.

이종은. (2013). 화학 공장의 안전문화 향상을 위한 실증적 연구. 명지대학교 대학원, 박사학위 논문.

이준상, 박준홍. (2019). 플로우(flow)의 요인이 VR 영상콘텐츠와 HMD의 지속이 용에 미치는 영향 연구. 한국정보통신학회논문지, 23(7), 793-800.

이지혜. (2019). 가상현실 기반교육 활성화 방안에 관한 연구. 한국디자인문화학회 지, 25(1), 357-366.

이항아, 김이태. (2018). 스마트관광 가상현실체험요소가 관광만족 및 행동의도에 미치는 영향. 한국관광레저학회 학술발표대회, (), 105-118.

이항아. (2020). 현존감에 따른 가상현실 관광콘텐츠 체험요소가 체험만족 및 행동 의도에 미치는 영향. 국내석사학위논문 부산대학교 대학원.

이희택. (2010). 생활안전의식과 안전지각이 안전생활 실천행위에 미치는 영향. 국 내박사학위논문 대구한의대학교.

장공화, 하권철. (2016). 산업안전보건교육이 산업재해발생에 미치는 영향에 관한 연구. 한국산업보건학회지, 26(1), 90-98.

장형준. (2018). VR 특성이 이용자 만족과 지속이용의도에 미치는 영향에 관한 연 구. 국내박사학위논문 서울과학기술대학교.

장형준, 김광호. (2018). VR 특성이 이용자 만족과 지속이용의도에 미치는 영향에 관한 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 18(5), 420-431.

장홍범. (2010). 체험요소(4Es)에 의한 체험공간연출방법에 관한 연구. 국내석사 학위논문 국민대학교 대학원.

전태유. (2015). 스마트폰 기반 증강현실 특성이 프레즌스, 플로우 및 관계지속행 동에 미치는 영향, 유통과학연구, Vol.13, 47.



정기수. (2011). 교육서비스 품질과 학습동기에 따른 성인학습자의 학습만족도 결정요인 분석. 평생교육·HRD연구, 7(2), 1-22.

정민희, 장양래. (2000). 박람회 여행상품속만족에 의한재 구매와 추천 관계에 관한 연구. 관광학연구, 24(2), pp.235-253.

정보통신기획평가원. (2019). 2019 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서, 239-243.

정새해, 김지연, 김형신. (2019). 헤드 마운티드 디스플레이(HMD) 기반 가상현실 디자인 사례 연구: 시지각 특성에 따른 사용자 경험을 중심으로. 기초조형학연구, 20(3), 333-345.

정현주, 오현오. (2019). VR/AR 오디오 기술 및 표준화 동향. IITP Weekly ICT Trends, Vol 1884, 19(2), 2-15.

제현지. (2019). 가상정원에서 상호작용적 경험의 치유효과. 국내석사학위논문 서울대학교 대학원.

조재환. (2009). 건설업 종사자들의 안전의식 및 안전교육과 산업재해의 인과효과에 대한 연구. 국내박사학위논문 동국대학교 대학원.

조학제. (2017). 제조업의 안전 분위기와 근로자의 안전행동 분석을 통한 안전사고 예방에 관한 연구. 국내석사학위논문 동국대학교.

진선화. (2021). 안전의식·집단주의가 재난 안전교육과 안전행동에 미치는 영향 연구. 국내박사학위논문 한세대학교 소속대학원.

청와대. (2019). 마음껏 상상하고 도전하라 콘텐츠 산업 3대 혁신전략 발표회. <http://www1.president.go.kr/articles/7193>, 20190917 대통령의 말,

최상복. (2004). 2004 산업안전 대사전.

최서연, 조기홍, 박현아. (2020). 정기안전보건교육의 적정성 및 적용범위에 관한 연구. Oshri, 96-104.

최수일, 김홍. (2006). 건설현장의 안전 분위기와 작업자 안전행동에 관한 실증적 연구. 한국안전학회지, 21(5), 60-71.

