

대 공간 워크스루형 XR(eXtended Reality) 융합 교육 훈련 시스템의 주요 기술과 특성

□ 최정환 / (주)스코넥엔터테인먼트

요약

최근 가상현실 기술의 발전과 함께 다양한 산업계 및 공공기관(국방부, 소방청, 경찰청, 환경부 등)에서 가상현실 기술을 적용한 교육, 훈련 시스템 개발에 다양한 시도를 하고 있다. 이러한 영향으로 가상현실 기술이 적용된 교육, 훈련 시스템이 발전하면서 다양한 유형이 나타나게 되었는데, 특히 기본적인 가상현실 기술에 더하여 현실과 같은 UX(유저 경험)을 구현하면서 제한된 현실 공간을 기반으로 실 세계에서 구현하기 힘든 규모가 큰 재난대응 및 팀 훈련을 가상공간에서 구현 가능한 기술이 추가된 '대 공간 워크스루형 XR 융합 교육 훈련 시스템'의 유형이 제시되고 있다.

'대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템'은 필요한 교육 훈련 내용에 맞춘 시나리오에 따라 현실의 훈련 공간의 크기, 사용 디바이스 및 하드웨어의 종류, 요구되는 시스템의 기능이 달라지는 등 다양하게 특성이 요구된다. 본 기고에서는 이러한 '대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템'의 주요 기술과 특성에 대하여 설명하고자 한다.

I. 서론

가상현실(Virtual Reality) 기술이 교육, 훈련 분야에 활용된 것은 오래되었다. 가상현실 기반 교육, 훈련 시스템은 3D로 만들어진 모델링 데이터가 실시간 렌더링되어 가상의 교육, 훈련 콘텐츠가 만들어져 현실세계에서의 훈련자의 움직임 및 위치를 가상의 환경에 제공 가능한 모션 추적 플랫폼 및 감각 제공을 위한 액추에이터(Actuator) 및 햅틱 장치(Haptic) 등 다양한 하드웨어를 적용 가능하게 하여 사용자에게 현실과 같은 몰입감 높은 모의 훈련 환경을 제공할 수 있게 됨으로써 높은 교육, 훈련 효과가 있다고 평가를 받고 있다.

특히 최근 가상현실 기술의 발전으로 단순 보조 수단이 아닌 메인 교육 훈련 시스템으로 공공기관(국방부, 소방청, 경찰청, 환경부 등) 및 산업계에서 많은 관심과 직접적인 훈련 시스템 개발에 다양한 시도를 하고 있다.

이러한 영향으로 가상현실 교육, 훈련 시스템이 발전

하면서 다양한 유형이 나타나게 되었는데, 특히 현실과 같은 UX(유저 경험)을 구현 가능하게 하면서 제한된 현실공간을 기반으로 넓은 가상공간을 구현하여야 하는 경우, 기존의 범용 VR디바이스(HMD)를 활용한 가상 현실 훈련 시스템의 한계를 극복하고 또한 실 세계에서 구현하기 힘든 규모가 큰 재난대응 및 다인 팀 훈련을 가상공간에서 구현 가능한 시스템으로 '대 공간(Large Space) 워크스루(Walk Through)형 XR 교육 훈련 시스템'의 유형이 제시되고 있다.

II. 대 공간(Large Space) 워크스루 (Walk Through)형 XR 교육 훈련 시스템의 개요

“대 공간(Large Space) 워크스루(Walk Through)형 XR 교육 훈련 시스템”은 범용의 가상현실 장비(HMD와 부속 컨트롤러)만으로는 구현할 수 없는 다수의 사람이 동시에 넓은 공간을 이용하고, 현실과 같은 UX(걷기, 뛰기 등)로 공간을 활용한 동작 인식을 기반으로 하는 가상현실(Virtual Reality) 기술의 한 분야로 각 시스템의 특징에 대하여 설명 하고자 한다.

