

# 비대면 산불 진화 VR 콘텐츠 개발 현황

송현우 (주편웨이브), 조동식 (울산대학교)

## 목 차

1. 서 론
2. VR 화재 진화 훈련 기술 현황
3. 산불진화 VR 콘텐츠 특징 및 훈련 구성
4. VR 산불진화 훈련 구현 결과
5. 결 론

## 1. 서 론

오컬러스를 필두로 다양한 가상현실 기기들이 등장하고, 많은 다양한 분야에서 확장현실(XR)을 이용한 기술들이 개발 되었다[1]. 특히, 가상현실(virtual reality)은 실제로 접하기 어렵거나 위험한 상황을 구성하여 현실에서 수행하기 힘든 환경을 제공하여 훈련할 수 있다[2]. 대표적인 공공 목적의 산불 진화 훈련의 경우 훈련을 위해 실제 산불을 발생하도록 하는 것이 불가능하고, 훈련과정에서 많은 환경오염과 위험을 유발한다[3]. 따라서 본 논문에서는 산불 진화 훈련을 위해 가상현실 콘텐츠를 구현하여 산불 진화 상황에서의 장비 준비, 산불 원료 제거, 산불 진화 등의 작업을 훈련 콘텐츠로 구현 하는 과정 및 결과를 제시한다. 가상현실 산불 진압의 경우 다양한 상황 훈련을 제시하여 즉각적인 대처 능력 향상이 필요하고, 소방 지휘 본부 및 소방대원의

대응 능력을 확보하여 화재 피해 최소화 방안에 도움을 제공할 수 있다. 또한 고가의 훈련장 건설비용 및 일회성 고비용 재료를 사용하는 실제 소방 훈련 교육 현장보다 실제 현장에서 발생할 수 있는 화재 상황 시뮬레이션을 통해 화재 상황을 재현할 시 발생하는 화상 등 신체 상해에 대한 훈련생 안전 확보가 가능하다. 또한, 국가적 재난 상황 발생으로 진압 및 상황 대처를 통한 국민 안전 보호 시스템으로 적용할 수 있고, 국민의 생명과 안전을 수호하는 소방 전문인의 전문성을 향상하고, 다수의 안전을 보호하는 공공 목적의 기술 개발로 적용 할 수 있다.

## 2. VR 화재 진화 훈련 기술 현황

미국 Flame-Sim LLC는 모션 캡처 환경에서 HMD(head-mounted display)를 착용하여 화재 상황을 가상현실로 구현한 소방훈련을 최초로

공개하였다[4]. 해당 기술은 끊임없이 변화하는 화재 상황을 구성하여 multi-user 환경에서 다양한 화재 시나리오에 따라 화재 진압 및 희생자 구출 훈련이 가능하다. 또한, 훈련자의 행동에 따라 화재의 강도가 반영되고, 훈련 종료 시 소방 진압 세부 사항에 대해 레벨로 구분하여 평가 결과를 제공할 수 있다. 또 다른 VR화재 시스템으로 일본의 소방연구소에서는 화재 발생 및 진행 시물레이션을 수행할 수 있는 Fire Cube를 개발하였다. 이는 3차원 객체 가시화 및 화재 체험을 중심으로 개발되었다[5].

국내의 경우에는 (주)에이알비전에서 가상환경의 화재 재연, 체험 및 소방 훈련이 가능한 실감 영상 기반 소방 안전 대응 훈련 시물레이터를 개발하였다[6]. 개발된 훈련 시스템은 소방관 안전민 재난 대처 능력 향상을 위한 신속한 의사 결정과 전문 지식 훈련, 대피경호 파악 및 진화 훈련이 목적이었고, 화재 재현 현상 시물레이션 및 가시화가 가능하여 소방 훈련 효과를 극대화하는 것이 장점이다. 또한, 한국기계연구원에서는 가상현실 기반 소방안전대응 시물레이터 프로그램을 개발하여 가상의 콘텐츠와 연계된 모의 지휘 통제 및 화재 시물레이션 기술을 개발한 바

있다[7].

### 3. 산불진화 VR 콘텐츠 특징 및 훈련 구성

현재 가상현실 H/W는 기술의 발전으로 센싱 장비의 고도화와 증강현실과 융합되는 확장현실(XR,eXtended Reality)형태로 발전하고 있다. 또한, 가상현실 기기들은 HMD(Head Mounted Display) 외부에 카메라와 깊이 센서(depth sensor)가 사용되어 확장현실로의 연결과 사용자가 사용위치를 벗어나면 알림을 띄워 사용 편의성이 강화되고 있다[8]. 이러한 하드웨어 장치를 고려하고, 산불진화 훈련 시나리오에 따라 훈련 상황을 VR콘텐츠로 구성하였다.

