

확장현실(XR) 기반 대함레이더 교육훈련체계 개발에 관한 연구

박 선 회¹ · 배 중 환² · 유 현 배^{3*}¹(주)유토비즈 연구소장²(주)유토비즈 대표이사³나사렛대학교 오웬스교양대학 교수

A Study on the Development of Extended Reality (XR)-based “Surface Search Radar” Education & Training System

Seon-Hui Bak¹ · Jong-Hwan Bae² · Hyun-Bae You^{3*}¹Director of Utobiz Co. Research Institute, Daejeon(34013), Korea²CEO of Utobiz Co.,Ltd, Daejeon(34013), Korea³Professor, Department of VR Media Contents, Nazarene University, Daejeon(34503), Korea

[요 약]

최근 국내외적으로 군사 분야 교육훈련의 제한사항인 고비용, 고위험, 체험 불가 등을 극복하기 위하여 XR 기술을 교육훈련 체계에 도입하는 사례가 증가하고 있다. “확장현실(XR) 기반 대함레이더 교육훈련체계”도 XR 기술을 활용하여 개발한 레이더 장비 운용 및 정비 교육훈련체계이다. 교육생의 몰입도를 높이고, 교육의 현실감과 향후 교육훈련의 확장성을 높일 수 있도록 레이더 운용 및 정비 관련 다양한 콘텐츠 개발 및 콘텐츠 표준화 제작방안을 제시하고, 효율적인 교육훈련 통제를 위해 사후강평 시스템과 자료관리 시스템을 구비하였으며, 다자간 멀티협업 서버를 개발하여 다수 인원의 동시 훈련 여건을 제공하였다. 본 훈련체계의 레이더 시스템에 특화된 XR 기술들은 향후 유사한 교육훈련체계를 개발하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

[Abstract]

Recently, the cases wherein the XR technology is introduced into the education and training system to overcome high cost, high risk, and inability to experience, that is, the restrictions on education and training in the military field, are increasing rapidly in the nation and abroad. “The XR-based Surface Search Radar (SPS-95K) education and training system” is a radar equipment operation and maintenance education and training system developed using the XR technology. Herein, various content development and content standardization plans related to radar operation and maintenance are presented to increase the trainees' immersion, reality of education, and expandability of future education and training. For efficient education and training control, a post-review system and a data management system were installed, and a multilateral multi-collaboration server was developed to provide simultaneous training conditions for numerous people. XR-related technologies specialized in radar systems used to develop this training system can be immensely helpful in developing similar education and training systems in the future.

색인어 : 확장 현실, 대함레이더, 교육훈련체계, 실감형 콘텐츠, 가상 안테나**Keyword** : Extended reality, Surface search radar, Education and training system, Realistic content, Virtual antenna<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.4.861>

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 26 January 2023; Revised 03 April 2023

Accepted 05 April 2023

***Corresponding Author; Hyun-Bae You**

Tel: +82-42-825-3063

E-mail: utobiz@utobiz.co.kr

I. 서론

군에서의 미래 교육훈련체계는 안보 상황의 변화와 4차 산업혁명을 기조로 하는 첨단 과학기술을 활용하여 급격하게 변화할 것으로 예상된다.

국방부는 미래 전장 환경 적응을 위한 첨단 과학기술의 적극 활용을 추진하고 있으며, 가상현실·증강현실 등 첨단기술을 활용한 실감형 과학화 훈련체계 구축 등을 국방 운영 혁신 분야 주요 과제로 선정하고 관련 업무들을 추진하고 있다[1]. 확장현실(XR: eXtended Reality)이란, 가상현실(Virtual Reality)과 증강현실(Augmented Reality)을 아우르는 혼합현실(Mixed Reality)을 가능하게 하는 기술을 총망라하는 용어이다[2]. 특히, 3차원 공간에서의 상호작용 경험을 가능하게 하여 비대면 서비스에서의 현실적인 몰입도를 증대시킬 수 있는 기술로 주목받고 있다. “XR 기술 기반의 함정용 대함레이더 운용 및 정비 교육체계”(이하 “XR 기반 대함레이더 교육훈련체계”로 부른다.)는 이러한 XR 기술의 특징을 기반으로, 해군 함정에서 대함레이더를 운용하고 정비하는 요원들을 훈련시킬 수 있도록 개발한 교육훈련체계이다. 본 논문에서는 군에서의 대표적인 XR을 활용한 교육훈련체계 운용 실태와 함정용 대함레이더 세트의 운용 및 정비 교육의 특성 및 기능을 알아본 후, “XR 기반 대함레이더 교육훈련체계” 구성 및 주요 연구개발 내용을 소개하고, 적용 방안 및 기대효과 등을 제시한 후 결론을 맺었다.

