

# 가상현실 기반 선원 훈련 플랫폼 저작도구 개발

정진기\* · † 이협우

\*선박해양플랜트연구소 해양안전연구부, † 한국과학기술원 전산학부

## Developing VR-based Sailor Training Platform Authoring Tool

Jinki Jung\* · † Hyeopwoo Lee

\* Maritime Safety Research Division, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Daejeon, Korea

† School of Computing, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea

**요 약** : 본 논문은 선원 훈련을 보다 효율적으로 수행하기 위한 가상현실 기반 선원 훈련 플랫폼을 위한 저작도구를 제안한다. 제안하는 저작도구는 훈련의 효율도를 높이기 위해 실 선박 환경을 3D 스캔하여 가상현실 환경으로 불러오는 가상환경 구축부와 다양한 시나리오 기반의 훈련 내용을 소화할 수 있는 드래그-앤-드롭 기반의 스크립트 편집부를 지원한다. 본 저작 도구에서는 가상현실 장비들을 지원하고 실환경을 3D 스캔을 통해 가상 현실로 변환하기 때문에 피훈련자는 훈련이 필요한 실환경 내에서 요구되는 동일한 훈련을 이행하게 됨으로써 피훈련자의 몰입감과 훈련 효과를 높인다. 또한 다양한 선박 환경에 대한 훈련 시뮬레이션을 빠른 시간 내에 제작할 수 있게 함으로써 제작에 필요한 비용을 줄인다. 본 저작도구는 시나리오 편집부를 통해 다중 참여형 훈련 시나리오의 편집과 임무 평가를 가능하게 한다.

**핵심용어** : 인적오류, 훈련플랫폼, 가상현실, 저작도구

**Abstract** : In this paper we propose a VR-based Sailor Training Platform Authoring Tool which efficiently trains sailors in immersive ways. Proposed authoring tool consists of virtual environment reconstruction that imports real ship indoor environment into virtual environment and script editing which is able to implement various scenarios in emergency based on just drag-and-drop interface. The aim of importing real ship environment and supporting various VR devices is to enhance immersiveness and training so that trainees can deal with serious emergency events. Also the usefulness of the interface enables to reduce the cost of making training materials. Throughout scenario editing interface, the proposed authoring tool supports the editing of multi-user scenario and setting individual task for the evaluation.

**Key words** : Human error, Training Platform, Virtual Reality, Authoring Tool

## 1. 서 론

해양 안전 사고의 주요 요인으로 꼽히는 인적과실로 인한 사고를 줄이기 위해 많은 연구가 수행되고 있다. 특히 자연 재해 등으로 인한 선박 비상상황에선 인적과실로 인한 2차 사고가 발생할 수 있기 때문에 이를 대비한 선원들의 훈련이 필수적이다. 최근 HMD(Head-Mounted Display), ODT(Omni Directional Treadmill), 동작 인식 센서 등의 가상현실 장비가 낮은 가격으로 상용화되는 추세에 따라 가상현실 기술을 안전 훈련에 도입하고자 하는 많은 연구들이 수행되고 있다[1-4].

기존의 물리적 시설에 기반을 둔 실제 환경 기반의 훈련 플랫폼은 구축 및 훈련 비용이 크고 훈련 중 위험한 상황에 빠질 수 있지만 제안된 저작도구의 산출물인 가상현실 기반 훈련 플랫폼은 반복훈련이 용이하고 위험성이 없다. 이러한 가

상현실 기반 선원 훈련 플랫폼이 기존의 물리 기반의 훈련 플랫폼 대비 가지게 되는 장점으로는 훈련의 안전성 향상, 훈련 비용 절감, 재사용성, 반복 훈련의 용이, 시나리오 제어 가능성 등이 있다. 가상현실 선원 훈련 플랫폼 저작도구는 이러한 훈련 플랫폼의 활용에 있어 발생 가능한 다양한 종류의 비상 상황을 구현하고 훈련 목적에 적합하도록 훈련 시나리오를 편집할 수 있다는 점에서 매우 중요하다.