먼저, 산불진화 훈련 구성은 크게 2가지로 나누어진다. 첫번째는 산불 발생시 산불을 목격한 등산객이 산불 신고후 안전한 장소로 대피하는 훈련이며, 두 번째는 산불 상황을 인지한 산불진화 공무원들이 산불 진화 장비를 구비하고 산불 현장으로 이동 후 산불 재료를 제거하고 산불을 진화하는 훈련으로 구성된다. 이에 본 논문에서는 2가지 산불진화 훈련 구성을 위한 시나리오를 우선 작성하였다. 산불 진화 훈련 시스템을

〈표 1〉 산불진화 훈련 일부 시나리오

동료진화대원 지원요청 응대		
임무 내용	주요활동	동료 진화대원과 임무교대 후 진화작업 진행
	주요장비	
Event #	훈련 대원	시 나 리 오
7		- 그리고 저 멀리 산불호스를 끌고 올라가는 진화대원이 그루에게 도움을 요청한다. - “산불 진화호스가 저 밑에서 나무에 걸린 것 같으니, 확인해봐 줄 수 있겠나?” - 그루는 호스줄을 따라 더욱 어두컴컴한 곳까지 이동한다.(자동) - 줄을 따라 얼마 이동하니 나뭇가지에 줄이 끼어 빠지지 못하는 것을 확인했다. - ★그루는 나뭇가지에 낀 호스줄을 빼어 바닥에 깎다. - 호스줄은 정상적으로 올라간다. 주변은 더욱 캄캄해서 바닥 깔린 불만 보인다. ‘길을 잃었다.’ - ★그루는 헤드랜턴을 꺼내어 머리에 장착한다. 헤드랜턴 불빛을 이용해 바닥을 비추어보니 호스줄이 보인다. 호스줄을 따라 다시 위로 이동한다.

구성하기 위해 산불진화 장비와 진화 과정에 대한 산불 상황에 대한 시나리오를 포함하였고, 작성된 시나리오에 따라 설계하고, 산불 전문가의 자문을 받아 진행 및 구현하였다.

#### 4. XR 산불진화 훈련 구현 결과

산불 진화 훈련의 VR 콘텐츠로 구현은 Unity3D 엔진으로 구현하였으며, 장비는 Oculus Rift S 장비를 사용하였다. 실감나는 훈련을 위하여 한국 산악 지형과 같은 환경으로 3DsMAX 프로그램을 사용하여 3D 모델링과 애니메이션을 구성하였고, 산불 진화 대원과 장비를 3D로 구현하였다. 우리나라 산불 상황에 맞는 시나리오를 구성하였으며, 시나리오에 맞게 이벤트를 구성하고 이를 Unity3D 엔진과 C#언어를 사용하여 VR 프로그램으로 구현하였다.

먼저, 산불 진화 훈련에 필요한 3D 모델링을 수행하였다. 산림의 경우 다양한 훈련상황 구현을 위해 재배치가 용이하도록 구현하였다. 풀 모델링은 계절별 구현을 위해 재배치가 용이하도록

〈표 2〉 VR 산불 진화 개발 환경 구성

항목	환경 구성
장소	지방산림청
사용기기	Oculus Rift S
모션 트래킹	오쿨러스 인사이트(Oculus Insight)
사용기기 통신	Wifi, bluetooth
개발 프로그램	Unity3D Engine 개발언어 : C# 3D : 3DsMAX

구현하였다. 또한, 헬기, 산불 진화대(안전헬멧, 등짐펌프, 헤드랜턴 등 포함), 산불진화출동차량, 산불현장 종합상황실 등 3D 모델링을 수행하였다. 상황별 시나리오에 따라 시간대별 움직임과 행동을 표현하는 애니메이션 구현 및 상호작용 방법에 따른 스크립트 코드를 구현하였다. 그리고, 산불, 연기, 소방호스 물줄기 등의 이펙트를 구현하기 위한 파티클을 적용하였다.