II. 함정용 대함레이더(SPS-95K) 소개

2-1 장비의 특성 및 기능

1) 장비 개요

함정용 대함레이더 세트는 2007년에 개발되어, 함정 및 육상기지에서 주로 적 함정 식별용으로 운용하고 있다. 해상의 표적을 탐지하여 전시기에 표적 정보를 비디오, 안테나 방위 신호, 거리 기준(Range Zero) 트리거를 제공하는 표면 탐색 및 항해용 레이더이다. 중형급 이상의 함정에 설치 운용이 가능토록 자이로와 연동이 가능하며, 해안과 육상기지에도 설치 운용이 가능하다.

2) 장비 연동

함정용 대함레이더 세트는 전시기, 사통체계, 전투체계와 연동되어 표적 정보를 전시할 수 있다. 전자전 장비에는 블랭킹 신호를 제공하며, 피아 식별기에는 사전 트리거 신호를 제공하고, 피아 식별기의 고주파 신호를 방사할 수 있도록 안테나가 장착되어 있다.

3) 주요 기능

C- 밴드 고주파 펄스 신호를 생성하고, 이 고주파 펄스를

안테나를 통하여 방사시키며, 표적에서 반사되어 수신된 미약한 신호를 증폭하여 전시기에 전시 가능토록 영상(Video) 신호를 발생시킨다.

요구되는 탐지거리, 분해능력, 정확도 등에 따라 단 펄스, 중 펄스, 장 펄스 모드를 지원하며, 클러터 및 전자전 상황에서도 운용이 가능하도록 해면 반사파 및 우설 반사파 제어, 대수 증폭, 송신 주파수/펄스 반복 주파수 변경 및 구역 방사 기능을 보유하고 있다. 또한 자이로와 연동되어 표적을 진방위로 전시 가능토록 하며, 피아 식별기용 안테나를 지원한다.

2-2 장비 구성

함정용 대함레이더 세트는 그림 1과 같이 레이더 송수신기, 원격 조정기, 레이더 안테나, 레이더 전시기, 안전 스위치 등으로 구성되어 있다[3].

1) 레이더 송수신기

레이더 송수신기는 캐비닛, 고주파부, 수신전단기, 레이더용 변조기, 송수신 인쇄회로판 조립체, 변조기용 전원공급기, 저전압 전원공급기 등으로 구성되어 있으며, 안테나를 통한 전자파 방사 및 수신 기능을 수행한다.

2) 원격 조정기

원격 조정기는 전시기 옆에 설치하여 송수신기의 모든 기능을 제어하며, 추가적으로 구역방사 제어 기능과 유형별 고장 상태 등을 표시한다.

3) 레이더 안테나

레이더 안테나는 반사기 결합체와 피아식별기, 기아 박스 등으로 구성되어 전자파 방사 및 수신, 피아 식별 등의 기능을 수행한다.

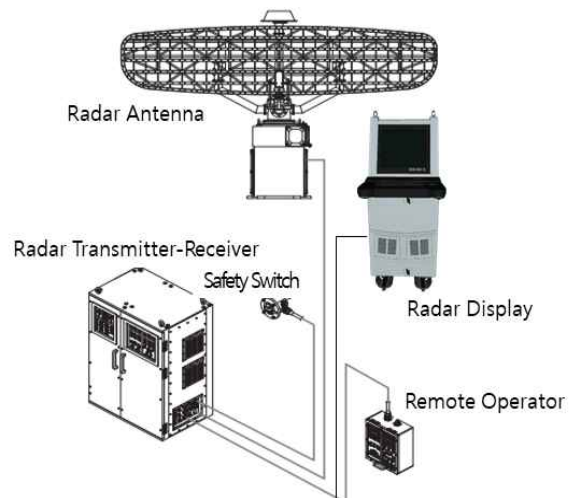


그림 1. SPS-95K 레이더 구성
Fig. 1. Configuration of SPS-95K radar

4) 레이더 전시기

레이더 전시기는 레이더로 수신된 상황을 종합적으로 전시하여 상황판단 기능을 지원한다.

5) 안전 스위치

안전 스위치는 안테나 정비업무를 수행할 때 송신 및 안테나 회전이 안 되도록 하는 일종의 안전장치로, 정비 요원이 직접 조작하도록 안테나 가까이 설치하여 운용한다.

Ⅲ. 군사분야 XR 기반 교육훈련체계 개발 활용 사례

3-1 활용 추세

21세기 국방/군사 분야의 최대 화두는 단연 제4차 산업혁명이며, 최첨단 기술이 빠르게 도입되고 있는 제4차 산업혁명의 영향으로 변화하고 있는 군의 모습 중에서도 대표적인 분야가 가상현실(VR)·증강현실(AR) 등 확장현실(XR) 기술을 교육훈련체계에 도입하는 것이다. 주요 선진국들이 XR 기술을 주목하는 이유는 다양한 신기술을 자유자재로 융합해 상상 속에서나 가능했던 전혀 새로운 기술을 상용화할 수 있으며, 현실 세계의 물리적 한계를 뛰어넘을 수 있기 때문이다.