본 논문에서는 몰입형 체험을 필요로 하는 훈련 시뮬레이션을 위하여 실환경을 가상환경으로 재구성하고 직관적인 사용자 인터페이스를 통해 훈련의 시나리오, 가상환경을 편집할 수 있는 가상현실 기반 선원 훈련 시뮬레이션 저작도구를 제안한다. 제안된 저작도구는 실제 선박 환경을 3D 스캔을 통해 재구성하고 가상환경 구축부를 통해 3차원 메쉬로 변환한다. 산출된 3차원 메쉬 환경은 가상환경 편집장을 통해 피훈련자

\* jinki.jung@kriso.re.kr

† leehyeopwoo@paradise.kaist.ac.kr

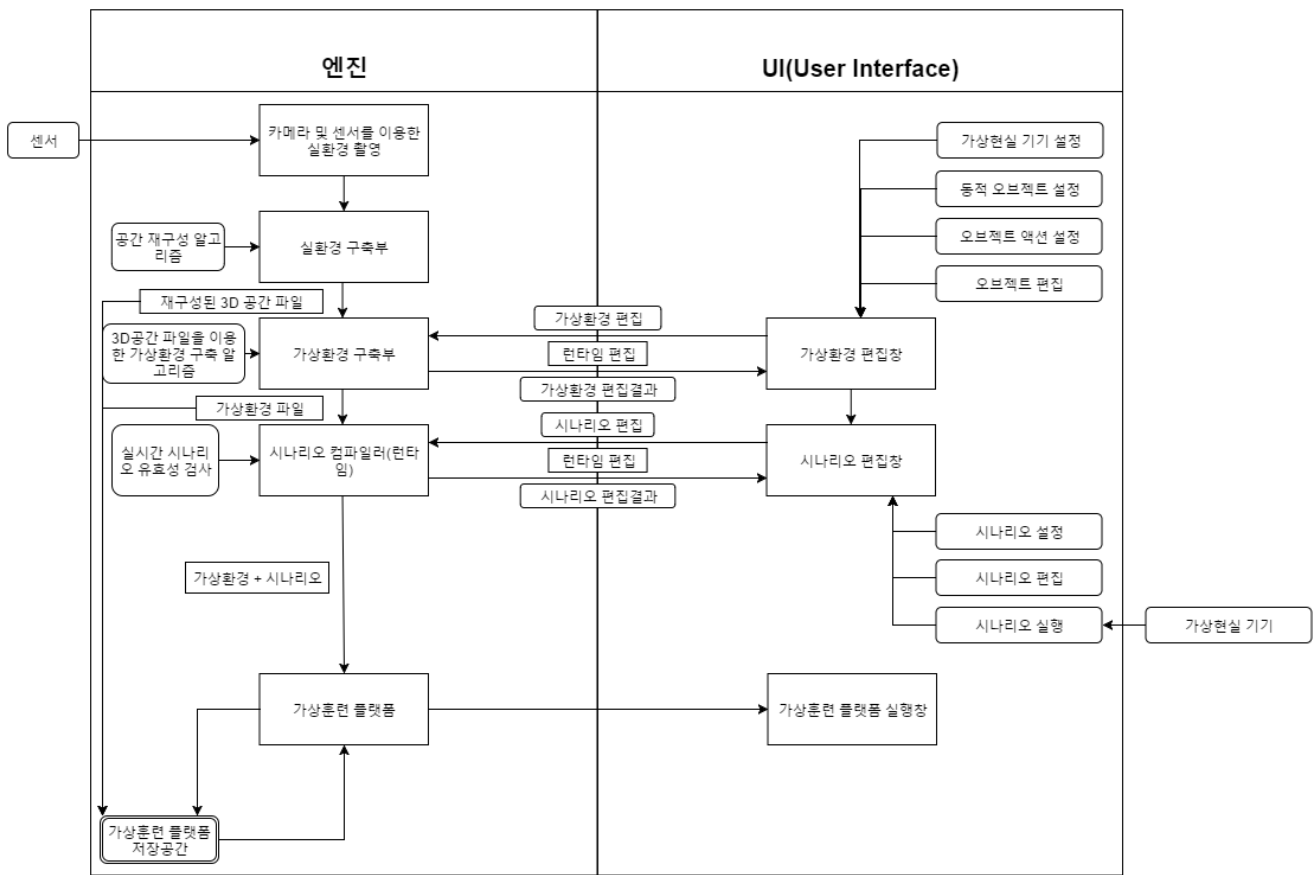


Fig. 1 가상현실 기반 선원 훈련 플랫폼 저작도구 시스템 다이어그램

가 상호작용 가능한 동적 오브젝트 및 환경을 선택 및 편집함으로써 훈련이 가능한 가상환경으로 산출된다.