1. 가상공간에서의 이동 방식

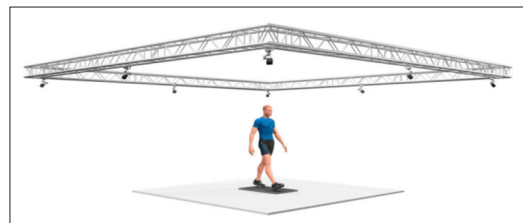
가상현실(Virtual Reality)은 현실의 경험을 기반으로 하고 있기 때문에, 현실에서 느끼는 감각을 가상의 공간에서도 같이 느끼게 하는 것이 이상적이다. 공간인지 범위가 3DOF(3 Degrees of Freedom)에서 6DOF(6 Degrees of Freedom)로 발전 되면서 많은 부분에서 가상의 공간을 현실의 공간 경험으로 느낄 수 있게 되고 있으나, 가상의 공간에서 이동하여야 할 경우, 가상의 공간을 현실에 같은 크기의 공간을 모두 준비하여 가

상현실 콘텐츠에서 걷고 뛰는 것이 가능한 서비스를 만들 수는 없어, 일반적으로는 <그림 1>에서와 같이 현실에서는 3m*3m 이하의 공간(룸 스케일)에서 VR장비를 착용하고 나의 몸은 이동하지 않지만, 우리가 게임에서 캐릭터를 조작하여 움직이게 하듯이 VR 컨트롤러를 사용하여 가상공간에서 나 자신을 움직이게 하여 가상공간을 돌아다니게 하는 방법을 이용 하거나, 트레드밀(Treadmill)이라는 러닝머신과 유사한 장비를 사용하여 제자리에서 걸거나 달리지만 가상의 공간에서는 넓은 공간을 이동 가능한 시스템도 사용한다. 그리고 의자형의 시뮬레이터에 앉아서 가상의 공간을 달리는 차나, 비행기로 표현되어 공간을 이동하기도 한다.



<그림 1> 가상공간에서의 이동 방식

이러한 방법들은 현재 적용이 가능한 기술들이 어느 정도 개발되어 가능한 하지만, 현실에서의 동작의 경험에서 느끼는 것과 완벽하게 같은 감각으로 느끼지는 못하고 있는 것도 사실이다. 특히 트레드밀에서의 워킹VR은 범용 VR디바이스와 비교해도 멀미가 줄지 않고 몰입감이 떨어지는 등의 원인으로 VR 경험에 대한 부정적인



<그림 2> 워크스루형 이동 방식

시각이 나타나고 있다.

그래서 현실공간에서의 이동하는 방법과 같은 걸어서 이동하는 공간이동 방식에 대한 요구로 <그림 2>와 같은 워크스루 이동 방식을 활용하는 움직임이 나타나고 있다.

2. ‘룸 스케일 VR’과 ‘대 공간 워크스루형 XR’의 차이점

‘룸 스케일 VR’은 6DOF가 지원되는 범용 VR HMD로 가상현실 경험이 가능한 공간사이즈를 말할 때 주로 사용하는 것으로 현실 공간 3m*3m의 사이즈가 일반적이데 제자리에서 몸을 움직이면서 공간을 둘러보거나 1~2 발걸음 정도의 이동은 직접 걸어서 이동을 하지만 대부분의 넓은 가상공간의 이동은 컨트롤러로 이동하는 공간 활용이 가능한 방식이다.

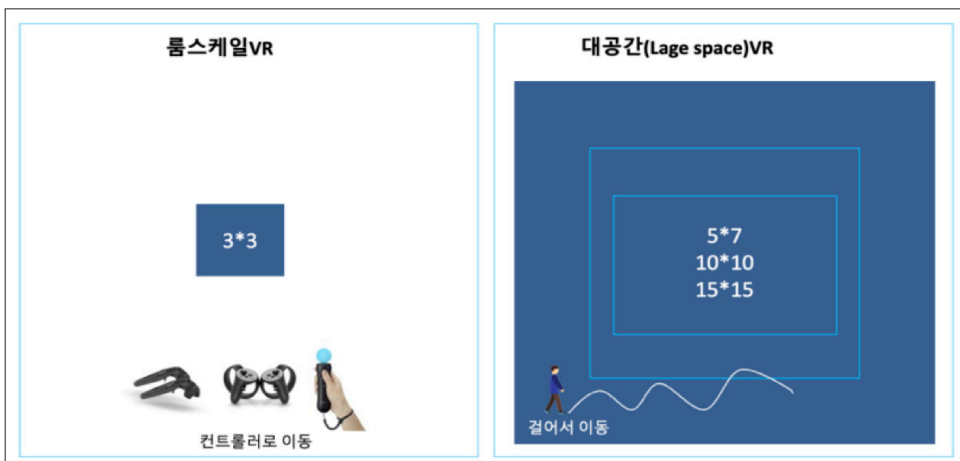
반면 ‘대 공간 워크스루형 VR’은 ‘룸 스케일 VR’보다 넓은 현실의 공간으로 자연스럽게 워킹을 하고 있다고 느낄 수 있는 제한적인 공간의 사이즈를 <그림 3>에서와 같이 시뮬레이션하여 도출한 대 공간을 활용하여 현

