

대테러 전술훈련체계 프레즌스 제고 전략 연구

이 주 경¹ · 현 대 원^{2*}

¹서강대학교 메타버스전문대학원 박사과정

^{2*}서강대학교 메타버스전문대학원 교수

Strategy to Improve the Presence of Counter-Terrorism Tactical Training Systems

Jookyoung Lee¹ · Daiwon Hyun^{2*}

¹Ph.D Course, Graduate School of Metaverse, Sogang University, Seoul 04107, Korea

^{2*}Professor, Graduate School of Metaverse, Sogang University, Seoul 04107, Korea

[요 약]

진화하는 현대 국방 환경에서 가상 현실(VR)과 확장 현실(XR) 기술의 통합이 점점 더 중요해지고 있다. 이 논문에서는 현실적인 훈련 경험에 필수적인 '프레즌스(실제감, 현존감)' 효과가 부족한 현재 VR 시스템의 한계를 해결하는 새로운 전술 훈련 시스템의 개발을 탐구한다. 제안된 시스템은 혼합 현실(MR)을 활용하여 가상 환경과 실제 환경을 혼합하여 현실감과 몰입감을 향상시킨다. 또한 정확한 실시간 사용자 응답을 위한 대화형 요소와 알고리즘을 소개하고, 몰입형 사운드스케이프를 위해 3D 오디오 기술을 활용하며, 콘텐츠 개선을 위한 지속적인 사용자 피드백의 중요성을 강조한다. 또한 다양한 교육 시나리오를 만들기 위해 개발자 커뮤니티와의 협력을 제안한다. 이 논문에서는 지속적인 모니터링 및 기술 업데이트와 함께 이러한 전략을 체계적으로 구현하면 대테러 전술 훈련 시스템의 효율성이 크게 향상될 것이다. 이 연구는 현재 훈련 시스템의 초기 단계로 인한 한계를 인정하지만 향상된 훈련 데이터와 합성훈련환경(STE)이 고급 전술 훈련 시스템 개발에 기여하는 미래를 구상한다.

[Abstract]

In the evolving landscape of modern defense, the integration of virtual reality (VR) and eXtended reality (XR) technologies is becoming increasingly crucial. This study explores the development of a new tactical training system that addresses the limitations of current VR systems, which lack the 'presence' effect—essential for realistic training experiences. The proposed system leverages mixed reality (MR) to blend virtual and real environments, enhancing realism and immersion. Additionally, it introduces interactive elements and algorithms for accurate real-time user responses, utilizes three-dimensional audio technology for immersive soundscapes, and emphasizes the importance of continuous user feedback for content refinement. Furthermore, it suggests collaboration with developer communities to create diverse training scenarios. The paper posits that systematic implementation of these strategies, alongside ongoing monitoring and technological updates, will significantly improve the efficacy of counter-terrorism tactical training systems. The research acknowledges the limitations of current training systems due to their nascent stage but envisions a future where enhanced training data and synthetic training environments (STE) contribute to the development of advanced tactical training systems.

색인어 : 프레즌스, 대테러, 전술훈련체계, 가상현실 멀미, 혼합현실

Keyword : Presence, Counter-Terrorism, Tactical Training System, Virtual Reality Sickness, Extended Reality

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.5.1337>



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 15 March 2024; **Revised** 19 April 2024

Accepted 17 May 2024

***Corresponding Author; Daiwon Hyun**

Tel: +82-2-705-8065

E-mail: dhyun@sogang.ac.kr

I. 서론

현대 국방분야에서 기술의 진화는 불가피한 현실이며, 이 중에서도 VR(Virtual Reality: 가상현실)과 XR(eXtended Reality: 확장현실) 기술은 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히 대테러 작전과 같은 군사작전의 성공은 실제 전장과 유사한 환경에서 철저한 사전 훈련에 크게 의존한다. VR을 통한 전술훈련은 전투원들에게 실제 전장과 유사한 경험을 제공할 수 있는 효과적인 훈련방법으로 논의되고 있지만 현재 군에서 사용되고 있는 VR 훈련 시스템은 여러 가지 한계점을 가지고 있으며, 이는 훈련의 질과 효과에 영향을 미친다.

소요환은 연구를 통해 여러 문제 중 하나는 프레즌스, 즉 ‘현존감’의 부족이며 프레즌스는 사용자가 가상환경에 ‘실제로’ 존재하는 것처럼 느끼게 만드는 요소로, 훈련의 실제성을 높이는 데 핵심적인 역할을 한다고 하였다[1]. 현재의 VR 시스템은 시각적 및 청각적 요소는 어느 정도 구현하지만, 전술 훈련에 필수적인 신체적 상호작용, 환경적 반응, 그리고 감정적 몰입을 완전히 재현하는 데는 한계가 있다. 이러한 저해 요인들은 훈련의 효율성을 저하시키며, 이는 결국 전투 상황에서의 실수로 이어질 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 논문에서는 XR 기술을 활용한 새로운 전술훈련체계 개발의 필요성에 관해 연구한다.