본 저작도구는 타임라인 기반의 임무 단위 편집을 통해 손쉽게 훈련 시나리오를 생성 및 편집할 수 있는 직관적인 사용자 인터페이스를 제공한다. 시나리오 편집부는 드래그-앤-드랍을 이용하여 동적 오브젝트와 오브젝트 액션 집합을 직관적으로 편집할 수 있는 인터페이스를 제공함으로써 비전문가도 손쉽게 훈련 시나리오를 편집할 수 있도록 한다. 단일 혹은 전체 임무는 피훈련자의 훈련 이행도 및 숙련도를 위한 평가 지표를 제공하며 이는 훈련 결과에 대한 정량적 지표로 사용된다.

본 저작도구의 결과물은 훈련이 가능한 가상환경과 그에 맞는 타임라인 기반 훈련 시나리오가 결합된 하나의 완결된 가상 훈련 플랫폼이다. 제안된 저작도구는 HMD, ODT, 동작인식 입력장치 등의 가상현실 장비들을 지원한다. 이어지는 장에서 제안된 저작도구에 대한 세부 설명을 제공한다.

## 2. 가상현실 기반 선원 훈련 플랫폼 저작도구

본 논문에서 제안하는 가상현실 기반 선원 훈련 플랫폼 저작도구의 시스템은 Fig. 1과 같다. 가상환경 구축부는 실환경의

데이터를 기반으로 가상환경을 구축하기 위하여 카메라 혹은 센서로부터 받은 3차원의 raw data 정보를 실환경 구축부에서 공간 재구성 알고리즘을 이용하여 최적화된 3차원 메쉬로 재구성한다. 실환경 구축부는 RGB 센서로 촬영된 컬러 정보를 메쉬의 텍스처로 매핑하는 텍스처 매핑 단계까지 포함한다.

재구성된 3D 가상환경은 하나의 3차원 메쉬로써 이를 훈련 환경으로 바꾸기 위해선 가상환경에 대한 편집이 필요하다. 가상환경 구축부는 입력으로 받은 하나의 메쉬를 가상환경 구축 알고리즘을 통해 상호작용이 가능한 단위들로 편집하게 된다. 이는 인터페이스 단의 가상환경 편집창을 통하여 수행하게 되며 GUI를 통해 가상현실 기기 설정, 동적 오브젝트 설정, 오브젝트 액션 설정, 오브젝트 편집 등을 수행하게 된다. 가상환경 구축부의 결과로 동적 오브젝트 들이 배치되고 상호작용이 가능한 가상환경이 파일 형식으로 산출된다.

산출된 가상환경 파일에 대한 시나리오 정보를 입력하기 위해 시나리오 편집부를 이용하게 된다. 사용자는 시나리오 편집창을 통해 시나리오 내의 주체, 행동, 시간 등을 드래그-앤-드랍을 통해 편집한다. 편집된 시나리오는 시나리오 컴파일러를 통해 그 유효성을 실시간으로 판정하게 되며 이에 대한 즉각적 피드백을 인터페이스를 통해 시각화한다.

