

4차 산업혁명 시대의 VR/XR 기반 재난안전 훈련기술에 관한 고찰 - VR/XR 기반의 소방훈련을 중심으로 -

정 상

(사)한국노인생활안전연구회 사무총장

A Study on VR/XR-based Disaster Safety Training Technology in the Fourth Industrial Revolution - Fire Training based on VR/XR -

Sang Jeong

Secretary General, Korea Association for Research of Senior Life Safety, Seoul, Korea

[요 약]

어느 시대든 재난을 예방하고 대응을 하려는 노력은 끊임없이 되어 왔지만, 효과적인 방법이 그다지 없어 재난 유형의 반복과 경감되지 않는 재난으로 피해는 줄어들지 않았다. 4차 산업혁명 시대의 도래로 인간의 재난 예방과 대응에 대한, 효과적인 방법들을 찾아내기 시작했고 ICT가 융합된 재난 예방대응기술을 응용하기에 이르렀다. 대표적인 것이 이 연구의 핵심인 Virtual Reality/Extended Reality System으로 다른 분야에도 많이 응용되고 있지만 재난분야, 특히 소방훈련 분야에서의 응용은 대단히 의미한 바가 크다고 할 수 있다. 본 논문은 VR/XR의 현황과 소방훈련시스템 도입사례를 살펴, 실제로 재난대응을 위한 효율적 수단으로 효과성을 확인했으며, 국내의 기술로 개발된 VR/XR기반의 재난훈련시스템이 확산, 활용되어 다양한 재난현장에서 소방관들이 효율적 대응을 할 수 있도록 하는데 있다.

[Abstract]

To prevent and prepare for disasters, efforts have constantly been made in any era. However, because of the lack of effective methods, the damage resulting of repeated and unrelenting disaster has not been reduced. With the advent of the Fourth Industrial Revolution, more effective ways to prevent and respond to disasters in humans have been found. Meanwhile, ICT has been applied as the combined disaster prevention response technology. A typical example is the virtual reality/extended reality system, regarded as the core part of this research, which is widely applied in other fields. Especially in the fire training field, the application of virtual reality system is very meaningful. This paper examines the current status of VR/XR and its effectiveness, by analyzing the case of fire training system introduction. The purpose of this paper is that firefighters can respond efficiently at various disaster sites by spreading and application of VR/XR-based disaster training system with domestic technology.

색인어 : 4차 산업혁명, 재난, ICT, 소방훈련, VR/XR

Key word : 4th Industrial Revolution, Disaster, ICT, Fire Training, VR/XR

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.6.1153>



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

Received 05 June 2020; Revised 15 June 2020

Accepted 25 June 2020

*Corresponding Author; Sang Jeong

Tel: 

E-mail: safepeople@naver.com

I. 서론

4차 산업혁명은 다양한 모습으로 많은 것들에 영향을 주고 있다. 생각만 했던 것들을 현실로 구현하기도 하고 불가능하다고 포기했던 것들을 가능하게 하고 있다. 코로나19가 창궐하고 전 세계적 팬데믹(Pandemic) 상황에서 4차 산업혁명의 기반기술들이 여러 분야에서 유용하게 사용되기를 바라면서 국내 재난 안전분야에도 그 용도가 얼마나 스며들어 있는지 국내·외의 VR/XR의 산업 현황 및 효과 등을 선행연구를 통해 알아본다. 그리고 국내의 재난 분야, 소방훈련의 도입 사례 고찰을 통해 앞으로의 발전 방향을 도출하여 VR(virtual reality)/XR(eXtended reality) 기반의 재난훈련 기술이 더욱 현실적으로 적용되기를 제안하고자 한다.

II. VR/XR의 정의와 산업 현황

2-1. VR/XR의 정의

가상현실 (VR: virtual reality) 기술이란 그 이름에서도 알 수 있듯이 가상현실을 구현하는 기술이다. 가상현실이란 실제로 존재하지 않는 허구의 현실을 의미하는 것으로 이는 전자적, 기계적 방법 등 다양한 방법을 활용함으로써 사용자에게 가상의 시공간을 체험토록 하는 기술이 적용된다.