또한, 시각 정보를 통해 더 빨리 정보를 습득하는 신세대 장병들의 인지능력 변화와 훈련체계에 따라 차이가 있지만 저렴한 비용으로도 구축 가능하다는 점 등이 XR 훈련체계의 매력이라 할 수 있다.

또한, XR 훈련체계를 통해 구축, 검증된 낮은 단계에서의 네트워크 통제 기술은 무인 무기체계의 원격통제 등 고급 군사기술로 확대, 적용할 수 있기 때문에 무한한 잠재력을 보여주는 사례라 할 수 있다.

3-2 미군의 개발 및 활용 사례

실제로 미 육군은 일련의 훈련체계를 네트워크를 통해 하나로 연결시킬 계획을 추진 중이다. XR 훈련체계를 더욱 발전시켜 미국 본토 루이지애나 주 방위군과, 이라크에서 미 육군이 교육훈련 시키고 있는 이라크 육군 병사들이 동시에 훈련시스템에 접속해 사격훈련을 펼치고, 서로의 기량을 비교할 수 있게 되는 것이다. 또한, 미 공군의 경우 상용 PC 기반 시뮬레이션 훈련체계에 HMD(Head mounted Display)를 결합한 저비용 훈련체계를 조종사 입문 과정의 장병들에게 적극 권장하고 있으며, 향후 이러한 훈련체계를 활용해 무인 무기를 원격으로 제어하거나, XR 기술이 적용된 최첨단 조종사 헬멧으로 전투기들의 가상 공중전 훈련도 계획하고 있다[4]. 태평양과 대서양 상공에서 전투기들이 XR 기술과 초고속 네트워크 기술을 활용해 서로 공중전을 펼치고, 여기에 지상에 있는 시뮬레이터까지 추가한다는 것이다. 이러한 훈련체계가 실용화된다면 전 세계에 전개되어있는 미 공군 전력에 한곳에 집결하지 않더라도 주기적으로 대규모 가상 공중전 훈련까지 가능해질 것이다.



그림 2. 미 공군의 조종사 입문 과정 저비용 훈련시스템
Fig. 2. U.S. Air Force pilot entry course low cost training system

3-3 국방부의 개발 및 활용 계획

우리 국방부에서도 XR 기술을 적용한 교육훈련 콘텐츠의 효과성을 인식하고 이를 다양한 교육훈련에 적용하기 위한 계획을 추진 중에 있다. 국방부(정보화기획관실)는 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 등 XR 기술을 전술훈련, 특수훈련, 낙하훈련, 사격훈련, 조종훈련, 정비교육, 운전교육, 간호실습 등 다양한 교육훈련 분야에 적용해 실전적이고 몰입감 높은 교육훈련환경을 구축하기 위해, “실기동 가상훈련(LVC) 기반 몰입형 개인훈련 시뮬레이터 개발” 등 총 14개의 과제를 선정하여 추진 중이며[5], 각 군에서도 XR 기술의 적용 효과가 높을 것으로 판단되는 분야를 위주로 일부 콘텐츠를 개발하여 활용 중이고, 추가적으로 다양한 콘텐츠 개발을 추진하고 있다.

대표적인 사례로 육군사관학교에서는 “소부대 과학화 훈련체계 시범사업”을 실시하고 있다. 가상현실 기술을 활용해 “스마트 VR 모의전투훈련체계 훈련장”을 구축하고, 보병부대에 도입할 “VR 기반의 사격 및 전술 훈련체계”를 선도적으로 연구하는 것이다.



그림 3. XR 기반의 공군 KT-1 비행 교육훈련체계
Fig. 3. XR-based AF KT-1 flight education training system

해군의 잠수함 승조원 훈련체계는 현실감 있는 잠수함 환경을 구현해 각종 상황의 반복·숙달 훈련과 팀워크 훈련이 가능한 체계이며, 해병대에서는 공수 강하 시뮬레이터를 통해 낙하산 공중집결과 목표지역 내 집결 착륙 등 고도의 강하 능력을 배양하고 있다[6]. 공군의 비행교육훈련체계는 항공기 운용 중에 발생 가능한 비상 상황을, 가상현실을 통하여 훈련함으로써 조종사들의 빠르고 정확한 비상 처치 능력을 배양하고 있다.