시나리오 편집부를 통해 최종적으로 산출되는 결과물은 가상

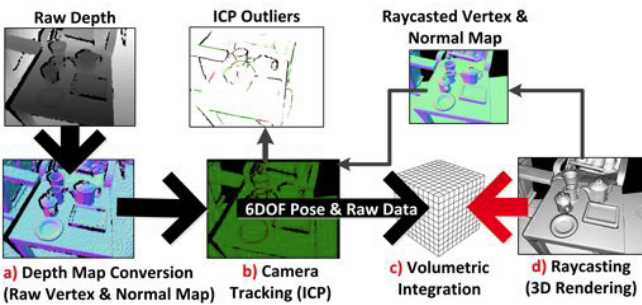


Fig. 2 3D raw data로부터 3차원 가상환경으로의 변환 과정[5]

훈련 플랫폼으로써 이는 3차원 그래픽 엔진과 실행 가능한 가상환경 및 시나리오 파일의 합산물로 볼 수 있다. 본 저작도구는 편집의 중간 결과를 저작도구 단에서 실험해볼 수 있는 가상훈련 플랫폼 실행장도 함께 제공한다.

### 3. 가상환경 구축부

본 저작도구의 가상환경 구축부는 [5]의 3차원 환경 구축 알고리즘을 이용하여 구현한다. 가상환경 구축부의 입력으로써 센서를 통해 들어온 3D raw data는 매 프레임마다 Iterative Closest Point(ICP) 알고리즘을 통해 카메라의 자세를 추적하고 새로 발견된 3D raw data를 기존 3차원 포인트 덩어리에 추가된다. 매 프레임 추가된 3차원 포인트 덩어리는 [6]의 Volumetric representation 기법을 이용하여 사진 정의된 해상도의 Voxel로써 나누어지게 되며 이는 Signed Distance Functions (SDFs)를 이용하여 3차원 표면 정보로 변환된다. 최종적으로 Volume은 사용자의 시점의 렌더링을 위해 Raycast된다. 사용자는 ICP를 이용해 글로벌 시점의 카메라 자세를 알고 있기 때문에 기존의 Frame-to-frame 기법의 오류가 많은 환경 구축 기법과는 달리 전역적인 일관성을 유지한 참조 프레임을 사용함으로써 오류를 많이 줄일 수 있다. Fig. 2에서 각 단계에서 발생하는 데이터의 결과물을 시각화 하였다.

실환경 구축부의 결과물로 산출된 3차원 메시는 가상환경 편집창을 통하여 상호작용 가능한 단위로 나누어지게 된다. 예를 들어 문이나 창문 등의 동적인 동작이 요구되는 환경의 경우엔 사용자가 해당 부분의 폴리곤을 선택하고 가능한 상호작용의 범위를 선택하는 방식으로 환경 내의 동적 물체를 편집할 수 있다. 이 기능은 기존의 훈련에 요구되었으나 훈련 비용으로 인해 훈련이 어려웠던 구명보트 거치 크레인 등의 거대 장비의 훈련을 용이하게 해준다. 또한 개별 3차원 모델인 소화기, 의자, 소화호스 등의 특정 이벤트를 발생시키는 동적 물체를 환경에 추가하여 훈련에 사용할 수 있도록 한다.

### 4. 시나리오 편집부

본 저작도구의 시나리오 편집부는 인터페이스인 시나리오 편집창과 컴파일러인 시나리오 컴파일러로 이루어져있다. 시나리오의 편집창은 Fig. 3과 같이 시나리오 편집창과 피훈련자 임무 편집창으로 구성되어있다. 한 비상상황 시나리오의 상황은 하향식 접근 방식을 적용하여 세부 임무로 분화되며 각 세부 임무에서 피훈련자가 어떤 행동을 취해야 하는지 임무 목적을 설정하는 방식을 취한다.

본 저작도구는 여러 피훈련자가 참여하는 다중 참여형 훈련 시나리오를 지원한다. 이러한 다중 참여형 가상 훈련은 기존의 단일 사용자 기반 가상 훈련보다 협력도, 시간 단축, 임무 달성도 면에서 훨씬 용이하다는 연구 결과가 존재한다[7-9]. 이를 위해 타임라인 축 외에 피훈련자 축을 생성하여 2차원으로 각 시간별 수행해야 하는 임무를 설정한다. 각 임무의 시간 제약사항 또한 피훈련자 임무 편집창에서 설정한다.