산업 초창기의 VR이란 소프트웨어적 측면에서의 가상현실을 의미하였다. 즉, 가상현실 공간을 소프트웨어적으로 구성하고 해당 공간에서 각종 체험을 모니터 등을 통하여 경험할 수 있도록 제공하는 것으로 기술 발전이 시작되었다. 이러한 형태의 가상현실 체험의 대표적인 예는 가상의 3D(Three Dimensions) 환경을 제공하고 해당 가상 환경 내에서 가상의 체험을 제공한다는 측면에서 PC(Personal computer) 게임 등이 가장 유사한 형태라 할 수 있다. 이러한 초기 가상현실 기술은 시뮬레이션 기술을 적용함으로써 현실과 유사한 가상 환경을 구축하는데 목표를 두어, 소프트웨어 측면에서 보았을 때 콘텐츠 제작 기술에서의 비약적 발전을 이루었다.

이후 기술의 발달에 힘입어 VR 하드웨어의 등장이 이루어졌는데, 그 대표적인 예가 최근 4차 산업혁명 기술로 주목 중인 VR HMD (Head Mounted Display)이다. VR HMD는 얼굴에 쓰는 형태의 하드웨어로서 사용자의 시야를 제한하는 대신에 몰입도 높은 VR 환경을 재생할 수 있는 하드웨어이다. VR HMD 하드웨어를 이용함으로써 체험자는 비로소 가상현실을 체험할 수 있게 되었다. 이러한 VR HMD는 현재는 페이스북에 인수된 Oculus社의 Rift, HTC社의 VIVE, 삼성의 오디세이 VR 등이 상용화되어 판매가 이루어지고 있다.

최근에는 기술력의 발전에 힘입어 시각적 기술 중심의 VR

기술에 다양한 타 기술이 융합되어 새로운 경험을 제공하는 추세로 VR 기술이 진화하고 있다. 다수 인원의 동시 체험이 가능하도록 네트워크 기술이 적용되기도 하고 더 몰입도 높은 현실을 제공하기 위하여 모션 인식 기술을 적용함으로써 가상의 캐릭터 (아바타, 가상육체)를 자신의 몸을 움직임으로써 조작할 수 있도록 제공하기도 한다. 이렇게 타 분야 기술이 접목되어 VR 기술이 한단계 더 발전하는 기술이 확장현실(XR; eXtended reality)라 불리고 있다.

이와 같은 기술 발전에 따라 본 연구에서의 VR 기술은 VR HMD를 이용하여 가상현실 소프트웨어를 통하여 가상현실을 체험할 수 있는 기술로 한정하고 XR 기술은 VR 기술에 더하여 네트워크, 센서, 햅틱 등의 추가적 기술이 융합된 형태의 기술로 한정하겠다.

2-2. VR/XR의 산업 현황

VR 및 XR 기술은 다양한 산업 분야로의 활발한 적용이 이루어지고 있다. 특히 군사 분야는 신기술이 가장 먼저 적용되는 산업 분야로서, VR/XR 기술 역시 가장 먼저, 본격적으로 적용되기 시작하였다. 특히 CBT(Computer Based Training) 시스템 중 3D 가상 환경을 구성한 시스템을 VR 기술로 고려한다면 대다수의 훈련 시스템에 VR 기술이 적용되었다 할 수 있다. VR/XR 기술은 기존 위게임 등으로 대변되는 훈련 시스템 외, 개인 및 소규모 팀 단위 전술훈련에 본격적으로 적용 중이며, 특히 장비 조작 및 정비 훈련에 본격적으로 적용되고 있다.

군사 분야 다음으로 빠르게 새로운 기술이 적용되는 분야는 성인물 분야라 할 수 있다. 성인물 분야는 VR 및 XR 기술이 대중을 대상으로 한 상업화가 가장 먼저 이루어진 분야로, 미국, 일본, 유럽 등에서는 시청각 외 촉각, 후각 등의 감각을 추가로 제공하여 더 몰입도 높은 환경을 제공하는 형태로 발전이 이루어지고 있다.