IV. XR 기반 대함레이더 교육훈련체계 설계 및 구현

4-1 시스템 설계

본 교육훈련체계는 4차 산업혁명 시대에 물리적 세계와 디지털 세계의 경계를 허물고, 기술력을 융합한 VR/AR/MR 기술 기반의 레이더 장비 운용 및 정비 교육훈련체계 개발을 통해 교육의 현실감과 향후 교육훈련의 확장성을 높일 수 있는 시스템 개발을 목표로 설계되었다. XR 기반 대함레이더 교육훈련체계는 HW 측면과 SW 측면으로 나누어 볼 수 있다. HW

측면에서는 그림 4에서 보는 바와 같이 교관 통제석과 MR 교육장, VR 교육장, 현장교육 공간, 개인교육 공간 등으로 구성 되어 있다. SW 측면에서는 교육통제 시스템, 자료관리 시스템, 실시간 모니터링 시스템, 사후강평 시스템, 다자간 동시 팀워크 시스템, 교육훈련기(운용 및 정비 교육콘텐츠) 등으로 구성되어 있으며[7], 각 시스템의 세부 기능은 표 1과 같다.

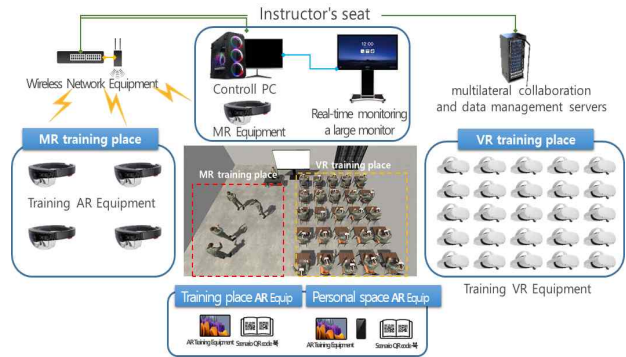


그림 4. XR 기반 대함레이더 교육훈련체계 HW 구성
Fig. 4. XR-based “Surface Search Radar” education & training system HW Composition

표 1. XR 기반 대함레이더 교육훈련체계 세부 기능

Table 1. Detailed functions of the education and training system

Classification	Detailed Functions	Explanation
Educational Control System	Training control	Training access management, training control, training environment control
	Situation control	MR equipment operation control, MR equipment viewpoint switching, training S/W remote control, message transmission management
Data Management System	Instructor management	Registration of instructors, editing instructor information, and deleting instructors
	Management of trainees	Inquiry of trainees, registration of trainees, editing of trainees' information
	Scenario Management	Scenario check, editing scenario
Real-time Monitoring	Monitoring training machines	Real-time monitoring of training machines
	Screen segmentation control	Single screen settings, split screen settings
Post-training Review System	Reenacting the educational situation	View training videos, play training videos
	Educational evaluation	Training Information Inquiry, Training Information Analysis
	Report Output	Report query, report output
Multi-lateral Concurrency Teamwork System	Multiple Access Support	Training access management, training control, training environment control
	Multi-message Processing	MR equipment operation control, MR equipment viewpoint switching, training S/W remote control, message transmission management
	Data Up-to-date capabilities	Registration of instructors, editing instructor information, and deleting instructors
	Integrated Management of Education	Check of trainees, registration of trainees, editing of trainees' information
Educational Training Machine	Location and Description of Display Components	Operational training – Position and description of display components
	Start-up/stop Procedures for display	Operational training – Display unit start and stop procedures
	Functional Testing Procedures for Display	Operational training – Functional testing procedures for display
	Transceiver component Location and Description	Maintenance Training – Transceiver Components Location and Description
	Radar start/stop Procedure	Maintenance training – Radar start/stop procedure
	Transmission output/reception Sensitivity Measurement Procedure	Maintenance training – Procedure for measuring transmission output and reception sensitivity
	Antenna Disassembly and Repair Procedure	Maintenance training – antenna disassembly and repair procedures
	Procedure for Disassembly and Repair of Transmitting and Receiving ends	Repair training – Disassembly and repair procedures for transmitting and receiving units



그림 5. 계측기 콘텐츠 개발 사례
Fig. 5. Measuring Instrument content development example

4-2 주요 개발 및 구현 내용

1) 주요 콘텐츠 표준화 제작 방안 제시

시나리오에 기반한 실감형 콘텐츠를 구현하여 실전적인 레이더 운용 및 정비 교육이 가능하도록, 레이더 전시기(SPA-99KA1)와 레이더 세트(SPS-95K)의 구성품을 실제와 동일한 크기로 3D 모델링하여, 가상공간에 전시되는 콘텐츠가 실제와 동일한 크기로 가시화되도록 하였다[8]. 그림 5에서 보듯이 정비 시에 사용되는 계측기 및 사용 공구를 실제와 동일한 크기로 3D 모델링하고, 스위치 동작 등과 같은 상호작용이 가능하도록 설계 및 구현하여 실재감 있는 교육 훈련 여건을 제공할 수 있도록 노력하였다.

복잡한 콘텐츠 제작 결과물의 효율적인 관리 및 추후 확장성을 확보하기 위해 콘텐츠 제작 대상을 자료분류 기준에 맞춰 분류하고, 정의된 콘텐츠 객체 명명법을 적용하는 콘텐츠 표준 제작 방안을 제시하였다.