Fig 3의 빨간 색으로 표시된 사항은 글로벌 이벤트로 모든 피훈련자에게 같이 체험되는 이벤트이다. 이는 보다 난이도 높고 실제적인 훈련을 위해 일정 구간 내에 랜덤하게 발생될 수 있도록 선택할 수 있다. 본 저작도구의 시나리오 편집부는 Fig. 4의 예제와 같이 그래픽 엔진의 Plugin 형태로 구현되며 시나리오 컴파일러는 편집창에서 설정된 임무의 세부사항이 다른 임무와 충돌사항이 없는지에 대해 실시간으로 컴파일하여 이에 대한 사항을 실시간으로 시각화한다.

### 5. 결 론

본 논문은 훈련 효율성을 극대화 하기 위해 실 선박환경을 가상환경으로 변환하고 다양한 비상상황 시나리오를 저작할 수 있는 가상현실 기반 선원 훈련 플랫폼 저작도구를 제안하였다. 제안된 저작도구는 3차원 스캔 센서를 이용하여 선박 환경을 그대로 가상 환경으로 불러오는 가상환경 구축부와 이를 직관적 인터페이스를 통해 각 선원의 임무를 부여하고 시간별 이벤트를 제어하는 시나리오 편집부로 구성함을 보였다.

현재 제안된 저작도구는 각 임무에 대한 달성 여부와 달성 시간, 두 가지만으로 훈련 달성도를 평가하도록 설계되어있다. 하지만 각 임무 내의 훈련 충실도를 수치화 할 수 있는 임무에 대해선 보다 세분화 된 훈련 달성도를 추정할 수 있을 것으로 보인다. 추후 연구로써 개별 피훈련자의 훈련 달성도 및 다중 참여형 훈련의 달성도를 평가할 수 있는 종합 평가 지표에 대한 연구를 수행함으로써 저작도구에서 피훈련자의 목표 임무 달성도를 설정할 뿐 아니라 피훈련자 또한 반복 훈련을 통해 자기 평가 및 개선을 가능하도록 할 계획이다.

### 후 기

본 연구는 해양수산부의 “해양안전사고 예방시스템 기반 연구(2단계)” 과제 지원에 의해 수행되었습니다.