실과 같은 걷기 뛰기 등의 이동 동작을 가상공간에서 가능하게 하고 가상의 공간을 현실보다 몇 십 배나 넓은 공간 디자인을 하여 현실과 같은 UX공간 경험을 가능하게 하는 기술이 적용된 시스템이다.

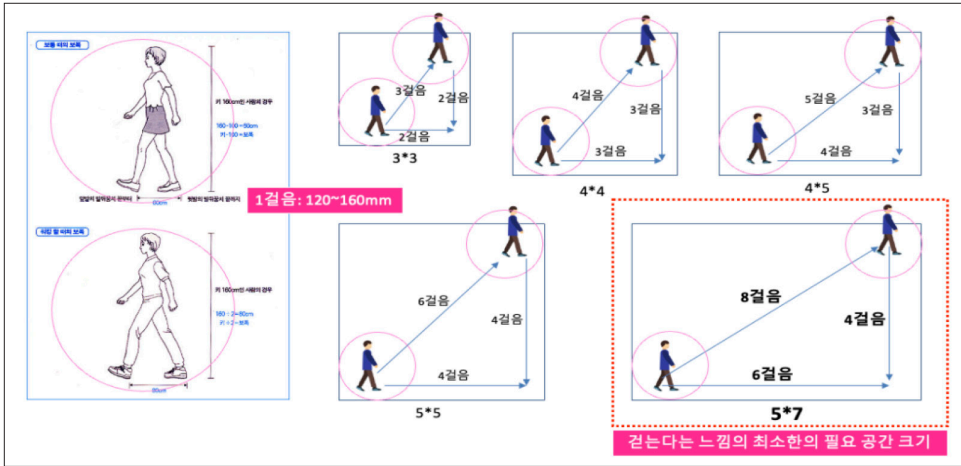
3. 걷는다는 느낌의 최소한의 필요 공간 시뮬레이션

VR장비를 착용하고 현실 공간의 여러 사이즈와 가상 공간을 준비하여 콘텐츠에서 구성한 동선으로 이동하며 걸음을 세어가며 시뮬레이션을 하였다.

사람이 걸을 때 평균 보폭이 60~80cm정도라고 한다. 그러면 1걸음(왼발+오른발의 이동)은 120~160cm 정도가 된다. 룸 스케일 VR의 공간 사이즈 3*3m에서는 2걸음 정도 가능 하다. 2걸음으로 걸어 다닌 느낌을 주기에는 부족하였다. <그림 4>에서와 같이 4*4m, 4*5m, 5*5m, 5*7m의 순서대로 시뮬레이션을 한 결과 5*7m에서 단순 직선 이동뿐만 아니라 대각선과 결합한 동선 계획 등에 의하여 1~3명의 인원이 함께 걸으면서 가상공간을 경험하는 것이 가능한 사이즈로 결론



<그림 3> 룸 스케일 VR과 대 공간 워크스루형 XR의 차이점



<그림 4> 걷는다는 느낌을 주는 최소한의 필요 공간 사이즈 시뮬레이션

을 낼 수 있었다.

<표 1>은 2016년 저자가 ‘모탈블리츠 워킹 어트랙션’ 프로젝트를 진행할 당시 공간의 사이즈와 인원수에 대한 동선이 부딪히지 않고 걸어다닐 수 있으면서 콘텐츠 구성상 참가자가 충분히 걷는다는 느낌이 날수 있는 공간의 최소 사이즈를 도출할 때 시뮬레이션 한 결과이다.