2) 레이더 전시기 운용 교육 콘텐츠 개발

레이더 전시기 운용 교육 콘텐츠에는 구성품 위치 및 설명 기능, 장비 시동/정지 절차 기능, 장비 기능시험 기능 등이 포함된다. 이번 모델에서 특기할 개발내용은, 레이더 전시기 운용 교육에서 교육생이 훈련 장비를 착용한 상태에서 그림 6에서 보는 바와 같이 교육생 시점에 따라 디스플레이 구성품의 위치 및 설명이 전시되는 기능과, XR 장비를 통해 가시화되는 가상 레이더 전시기의 정보 전시영역, 단축 버튼 전시영역, 주 팝업 메뉴의 기능을 사용자의 상호작용으로 제어하여 가상공간에서 장비 기능시험을 수행할 수 있는 기능 등이다.

반복/숙달 훈련에 의한 교육효과를 높이기 위해 훈련기 SW는 교육 훈련장에서는 교관 통제에 의한 시나리오 수행이 기본적으로 가능하며, 실제 장비가 있는 공간 또는 개인 공간에서도 반복/숙달 훈련을 수행할 수 있도록 시나리오 정보가 있는 QR 코드북 활용이 가능하다.



그림 6. 레이더 각종 스위치 조작 기능 개발 사례
Fig. 6. Development of various radar switch operation functions

3) 레이더 세트 정비 교육 콘텐츠 개발

레이더 세트 정비 교육 콘텐츠에는 구성품 위치 및 설명 기능, 장비 시동/정지 절차 기능, 송신출력/수신감도 측정법 숙달 기능, 안테나 분해정비 기능, 송수신단 분해정비 기능 등이 포함된다.

가상 송수신기의 조작 가능한 각종 스위치, 버튼 등을 실제 송수신기에서와 같이 조작할 수 있는 기능과 레이더 세트의 시동 및 정지 절차를 시나리오 기반의 콘텐츠로 구성하여 실제 장비를 활용한 경우처럼 훈련이 가능하다.

가상 송수신기를 이용한 송신출력 및 수신감도 측정법을 숙달하기 위해 실제 측정 시에 사용되는 사용 공구 및 계측기를 가상화하여, 가상공간에서 사용자가 케이블 연결 및 공구 사용, 계측기 사용 등을 모의할 수 있다.

안테나단 분해 정비는 안테나 분해, 조립과 사전 준비 및 사후 검사로 구성되어 있으며, 송수신단 분해 정비는 19개의 항목으로 구성되어 가상공간에서 각 정비 항목별 시나리오에 의해 분해, 조립 훈련이 가능하다.

4) 콘텐츠 특수기능 구현 방안 연구 및 적용

레이더를 대상으로 하는 교육훈련체계의 특성을 반영하여 콘텐츠를 개발할 때 “계측기 전시 파형 및 수치 모사 방안”과 “가상 안테나 구현 방안”을 연구, 적용하였다. “계측기 전시 파형 및 수치 모사 방안”은 그림 7에서 보는 바와 같이 허용 가능한 임의의 값을 지정된 확률로 취득할 수 있는 변수인 랜덤변수를 적용하여 계측기 상의 전시 파형 및 수치를 실제와 유사하게 모사하는 방안을 말한다. 또한, 외부 높은 곳(철탑)에 있는 안테나의 분해 및 조립 절차를 실내 MR 영상으로 효과적으로 가시화하기 위해, 실제 안테나단이 있는 위치에 설치된 주변 안전 펜스를 가상공간에 재현하는 가시화 효과 구현 방안을 적용하였다[9].

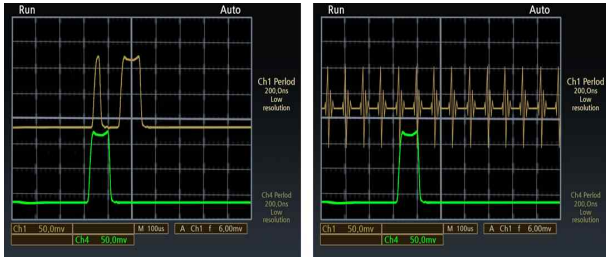


그림 7. 오실로스코프 계측기 파형 모사 예시
 Fig. 7. Example of oscilloscope instrument waveform simulation

5) 효율적인 훈련통제 수단 제공

XR을 활용한 훈련체계에서 효율적인 훈련통제 수단 보유 여부는 훈련 성패에 영향을 미치는 주요 요소이다. 따라서 이번 훈련체계에는 교관용 훈련통제 시스템인 사후강평 시스템과 자료관리 시스템을 구비하고 있다. 사후강평 시스템은 훈련받는 교육생의 교육 진행 사항 평가 및 관리, 교육 상황 실시간 모니터링, 교육 결과 조회 및 분석, 교육훈련 상황 재연, MR 디바이스 통제 등의 주요 기능을 수행하게 된다. 자료관리 시스템은 교관 및 교육생의 정보 관리, 훈련 이력 관리, 시나리오 관리 등의 기능을 수행한다.