XR(Extended Reality) 기반의 전술훈련체계는 특전사 대테러 팀의 훈련 효율을 극대화하기 위해 증강현실(XR) 기술을 사용한다. 이 시스템은 실제와 유사한 다양한 훈련환경과 시나리오를 제공하여 대테러팀 대원들이 실전에 가까운 환경에서 훈련할 수 있도록 한다. 시나리오 기반 훈련으로 다양한 테러 상황을 시뮬레이션하여 대원들이 인질 구조, 폭발물 처리, 밀폐 공간에서의 전투 등 다양한 상황에서의 대응 능력을 향상할 수 있다. 실시간으로 대원들의 움직임과 반응을 추적하는 센서와 데이터 분석 도구를 통해 각 대원의 행동 패턴과 결정을 분석하고, 이를 통해 개인별 맞춤 피드백을 제공한다. XR 기술을 사용하여 실제 물리적 환경과 가상의 요소가 결합된 훈련을 진행함으로써 대원들이 실제 상황에서의 물리적, 심리적 압박을 경험하고 해결할 수 있게 한다. 현재 특전사의 대테러 훈련은 모의훈련장을 활용한 교육으로 한정되어 테러가 일어날 수 있는 장소와 공간을 가정한 실전적인 훈련은 제한된다. 따라서 XR기반 대테러 전술훈련체계를 활용한 다양한 환경의 훈련이 가능하도록 여건을 조성하는 것이 필요하다.

II. 본론

2-1 문헌연구

김기봉은 XR기술은 VR과 AR의 장점을 결합하여, 사용자에게 더욱 실감 나고 몰입감 있는 경험을 제공하고, XR 기반 훈련 시스템은 물리적 상호작용과 환경적 요소를 더욱 사실

적으로 재현할 수 있으며, 이를 통해 전투원들이 실제와 같은 상황에서 신속하고 정확한 판단을 내릴 수 있는 능력을 키울 수 있다고 하였다. 또한 연구를 통해 기존에 실감형 게임이나 콘텐츠를 사용해 본 경험이 촉진조건으로 작용하여 사용 의도에 영향을 미치는데 실감형 콘텐츠를 경험해 본 집단이 그렇지 않은 집단보다 상대적으로 더 많은 사용 의도를 가지고 있는 것으로 확인하였다[2].

장형준은 연구를 통해 이용자의 개인적 특성으로 대표되는 혁신적 성향, 몰입경험, 이용 경험이 콘텐츠 만족도에 있어 중요한 요인으로 작용하고 이용자의 개인적 특성은 콘텐츠 만족과 시스템 만족, 양쪽에 많은 영향을 주고 있으나 콘텐츠의 내용적 측면의 만족에 더욱 강한 영향력을 미친다고 확인하면서 콘텐츠에 대한 이용자 만족의 중요성을 역설하였다. VR 만족도에 있어서 이용자 특성을 고려해야 하는 중요한 요인으로 설명되고 있다고 하였다. 또한 VR 멀미의 영향력은 콘텐츠 만족과 시스템 만족 모두에 부정적 영향을 주는 요인으로 설명하였다[3].

두경일과 김성훈은 전시를 통해 관광객에게 일방적인 정보를 제공하던 전시의 형태가 VR을 활용한 체험형 전시 영상이라는 새로운 형태의 전시 방법이 등장하면서 상호 교환적 커뮤니케이션 효과가 극대화되고 있으며, 이에 따라 쌍방향 소통의 전시 영상 콘텐츠가 증가하고 있다고 하였다. 체험형 전시 환경에 적용된 인터랙티브 전시 영상은 VR, AR, 반응 영상(Media Interactive) 등으로 최신의 디지털 미디어 기술을 토대로 전략적으로 관람객(체험자)의 관심을 유도하고, 다양한 상호작용 기능과 콘텐츠를 통해 전시에 대한 몰입과 높은 만족도를 이끌어 내고 있다고 연구하였다[4].

장형준은 HMD를 통한 스테레오스코픽 영상을 전용 디스플레이나 스마트폰과 연계해 사용함으로 발생하는 VR 멀미에 관한 연구 결과 통해 하드웨어적 측면의 발생 원인으로서는 영상이 다음 영상으로 변화할 때 걸리는 시간, 즉 재생률(Refresh Rate)이 주요 원인 중 하나이며, 디스플레이 해상도(Resolution)에 대한 문제로 5인치 정도의 작은 크기에서 해상도의 저하 문제도 원인으로 지목하였다. 또한, HMD의 착용에 대한 불편감과 디스플레이의 광학적 특성 문제가 있으며 기타 의견으로 시야각(FOD)에 관한 문제도 VR 멀미의 원인으로 지적하였다. 콘텐츠 측면에서는 과도한 입체영상의 수렴이 눈의 피로를 자극하는 직접적인 원인으로 지적되었으며 이 밖에도 HMD의 편의성이나 인터페이스 장비의 성능에 대한 소수 의견도 확인되었다[3].

김지수는 연구를 통해 VR 콘텐츠 이용 시 HMD 기기의 이용에서 오는 불편함도 있다고 연구하였다. HMD 기기의 불편함이란 근거리 시청으로 인한 시각적 불편함과 기기의 무게, 폐쇄된 공간에서 답답함을 의미하고, 과도한 머리의 움직임은 시각적 불편함을 가져오므로 이 문제의 해결은 몸이 함께 움직일 수 있는 공간 마련이 필요하다고 하였다. 화질, 화면의 떨림, 재생 장비의 그래픽 퀄리티와 헤드트래킹 속도에 대한 문제 등도 제기하였다. 사운드의 경우, 이용자는 소리를 따라

시선을 움직여 사건이 일어나는 곳을 바라보기 때문에 공간과 사건에 알맞은 사운드 디자인이 중요하며, 화질과 사운드 등의 요소가 포함될 때 사이버 멀미가 줄어들 수 있고 시청각적 충격을 유발하지 않는 범위 안에서 화면의 움직임 속도도 중요한 요인이라 분석하였다[5].