<표 1> 인원수별 걷는 느낌이 가능한 최소한의 필요 공간 사이즈

구분	3*3	4*4	5*5	5*7
1명	X	X	△	◎
2명	X	X	X	○
3명	X	X	X	△
4명	X	X	X	X

*적용 가능 사이즈: 원형◎ / 가능○ / 제한△ / 불가X (단위 m, 인원)

4. 가상공간에서 현실과 같은 UX로 경험이 가능한 현실의 필요공간 사이즈 정의

대 공간의 사이즈를 정의하기 위해 참가 인원수를 늘리고 그에 필요한 공간사이즈의 시뮬레이션을 추가로

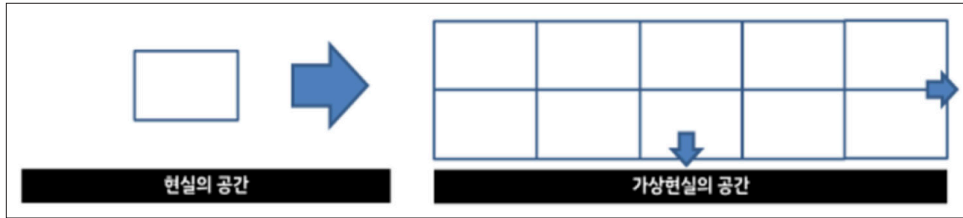
<표 2> 대 공간 사이즈의 정의

인원(명)	최소사이즈	적정사이즈	넓이
1~3	5*7m	6*8m	48m ²
3~6	10*10m	12*12m	144m ²
6~8	15*15m	16*16m	256m ²
8~10	18*18m	20*20m	400m ²

진행하였다. 그러기 위해서는 우선 현실공간을 가상공간과 100% 같은 스케일로 정합된 현실과 가상공간을 준비하고 다양한 사이즈별 참가 인원수를 시뮬레이션 진행하여 참가 인원수별 최소 가능 사이즈와 적정 사이즈 및 넓이를 도출하여 대 공간의 사이즈를 <표 2>와 같이 정의 하였다.

5. 대 공간 워크스루 형 XR 시스템의 공간 활용에 대한 정의

‘대 공간 워크스루형 가상현실 시스템’은 대 공간의 정의에서 정한 최소한의 현실에서 제공하는 공간을 활용하여 현실과 같은 동작을 가상공간에서 가능하게 하



<그림 5> 가상공간의 공간 면적은 현실의 공간 면적과 다르게 적용가능

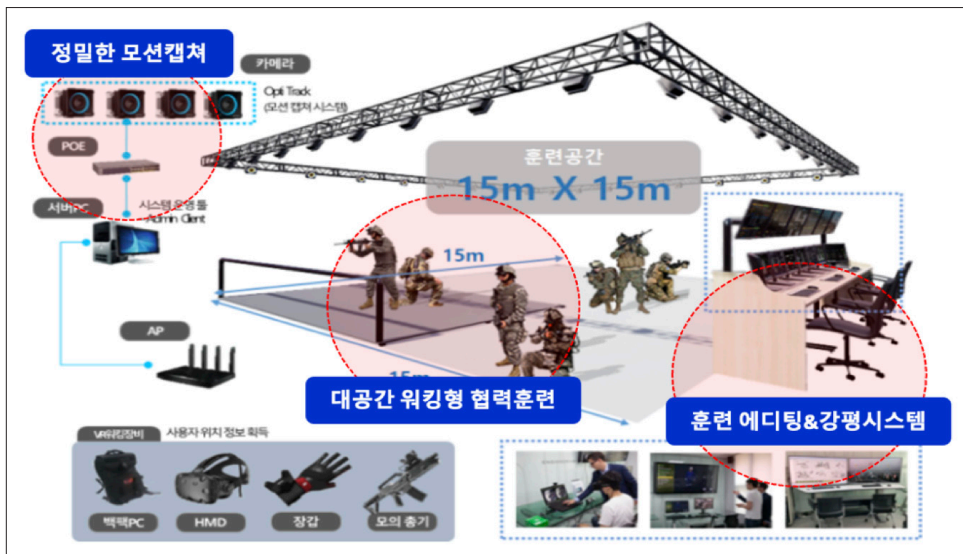
고 가상의 공간을 현실에서 제공된 공간 보다 몇 십 배나 넓은 공간 디자인을 하여 현실과 같은 UX공간 경험을 가능하게 하는 기술이 적용된 시스템을 말한다.(<그림 5> 참조).