최호길, 박종용. (2019). 4차 산업혁명 시대의 VR체험안전교육 발전방안에 대한 연구. 한국재난정보학회 학술발표대회, (), 71-72.

최호길. (2020). 4차 산업혁명 시대의 건설현장 VR체험안전교육에 대한 연구. 재난안전논문집, 2020(1): 12-18.

한경의. (2021). 웹 기반 가상현실 공간에서 현대미술전시에 대한 긍정적 구전의도 형성 경로 연구. 국내석사학위논문 중앙대학교 대학원.

한국과학기술기획평가원. (2017). 가상·증강현실이 만드는 미래(2016년 기술영향 평가 결과보고). 나모기획, p12.

한국과학기술기획평가원. (2017). 가상·증강현실이 만드는 미래(2016년 기술영향 평가 결과보고). 나모기획, 78.

한국산업기술진흥원. (2019). AR·VR 산업분석 및 산업기술인력 조사 보고서. p31-34.

한국지능정보사회진흥원. (2018), A.I. 플러스 가상현실 2018 산업 트렌드를 바꾸는 가상 현실의 현재, 62-63.

한국지능정보사회진흥원. (2020), '21년 디지털 분야 주요 이슈 및 10대 정책방향, IT & Future Strategy 보고서, 20(9), 17-27.

한국콘텐츠진흥원. VR콘텐츠의 특징 및 역사(온라인교육-열린강좌) 강사 : 정영환  
<https://edu.kocca.kr/edu/onlineEdu/openLecture/view.do?pSeq=453&searchCnd=&searchWrd=&gubun=&delCode=&useAt=&replyAt=&menuNo=500085&sdate=&edate=&viewType=&type=&siteId=&option1=&option5=&pageIndex=1&pageIndex=1&pageIndex2=&pLectureCls=>

한국토지주택공사 (2020.07.28.) VR 안전교육 확산을 위한 상생·협력 협약 체결  
<https://blog.naver.com/bloglh/222044111055>

하동현. (2009). 대구, 경북 외래 관광객의 체험의 즐거움, 체험만족 및 애호도에 미치는 영향: Pine 과 Gilmore의 체험경제이론을 중심으로. 관광연구, 359-380.

한동훈, 신익태, 정국환, 김민현. (2013). 연구실 안전사고 예방을 위한 연구원의 안전의식 제고 방안. 한국산업경영시스템학회 학술대회, (), 323-323.

한정원. (2009). 조종사의 안전행동을 예측하는 조직의 안전문화와 개인의 안전태도 및 안전 동기간의 관계: 공군부대와 조종사를 대상으로. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.

행정안전부. (2019). 올해 상반기 국민 안전의식 조사 결과 공개.  
[https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_000000000008&nttId=72415](https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=72415)

황정은. (2015.09.10.). 가상현실 교육, 집중력 2배. The Science Times.

## 국외문헌

Antonietti, A., & Cantoia, M. (2000). To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality. *Computers and Education*, 34, p.221.

Arvrtech. (2020). Global AR, VR & market analysis from 2016 to 2030.

Astin, A. W. (1993). *What Matters in College? Four Critical Years Revisited* (Vol. 1). San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 17, No. 1, pp. 102-141.

Barfield, W., and Hendrix, C. (1995). The Effect of Update Rate on the Sense of Presence within Virtual Environments. *Virtual Reality*, Vol. 1, No. 1, pp. 3-15.

Barfield, W., Zeltzer, D., Sheridan, T., & Slater, M. (1995). Presence and performance within virtual environments. *Virtual environments and advanced interface design*, 473-513.

Bricken, M., and Byrne, C. M. (1992). *Summer Students in Virtual Reality: A Pilot study on Education Applications of Virtual Reality Technology*. Washington Univ. 1-14.

Businesswire. (2016). IDC Forecasts Virtual Reality Hardware to Soar Past

the \$2 Billion Mark in 2016.