신규용과 이세환은 기존의 확장현실(XR) 기반 테러 대응 훈련시뮬레이터의 경우 각 테러 및 임무수행 상황에서 각각 개인과 팀에게 주어지는 개별 임무를 해결하기 위한 대응훈련에 초점이 맞춰져 있어 테러 상황 전반을 조정 및 통제하는 지휘통제 요원들에 대한 지휘통제 훈련이 제한되고, 지휘통제 요원 및 현장 요원들 사이에서의 유기적인 협조 훈련도 제한됨을 확인하였다[6].

최나영은 실험 연구를 통해 VR 디바이스 활용의 단점으로 학생들은 흥미도, VR의 기술적 문제, 프로그램, 사용 중의 문제를 지적했다. 흥미도 면에서 ‘VR 기기 사용법이 낯설어서 어색하고 어려웠다.’ ‘실제 내 손으로 직접 하지 않기 때문에 재봉틀 하는 과정이 헛갈린다.’ 등의 반응을 보였다. VR의 기술적 문제로는 ‘사용법이 어렵고, 혼자 하기는 어려울 것 같다.’ 등의 반응을 보였다. VR 프로그램 부분에서는 ‘더 다양한 프로그램이 개발되면 좋겠다.’ ‘좀 더 자세한 설명이 필요하다.’ 등의 반응을 확인했다[7].

이에 본 연구는 VR 디바이스를 사용하는 이용자들의 지속 이용 의도에 프레즌스, VR 멀미, 이용자 특성, 훈련의 목적 등 다양한 원인이 관련 있을 것으로 판단하고 이에 대한 분석과 우선순위를 파악하여 VR의 단점을 극복한 XR 교육훈련체계 개발을 통해 프레즌스를 높이고 교육의 효과를 높이는 것에 그 목적이 있다. 이렇게 미시적인 관점에서 의견을 분석하고 전략을 도출하는 것은 교육 현장에서 VR 기반 훈련체계를 활용하여 교육하는 교관과 관련자의 관점에서 보다 근본적인 원인을 파악하기 위함이며 이를 위해 델파이기법과 계층분석모형(AHP)을 활용하였다. 연구목적 달성을 위한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, VR 기반 훈련체계의 프레즌스 효과에 방해가 되는 요소의 우선순위를 정할 수 있다.

둘째, 우선순위를 반영한 대테러 전술훈련체계의 프레즌스 효과 제고를 위한 전략을 제시할 수 있다.

2-2 연구방법

1) 연구대상

본 연구는 VR 기반 훈련체계의 프레즌스 효과에 방해가 되는 요소를 분석하고 근본적인 해결방안을 도출하기 위해 전문가들의 의견을 교환, 수집하는 델파이기법(Delphi Method)과 요인 간의 우선순위를 찾아가는 계층분석모형(AHP:Analytical Hierarchy Process)을 사용하였다.

델파이기법은 선정된 전문가 패널들이 반복적인 의견 수집과 교환을 통하여 문제점을 찾아내는 연구 방법으로 관련분야의 깊은 이해와 경험이 있는 패널을 선정하는 것이 매우 중요

하며 특수한 상황의 해결책을 찾기에 적합한 방법이다[13]. 또한 각 요인의 가중치 결과 한계를 보완하고 효과적인 해결을 도출하여 전략을 실행할 수 있도록 우선순위를 제시하는 계층분석모형(AHP) 연구 방법을 추가하여 연구의 완성도를 높였다[8].

델파이기법에 참여하는 전문가 패널은 5~20명이 적당하다고 권고한 연구[9]를 근거로 현재 군에서 VR 훈련체계를 활용한 교관 경력이 있고, 군 연구기관 또는 정책부서에서 VR 훈련체계의 연구 및 개발 참여 경험이 있는 인원으로 한정하여 본 연구에서는 최초 전문가 패널 10명을 선정하였으나 델파이 1차, 2차 평가, 계층분석모형(AHP) 조사에 6명의 전문가가 평가자로 참여하였다.

전문가들의 인구통계학적 특성은 표 1과 같다.

2) 자료수집방법

• 1차 - 델파이 기법 1차 설문조사

사전 문헌조사를 통해 도출한 설문내용을 3명의 전문가와 회의를 통해 표 2와 같이 1차 개방형 및 폐쇄형 델파이 설문 문항을 도출하였다. 1차 개방형 및 폐쇄형 델파이 설문지는 상위요인과 하위요인으로 구분하였다. 상위요인은 콘텐츠의 퀄리티, 기능 및 구성, HMD의 성능 및 기능, 이용자 특성, 훈련체계 사용 범위의 4가지로 분류하였다. 각 상위요인에 하위요인 16개 항목을 도출하여 제시하였으며 전문가에게는 상위요인과 하위요인을 추가할 수 있도록 하였고, 항목별 추가의견을 작성할 수 있도록 하여 전문가들이 의견을 충분히 제시

표 1. 델파이/AHP 조사 전문가 패널의 인구통계학적 특성
Table 1. Demographic characteristics of the Delphi/AHP survey expert panel

Category	Delphi/AHP		
	Participation number of experts	Composition ratio (%)	
gender	male	1	17
	female	5	83
	subtotal	6	
age	20's	1	17
	30s	-	
	40s	4	67
	over 50 years old	1	17
	subtotal	6	
specialty Field	military educational institutions	1	17
	military policy agency	1	17
	Defense research institute	3	49
	military field unit	1	17
	subtotal	6	
career	3 years or less	1	17
	5 years or less	2	33
	7 years or less	3	50
	subtotal	6	