가상공간의 공간 면적은 현실의 공간 면적과 다르게 적용시킬 수 있는데, 가상공간에서의 동선 계획에서 문을 이용한 이동, 엘리베이터를 이용한 이동, 에스컬레이터 등을 이용한 이동, 장애물과 벽이 있어 돌아가는 동선 계획 등을 워크스루와 결합하여 활용하면 실제 공간 보다 횡으로 종으로 넓혀 나가는 대 공간의 가상현실 공간을 경험 가능하게 되는 시스템으로 개발 가능하다.

III. 대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템의 구성

1. 대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련시스템의 정의

<그림 6>과 같이 실제와 가상이 결합된 대 공간(예: 15m*15m)에 광학카메라(Optical Cameras) 기반의 위치 추적 시스템을 통해 체감도와 장비 및 사용자 위치 자세 및 동선을 실시간으로 획득하여 콘텐츠에 반영하여 몰입감 높은 훈련을 가능하게 하는 기술을 적용한다. 다



<그림 6> 대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템

인의 훈련자(예: 8인)가 실제 걸음으로 이동하며 실시간 상호작용이 가능한 워크스루(Walkthrough) 훈련 상황을 설계하며, 훈련자의 실시간 행동이 콘텐츠에 그대로 반영되기 때문에 VR 멀미증상이 거의 없어, 뛰어난 몰입감을 느낄 수 있도록 하는 훈련 시스템이다.

넓은 공간에 여러 명이 함께 가상의 공간에서 교육 훈련을 하는 콘텐츠를 구현하기 위해서는 앞서 설명한 바와 같이 범용 VR HMD만으로 구현이 불가능하고 ‘대공간 워크스루 XR 교육 훈련 시스템’이 필요한데 핵심 시스템의 특성은 1) 물리 객체 센서를 활용한 정밀한 모션 캡처 2) 대공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템에 특화된 인터랙션 시스템으로 구성된다.

2. 물리 객체 센서를 활용한 정밀한 모션 캡처

현실과 가상의 공간을 정합 하고 사용자 또는 물리 객체의 위치 및 모션을 동시에 추적하여 고 정밀 정합 할 수 있는 추적 장치(센서)가 필요하고 다음과 같은 특성이 요구된다.

1) 물리 객체 센서의 필요 데이터 정보

- 물리 객체 위치 정보 : 고정 및 움직이는 물리 객체

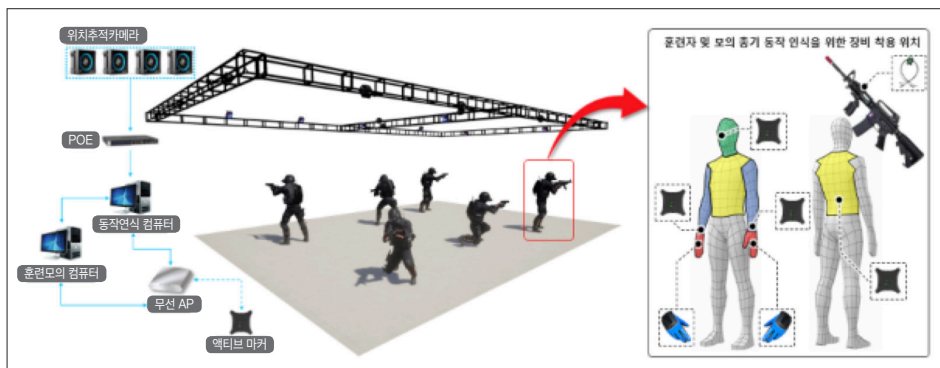
의 위치 정보 값을 말한다.

- 물리 객체 속도 정보 : 움직이는 물리 객체의 속도 정보 값을 말한다.
- 물리 객체 가속도 정보 : 움직이는 물리 객체의 가속도 정보 값을 말한다.
- 물리 객체 상대 위치 정보 : 고정 및 움직이는 물리 객체의 상대 위치 정보 값을 말한다.
- 주요 유닛으로부터 물리 객체 상대 위치정보 :
 - 가상세계의 주요 물체(손, 머리 등)에 매칭되는 물리 객체로부터 센서의 상대 위치를 표현한다.
 - 가상세계의 주요 물체는 물리 세계의 주요 유닛(예: 조이스틱, 글로브, HMD)과 매칭된다.
- 물리 객체의 동작 범위 정보 : 움직이는 물리 객체의 크기에 따른 동작 범위의 정보 값을 말한다.