Buttussi, F., & Chittaro, L. (2021). A Comparison of Procedural Safety Training in Three Conditions: Virtual Reality Headset, Smartphone, and Printed Materials. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(1), 1–15.

Cakiroglu, U., & Gokoglu, S. (2019). Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. *Computers and Education*, 133, 56–68.

Chung, C., Tung, C., & Lou, S. (2020). Research on Optimization of VR Welding Course Development with ANP and Satisfaction Evaluation. *Electronics (Basel)*, 9(10), 1.

Concannon, B., Esmail, S., & Roduta Roberts, M. (2019). Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-secondary Education and Skill Training. *Frontiers in education (Lausanne)*, 2019-08-14, Vol.4.

Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.

Csikszentmihalyi, M., and Larson, R. (1986). *Being Adolescent: Conflict and Growth in the Teenage Years*. Basic Books, New York, 1986.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper and Row, New York.

Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., and Whalen, S. (1997). *Talented Teenagers: The Roots of Success and Failure*. Cambridge University Press.

Fauland, R. (2002). Using immersive scientific visualizations for science inquiry: Co construction of knowledge by middle and high school students. *American Educational Research Associations*, New Orleans, LA, p.156.

Fornell, C., Johnson, M D., Anderson, E. W., Cha, J. and Bryant, B. E. (1996). The American Customer Satisfaction Index: Nature, Purpose, and Findings. *Journal of Marketing*, 60(4), 7–18.

Furong Zhang, Zhen Xu, Yajun Yang, Mingzhu Qi, Huazhen Zhang. (2021).

Virtual reality-based evaluation of indoor earthquake safety actions for occupants, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 49, 101351.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin, p.41.

Goodhue D.L. & Thompson R.L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, 19(2), 213-236.

Gu L. & Wang J. (2015). A Task Technology Fit Model on E-learning. *Issues in Information Systems*, 16(1), 163-69.

Heinrich, H. W. & Peterson, D. & Roos, N.(1980), *Industrial Accident Prevention*. New York ; McGraw-Hill. Florio(1979).

Hoffman, D.L., & T.P. Novak. (1996). Marketing in Hypermedia Computer - Mediated Environments: Conceptual Foundations. *The Journal of Marketing*, Vol. 60, No. 3, pp. 50-68.

Holbrook, M. B. & Hirschman, E. C. (1982). The Experiential Aspects of Consumption: Consumer Fantasies, Feelings, and Fun. *Journal of Consumer Research*, 9(2), 132-140.

Hyun, H., Park, J., Ren, T., & Kim, H. (2018). The role of ambiances and aesthetics on millennials' museum visiting behavior. *Arts and the Market*. 8(2), 152-167.

Infinium global research. (2020). *Augmented and Virtual Reality in Education Market(Components - Solutions, Hardware, and Services; Hardware-Interactive Whiteboards, Mobile Computing Devices, VR Devices, Displays and Projectors, Security and Video Cameras, and Others; User Types-Academic, and Corporate): Global Industry Analysis, Trends, Size, Share and Forecasts to 2026*.

Isleyen, E., & Duzgun, H. (2019). Use of virtual reality in underground roof fall hazard assessment and risk mitigation. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(4), 603-607.

Jeng, S. P., & Teng, C. I. (2008). Personality and motivations for playing

online games. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 36 (8), 1053–1060.

Kaz, E. and Lazarsfeld, P. F. (1995). *Personal Influence*, New York, Free Press of Glencoe.

Kim, S.H., Heo, R., Chung, Y.J., Kim, J.M., Kwon, M.P., Seo, S.C., Park, G.H. and Kim, M.K. (2019). Virtual reality visualization model (VRVM) of the tricarboxylic acid(TCA) cycle of carbohydrate metabolism for medical biochemistry education. *Journal of science education and technology*, 28, 602–612.