반복/숙달 훈련 등을 통하여 교육 효과를 높이고, 하드웨어의 최적 활용을 위해, 그림 8과 같이 교육장은 MR/VR 교육장, 현장 교육, 개인공간 교육으로 구분하여 다양한 교육 방안의 적용이 가능하도록 구성하였다.

6) 다자간 협업 훈련 지원 기능 구비

본 훈련체계에서는 훈련기 SW를 통해 교육생 간에 가시화되는 가상공간의 3차원 객체 및 교관에 의해 통제되는 통제기 SW 간의 데이터 통합 관리를 위해 다자간 멀티협업 서버를 사용한다. 이때, SW 간 연계되는 가시화 및 공간 동기화 정보를 이용하여 다자간 협업 훈련 지원, 공간/객체 동기화, 데이터 관리 등의 기능을 수행하는 다자간 멀티협업 서버를 개발하여 다자간 협업 훈련을 효율적으로 지원할 수 있도록 하였다.

Sortation	MR/VR Training place	fieldtraining (MR/AR Training)	Personal space Training(AR Training)
Scene of a training center			
HW Config.	-MR Equip: 5Set (Trainer 1, Trainee 4) -VR Equip: 25 Set	-MR Equip 3Set (Trainer 1, Trainee 2) - Tablet 2Set	-Personal AR Equip (Android-based Tablet/Smartphone)
Content Elements	Mission accomplishment by Multi-collaboration	Virtual Reality Education in the Field	Recurring/skill training on personal equipment

그림 8. MR/VR 최적화 교육장 구성 방안
 Fig. 8. MR/VR optimization training center configuration plan

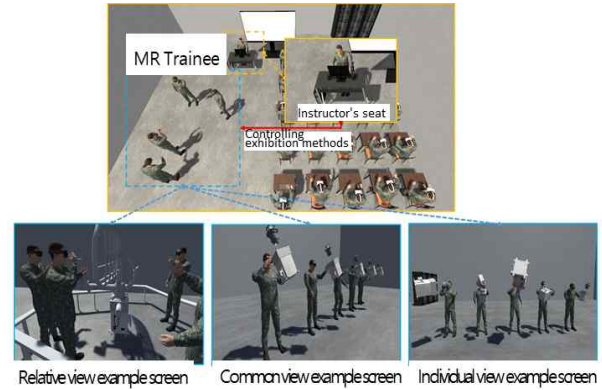


그림 9. 가상물체 전시방법 전환
 Fig. 9. Changing the display method of virtual objects

그림 9에서 보는 바와 같이 다자간 멀티협업 훈련을 진행하기 위해서는 먼저, 실시간으로 객체를 중심으로 한 각 훈련기의 상대 위치/회전 값을 계산하여 훈련기에 전송하고, 이어서 훈련기에서는 다자간 멀티협업 서버로부터 수신된 동일한 기준점으로 증강되어 가시화되는 가상물체를 확인할 수 있어야 한다.

또한, 교관에 의한 교육 방법 및 훈련 효과를 높이기 위해 상대적 시점, 공통적 시점, 개별적 시점의 가상물체 전시 방법을 전환할 수 있는 기능과 교관에 의한 조작 가능 인원 통제와 조작 인원의 손동작을 가상공간에 가시화할 수 있는 방안 등을 개발하여 다자간 협업 훈련을 원활하게 진행할 수 있도록 하였다[9].

7) 교육훈련 효과 검증 및 분석 방안 연구

XR 기반 교육훈련체계의 실용화를 위해 교육훈련 효과성을 평가할 수 있는 평가모형을 적용하여 교육훈련 효과 검증 및 분석 방안을 제시하였다[10]. 교육훈련 전 과정을 평가하는 과정 지향적 모형(CIPP 모형)과 교육훈련 결과를 평가하는 결과 지향적 모형(Kirkpatrick 모형)을 혼합하여 활용하면 전반적인 교육훈련체계의 성과평가와 장단점, 보완사항 도출 등을 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 판단된다 [10],[11]. 아울러 평가를 효율적으로 실시하기 위한 구체적인 방안으로 평가단 편성 및 운용, 평가점검표 작성, 평가 데이터 수집 및 분석 방안 등을 제시하였다.