2) 물리 객체 센서의 종류

물리 객체의 움직임을 추적하는 각 센서의 종류와 정보 획득을 위한 구성 관계를 <그림 7>로 설명하고 구성되는 각 센서 장치의 사용에 대한 특성을 설명 한다.

- 광학 카메라 (Optical Cameras)
 - 사용자 및 움직이는 물리 객체에 부착된 액티브 마커를 통하여 추적하는 카메라로 2대 이상의 카



<그림 7> 사용자 및 물리 객체 위치 및 모션 추적 정보 획득

메라에서 동일한 지점에 타겟을 투사한 후 삼각 측량을 통해 3차원 좌표를 획득한다. 공간의 사이즈가 클수록 물리 객체가 많을수록 광학 카메라 대수가 늘어난다.

- 리지드바디 액티브마커 (Rigidbody Active Marker)
 - 광학 카메라에 의해 추적된 객체가 변형 불가능하다는 가정 하에 서로 상호 연결된 객체에 있는 세 개 이상의 마커 모음으로 각각의 패턴으로 각 객체를 구분할 수 있다. 관절이 있는 움직임 경우 리지드바디를 관절마다 부착하여 관절의 움직임 (IK)을 추가로 구현하여야 한다.
- 글로브센서(Gloves Sensor)
 - 손가락의 움직임을 추적하기 위하여 손에 착용하는 장갑 형태의 센서로 위치 추적용의 리지드바디와 세트 구성된다.
- IMU Sensor(HMD)
 - HMD의 3DOF(Yaw,Pitch,Roll)를 추적할 수 있는 센서로 사람이 가상공간을 둘러볼 수 있게 해주며, 광학 카메라로 위치 추적되는 리지드바디와 세트 구성하여야 하며 VR HMD 제품의

SDK에 맞는 광학 카메라용의 플러그인(Plugin)이 개발되어야 한다.

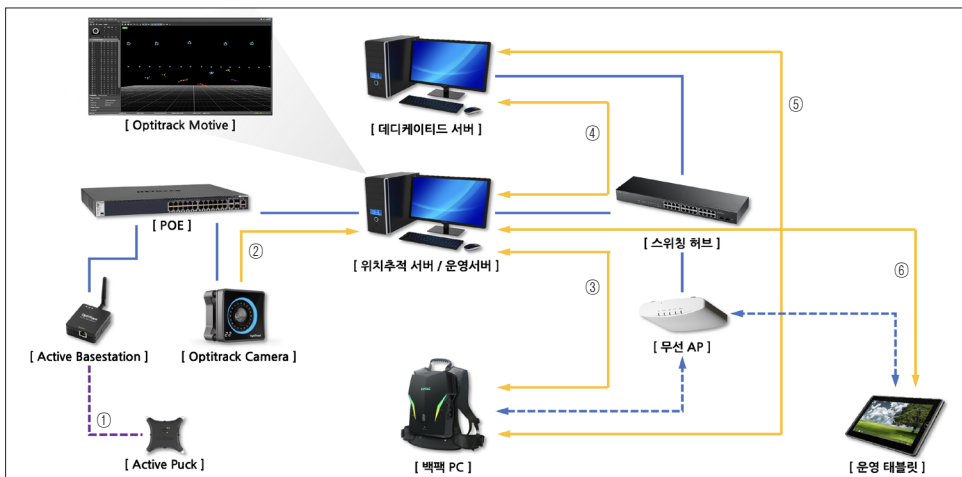
3. 대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템에 특화된 인터랙션 시스템

1) 사용자 중심의 실감체험 인터랙션 구조설계

광학카메라 추적방식으로 VR HMD를 착용한 상태에서 실제 공간을 걸어서 돌아다니며 가상공간을 경험하는데 있어서 사용자 중심의 실감체험 인터랙션 기술을 적용한다.

〈그림 8〉과 같이 모션 및 위치추적 시스템의 H/W와 S/W의 통신 연동 인터랙션 구조의 설계로 특성을 설명한다.