표 2. 델파이 기법 2차 설문조사 문항

Table 2. Delphi technique 2nd survey questions

Top factors	source	Sub factor	source		
Content quality, function, composition	[2]	C1. VR content lacks realism	[3]		
		C2. Interaction with VR content is limited	[4]		
		C3. Low immersion in VR content	[3]		
		C4. VR content lacks completeness	[2]		
		C5. Lack of VR content			
		C6. Scenario restrictions within content			
		C7. Modification of VR content is limited			
				C8. Restrictions on implementation of VR content weapon system functions	Addition of expert first Delphi survey results
HMD performance and functions	[3]	H1. Inconvenient when wearing HMD	[3]		
		H2. HMD weight	[5]		
		H3. HMD clarity, pixels, brightness, etc.			
		H4. HMD field of view (FOV)			
		H5. HMD battery life and heat			
				H6. HMD power limits	Addition of expert first Delphi survey results
				H7. HMD processing speed	
				H8. Restrictions on wearing equipment when wearing HMD	
User characteristics	[3]	U1. Innovation tendency (curiosity, etc.)	[3]		
		U2. Immersive experience			
		U3. User experience			
		U4. VR sickness			
				U5. Frustration in a closed environment	[5]
				U6. Passion for training participation	Addition of expert first Delphi survey results
				U7. Eye fatigue (limited training time)	
				U8. Inconsistency with tactical actions	
Scope of use of training system	[6]	T1. Command and control training restrictions	[6]		
		T2. Content composition focused on personal training	Addition of expert first Delphi survey results		
		T3. Restrictions on training at medium or larger scale			
		T4. Restrictions on joint military training			

하도록 하였다. 1차 개방형 및 폐쇄형 델파이 설문지를 배포하기 전 10명의 전문가들과 모두 개별로 통화하여 연구의 목적을 설명하였다. 1차 개방형 및 폐쇄형 델파이 설문지는 메일로 발송하였으며 작성된 설문지는 다시 메일로 수합 하였다.

1차 델파이 설문조사 결과 6명의 전문가로부터 의견을 받았으며 이를 종합한 결과 표 3과 같이 상위항목의 추가는 없었으며 하위항목은 콘텐츠의 퀄리티, 기능 및 구성 항목에 VR 콘텐츠와 실 환경 사이의 이질감 등 3항목, HMD의 성능 및 기능 항목에 HMD 크기 등 4항목, 사용자 특성 항목에 훈련 참여 열정 등 3항목, 훈련체계 사용 범위 항목에 여러 전술 제대 참여 제한 등 2항목이 추가되었다.

• 2차 - 델파이 기법 2차 설문조사

델파이 기법 1차 설문조사 내용을 분석을 통해 폐쇄형 2차 델파이 설문 문항을 도출하였다. 폐쇄형 2차 델파이 기법 설문지는 델파이 기법 1차 설문조사의 상위요인과 하위요인에 전문가 1차 델파이 조사 결과 중 관련 내용이 모호함, 의미가 확실치 않은 2항목과 내용이 중복되는 10항목을 제외한 28항목의 하위요인을 분류하여 설문지의 내용을 구성하여 배치하였다. 하위요인으로 배치된 28개의 요인에는 각각 5점 리커

트 척도(Likert Scale : 중요도 매우 낮음, 중요도 낮음, 보통, 중요도 높음, 중요도 매우 높음)를 작성하게 하여 전문가들의 구체적인 의견을 종합하였다. 2차 델파이 설문은 SPSS, R 기반 통계분석 솔루션을 활용하여 온라인 설문을 실시하고 답변 항목에 대해 기초통계분석과 CVR(구성타당도) 분석을 실시하였다.

• 3차 - 계층분석모형(AHP) 설문조사

본 연구는 2차에 걸쳐 수행한 델파이 조사 결과로 도출된 주요 요인 간 우선순위 결정 요인들을 통해 VR기반 교육훈련 체계의 개선 요소를 반영한 대테러 전술훈련 체계 개발의 방향성 선정 시 최우선 요인을 고려하여 전략 수립 시 참고할 수 있도록 유의미한 결과를 도출함에 있다. 이에 AHP 기법을 적용하여 대테러 전술훈련체계 프레임즈 제고를 위한 의사결정 시 중요하게 고려되는 요인 간 중요도 순위 도출을 위해 구조화된 체계를 적용하였다.

AHP 설문방식은 리커트 9점 척도를 사용하여 설문을 수행하였으며, 본 연구에서는 델파이 조사를 통해 최종 도출된 결과를 기반으로 1, 2차 델파이 설문조사를 실시한 전문가 패널 6명을 AHP 설문 대상으로 재선정하고, 총 6부의 AHP 설

문지를 배포하여, 최종 6부의 응답을 회수하였다. AHP는 집단의 특성이 동질적일 경우 10명 이내 수준으로도 충분한 결과의 도출이 가능하므로, 최종 6부를 유효표본으로 선정하여 최종분석을 실시해 최종 가중치를 도출하였다. 최종 AHP 분석을 통해 도출된 상대적 가중치는 상위계층 요인 간 전체 상대적 중요도(G값: global relative importance)와 하위계층의 요인 간 상대적 중요도(L값: local relative importance)로 구분할 수 있다[10].

2-3 결과

1) 자료처리 및 타당도 검증

• 2차 델파이 기법 설문조사 분석

델파이 기법 2차 설문조사 결과를 SPSS, R기반 통계분석 솔루션을 이용하여 기초통계분석, 타당도 분석, 신뢰도 분석을 실시하였다.

표 3은 기초통계분석을 통해 확인이 가능한 표준편차, 왜도, 첨도는 응답의 분산을 나타내며, 응답자들이 얼마나 비슷하게 또는 다르게 응답했는지를 나타낸다.