이외에도 대중을 상대로 한 시장으로서 엔터테인먼트 분야에서도 VR/XR 기술의 적용이 이루어지고 있다. 이 분야는 재미(사용자의 흥미도)가 곧 수익으로 직결되는 시장의 특성에 따라 특히 콘텐츠 부분의 발전이 계속 이루어지고 있는 분야이다. 또한, 타 기술의 융합 부분에 있어 체험자에게 재미를 줄 수 있는 다양한 기술이 적용되고 있는 분야이기도 하다. 특히 네트워크 기술을 적용함으로써 체험자 간의 경쟁과 협력을 가능하도록 제공하거나 사용자의 위치를 인식할 수 있는 센서 기술을 적용함으로써 자유 보행(Free Loaming)이 가능한 콘텐츠가 개발되어 있다.

마지막 대규모 시장은 교육 및 훈련 분야이다. 이 분야는 학교 교과 분야에 대한 학습을 목표로 하는 것 외, 다양한 분야에서의 훈련을 포괄하는 분야로서 소방훈련도 교육 및 훈련 분야에 포함된다. 예를 들어 과학 실험 등을 VR로 진행해보는 교육

콘텐츠, 수술과 진료를 가상 환경에서 진행해 볼 수 있는 의료 콘텐츠, 재난 안전교육 및 훈련 등을 진행할 수 있는 안전교육 콘텐츠가 대표적인 예에 포함된다.

이러한 VR/XR 기술기반 가상훈련 및 교육 시장은 2022년 기준 400조 원 규모로 성장하고 CAGR(Compound Annual Growth Rate, 연평균 성장률)은 16.7%로 예측되었다[1]. 해당 시장의 규모가 기하급수적으로 성장할 것으로 예측이 되기에 다양한 기업이 다양한 분야의 가상훈련 및 교육 시장으로 진입하고 있다.

III. VR/XR 기술 적용에 따른 훈련 효과

VR/XR 기술을 적용한 교육 및 훈련 효과의 연구는 서구를 중심으로 다양하게 전개되었다. 의료 분야의 경우, VR 수술 훈련 이후 83%의 훈련자가 훈련 소요시간 단축에 성공하였으며 동시에 70%의 훈련자가 훈련 스킬의 향상에 성과가 있었다는 보고가 있었으며[2], 훈련자의 훈련 소요시간이 29% 단축되었고 실수 발생 비율이 1/6 수준으로 줄었다는 연구가 있다[3]. 군사 훈련 분야에서 보자면 비용 절감 효과와 더불어 높은 훈련 효과를 보였는데, VR 훈련이 2.7배의 성공률을 보였다는 연구 결과도 존재한다[4]. VR 훈련의 85%의 훈련자가 전통적 방식의 훈련보다 VR 훈련을 더 선호한다는 연구가 있다[5].

VR 훈련은 소요시간의 단축, 비용 절감, 능숙도 향상 등이 전통적 방식의 훈련에 비교해서 더 높다는 연구결과가 속속 발표되고 있으며, 이에 따라 다양한 분야에서 적극적으로 VR 훈련 및 교육 시스템을 도입하고 있다[6]-[12].

3-1. 국외현황

중국을 국가 차원에서 VR 기술에 대한 본격적인 투자를 진행하고 있으며, 2017년 1월 교육 계획 5개년 계획을[13] 통하여 일선 학교에서의 VR 기술의 본격적 도입이 시작되었다. 또한, 2017년 5월 웨이하이 유치원 통학버스 터널 화재 사고로 인하여 11명의 어린이가 희생되는 사고로 인하여 재난 안전교육의 중요성이 강조됨에 따라 일반인에게 VR 기술을 활용한 재난 안전교육을 제공하는 산업이 발전하기 시작하였다. 또한, 전문 소방훈련 분야도 2011년 상하이의 소방훈련센터에서 소방 지휘 훈련 시스템 XVR을 도입하여 운용하고 있어 소방 및 재난 안전교육-훈련 분야에서는 상당히 빠른 속도로 VR 기술을 도입 및 운영하고 있다[14].