Kirkpatrick, D. L. (1998). *Evaluating Training Programs* (2nd ed.). San Francisco, CA: Berrett–Koehler Publishers.

Kitamura, K., Kakefuda, I., Nishida, Y., Motomura, Y., & Yamanaka, T. (2009). The Application of VR Technology to Safety Education Targeting Parents with Toddlers. *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, 14(1), 11–19.

Knutson, B. J., & Beck, J. A. (2003). Defining an experience: A call for research. *E-Review of Tourism Research*, 1(2), 48–51.

Lawshe, CH. (1975). A quantitative approach to content validity. *PersPsychol*, 28(4), 563–575.

Lerner, D., Mohr, S., Schild, J., GÖring, M., & Luiz, T. (2020). An Immersive Multi-User Virtual Reality for Emergency Simulation Training: Usability Study. *JMIR serious games*, 8 (3), e18822.

Lombard, M., Snyder–Duch, J. (2001). Interactive advertising and presence a framework. *Interactive Advertising*, 1(2), 56–65.

Lu, C. S., & Yang, C. S. (2010). Safety Leadership and Safety Behavior in Container Terminal Operations. *Safety Science*, 48(2), pp. 123–134.

Markets and markets. (2019). *Augmented and Virtual Reality in Education Market by Solution(Content Management, Device Management, UCC, and Security), Hardware(Mobile Computing Devices and VR Devices), Service,*

Deployment Mode, User Type, and Region – Global Forecast to 2023.

Maslow. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4). pp. 370–396.

Massimini, F., and Carli, M. (1988). The Systematic Assessment of Flow in Daily Experience. *Optimal Experience: Psychological Studies of Flow in Consciousness*, pp. 266–287.

McGill T.J. & Klobas J.E. (2009). A task–technology fit view of learning management system impact. *Computers & Education*, 52(2), 496–508.

McSween, T, E. (2003). *The Values–Based Safety Process, Improving your safety culture with a behavioral approach*, (2ed.) NEW YORK: Van Nostrand Reinhold.

Neal, A., Griffin, M. A., & Hart, P. M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. *Safety science*, 34(1–3), 99–109.

Neal, A., & Griffin, M. A. (2006). A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents at the individual and group levels. *Journal of applied psychology*, 91(4), 946.

Novak, T.P., Hoffman, D. L., & Yung, Y.F. (2000). Measuring the Customer Experience in Online Environments: A Structural Modeling Approach. *Marketing science*, Vol. 19, No. 1, pp. 22–42.

Oh, H., Fiore, A. M., & Jeung, M. (2007). Measuring experience economy concepts: Tourism applications. *Journal of travel research*, 46 (2), 119–132.

Oliver, R. L. (1977). Effect of expectation and disconfirmation on postexposure product evaluations: An alternative interpretation. *Journal of applied psychology*, 62(4), 480.

Phillips, J. J. (2005). *Investing in your company's human capital: Strategies to avoid spending too little or Too Much*. Broadway, NY.

Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (1998). Welcome to the Experience Economy. *Harvard Business Review*, 76(4), 97–105.

Procci, K., Singer, A. R., Levy, K. R., & Bowers, C. (2012). Measuring the flow experience of gamers: An evaluation of the DFS-2. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2306–2312.

Rice, R. E. (1984). New media technology: Growth and integration. In R.E. Rice (Ed.), *The new media: Communication, research and technology* (pp. 33–54). Beverly Hills, CA: Sage.

Ryan, R. & Deci, E. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67.

Slater, M., and Usoh, M. (1993). Representation Systems, Perceptual Position, and Presence in Immersive Virtual Environments. *Presence*, 2(3), pp.221–233, 1993.

Soderlund, M. & Rosengren, S. (2007). Receiving Word-of-Mouth from the Service Customer: An Emotion-Based Effectiveness Assessment. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 14(2), pp.123–136.

Statista. (2019). Familiarity With VR Increases But Cost Remains A Hurdle.

Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of communication*, 42(4), 73–93.

Sutherland, V. J., & Cooper, C. L. (1991). Personality, stress and accident involvement in the offshore oil and gas industry. *Personality and Individual Differences*, 12(2), 195–204.

Suto, H., Chen, Y., & Huang, T. (2021). A VR-based Learning Material for Anti-drug Education: Evaluation from Aspects of Motivation, Satisfaction, and Self-efficacy. *International Journal of Affective Engineering*, IJAE-D-20-00027.

Verhagen, T., Feldberg, F., van den Hooff, B., Meents, S., & Merikivi, J.



(2011). Satisfaction with virtual worlds: An integrated model of experiential value. *Information & Management*, 48(6), 201–207.

Weller, M. (2018). Twenty years of EdTech. *Educause Review Online*, 53(4), 34–48.

Wexley, K. N., and Latham, G. P. (1991). *Developing and Training Human Resources in Organizations*, Harper Collins Publishers.

Whyte Jr, W. H. (1954). The Web of Word of Mouth. *Fortune*, 50(5), pp.140–143.

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), 225–240.

Zaman, M., Anandarajan, M., and Dai, Q. (2010). Experiencing Flow with Instant Messaging and Its Facilitating Role on Creative Behaviors. *Computers in Human Behavior*, Vol. 26, No. 5, pp. 1009–1018.

Zoller, E., Doran, J. (2011). The emerging service landscape and competitive environment. *New dynamics in mobile TV and video*.

## 부 록

### 설 문 지

ID				
----	--	--	--	--

안녕하십니까?

본 설문지는 “VR활용 안전보건교육이 안전사고 예방과 VR활용 의도에 미치는 영향에 관한 연구”를 위한 목적에서 작성 되었습니다. 연구결과는 산업현장에 적용할 수 있는 안전보건 VR 콘텐츠 개발, 안전보건교육의 현장 작동성 강화 방안 제시 등으로 산업재해 예방을 도모 하는데 귀중한 자료로 활용될 것입니다.

본 설문지는 VR을 활용한 안전보건교육이 산업재해 예방과 현장 교육 시 VR활용 의도에 미치는 영향에 관한 연구에 사용될 자료를 수집하기 위한 것으로써 **응답하신 내용은 학술적인 목적으로만 사용되며 무기명으로 처리될** 것입니다. 귀하께서 응답하신 내용에 관한 모든 정보는 어떠한 경우에도 공개되지 않습니다.

바쁘신 업무에 여러모로 번거로우시겠지만, 본 설문에 성실하게 응답해 주신다면 본 연구를 가능케 하는 귀중한 자료로 활용하겠습니다.

귀하의 도움과 호의에 다시 한 번 감사드리며 성실한 답변을 부탁드립니다.  
대단히 감사합니다.

2021년 9월

- ❖ 지도 교수 : 장길상(울산대학교 경영정보학과 교수)
- ❖ 연구자 : 문석인(울산대학교 안전보건전문학과

박사과정)

<연락처> doordol@naver.com

### 설문응답요령

- ☺ 각 설문문항에는 정답이 없습니다. 문항을 읽고 난 후 즉각적인 느낌이나 생각이 표 현된 곳에 “○ 또는 ✓”로 표시해 주십시오.
- ☺ 서로 유사한 문항 또는 비슷하다고 느끼게 되는 문항이라 할지라도, 한 문항도 빠뜨리 지 마시고 응답해 주십시오.
- ☺ 귀하의 귀중한 시간과 노력이 헛되지 않게 훌륭한 연구로 보답하고자 하오니 마지막 페이지까지 응답을 부탁드립니다. 대단히 감사합니다.