표준편차가 크면 응답이 매우 다양하다는 것을, 표준편차

가 작으면 응답이 비슷하다는 것을 의미하고 표준편차가 매우 높은 항목은 응답자들 사이에서 의견이 매우 분분한 것을 나타낼 수 있으므로 명확하지 않거나 다소 혼란을 주는 항목일 수 있다[11].

높은 왜도 값은 응답이 한쪽으로 매우 치우친 경향이 있는 것을 의미하며 항목이 특정 응답자들에게만 적용될 수 있음을 의미한다. 평균이 낮고 첨도가 높은 항목은 특정 응답에 대한 일관성이 낮거나, 응답자들의 반응이 매우 극단적일 수 있다[12].

신뢰도는 일관성을 확인하는 검증방법인 Cronbach's α계수값으로 평가자간의 신뢰도(inter-rater reliability)가 얼마나 일치하는지 확인하였으며 신뢰도는 알파 계수가 1에 가까울수록 높다고 판단할 수 있는데 전 항목이 0.8이상이므로 설문항목으로 적합한 것으로 판단하였다[13].

표준편차가 1 이상인 5개 항목 C5, C6, U1, U8, T2와 평균이 낮고 첨도가 높은 4개 항목 C7, C8, H8, T4, 왜도가 높은 2개 항목 C2, T3 등 총 11개 항목을 재검토 대상으로 하여 수정 또는 삭제 검토하였으며 표 4와 같이 4개 항목을 삭제하여 최종 문항은 28문항에서 24문항으로 조정하였다. 조정된 24개의 설문문항으로 계층분석모형(AHP) 설문조사를 실시하였다.

표 3. 2차 델파이 기법 설문 기초통계 분석

Table 3. 2nd Delphi technique survey basic statistical analysis

Sub-evaluation items	average	standard Deviation	skewness	kurtosis	standard error	α
C1	4.67	0.82	-2.45	6	0.33	0.86
C2	4.17	0.41	2.45	6	0.17	0.842
C3	4.67	0.52	-0.97	-1.87	0.21	0.843
C4	4.17	0.98	-0.46	-2.39	0.4	0.834
C5	3.67	1.03	-0.67	0.59	0.42	0.82
C6	3.67	1.03	-0.67	0.59	0.42	0.819
C7	3	0.89	0	-1.88	0.37	0.825
C8	3.83	0.41	-2.45	6	0.17	0.839
H1	4.17	0.75	-0.31	-0.1	0.31	0.868
H2	4.17	0.98	-0.46	-2.39	0.4	0.826
H3	4.33	0.82	-0.86	-0.3	0.33	0.845
H4	4.17	0.75	-0.31	-0.1	0.31	0.848
H5	3.83	0.41	-2.45	6	0.17	0.852
H6	3.33	0.82	-0.86	-0.3	0.33	0.827
H7	4.67	0.52	-0.97	-1.87	0.21	0.83
H8	3	0.89	0	-1.88	0.37	0.826
U1	3.67	1.03	-0.67	0.59	0.42	0.826
U2	4.17	0.75	-0.31	-0.1	0.31	0.853
U3	3.83	0.75	0.31	-0.1	0.31	0.861
U4	4.5	0.55	0	-3.33	0.22	0.851
U5	4	0.89	0	-1.88	0.37	0.84
U6	3.17	0.98	1.44	3.6	0.4	0.869
U7	4.67	0.52	-0.97	-1.87	0.21	0.849
U8	4.33	1.21	-1.95	3.66	0.49	0.824
T1	4.33	0.82	-0.86	-0.3	0.33	0.833
T2	3.67	1.03	-0.67	0.59	0.42	0.853
T3	3.17	0.41	2.45	6	0.17	0.842
T4	3	0.63	0	2.5	0.26	0.835

표 4. 델파이 2차 설문 후 타당도 및 신뢰도 검토 결과 제거 항목

Table 4. Items removed as a result of validity and reliability review after the second Delphi survey

Sub-evaluation items	average	standard Deviation	skewness	kurtosis	standard error	α
C7. Modification of VR content is limited	3	0.89	0	-1.88	0.37	0.825
C8. Restrictions on implementation of VR content weapon system functions	3.83	0.41	-2.45	6	0.17	0.839
U8. Inconsistency with tactical actions	4.33	1.21	-1.95	3.66	0.49	0.824
T2. Content composition focused on personal training	3.67	1.03	-0.67	0.59	0.42	0.853

표 5. 상위항목 가중치 및 AHP 상대적 중요도 순위

Table 5. Top item weight and AHP relative importance ranking

ranking	Top factors	weight	AHP relative importance ranking
1	Content quality, function, composition	0.445	1
2	HMD performance and functions	0.251	2
3	User characteristics	0.214	3
4	Scope of use of training system	0.091	4
weighted total		1	

• 계층분석모형(AHP) 설문조사 분석

- 이원비교를 통한 상위요인 간 가중치 분석

최종적인 유효표본인 6명의 설문 결과 대테러 전술훈련체계 프레즌스 제고 전략의 상위항목 상대적 중요도는 표 5와 같다. [콘텐츠 질리티, 기능, 구성] 항목의 가중치가 0.445로 가장 중요한 것으로 도출되었으며, 다음으로는 [HMD의 성능, 기능] 항목 0.251, [이용자 특성] 0.214의 순서로 나타났다.