미국은 다양한 재난 안전교육 및 훈련 시스템의 선두주자라 할 수 있다. 특히 소방훈련 분야에서는 Environmental Tectonics Corporation의 ADMS (Advanced Disaster Management Simulator)가 유명하다. ADMS는 1992년 처음 출시되어 미국,

프랑스 등 30여 개국에서 도입되었으며, 국내에는 2010년 중앙소방학교에 도입되어 운영한 바 있다. 그 외, Flame-Sim에서 개발한 Flame-Sim을 미국, 캐나다의 20여 개 소방서에서 도입한 바 있으나, 국내에는 도입된 바가 없다. 기타 재난 안전 및 소방 분야의 훈련 시스템 역시 미국에서 다수 제작되어 운영하고 있다.

3-2. 국내 현황

해외 사례와 비교하여 국내 연구는 R&D 단계의 VR/XR 기술기반 소방 및 재난 안전분야 훈련 및 교육 시스템은 다양하게 존재하나 상용화된 사례는 극히 일부만 존재하며, 본 연구에서는 다양한 사례 중 실제 개발 후 상품화가 된 사례만 기술하도록 하겠다.



그림 1. Go Fire 운용모습
Fig. 1. Go Fire Operation



그림 2. Go Fire 훈련화면
Fig. 2. Go Fire Training

경기도 소방재난본부에서 운영 중인 Go Fire는 2013년 완료된 소방방재청(현 소방청) 화재재난 현장 팀 단위 전술훈련 프로그램 연구개발 사업의 개발 결과물이 2015년 상용화된 사례이다[15]. 소방훈련 시스템 및 소프트웨어 분야의 연구개발 성과물이 상용화로 이어진 경우는 극히 드물어 우수 과제로 선정되기도 하였다.

경기도 소방재난본부는 해당 프로그램을 활용하여 2015년~2016년 시범 운영, 2017년 소방서별 자율 운영, 2018년 이후 신규 임용 소방관을 대상으로 한 교육 커리큘럼 편성 등의 단계를 거쳐 2019년부터 경기도 소방학교에서 운영하고 있다. 경기도 소방재난본부는 수보대(상황실) 훈련 시뮬레이터를 2019년 초에 도입하여 운영하고 있다.

중앙 소방학교는 전술한 훈련프로그램을 시범 도입하여 2018년 신입 간부후보생을 대상으로 총 12차 시의 훈련 및 교육 커리큘럼을 운영한 바가 있으며, 계속 해당 커리큘럼을 운영/확대할 것으로 기대된다.

IV. 소방훈련시스템의 개발과 도입사례

국내에서 현재 운영 중인 소방훈련 시스템은 전술한 바와 같이 국내 제품인 Go Fire와 해외 제품인 XVR이다. 이 두 시스템은 국내 시장에서 경쟁 관계인 것으로 인식되나 엄밀하게 보자면 두 제품은 서로 다른 목적에 따라 개발된 제품이라 할 수 있다.

먼저 XVR은 소방 현장 지휘관을 위한 훈련 시스템으로 긴급구조통제단을 위한 훈련 시스템으로 정의할 수 있다. 반면에 Go Fire는 소방 현장 지휘관과 현장대응 대원이 동시에 훈련하는 것을 목표로 하고 있지만, 실제 교육 및 훈련 과정은 현장대응 대원을 위한 훈련 시스템으로 기능하고 있다.

해당 시스템은 기본적으로 한 현장 당 최대 200명의 훈련자가 동시에 접속하여 자신의 역할에 따른 팀 단위 훈련을 목표로 구축되었다. 이에 따라 서버 및 네트워크, 동기화 기술의 적용이 필요하였으며, 이를 위한 전용 서버 시스템의 구축이 진행되었다.

이러한 시스템 구축을 통하여 각 훈련자는 자신의 역할에 따른 최대 200명의 다중 접속형 훈련이 가능하게 되었다. Go Fire를 통하여 훈련할 수 있는 역할은 현장 지휘관, 방면 지휘관, 현장 대원(관찰/관찰 보조/구조/기관), 상황실(수보대) 등 7종에 달한다. 각 훈련자는 자신이 수행하는 역할에 따라 상호 작용 등을 거듭하며 훈련을 진행할 수 있다.