V. 적용방안 및 기대효과

5-1 적용방안

개발된 교육훈련체계는 XR(eXtended Reality) 기술을 적용한 함정용 대함레이더 시스템의 장비 운용 및 정비 교육체계로서 함정용 대함레이더 세트를 운용하거나 정비하는 요원들의 초기교육이나 보수교육용으로 활용할 수 있다. 운용 및

정비 요원에 대한 초기교육 시에는 현장감 있는 다양한 콘텐츠가 제시되고, 교육훈련 진행에 대한 교관의 적시적인 지도와 교정으로 교육효과를 증대시킬 수 있을 것이다. 보수교육용으로 활용 시에도 다양한 교육 통계 및 자료관리 시스템, 실시간 모니터링에 의한 적시적인 교관 지도 및 사후강평 시스템으로 각자의 취약 분야를 인식하여 숙달시킴으로써 부여된 임무를 완벽하게 수행할 수 있는 능력을 배양하는 데 기여할 수 있으리라 판단된다.

특히 기존의 장비 운용 및 정비체계 숙지를 위한 교육 프로그램의 경우 대상 장비가 고가이거나 장비 부족과 준비 시간 부족 등으로 충분한 교육 진행에 어려움이 있었으나, XR을 기반으로 한 교육훈련체계를 활용하면 시공간 제약이 없는 상태에서 충분한 교육이 가능하게 될 것이다[12].

5-2 기대효과

본 교육훈련체계는 4차 산업혁명 시대에 물리적 세계와 디지털 세계의 경계를 허물고 기술력을 융합한 XR(VR/AR/MR) 기술 기반으로 개발되었다. 이러한 특성을 살려 교육생의 몰입도가 매우 높은 장비 운용 및 정비 교육훈련체계 개발로 교육의 현실감과 교육훈련의 확장성을 높일 수 있기 때문에, 앞으로 유사한 교육훈련체계 개발에 큰 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

1) 기술적 측면

군사 분야 무기체계 중에서도 전자 장비는 무형적인 요소가 많아서 모델링하기가 상대적으로 어려운 분야이다. 본 교육훈련체계는 이러한 어려움을 극복하고 다자간 멀티협업 훈련 기능의 설계 및 구현과 시스템을 최적화할 수 있는 하드웨어 적용 및 개선, 계측기 전시 파형 및 수치 모사 방안과 가상안테나 구현 방안 등을 연구하여 적용하였기 때문에, 관련 기술은 향후 유사한 전자 장비의 훈련체계 개발에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 레이더 세트 운용 및 정비 교육에 관련된 다양한 콘텐츠를 개발하여 교육효과를 높일 수 있도록 하는 등 관련 분야 기술 발전에 기여하였다.

2) 군사적 측면

군사 분야의 교육훈련은 현실에서는 고비용, 고위험, 체험불가 등으로 재현하기 힘들고, 비용이 많이 소요되는 특성이 있다. 그러나 XR 기반의 가상세계에서는 이러한 제약사항을 극복할 수 있는 시스템 개발이 가능하고, 이를 활용하여 반복숙달함으로써 전술훈련 효과의 극대화가 가능하다.

실제로 본 교육훈련체계를 적용하면 다양한 전장 상황을 가정된 훈련 시나리오 설정이 가능하고, 이를 토대로 필요한 만큼의 반복훈련으로 실질적인 장비 운용 및 정비 능력 습득이 가능할 것으로 예상된다. 이러한 반복적인 숙달 훈련으로 실전 상황에 적시 적절한 대응이 가능하여 전투력 극대화에 기여하고 피해를 최소화할 수 있게 될 것이다.

3) 경제적 측면

상대적으로 협소한 공간에서도 XR 기반의 교육훈련은 다양한 상황을 반복해서 훈련할 수 있기 때문에 훈련비용의 절감이 가능하다. 본 교육훈련체계에 적용된 기술들은 다른 분야의 교육용 등에 확장이 가능한 프레임워크이기 때문에 4차 산업 관련 신규사업 창출에 기여할 수 있으며, 아울러 이에 따른 고용 창출이 기대된다[13].

VI. 결론

이번에 개발된 가상현실 교육훈련체계는 XR 기술을 활용하여 쌍방향성 교육훈련 콘텐츠를 개발하였기 때문에 상호 활동에 의해 현실감 있는 교육훈련이 가능하며, 교육생 스스로 학습하고 실습할 수 있는 능동형 훈련이 가능하다. 또한 다수 인원이 동시에 훈련이 가능한 교육훈련 환경 구축이 가능하고, 교육생 개인별 교육훈련 성과가 자동으로 분석되어 시각적으로 확인할 수 있는 결과물이 제공되는 등의 장점이 있다. 이러한 교육훈련체계를 개발하는 과정에서 새롭게 적용된 여러 가지 XR 관련 기술들은 앞으로 유사한 교육훈련체계를 개발하는데 시사하는 바가 클 것으로 예상된다. 기존의 CBT 위주의 교육훈련에서 진일보하여 다양한 장점을 가진 XR 기반 교육훈련체계를 교육 현장에 성공적으로 적용하기 위해서는 교육 시설 및 장비 구비, 교관 및 조교 양성, 교육생들의 적극적인 참여 등 제반 사항의 치밀한 준비와 적용이 필요하기 때문에, 소요군에서도 관련되는 사항들에 대한 지속적인 연구와 뒷받침이 필요하다.