- ① 광학카메라로 추적된 액티브마커에 대한 정보를 POE를 통해서 위치 추적 서버로 전달.
- ② 각각의 백팩PC에서 자신의 위치 정보를 위치 추적 서버에 접속하여 취득.
- ③ 서버에서 위치 추적 서버에 접속하여 추적된 위치



<그림 8> 모션 추적 연동 방식 구조 설계

정보를 취득.

- ④ 서버에서 취득한 정보에서 사용자들의 위치 전달 및 동기화.
- ⑤ 운영서버에 접속하여 운영 툴을 원격으로 조정.

2) 다중 사용자 협업 인터렉션 시스템

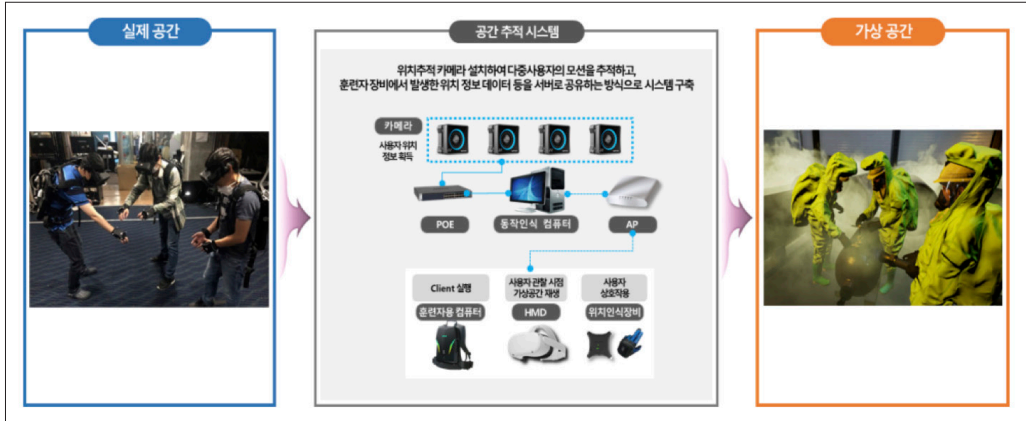
다중 사용자용 콘텐츠를 통해 훈련 공간 내에서 다수의 사용자의 움직임을 감지하여 동시 다발적으로 발

생되는 인터랙션을 구현하며 사용자의 행위가 가상공간에 동일하게 반영되는 형태로 구축하여야 한다. 이에 다중 사용자 서버의 프레임워크 기술 및 다중 사용자 서버 프레임워크와 연동된 훈련 시나리오를 구성하기 위한 훈련 시스템을 설계한다.

3) 체감화 장비와 훈련 콘텐츠 연동 인터렉션 설계

대 공간 기반 가상현실 워크스루형 훈련 시뮬레이터

※ 실제 물리공간과 가상공간의 고 정밀 정합 기술



<그림 9> 실제 공간의 다중 사용자 위치를 인식하여 가상공간에 정합하는 과정



<그림 10> 모션 추적 기술과 체감화 장비의 연동

공간 내에서 훈련자들이 착용 또는 휴대하여 사용하는 체감화 장비들은 훈련 콘텐츠 내에서 실제 현장에서 사용하는 장비와 똑같은 형태의 3D 모델로써 표시되며, 실시간으로 훈련자의 행동에 반응하여 인터랙션 가능하도록 <그림 10>과 같이 설계한다.

체감화 장비는 장비에 부착된 액티브 마커를 모션 추적 카메라(광학카메라)에 의해 인식되며, 각 장비가 어떤 훈련자에 의해 사용되고 있는지 액티브 베이스스테이션에 의해 파악되므로 누가 어떤 장비를 가지고 어떤 위치로 이동하였는지 실시간으로 추적 가능하도록 설계 한다.

IV. 결론

본 기고는 재난과 같은 광범위한 넓은 공간에서 현실과 같은 UX(유저경험)로 가상현실 훈련을 할 수 있는 ‘대 공간 워크스루형 XR 교육 훈련 시스템’에 대한 기술과 특성에 대하여 설명을 하였다. 각 특성은 범용 가상현실 장비에서는 적용이 불가능한 요소들을 포함하고 있으며, 물리객체 인식 센서들과 범용 가상현실 디바이스(HMD) 간의 정합에 대한 기술 등이 필요함을 알 수 있다.