표 1. 국내 운용 소방훈련시스템

Table 1. Domestic Operational Fire-Fighting Training System

Name of the product	XVR	Go Fire
Training target	·Field Commanding Officer, Team Leader	·Field Commanding Officer, Situation Room
Outline	·Development Initiated in 2000 ·Species Resource Management System ·Crisis Media: Press Response Training System ·Tool Kit:To the user's needs To respond to customizations System	·Development Initiated in 2012 ·Fire equipment and team-unit operational performance module (1 site maximum of 200 people) ·Automatic Evaluation Module ·Post-Replay Module
Characteristics	·Sophisticated disaster site editing tools ·To induce decision making through interaction during the training process ·Focused on cultivating the ability to assist strategic decision making in unexpected situations through unstructured scenarios ·physical radio utilization communication	·Editing functions of disaster sites according to the size of the trainer (up to 200 people) (fire point, scale, climate, demand tide, etc.) ·Objectives for developing the ability and teamwork of field commanders through an unwritten scenario ·V-based virtual radio features and Communicate with Near Field Voice Chat ·Support for immersive training using VR HMD

Go Fire는 화재재난에 대한 대응법을 훈련하기 위한 시스템 이기에 VR 환경에서의 몰입도를 높이기 위하여 화재 M&S가 적용되었다.

미국 국립기술표준(NIST; National Institute of Standards and Technology)에서 개발한 화재시뮬레이션 프로그램인 FDS(Fire Dynamics Simulation)의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 하여 가연물의 재질에 따른 화염의 성상, 화재의 확산 등을 구현하였다.

또한, 화재 재난현장에서 발생할 수 있는 돌발 상황에 대한 대응력을 강화하기 위하여 플레임 오버(Flame Over), 플래쉬 오버(Flash Over), 백 드래프트(Back Draft), 비등액체증기폭발(Boiling Liquid Expanded Vapor Explosion), 이어볼(Fireball) 등 각종 화재 특수 현상에 대한 구현 역시 이루어졌다.

위와 같이 면밀하게 시뮬레이션 된 화재 모델을 바탕으로 훈련자는 자신의 역할에 따른 훈련을 진행할 수 있게 되었다. 경방 대원을 위하여 직사/분무/반사 주수가 가능하도록 노즐 컨트롤 기능이 추가되었으며, 2인 1조로 관망 보조가 가능한 기능을 구현하였다. 더불어 타 현장 대원을 위한 암호 주수, 화재 확산을 방지하기 위한 냉각 주수 등의 기능이 적용됨으로써 다채로운 훈련이 가능하게 되었다. 구조 요원은 탐색 및 구조를 위한 소방도끼, 도어 개폐기 등을 활용할 수 있도록 구현되었으며, 요 구조자의 몸집과 부상 정도에 따라 각기 다른 구조법을

적용할 수 있도록 적용되었다. 또한, 사다리 등의 도구를 활용함으로써 2층 이상으로 진입할 수 있도록 구현함으로써 다양한 작전전개가 가능하다.

기관원은 차량 운전 및 부서 기능, 차량 관낼 기능, 방수포 기능, 보수구/중계구/흡수구/방수구 등의 패널 조작 기능 등을 구현함으로써 내부에 진입한 소방대원과의 협업 훈련이 가능하다. 한편으로는 옥외 소화전, 연결송수관 등의 소방 설비를 활용할 수 있도록 구현하였으며, 필요에 따라 펌프차, 탱크차 간의 중계 급수, 자연용수 활용 기능을 활용함으로써 원활한 훈련을 펼칠 수 있도록 하였다.

현장 지휘관을 위하여 현장 지휘소의 개설 권한, 대응 단계 발령, 증원 요청, 현장 대원 역할수정 등의 기능이 추가되었다. 따라서 현장 지휘관은 원활한 대응 훈련을 진행하기 위해서 Go Fire에 구현된 VoIP(voice over Internet protocol) 기반 가상 무선 기능을 통하여 실제 무선기 없이도 헤드셋을 활용하여 명령을 내릴 수 있다.

이와 같은 유기적 팀 단위 훈련을 수행할 수 있도록 Go Fire에는 총 15개의 대상 건물이 구현되었다. 대상 건물은 경기도 내 실제 존재하는 건축물을 실측하여 3D 모델로 제작되었으며, 건물은 SOP(표준작전절차, Standard Operation Process)에 의거하여 각기 다른 유형으로 선정되었다.

