

# VR기반의 유도탄 및 수중탄 과학화 정비교육체계 구현 및 목표성능시험에 관한 연구

이승욱\*, 이기원, 김진홍, 이두열

\*LIG넥스원(주)

seungwook.lee2@lignex1.com

## A Study on the VR-based guided missile and underwater torpedo maintenance training system and the method of performance evaluation

Lee Seungwook\*, Lee Kiwon, Kim Jinhong, Lee Duyeol

\*LIG Nex1

### 요 약

본 논문은 유도탄 및 수중탄을 대상으로 기존 정비교육의 문제점을 극복하고, 학습효과를 극대화 할 수 있는 최신의 가상현실 기술을 활용한 정비교육 체계를 구현하고, 그 효과성을 검증하기 위한 목표성능시험 방안을 연구한다. VR 기술을 이용한 훈련은 현실과 유사한 환경을 제공하면서도 실제 장비를 사용하지 않기 때문에 안전하고 효율적인 교육이 가능하다. 이를 통해 군의 정비 역량을 강화하고, 국방혁신 4.0의 목표로 과학기술 강군으로의 전환을 뒷받침할 수 있다. 또한, 가상훈련 시스템은 다양한 훈련 시나리오를 제공하여 교육의 질을 향상 시킬 수 있을 것으로 기대한다.

### I. 서 론

가상현실 VR기술은 실감형 교육 콘텐츠를 제공하여, 저비용으로 위협하거나 체험하기 어려운 분야에 대한 분해 조립 및 훈련을 반복적으로 할 수 있다. 우리 軍의 무기체계 발전 추세에 따른 다품종 첨단 유도 및 수중 무기체계 지속 도입 운용으로 정비요원에게 정비능력 다양화 및 고도의 전문성이 요구된다. 현재 정비기술 습득 방식은 기술교범이나 CBT 교재를 활용하여 이론지식을 습득한 후 숙련된 정비요원에 의한 도제식 교육 형태로서 고장추적 및 정비가능 수준까지는 최소 5년 이상이 소요되는 실정이다.

또한, 폭발물, 추진기관, 추진연료, 민간한 전자장비가 탑재된 유도탄을 교육 목적으로 매번 분해 및 조립을 실시하는 것은 안전성과 유도탄 성능 유지 고려 시 비효율적이며, 실제 유도탄 정비 시 교육이 실시되므로 교육이 연속적이지 못하고, 충분한 반복 숙달을 하지 못하여 교육효과가 떨어지는 실정이다. 본 연구는 유도탄 및 수중탄 정비 교육에서 VR 기반 과학화 정비교육체계 구현 방안을 연구하고, 목표성능 달성 여부를 시험하기 위한 방안을 제시한다.

### II. 본론

#### 2.1 이론적 배경 및 적용 연구 동향

VR은 컴퓨터 그래픽과 센서 기술을 통해 사용자를 3차원 가상 환경에 몰입시켜 실제와 유사한 경험을 제공하는 기술이다. VR의 핵심 특성인 몰입감(Immersion), 현실감(Presence), 상호작용성(Interactivity)은 교육 환경에 적용될 때 강력한 학습 효과를 유발한다. 높은 몰입감은 학습자의 주의를 집중시키고 학습 동기를 부여하며, 현실감은 가상 경험을 실제 경험처럼 느끼게 하여 학습 내용의 기억과 전이를 촉진한다. 상호작용성은 학습자가 가상 환경 내 객체와 능동적으로 소통하며 지식을 구성해나가는 것을 가능하게 한다.