1. 다음은 VR을 이용한 안전교육의 【교육적 체험】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험은 내게 산업현장의 안전지식을 습득하게 해주었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험은 산업현장 안전사고예방에 관한 좋은 교육이었다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험은 산업현장의 사고위험을 이해하는데 도움이 되었다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험은 산업현장의 안전관리를 이해하는데 도움이 되었다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험은 현장 상황에 잘 부합하고 배울만한 요소가 있었다.	①	②	③	④	⑤

2. 다음은 VR을 이용한 안전교육의 【일탈적 체험】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험 동안 안전 활동의 중요성을 갖게 하였다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험 동안 평소의 내 모습과 다른 느낌이 들었다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험 동안 현실에서 벗어난 느낌이 들었다	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험 동안 다른 세계에 있는 것 같았다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험을 통해 스트레스 해소에 도움이 되었다.	①	②	③	④	⑤

3. 다음은 VR을 이용한 안전교육의 【심미적 체험】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험은 내게 감동을 안겨주었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험은 산업현장 환경에 맞게 생동감을 느낄 수 있었다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험은 산업현장 환경과 조화롭게 잘 꾸며져 있었다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험은 산업현장 환경과 사실적이며 매력 있게 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험은 산업현장의 끼임, 떨어짐 등 사고와 잘 어울렸다.	①	②	③	④	⑤

4. 다음은 VR을 이용한 안전교육의 【오락적 체험】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇 지 않다	그렇 지 않다	그저 그렇 다	그렇 다	매우 그렇 다
1. VR활용 체험을 하는 동안 재미있었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험으로 유쾌한 마음이다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험으로 기분이 상쾌하고 행복했다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험은 흥미로웠고 매력적이었다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험은 긍정적인 피드백을 주었다.	①	②	③	④	⑤

5. 다음은 VR활용 안전교육 체험 후 【안전의식의 변화정도】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇 지 않다	그렇 지 않다	그저 그렇 다	그렇 다	매우 그렇 다
1. VR활용 체험으로 급한 일이어도 안전을 지켜야 한다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험으로 안전교육의 투자는 필요하다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험으로 작업능률이 떨어져도 주의해야 한다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험으로 안전수칙 등이 사고를 예방해 준다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험으로 안전사고에 대한 교육이 필요하다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

6. 다음은 VR활용 안전교육 체험을 통한 【안전행동 개선】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇 지 않다	그렇 지 않다	그저 그렇 다	그렇 다	매우 그렇 다
1. VR활용 체험 후 안전교육에 긍정적인 생각을 갖게 되었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험 후 안전 프로그램에 적극적으로 참여할 것이다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험 후 작업 전 불안전 상태를 확인하고 작업할 것이다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험 후 작업절차 준수 및 안전한 방법으로 작업할 것이다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험 후 동료가 안전하게 작업하도록 도와줄 것이다.	①	②	③	④	⑤

7. 다음은 VR활용 안전교육 체험을 통한 【안전사고 예방】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험 후 안전의식이 바뀌었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험은 현장 재해예방 활동에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험은 안전사고 예방 대처에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험은 사전 안전효과가 있다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험은 안전사고 대처 능력에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤

8. 다음은 체험 한 VR의 【몰입감】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 완전히 빠져들었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험을 하는 동안 VR 영상에 깊이 몰두했다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험을 하는 동안 다른 일들은 전혀 생각나지 않았다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험을 하는 동안 시간이 생각보다 빨리 지나갔다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험은 다양한 경험 제공으로 더욱 몰입을 하게 한다.	①	②	③	④	⑤

9. 다음은 체험 한 VR의 【현실감】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험 동안 내가 마치 그 속에 있던 것처럼 느꼈다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험 동안 실제 있을 수 있는 현실이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험 동안 들려오는 소리는 실제로 들리는 듯 했다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험 동안 화면 속 장면은 실제로 보는 것처럼 느꼈다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험 동안 상황이 실제 내 상황처럼 느껴졌다.	①	②	③	④	⑤