Go Fire는 기본적으로 VR HMD를 활용하여 훈련할 수 있도록 구현되었지만, VR 환경에서의 멀미(VR Sickness)를 느끼는 훈련자의 경우 개인 모니터를 활용하여 훈련을 진행할 수 있도록 개발되었다. 이는 다양한 연령대의 훈련자가 VR 환경에서 느끼게 될 불편함을 최대한 배제하기 위한 시도였다. 이외에도 IT 기기에 익숙하지 않은 훈련자가 조작법 등을 익힐 수 있도록 5분가량의 학습 모드(튜토리얼) 기능을 제공함으로써 기본적인 조작법과 훈련 시스템에 포함되어 운용할 수 있는 다양한 도구 및 설비 이용 방법을 간략하게 학습할 수 있다. 이를 통하여 훈련자는 본격적인 팀 단위 전문훈련을 진행하기 전 시스템 운용에 익숙해질 수 있도록 배려하였다.

4-1. 소방훈련시스템의 발전방안

대한민국의 소방 체계는 미국의 소방 체계를 다수 인용하여 수립되었지만, 최근에는 SOP를 개정하는 등의 노력을 통하여 독자적이며 국내 실정에 적합한 소방 체계를 구축하기 위한 움직임이 계속 관찰되고 있다. 이러한 상황에서 VR/XR 기반 소방훈련이 가능한 시스템은 전 세계적으로 손에 꼽을 정도로만 존재하며, 대한민국에서 개발하여 운용 중인 시스템은 단 1종에 불과하여 가장 소방훈련 분야에서의 독자적이고 효율적인 시스템 개발이 중요하다.

이러한 관점에서 보았을 때, 앞으로의 VR/XR 기술기반 소방훈련 시스템은 새로운 기술을 적용하는 한편 대한민국의

SOP를 충실히 반영해야만 국내 실정에 맞는 소방훈련이 가능할 것으로 판단된다. 특히 기술적인 측면에서 보자면 단순몰입도를 높이는 VR 기술 외, 대응 3단계 등 대단위 팀 단위 전문훈련이 가능하도록 서버 및 네트워크 기술의 적용은 기본적인 것이라 볼 수 있다. 또한, 최근 비약적인 발전 분야인 Sensing을 접목함으로써 사용자 위치 기반 훈련이 가능한 형태의 훈련 시스템 역시 고려할 수 있다. 이외에도 머신 러닝 기술 및 빅데이터 기술을 적용함으로써 훈련자가 훈련 과정 중 잘못된 선택을 하였을 때 올바른 선택이 무엇인지 교육할 수 있는 형태의 훈련 기능을 추가함으로써 훈련 효과를 높이는 방식으로 구축하는 것도 가능하다.

또한, 해외 소방훈련 체계에서는 햅틱 및 IoT(사물인터넷, Internet of Things) 기술을 활용하여 노즐 컨트롤 훈련과 열기까지 피드백할 수 있는 체계 구축이 되고 있다. 하지만 국내는 해당 기술을 활용한 VR/XR 소방훈련 시스템으로 적용이 가능한 사례는 극히 일부에 불과하여 전자 관찰을 이용한 체험식 프로그램만 존재한다. 해당 기술을 활용하여 경방 훈련이 가능한 햅틱 및 IoT 기술기반 현장 대원 훈련 프로그램을 개발하는 것도 가능할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 정부의 4차 산업혁명 기반 재난 안전 연구개발 중장기 계획의 6대 기술 중 하나인 VR과 VR 응용 분야인 XR에 대하여 국내·외 현황과 도입사례를 분석하여 효과를 확인하였으며, 재난대응을 위한 효율적 수단으로 유용하게 필요한 기술임을 확인했다. 4차 산업혁명 시대에, 기술의 전문화에 따른 기술의 분절, 융합 기술의 부족 등으로 인하여 무궁무진한 가능성을 가진 소방훈련 분야의 발전은 더딘 상황임이 틀림없다. 앞으로 다양한 기술이 융합된 VR/XR 기술기반의 소방훈련 시스템을 상시 소방훈련이 가능한 형태로 구축·운영해 나간다면 화재 재난현장의 대응력 강화를 위한 하나의 답이 될 수 있으리라 본다.