대테러 전술훈련체계 프레즌스 저하 요인에 콘텐츠 질리티, 기능, 구성 요인이 중요하게 인식되고 있음을 시사하고 있다. 다음으로 HMD의 성능, 기능 요소의 가중치가 높은 이유는 이용자가 실제로 사용하는 디바이스인 HMA의 성능에 따라 직접 체험하는 프레즌스 저하 요인이기 때문인 것으로 판단된다.

대테러 전술훈련체계에서 '프레즌스' 즉, 참가자들이 현실에 있음을 느끼게 하는 현존감과 재현성을 높이는 것은 훈련의 효과를 극대화하는 데 매우 중요하며 이를 위해 콘텐츠의 질리티와 기능, 그리고 HMD의 성능이 핵심적인 역할을 하기 때문이다. 이어 3위 [이용자 특성]은 이용자의 높은 호기심과 혁신에 대한 욕구는 새로운 자극이 부족할 때 몰입도를 감소시킬 수 있다. 또한, 몰입경험이나 이전의 부정적인 이용 경험 또한 프레즌스를 저하시키는 요인으로 작용하게 된다. VR 환경에서 멀미나 폐쇄된 공간에 대한 답답함, 훈련 참여에 대한 열정 부족도 사용자가 훈련에 완전히 몰입하는 것을 방해하여 프레즌스를 저해하고 훈련 효과를 떨어뜨릴 수 있다. 훈련체계 사용범위의 제한이 대테러 전술훈련체계에서 프레즌스를 저해하는 주된 이유는 지휘통제 훈련 제한은 실제 전장 환경에서 중요한 지휘 결정과 통제 능력을 향상시키는 데 필요한 상황을 충분히 제공하지 못함으로써 현실감 있는 훈련의

제공에 한계가 있고 중대급 이상 규모의 훈련 제한은 대규모 작전을 시뮬레이션하는 데 있어 제약을 가져와 현장에서의 실제와 같은 팀워크 및 협동 작업의 연습을 방해한다. 마지막으로, 제병협동훈련의 제한은 다양한 군 병과 간의 연계 및 협동을 실습할 기회를 축소시켜, 실전에서 요구되는 복합적인 작전 수행 능력을 키우는 데 한계가 있으며 이러한 훈련체계의 사용 범위 제한은 참가자들이 실제 상황에 있는 것과 같은 강한 프레즌스를 느끼는 데 필수적인 다양하고 복잡한 상황들을 경험하는 것을 방해함으로써 프레즌스를 저하시키고, 궁극적으로 훈련의 질과 효과를 저하시키는 요인으로 작용한다.

- 이원비교를 통한 상위항목별 하위요인 가중치 분석

SPSS, R기반 통계분석 솔루션을 활용해 이원비교를 통해 상하/하위항목의 최종 AHP 분석으로 도출된 상대적 가중치는 상위계층 요인 간 전체 상대적 중요도(G값: global relative importance)와 하위계층의 요인 간 상대적 중요도(L값: local relative importance)로 구분하여 최종 결과 및 수치를 도출하였다[10]. 모든 하위요인별 전체 순위 값을 비교하여 도출한 결과, 대테러 전술훈련체계 프레즌스에 영향을 주는 주요 요인 24개 항목 중 가장 우선하는 요인을 평가한 결과 1위는 VR 콘텐츠의 사실감이 떨어짐, 2위 VR 콘텐츠를 통한 상호작용이 제한됨, 3위 HMD 착용시 불편함, 4위 혁신 성향(호기심 등), 5위 VR 콘텐츠의 몰입감이 낮음 요인이 상위순위 결과로 도출되었다. 각 상위/하위요인의 상대적 가중치를 분석한 결과값을 종합하여 제시하면 다음의 표 6과 같다.

대테러 전술훈련체계에서의 프레즌스를 저해하는 주된 요인 중 가장 저해되는 요인으로 지목된 VR 콘텐츠에서 경험하는 감각적 몰입의 부족이다. 실제와 같은 감정적, 심리적 반응을 유도하기 위해서는 사용자가 현실감을 느낄 수 있는 고품질의 그래픽과 오디오가 필수적인데 이러한 요소가 부족할 경우, 사용자는 실제 상황에서의 몰입을 경험하기 어려워, 훈련의 효과가 저하될 수 있다. 또한, 실제 전술 상황을 정확히 재현하지 못하는 VR 콘텐츠는 사용자의 상황 인식 능력에 부정적인 영향을 미치고, 잘못된 판단과 대응으로 이어질 수 있다. 게다가, VR 콘텐츠가 실제 상황의 스트레스를 충분히 모방하지 못한다면, 사용자는 위기 상황에서 필요한 스트레스 관리 기술을 제대로 습득하지 못할 위험이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 몇 가지 대책을 시행할 필요가 있다. 첫째, 최신 VR 기술을 적용하여 고해상도 그래픽과 첨단 오디오를 구현함으로써 사용자의 시각적, 청각적 몰입을 강화해야 한다. 둘째, 실제 훈련 환경에서 촬영한 이미

표 6. 전체 하위요인 간 상대적 가중치 기반 중요도 순위
Table 6. Importance ranking based on relative weights among all subfactors