이번에 개발된 교육훈련체계가 성공적으로 적용되어 부대 임무 수행 능력 향상에 크게 기여하고, 유사한 훈련체계의 지속적인 개발, 보급, 적용으로 우리 군의 교육훈련체계가 XR 등 첨단기술을 적극 활용하는 선진군대로 도약하는 밑거름이 되기를 기대해본다.

감사의 글

“확장현실(XR) 기반 대함레이더 교육훈련체계” 개발은 ADD의 민군 기술이전 사업으로 추진되었습니다. 관계기관에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] S. H. Lee, S. J. Han and K. H. Park, “A Study on the Factors Affecting the Intention to Use the Defense Education and Training System Based on Virtual Reality,” *Journal of Knowledge Information Technology and Systems*, Vol. 15,

No. 6, pp. 1117-1133, December 2020.

<https://dx.doi.org/10.34163/jkits.2020.15.6.019>

- [2] S. H. Bak, T. J. Choi, and H. B. You, "An Analysis of the Operating Effects of Metaverse-based Field Clearing Station Opening Training System," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23, No. 1, pp. 41-47, January 2022. <https://dx.doi.org/10.9728/dcs.2022.23.1.41>
- [3] ROK Navy, TM. 12-4-147P-(7)(SPS-95K Maintenance Manual), December 2004.
- [4] Air Force Photos [Internet], Available: <http://www.af.mil/News/Photos/>
- [5] National Defense Daily(Kookbangilbo), Acceleration of Defense Future Innovation, and 14 revitalization measures are proposed, April 11, 2017.
- [6] ROK Navy HQ, SMART NAVY promotion plan, December 2018.
- [7] Utobiz, "Development of Training System for Operation and Maintenance of Surface Search Radar[SPS-95K] Using MR/VR Technology," *System Requirement REview(SRR)*, pp. 11-57, February 2022.
- [8] Utobiz, "Development of Training System for Operation and Maintenance of Surface Search Radar[SPS-95K] Using MR/VR Technology," *Preliminary Design Review(PDR)*, pp. 25-78, April 2022.
- [9] Utobiz, "Development of Training System for Operation and Maintenance of Surface Search Radarp[SPS-95K] Using MR/VR Technology," *Research & Development Plan*, pp. 15-16, August 2021.
- [10] D. L. Stufflebeam, (2000). The CIPP Model for Evaluation. in D. L. Stufflebeam, G. F. Madaus, T. Kellaghan (Eds.), *Evaluation Models*, pp. 219-317, Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-47559-6_16
- [11] S. V. Falletta, "Book Review: Evaluating Training Programs: The Four Levels," *American Journal of Evaluation*, Vol. 19, No.2, pp. 259-261. <https://doi.org/10.1177/109821409801900215>
- [12] S. H. Bak and J. H. Bae, "A Study on the Evaluation of the Effectiveness of Surface Search Radar Education & Training System based on Extended Reality(XR)," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23, No. 8, pp. 1413-1418, August 2022. <https://dx.doi.org/10.9728/dcs.2022.23.8.1413>
- [13] H. S. Lee and S. Y. Kim, "Career-related reaction evaluation on a virtual training system for automobile maintenance vocational training," *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 26, No. 3, pp. 625-645, September 2020. <https://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.26.3.625>



박선희(Seon-Hui Bak)

2007년 : 공주대학교 영상예술대학원
(공학석사)

2016년 : 부산외국어대학교 대학원
(ICT창의융합 공학박사)

2012년~2017년: 아이에이치테크 이사

2017년~현 재: (주)유토비즈 기업부설연구소 소장

※ 관심분야 : HCI, 빅데이터, ICT융합, 가상현실, 증강현실, 인터랙티브 등



배종환(Jong-Hwan Bae)

2013년 : 한남대학교 국방전략대학원
(공학석사)

2018년 : 공주대학교 대학원
군사과학정보학과 (공학박사)

1998년~2002년: 군인공제회 C&C 선임연구원

2003년~2017년: M&D정보기술/ARES 개발부 이사

2017년~현 재: (주)유토비즈 대표이사

※ 관심분야 : 국방M&S, 데이터연동, 위-게임, 가상현실 등



유현배(Hyun-Bae You)

2000년 : 일본국립쓰쿠바(筑波)대학교
대학원(공학박사-지능기능공학
전공)

2002년~현 재: 나사렛대학교 오웬스교양대학 교수

※ 관심분야 : 증강현실, 유니버설디자인, AI 공학, 현대선교신학