산불 진화 시나리오의 경우 산불 상황 발생, 장비 준비, 출동, 산불 진화 임무 인지, 산불 원료 제거, 산불 진화, 임무 완료순으로 진행 된다. 각 이벤트마다 정확한 장비를 챙기는지 상황발



〈산불진화대 3D모델링〉



〈진화헬기KA-32A, 출동차량 3D모델링〉



〈풀, 낙엽 3D모델링〉



〈산불진화, 재료 제거 VR화면〉



〈산불 진화호수의 물줄기 변화 구현〉



〈산불 진화대원 훈련 장면(예.산림청 적용)〉

(그림 1) VR 산불 진화 개발 결과

생시 대처 매트릭스, 주변 위험사항 대응에 대한 현실과 동일한 프로그램이 구성하였다. 또한, 산불에 호수로 물을 뿌려도 불을 완전히 끄지 않으

면 불이 살아나는 알고리즘을 적용하여 산불에 대한 위험성 훈련에 중점을 두었다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 다양한 산불 화재 현장의 시뮬레이션 및 가상 소방 훈련 제공을 통한 실제 소방 훈련 상황에서 발생하는 신체 상해 등 위험 사고로부터 소방 훈련생의 안전 확보가 가능하고, 반복적으로 훈련할 수 있는 기술을 제시하였다. 산불진화 상황에 대해서 현실 공간에서 훈련을 하는데는 여러 문제점이 있으므로 VR을 활용한 가상현실상에서의 산불 진화는 환경파괴와 산불로 인한 위험성 측면에서 많은 장점들이 있다고 할 수 있다. 본 연구에서는 몰입 가상화 장비와 저작 엔진을 사용하여 산불 훈련의 문제점을 제거한 훈련을 VR로 구현하였고, 실감난 훈련을 위하여 실제 상황에 맞춘 시나리오를 작성하였고, 3D모델을 제작하여 훈련자가 실제와 같은 환경을 느끼도록 하였다. 또한, 시나리오별 이벤트를 프로그램으로 동일하게 구현하여 훈련자가 산불 상황에 맞는 교육훈련 효과를 숙지할 수 있게 하였다.

향후 화재 재난 관련 소방 대처 합동 훈련을 VR 환경에 수행할 수 있도록 구축하여 상황 발생 시 효율적이고 체계적인 소방 훈련이 가능하도록 할 계획이고, 다양한 시나리오에 따른 체계적 소방 훈련으로 재난 대처 능력 향상을 위한 시스템으로 구성하려고 한다.

nologies, 8,77, 2020.

- [2] D. Jo, Y. Kim, U. Yang, G. Lee, and J. Choi, "Visualization of Virtual Weld Beads," Proceedings of the 16th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, 2009
- [3] M. Colaco, F. Rego, and P. Cartea, "Forest Fire Prevention: A Study about the Forest Technician's Training," Forest Ecology and Management, 2006.
- [4] A. Fanfarova, L. Maris, "Serious Games and Software for Fire and Rescue Services," International Technology, Education and Development, 2016.
- [5] 박창열, 장미홍, "도시공원의 방재기능 도입을 위한 연구: 제주특별자치도를 사례로," 도시방재, 18(6), 2018.
- [6] 김동민, 김광현, "재난안전 증강체험 및 가상 체험 현황," 한반도 지진-대비와 대응 정기학술발표대회 및 특별세미나, 2016.
- [7] 최병일, 한용식, 김명배, "가상현실 기반 소방 훈련 시뮬레이터 개발 동향," 한국멀티미디어학회지, vol.12, no.1, 2008.
- [8] G. Alaei, A. P. Desai, and L. P-Castillo, "A User Study on Augmented Virtuality Using Depth Sensing Cameras for Near-Range Awareness in Immersive VR," IEEE VR's 4th Workshop on Everyday Virtual Reality(WEVR), 2018.

## 참 고 문 헌

- [1] S. Doolani, C. Wessels, V. Kanal, C. Sevastopoulos, A. Jaiswal, H. Nambiappan, and F. Makedon, "A Review of Extended Reality(XR) Technologies for Manufacturing Training," MDPI tech-

## 저 자 약 력



송 현 우

이메일 : eivic@funwave.co.kr

- 2004년 호원대학교 컴퓨터과학과 (학사)
- 2004년 (주)넥슨모바일 사원
- 2006년 (주)엡데이터 대리
- 2007년 (주)엠브릿지 주임
- 2011년 (주)IMI 대리
- 2013년 (주)나인이즈 팀장
- 2021년 (주)편웨이브 대표이사
- 관심분야 : 이미지 프로세싱, 인공지능, 가상현실, 증강현실



조 동 식

이메일 : dongsikjo@ulsan.ac.kr

- 2017년 고려대학교 컴퓨터학 (박사)
- 2004년~2018년 전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
- 2018년~2020년 원광대학교 디지털콘텐츠공학과 교수
- 2021년~현재 울산대학교 IT융합전공 교수
- 관심분야 : VR/AR/MR, 컴퓨터그래픽스, HCI