더불어 본 연구를 통하여 추가 제언한다면 다음과 같다.

양적 연구로 인해 질적 연구가 제외되었으므로 질적 연구의 실증분석을 통하여 VR/XR 기반 훈련에 대한 효과검증 역시 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] Allied Market Research. Virtual Training and Simulation Market by Component End User: Global Opportunities Analysis and Industry Forecast, 2014-2022. Available:

<https://www.alliedmarketresearch.com>.

- [2] C. J. Cohen, R. Hay, A. Urquhart, P. Gauger, P. Andreatta, "A Modular Interactive Virtual Surgical Training Environment," *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, Orlando: FL. pp. 2074-2086, December 2005.
- [3] N. E. Seymour, A. G. Gallagher, S. A. Roman, M. K. O'Brien, V. K. Bansal, D. K. Andersen, R. M. Satava, "Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study," *Annals of surgery*, Vol. 236, No. 4, pp. 458-464, October 2002.
- [4] B. M. Perrin, B. J. Buck, S. E. Gehr, "Intelligent Tutoring: Bridging the Gap from Knowing to Doing," *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, Orlando: FL. pp. 10040-10050, December 2010.
- [5] J. W. Smith, J. L. Salmon, "Development and Analysis of Virtual Reality Technician-Training Platform and Methods," *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, Orlando: FL. pp. 17211-17223, December 2017.
- [6] C. J. Chae, J. W. Lee, J. K. Jung, Y. J. Ahn, "Effect of Virtual Reality Training for the Enclosed Space Entry," *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 24, No. 2, pp. 232 - 237, April 2018.
- [7] D. Jia, A. Bhatti, S. Nahavandi, "Computer-Simulated Environment For Training: Challenge Of Efficacy Evaluation," *The Simulation Industry Association of Australia's annual Conference 2008*, Australia: Melbourne, pp. 275-279, January 2008.
- [8] G. Y. Chang, Y. H. Yang, "Innovation in Construction Education Using VR Technology," *The Magazine of The Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 65, No. 12, pp. 84-87, December 2017.
- [9] J. Lucas, W. Thabet, P. Worlikar, "A VR-based training program for conveyor belt safety," *Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 13, pp. 381-407, July 2008.
- [10] J. S. Lee, J. A. Noh, S. H. Lim, J. S. Lee, "An Activity Contents Technology Trend Based on Virtual Reality," *Electronic Communication Trend Analysis*, Vol. 27, No. 3, pp. 73-82, June 2012.
- [11] S. Kim, Y. Ham, "A Meta-analysis of the Effect of Simulation Based Education: Korean Nurses and Nursing Students," *The Journal Korean Academic Society of Nursing Education*, Vol. 21, No. 3, pp. 308-319, August 2015.
- [12] Y. S. Sim, "Augmented Reality-Virtual Reality, Safety and Health Education meet," *Occupational Safety & Health Issue Report*, Vol. 11, No. 4, pp. 12-21, December 2017.
- [13] State Council. China to improve education during 13th Five-Year Plan period. Available: http://english.gov.cn/policies/latest_releases/2016/10/18/content_281475469264729.htm.
- [14] J. W. ZHU., ZH. X. WANG Preliminary assumptions about the construction of Shanghai fire simulation training system, Annual Conference: Science and Technology of China Fire Protection Association, pp. 640-642, October 2013.
- [15] G. Z. Lee, "Development of a VR/XR 3D training program," Gyeonggi-do Safety and Disaster Headquarters, Research Report 201311-30453-01, pp. 1-284, December 2014.



정 상(Sang Jeong)

1997년 : 서울시립대학교 대학원
(경영학석사)

2017년 : 한세대학교 대학원
(공학박사-유시티)

1993년~1995년: 한국생산성본부

1995년~2000년: 서울시립대학교

2014년~2016년: 숭실사이버대학교

2018년~현 재: 사단법인 한국노인생활안전연구회 사무총장

※ 관심분야 : 안전교육, AR/VR/XR, 노인안전, ICT 융합 안전 등