#### • 정비교육분야 VR기술 적용 연구

정비교육 분야에서 VR 기술의 적용은 초기 개념 연구 단계를 넘어 실제 시스템 개발 및 효과 검증 연구로 확산되고 있다. 항공[1], 자동차[2], 조선, 에너지, 국방 등 다양한 산업 분야에서 VR을 활용한 정비 훈련 시스템이 개발되어 그 효과가 보고되고 있다. 예를 들어, Pan et al.(2006)은 자동차 엔진 분해·조립을 위한 VR 시스템을 개발하여 학습 시간 단축과 이해도 향상 효과를 확인하였으며[3], Gavish et al.(2015)은 산업용 밸브 유지보수 훈련에서 VR 그룹이 전통적 교육 그룹에 비해 오류 감소 및 작업 시간 단축 면에서 우수한 성과를 보였음을 입증했다[4]. 국내에서도 K-water 등에서 실제 설비와 동일한 환경을 VR로 구축하여 정비 절차 및 돌발상황 대응 훈련에 활용하는 사례가 증가하고 있다. 이러한 연구들은 공통적으로 VR 정비 교육이 안전성 확보, 비용 절감, 반복 학습 용이성, 학습 몰입도 향상 등의 측면에서 강점을 지니고 있음을 시사한다.

#### 2.2 유도탄 및 수중탄 VR 정비교육체계 구현

사용자 요구사항을 만족하는 콘텐츠 저작도구를 개발하고, 교육용기기 “VR디바이스/전자칠판/PC” 장비에서 정비교육콘텐츠를 서비스 할 수 있도록 시스템을 설계 구축한다. 설계시 고려사항은 다음과 같다.

- **몰입적학습경험제공:** 실제와 유사한 가상 환경 및 상호작용을 통해 학습 몰입도 극대화
- **개인맞춤형학습지원:** 학습자 수준 및 특성을 고려한 적응형 교육 콘텐츠 및 피드백 제공
- **체계적기술습득유도:** 단계별 학습 경로와 다양한 시나리오 기반 실습을 통한 정비 역량 강화
- **안전하고효율적인교육환경구축:** 위험 요소 배제, 반복 학습 용이, 교육 비용 절감
- **데이터기반교육효과분석:** 학습 데이터 수집 및 분석을 통한 교육 프로그램 지속적 개선

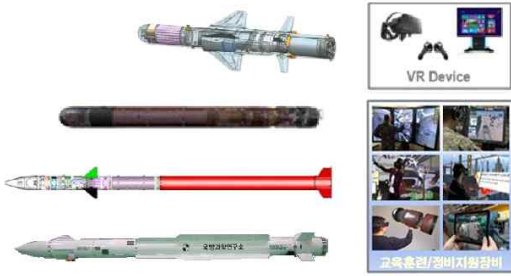


그림 1. VR기반의 정비교육체계 개념도

3D 정비교육 콘텐츠 서비스를 위한 HMD훈련/형상교육/PC형 SW 개발한다. 사용자의 사용성 증대를 위한 UI/UX를 고려하고, 협업 절차 훈련을 위한 팀 훈련기능, 훈련절차 재현(위반내용)을 위한 평가기능, 콘텐츠 효율성을 위한 훈련모드 기능 등을 포함한다.

- 유도/수중탄 분해, 조립 및 정비 관련 콘텐츠 구현
- 절차(시나리오)별 객체 조작 및 훈련체계 구현
- 실 장비와 동일 크기 (1:1) 및 정확도 충족 구현
- 관련 멀티미디어 정보 동기화
- 절차, 이미지, 문자, 소음, Touch, 참여자 협업 및 인터랙티브 등
- 가상객체 촉각(Touch) 기술 적용
- 분해, 조립 및 정비교육 지원을 위한 멀티미디어 Display
- 관련 절차 및 방법 등의 Template를 동기화 제공
- 인지부조화로 인한 멀미예방 기술 적용

3D콘텐츠 저작도구를 구현하여, 훈련 가시화 및 절차 수행방법 저작기능 개발한다.