Top factors	Sub-evaluation items	G value*	G value ranking	L value**	L value ranking
Content quality, function, composition (0.445)	C1. VR content lacks realism	0.166	1	0.374	1
	C2. Interaction with VR content is limited	0.114	2	0.257	2
	C3. Low immersion in VR content	0.073	5	0.165	3
	C4. VR content lacks completeness	0.045	9	0.100	4
	C5. Lack of VR content	0.032	12	0.073	5
	C6. Scenario restrictions within content	0.013	19	0.030	6
HMD performance and functions (0.251)	H1. Inconvenient when wearing HMD	0.089	3	0.353	1
	H2. HMD weight	0.062	7	0.246	2
	H3. HMD clarity, pixels, brightness, etc.	0.033	11	0.132	3
	H4. HMD field of view (FOV)	0.021	14	0.083	4
	H5. HMD battery life and heat	0.021	15	0.082	5
	H6. HMD power limits	0.015	17	0.061	6
	H7. HMD processing speed	0.006	21	0.025	7
	H8. Restrictions on wearing equipment when wearing HMD	0.005	23	0.018	8
User characteristics (0.214)	U1. Innovation tendency (curiosity, etc.)	0.087	4	0.405	1
	U2. Immersive experience	0.052	8	0.243	2
	U3. User experience	0.036	10	0.168	3
	U4. VR sickness	0.015	16	0.069	4
	U5. Frustration in a closed environment	0.013	18	0.063	5
	U6. Passion for training participation	0.008	20	0.037	6
	U7. Eye fatigue (limited training time)	0.003	24	0.015	7
Scope of use of training system (0.091)	T1. Command and control training restrictions	0.063	6	0.692	1
	T2. Restrictions on training at medium or larger scale	0.022	13	0.247	2
	T3. Restrictions on joint military training	0.005	22	0.060	3

* G value: overall relative importance between upper-tier factors

** L value: Relative importance between lower class factors

지나 사운드를 VR 콘텐츠에 통합하여 현실에 가까운 경험을 제공해야 한다. 셋째, 사용자로부터의 지속적인 피드백을 통해 콘텐츠를 끊임없이 개선하고 사실감을 높여야 한다. 마지막으로, 다양한 대테러 시나리오를 고려한 상황별 맞춤형 콘텐츠를 개발하여 실제 상황에서의 반응을 최대한 재현해야 한다. 이와 같은 방안들을 통합적으로 시행하여, VR 콘텐츠의 사실감을 향상시키고 대테러 전술훈련체계의 프레즌스를 높여, 최종적으로는 훈련의 질과 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

두 번째 저해 요인으로 지목된 대테러 전술훈련에서 VR 콘텐츠를 통한 상호작용의 제한은 프레즌스의 저하를 가져오는 중대한 요인이다. 실제 전술 상황에서는 끊임없는 의사소통, 협동, 그리고 적응이 요구되는데, 이러한 상호작용이 VR 환경 내에서 충분히 재현되지 못하면 훈련의 현실성이 떨어지게 된다. 특히, 팀 기반의 작전 수행 시, 동료들과의 실시간 상호작용은 작전의 성공에 있어 필수적인 요소이다. VR 콘텐츠에서 이런 요소가 부족하다면, 사용자는 자신이 가상의 환경에 있다는 것을 느끼게 되고, 이는 긴박한 전술 상황에 대

한 실질적인 대응 능력을 키우는 데 한계가 있음을 의미한다. 이를 극복하기 위한 대책으로는 첫째, 상호작용을 강화하기 위해 다중 사용자 참여를 가능하게 하는 VR 시스템을 개발해야 한다. 실시간으로 동료들과 소통하고 협업할 수 있는 기능은 훈련의 현실감을 크게 향상시킬 수 있다. 둘째, 인공지능(AI) 기술을 통해 상호작용을 향상시켜야 한다. 예를 들어, AI 캐릭터들이 사용자의 행동에 반응하고 적절한 피드백을 제공하는 것은 훈련 중 상호작용의 질을 높이는 데 기여할 수 있다. 셋째, 가상 환경 내에서 사용자가 조작할 수 있는 대화 시스템이나 임무 수행 도구를 개발하여, 사용자가 보다 자유롭게 환경과 상호작용할 수 있도록 해야 한다. 이와 같이, VR 콘텐츠 내에서의 상호작용을 강화하는 것은 사용자가 실제와 같은 전술 상황에 더욱 몰입하고, 효과적으로 대응하는 능력을 개발하는 데 있어 중요한 요소입니다. 상호작용의 향상은 프레즌스를 증진시키고, 대테러 전술훈련의 질과 효과를 극대화하는 데 결정적인 역할을 할 것입니다.

HMD(Head-Mounted Display) 착용 시 불편함은 대테러 전술훈련체계에서 프레즌스를 저하시키는 세 번째 저해 요인

이다. HMD는 사용자에게 몰입감 있는 가상현실 경험을 제공하기 위해 고안된 장치이지만, 착용감이 좋지 않으면 장시간 사용에 따른 피로나 불편함이 발생할 수 있다. 이러한 물리적 불편함은 사용자가 훈련에 집중하는 것을 방해하고, 결과적으로 실제와 같은 상황에 대한 집중도와 반응성을 떨어뜨릴 수 있다. 특히 대테러 전술훈련과 같이 높은 집중력과 신속한 반응이 요구되는 환경에서는, HMD의 착용감은 사용자의 성능에 직접적인 영향을 미친다. 이를 극복하기 위한 대책으로는 첫째, 인체공학적 디자인을 적용하여 HMD의 착용감을 개선해야 한다. 머리와 얼굴에 맞는 형태, 무게 분산, 부드러운 소재 사용 등을 포함할 수 있다. 둘째, HMD의 무게를 줄이기 위해 가벼운 소재를 사용하고, 불필요한 부품을 최소화하여 착용 시 부담을 줄일 필요가 있다. 셋째, 장시간 착용에도 불편함이 없도록 HMD의 통풍과 열 배출 설계를 최적화해야 한다. 이는 발열로 인한 불편함과 안경이나 렌즈의 김서림을 방지하는 데 도움이 된다. 넷째, 사용자별로 조절 가능한 HMD를 개발하여 개인의 머리 크기나 모양에 맞게 조절할 수 있도록 함으로써, 모든 사용자에게 개인화된 착용감을 제공해야 한다. 앞서 제시한 해결방안을 적용하기 위해 여건이 허락한다면 대테러 전술훈련체계 개발과 병행하여 체계에 적용할 HMD를 개발하는 것도 대안이 될 것이다. 이와 같은 방법들을 통해 HMD 착용 시의 불편함을 최소화하고, 사용자가 가상 환경에 보다 자연스럽게 몰입할 수 있도록 하여, 대테러 전술훈련체계의 프레즌스를 증진시키고 전반적인 훈련 효과를 향상시킬 수 있을 것이다.