10. 다음은 체험 한 VR의 【상호작용성】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험 동안 영상과 소리는 나의 오감을 자극하였다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험 동안 나의 행동이 자연스러웠다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험 동안 빠른 조정으로 화면 초점이 잘 맞았다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험 시스템의 사용 절차가 간단하여 사용하기 쉬웠다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험 시스템의 사용에 있어 문제(버퍼링, 느림)가 없었다.	①	②	③	④	⑤

11. 다음은 체험 시 관람·경험한 【VR 콘텐츠의 만족도】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험 콘텐츠는 전체적으로 만족감을 주었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험 콘텐츠의 구성 내용은 만족감을 주었다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험 콘텐츠의 영상 또는 그래픽 품질은 만족감을 주었다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험 콘텐츠의 사운드는 만족감을 주었다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험 동안 HMD 착용은 불편함 없이 만족감을 주었다.	①	②	③	④	⑤

12. 다음은 체험한 【교육만족도】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그저 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1. VR활용 체험 내용은 내가 수행하는 업무와 관련이 있었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험을 통해 주제에 대한 이해도가 높아졌다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험과 같은 다른 교육 기회가 있다면 기꺼이 하고 싶다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험은 전반적으로 안전 교육에 만족하였다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험 교육은 기존 강의식 교육보다 효과적이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

13. 다음은 VR활용 안전교육 체험의 【현업 적용 의도】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇 지 않다	그렇 지 않다	그저 그렇 다	그렇 다	매우 그렇 다
1. VR활용 체험은 현장 상황이 잘 반영 되었다.	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험은 현장 교육 방법으로 효과적이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험은 현장 교육 자료로 적절하다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험한 내용을 실제 교육에 반영할 생각이 있다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험과 같은 체험을 현장 교육 시 사용할 의향이 있다.	①	②	③	④	⑤

14. 다음은 VR활용 안전교육 체험의 【추천의도】에 대한 질문입니다. 각 문장을 주의 깊게 읽으시고 귀하의 느낌이나 생각을 가장 가까운 곳에 체크해주세요.

항 목	전혀 그렇 지 않다	그렇 지 않다	그저 그렇 다	그렇 다	매우 그렇 다
1. VR활용 체험을 주변에 긍정적으로 이야기 할 것이다	①	②	③	④	⑤
2. VR활용 체험을 다른 사람들에게 적극적으로 추천할 것이다	①	②	③	④	⑤
3. VR활용 체험을 다른 사람들과 함께 체험할 의향이 있다	①	②	③	④	⑤
4. VR활용 체험을 향후에도 반복하고 싶다.	①	②	③	④	⑤
5. VR활용 체험을 앞으로도 다시 하고 싶다.	①	②	③	④	⑤

15. VR을 활용한 안전체험교육에 대한 문제점 및 개선사항을 자유로이 기술해 주세요.

16. VR을 활용한 안전보건교육 활성화를 위한 귀하의 자유로운 의견을 적어 주세요.

17. 다음은 설문을 완성하기 위한 【일반적인 사항】에 대한 질문에 체크해 주십시오.

1. 귀하의 성별은? ① 남 ② 여
2. 귀하의 연령은? ① 20대미만 ② 20대 ③ 30대 ④ 40대 ⑤ 50대 ⑥ 60대 이상
3. 귀하의 학력은? ① 고졸 ② 전문대졸 ③ 대졸 ④ 대학원졸
4. 귀하의 소속 업종은? ① 제조업 ② 건설업 ③ 서비스업 ④ 기타( )
5. 소속회사 규모는? ① 5인 미만 ② 5~49인 ③ 50~99인 ④ 100~299인 ⑤ 300인 이상
6. 귀하의 직책은? ① 사원/대리 ② 과장/차장 ③ 부장 ④ 임원 이상
7. 귀하의 직위는? ① 사업주/경영층 ② 안전보건관리자 ③ 관리감독자  
④ 안전보건관리담당자 ⑤ 근로자 ⑥ 기타( )
8. 귀하의 재직기간은? ① 5년 미만 ② 5~10년 미만 ③ 10~15년 미만 ④ 15년 이상