비용과 효과성 등의 문제로 제한적으로만 진행했던

가상현실 실감교육이 대 공간 기반 워크스루형 가상현실 기술 적용으로 사실감과 몰입감을 향상시켜, 국방 및 재난 대응등 대규모의 교육·훈련에 적용하는 것이 가능해지고 있다. 훈련자의 자세 인식 및 공간 위킹 기술은 실제 훈련과 같은 몰입감을 제공하여 교육·훈련 분야뿐만 아니라, 게임, 엔터테인먼트 산업에도 활용성이 매우 높다. 또한 콘텐츠 가시화를 위한 사용자 체감화 장비 등의 연동 및 통합하는 기술을 사용함으로써 실제와 같은 현장감을 느낄 수 있는 시뮬레이터 기술로 확장시켜나갈 수 있다,

특히 대 공간 기반 워크스루형 교육·훈련 시스템은 가상현실, 증강현실, 혼합현실, 실감 콘텐츠, 디지털 콘텐츠, 디지털 트윈 등의 기술들과 연계하여 더욱 활용성에서 확장성이 있고 대테러 전술 훈련, 복합테러 훈련, 군·경찰특공대, 재난 대응, 엔터테인먼트 산업 등 적용분야가 확대될 것이며 다양한 체감화 장비들에 필요한 센서·트래킹기술과 5G 등이 결합된 비대면 환경에서 차세대 4차 산업혁명의 선두 산업으로 위치할 것으로 기대된다.

그리고 네트워크 연동을 통해 비접촉, 비대면으로 지리적으로 분산된 사용자간에도 인터랙션이 가능한 훈련 시뮬레이터를 제공하며 메타버스 훈련 플랫폼 비즈니스 사업으로도 확대 가능할 것으로 본다.

참고 문헌

- [1] An, D., & Park, H., (2013). Case Study on the Development and Use of Technical Training Contents using Virtual Reality. School of Electrical, Electronics & Communication Engineering, KOREATECH, Cheonan 330-240, Korea.
- [2] Bum, W., Kim, J., & Kim, N., (2019). VR,AR을 활용한 실감형 교육콘텐츠 정책동향 및 사례분석 NIPA 이슈레포트. 2019-15호, NIPA.
- [3] Choi, J., & Han J., (2021a). A study on the development direction of virtual reality education and training system, 2021 한국 공간디자인학회 춘계학술대회 논문집, (4), 260-263.
- [4] Choi, J., & Yuk, J., (2020). 전투력 강화를 위한 VR(가상현실) 기술 기반의 대 공간 하이브리드 형 체감 통합 모의훈련 시뮬레이터. SKONEC Entertainment Co.,LTD.
- [5] Choi, J., & Yuk, J., (2021b). 확장현실 기반 복합테러대응 교육훈련 테스트베드 구축(XR). SKONEC Entertainment Co.,LTD.
- [6] Jeon, C., (2016). 일상에서 VR을 즐기기 위해 넘어야 할 기술 장벽은?. 문화와 기술의 만남.
- [7] Kim, J., Bak, D., Lee, P., Jo, J., Yun, S., & Pak, S., (2020). Development of Management and Evaluation System for Realistic Virtual Reality Field Training Exercise Contents : A Case Study, Korea Computer Graphics Society, 26(11), 111~121.
- [8] Lars, O., Flex, R., Robin, J., Wai, Y., & Thorsten, Q., (2021). The Slippery Path to Total Presence: How Omnidirectional Virtual Reality Treadmills Influence the Gaming Experience.
- [9] Mun, J., & Kang, H., (2020). 가상, 증강현실(XR)을 활용한 교육훈련분야 용도 분석, NIPA 이슈레포트 2020 19호, NIPA.
- [10] Shin, C., Pak, B., & Jeong, G., (2012). 가상현실훈련 기술 및 응용 발전 동향. 한국정보통신학회지 16권 1호, 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터.

필자 소개



최정환

- 1992년 : 계명대학교 도시공학전공 학사
- 1998년 ~ 2004년 : 주식회사 석세스(일본)
- 2004년 ~ 현재 : 주식회사 스코넥엔터테인먼트
- 주관심분야 : 미디어 콘텐츠, 교육·훈련 콘텐츠, 가상현실, 증강현실, 메타버스, NFT