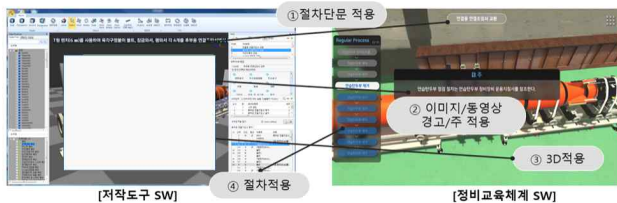


그림2. 저작도구 구현

- 분해/조립절차를 위한 멀티미디어 Display 저작기능
- 각 절차 및 수행방법 Template 저작기능 구현
- 각 구성품의 재고번호 및 정보 수정 저작기능 구현

## 2.3 목표성능시험

VR기반의 정비교육체계의 교육효과를 최대 달성해야 하는 정량적 목표는 아래 표1과 같다.

표 1. 정량적 목표

| 핵심 기술/제품 성능지표 | 달성목표     | 세계수준      |
|---------------|----------|-----------|
| 대상무기          | 0 중      | -         |
| 3D 콘텐츠 구현범위   | 군제공자료 적용 | -         |
| 최대 협업인원 수     | 00 이상    | 40명       |
| 협업원 위치 정확도(%) | 00 이상    | 90        |
| 가상객체 정확도(%)   | 00 이상    | 95        |
| 초당 프레임수(FPS)  | 00 이상    | 90        |
| 모션투포토지연(MTPL) | 00 이상    | 18ms      |
| 화질            | 000급 이상  | 3664×1920 |

VR기반 정비교육체계가 실제 훈련 상황과 유사하게 작동하기 위해서

는 고도의 기술적 설계가 필요하다. 이를 위해 여러 차례의 설계검토와 성능 확인 시험을 수행하고, 이 과정에서 시스템의 기술적 설계 적합성을 검증하고, 요구사항을 충족시키기 위한 개선 작업이 필요하다.

## 2.4 군시범운용 및 실증평가

VR 기반 정비교육체계의 성능을 측정하기 위해 훈련생들의 성과 데이터를 분석하고, 그 결과 VR을 통한 학습이 기존 교육 방식에 비해 더 높은 학습 성과를 보이는지 검증한다. 또한, 훈련생들의 피드백을 통해 시스템 개선을 지속적으로 수행하고, 훈련 효과를 극대화하기 위해 시스템의 직관적 인터페이스와 시나리오 설계를 지속적으로 보완한다.



그림 3. 군시범운용 및 실증평가

## III. 결론

본 논문에서는 VR 기반의 유도탄 및 수중탄 과학화 정비교육훈련체계를 구현함으로써 정비교육의 효율성을 크게 향상시키는 기술적 도약을 이뤘다. 이를 통해 훈련생들은 실제 장비를 다루지 않고도 정비 기술을 습득할 수 있으며, 비용 절감 및 위험 요소의 최소화라는 성과를 거둘수 있다. 향후에는 XR 최신 신기술을 접목하여 더 다양한 분야로의 확장이 기대된다.

VR 기반 정비교육체계는 본 연구 대상인 유도탄 및 수중탄 뿐만 아니라 항공산업, 조선산업, 물류산업 등 다양한 산업 분야로 확장될 수 있다. 각 산업의 특성에 맞춘 실감형 콘텐츠와 정비 교육 시스템을 개발함으로써, 군사 분야뿐만 아니라 민간 산업에서도 활용될 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

※ 이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부 방위사업청)의 재원으로 민군협력진흥원-민군기술적용연구사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (과제번호: No. 23-SN-CV-05)

## 참 고 문 헌

- [1] Chittaro, L., & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. \*Computers & Education\*, 49(1), 3-18.
- [2] Matsas, E., & Vosniakos, G. C. (2017). Design of a virtual reality training system for car engine maintenance. \*International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJDeM)\*, 11(2), 285-299.
- [3] Pan, Z., Zhang, M., & He, Y. (2006). Edutainment-oriented virtual reality system for automobile engine assembly training. \*International Journal of Virtual Reality\*, 5(2), 27-31.
- [4] Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. \*Interactive Learning Environments\*, 23(6), 778-798.