♡♡♡♡♡ 끝까지 설문에 답하여 주셔서 대단히 감사합니다! ♡♡♡♡♡



## Abstract

Industrial accidents and workplace accidents such as the sinking of Jindo which drove 304 young students into the cold sea, the fire at the Han Express Icheon Logistics Center where 38 workers could not return home in 2020, and the collapse of the Gwangju demolition building which hit a bus stopped on the roadside in June 2021, have been continuously treated as important social issues since industrialization. As a tool for industrial accident prevention, safety education is very important, though the industrial site does not reflect this in practice when considering media or previous studies.

In this study, for the field operation of industrial safety and health education and the shift of safety awareness of employers and workers, a research was conducted on safety staff and workers at industrial sites who experienced safety education using VR as they had recognized the importance of paradigm shift from the existing lecture-style education method to the field-oriented education method. The purpose of this study is to present a direction of development that can apply VR safety experience education to safety and health education at industrial sites, which can affect workers' safety awareness and safety behavior and bring about workplace accident prevention effects and safety education satisfaction.

To achieve the aim of this study, a research model was set based on domestic and foreign data and previous studies, and based on this, after establishing the hypothesis, the causal relationship was verified to confirm the cause and effect between variables. The statistical analysis program used in this study was SPSS 24.0, and frequency analysis, exploratory factor analysis, reliability analysis, feasibility analysis, principal component analysis, average, standard deviation, correlation analysis, multiple regression analysis, and mediating effect analysis were conducted. The subjects of this study were safety workers and workers in the industrial field who received and experienced the "Visit VR Experience Support" project promoted by Korea Occupational Safety and Health Agency. The study had conducted from September 23<sup>rd</sup> to October 30<sup>th</sup> in 2021. After the experiential training course was completed, 1,025 copies were distributed in the self-written questionnaire method, and 957 copies were

used for empirical analysis, excluding 68 copies of 1,025 copies of the questionnaire that were inappropriate for analysis.

This study demonstrated the relationship between the effect of safety experience education using VR on workplace accident prevention and safety education satisfaction. The results of the analysis show that the effects of VR education on industrial accident prevention are in line with previous studies and industrial accident theory established in the 1980s. VR safety experience education was found to have a significant positive effect on safety behavior, safety awareness and workplace accident prevention. Safety awareness had a significant positive effect on safety behavior. It was found that safety awareness and safety behavior have a significant positive effect in preventing workplace accidents. The additional findings of this study are that safety behavior has partial mediating effect on the relationship between VR safety experience education and workplace accident prevention, and safety consciousness has partial mediating effect on the relationship between VR safety experience education and safety behavior. In relation to the influence of VR safety experience education on education satisfaction, the research variables of 'VR content satisfaction and intention' first attempted in the field of industrial safety were found to have a significant positive effect on both education satisfaction, field application intention, and recommendation intention.

The results of this study showed that the VR safety experience education system has a significant effect on education satisfaction and workplace accident prevention at the same time by using stand-alone HMD and CMS. Based on this, if it is settled as an educational system that can replace one-person optimization and expensive PC-connected VR, it will be possible to experience VR more easily in the industrial field and bring about a paradigm change of experience-oriented safety and health education. In addition, safety and health education will bring about practical field operation beyond formal education, and it is expected that it will be possible to prevent industrial accidents and workplace accidents by inspiring organizational members and causing safety behavior in urgent or dangerous situations with safety awareness.

In the future, empirical research should continue on various research variables such as VR effects by studying the relationship between multiple simultaneous experience systems and existing systems for workers who

have experienced VR safety experience education. In addition, with the same system, research samples are expected to be expanded to various industries, and researches by industry and size are needed. If the study is continuously conducted by applying various research variables applied in other fields as well as the research variables that were first attempted in this study, it is expected to contribute to securing safety in industrial sites such as the direction of VR contents development and establishment of industrial accident prevention measures.