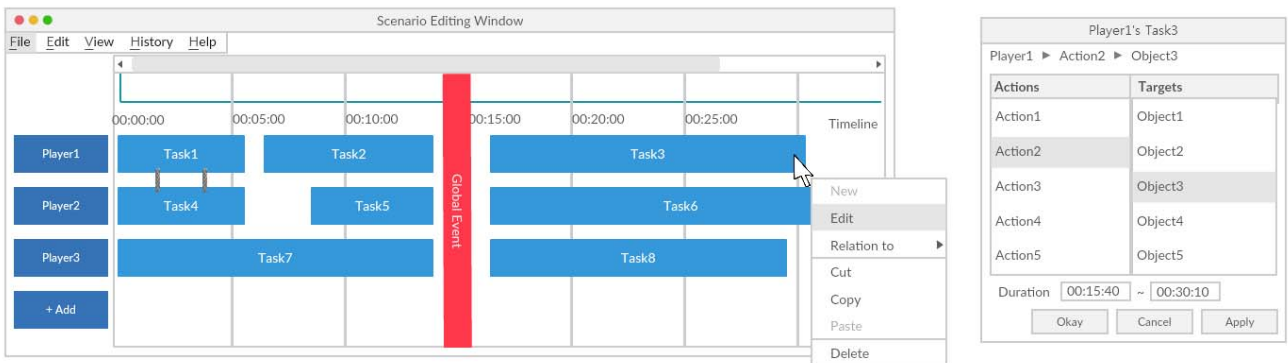


Fig. 3 드래그-앤-드롭 기반 시나리오 편집 인터페이스

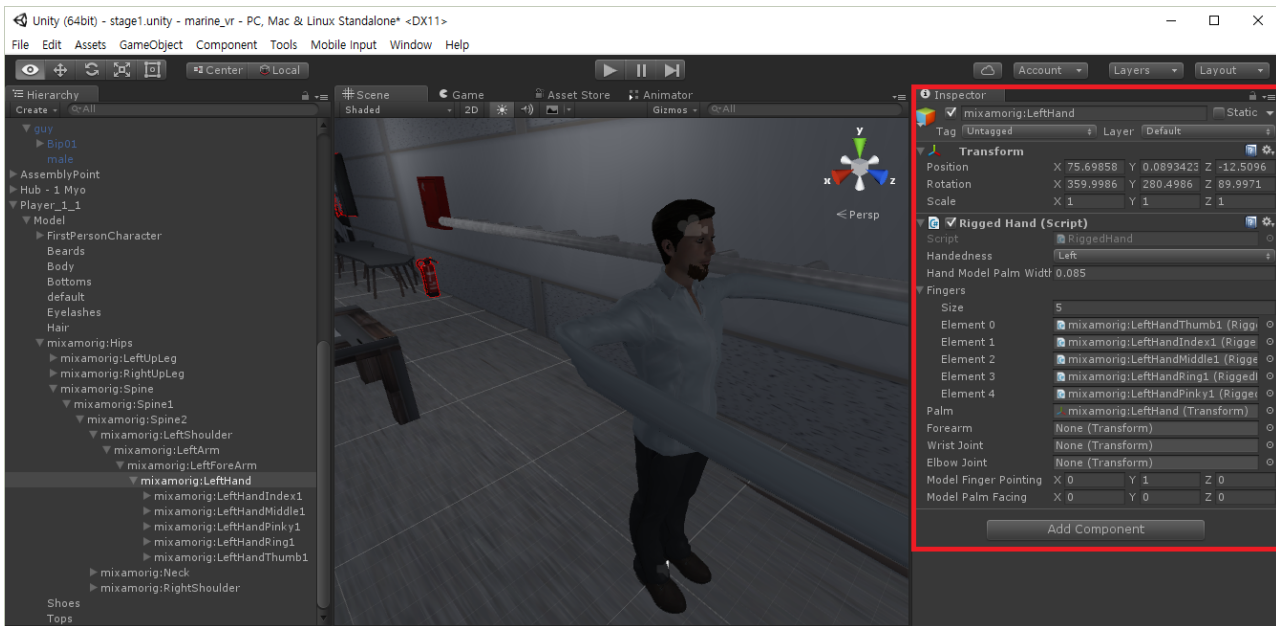


Fig. 4 Unity Engine의 Plugin으로써 구현된 저작도구 스크린샷 (빨간 네모 영역)

## 참고 문헌

- [1] Chittaro, L., & Buttussi, F. (2015). Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. A traditional education method in aviation safety. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 21(4), 529 - 538.
- [2] Xu, Z., Lu, X. Z., Guan, H., Chen, C., & Ren, a. Z. (2014). A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity. *Advances in Engineering Software*, 68(FEBRUARY), 1 - 8.
- [3] Sharma, S., Jerripothula, S., Mackey, S., & Soumare, O. (2014). Immersive virtual reality environment of a subway evacuation on a cloud for disaster preparedness and response training. *2014 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Human-like Intelligence (CIHLI)*, 1 - 6.
- [4] 임정빈, 김현라, 입체영상과 3차원음향의 상호 상승효과에 의한 가상현실기반 시뮬레이터 현실감 증대방법, *한국향해향만학회지*, v.27, no.2, 2003, 145-153,
- [5] IZADI, Shahram, et al. KinectFusion: real-time 3D reconstruction and interaction using a moving depth camera. In: *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM, 2011. p. 559-568.
- [6] B. Curless and M. Levoy. A volumetric method for building complex models from range images. *ACM Trans. Graph.*, 1996.
- [7] Sarmiento, W. J., Maciel, A., Nedel, L., & Collazos, C. A. (2014). Measuring the collaboration degree in

- immersive 3D collaborative virtual environments. 2014 International Workshop on Collaborative Virtual Environments (3DCVE). IEEE VR 2014, 1 - 6.
- [8] Wössner, U., Schulze, J. P., Walz, S. P., & Lang, U. (2002). Evaluation of a collaborative volume rendering application in a distributed virtual environment. Proceedings of the Workshop on Virtual Environments 2002 (EGVE '02), 113 - 221.
- [9] Goebels, G., Lalioti, V., & Göbel, M. (2003). Design and evaluation of team work in distributed collaborative virtual environments. Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology - VRST '03, 231.