대테러 전술훈련체계에서 참가자의 혁신성향이란 호기심이 많고 새로움을 추구하는 특성은 프레즌스를 떨어뜨리는 네 번째 요인으로 지정되었다. 반복되는 훈련이나 예상 가능한 상황은 호기심 많은 참가자들에게 쉽게 지루함을 느끼게 하고, 훈련 내용이나 시나리오가 고정적이거나 혁신적인 요소가 결여되어 있을 때 참가자들은 실제 상황처럼 느껴지는 정서적 몰입을 경험하기 힘들어진다. 훈련의 현실감을 감소시키고 실제 상황에 대비하는 데 필요한 충분한 훈련을 방해할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 훈련 프로그램에는 참가자들의 호기심을 자극하고 창의력과 적응력을 향상시킬 수 있는 다양한 시나리오와 동적인 콘텐츠를 포함시켜야 하며, 가상현실이나 증강현실과 같은 최신 기술을 도입해 매 훈련마다 새로운 경험을 제공함으로써 프레즌스를 증진시킬 수 있다.

또한 참가자의 성향과 행동 데이터 분석을 통해 개인화된 훈련 경로를 제공하고, 팀 기반 미션, 롤플레잉, 대화 시뮬레이션을 포함하여 참가자들이 훈련 과정에서 적극적으로 참여하고 상호작용할 기회를 마련해야 한다. 이러한 접근을 통해 참가자들의 혁신성향을 긍정적으로 활용하여 대테러 전술훈련체계의 프레즌스를 향상시키고, 참가자들이 보다 현실적이고 도전적인 환경에서 효과적인 훈련을 진행하게 함으로써 실제 상황에 대한 준비를 높일 수 있다.

다섯 번째 프레즌스 저해 요인은 VR 콘텐츠가 제공하는 몰입감이 낮다는 것이다. 대테러 전술훈련체계에서 VR 콘텐츠가 제공하는 몰입감이 낮다는 것은 참가자들이 가상의 상황을 실제처럼 인식하지 못하고, 그로 인해 감정적, 인지적 반응이 실제 상황을 대비하는 데 부족함을 느끼게 만드는 요인이 된다. 참가자들이 훈련을 단순한 시뮬레이션으로만 인식하게 하여 실제 상황에서 요구되는 적절한 반응과 대응 능력을 기르는 데 장애를 주고, 훈련의 질을 떨어뜨린다. 이에 대응하기 위해서는 VR 콘텐츠의 사실성을 높이는 것이 중요하며, 이는 고품질 그래픽과 사운드를 통한 현실적인 환경 구현, 사용자의 실질적인 상호작용을 가능하게 하는 인터랙티브한 요소의 강화, 스토리텔링을 통한 감정적 연결의 촉진, 개인의 선택에 따라 변화하는 동적인 콘텐츠의 제공, 그리고 사용자의 피드백을 반영한 콘텐츠의 지속적인 개선 등을 포함해야 한다. 이런 접근을 통해 VR 콘텐츠에서 몰입감을 향상시키고, 참가자들이 실제 상황과 유사한 반응을 보이도록 하며, 이는 실전에 적용 가능한 스킬을 향상시키는 데 결정적인 기여를 할 수 있다.

크가 제공하는 몰입감이 낮다는 것은 참가자들이 가상의 상황을 실제처럼 인식하지 못하고, 그로 인해 감정적, 인지적 반응이 실제 상황을 대비하는 데 부족함을 느끼게 만드는 요인이 된다. 참가자들이 훈련을 단순한 시뮬레이션으로만 인식하게 하여 실제 상황에서 요구되는 적절한 반응과 대응 능력을 기르는 데 장애를 주고, 훈련의 질을 떨어뜨린다. 이에 대응하기 위해서는 VR 콘텐츠의 사실성을 높이는 것이 중요하며, 이는 고품질 그래픽과 사운드를 통한 현실적인 환경 구현, 사용자의 실질적인 상호작용을 가능하게 하는 인터랙티브한 요소의 강화, 스토리텔링을 통한 감정적 연결의 촉진, 개인의 선택에 따라 변화하는 동적인 콘텐츠의 제공, 그리고 사용자의 피드백을 반영한 콘텐츠의 지속적인 개선 등을 포함해야 한다. 이런 접근을 통해 VR 콘텐츠에서 몰입감을 향상시키고, 참가자들이 실제 상황과 유사한 반응을 보이도록 하며, 이는 실전에 적용 가능한 스킬을 향상시키는 데 결정적인 기여를 할 수 있다.

IV. 대테러 전술훈련체계 프레즌스 제고 전략

VR 콘텐츠의 떨어지는 현실감을 높이고, 사용자 상호작용을 개선하며, 오디오-비주얼 통합을 강화하고, 사용자 피드백을 지속적으로 수집하고 콘텐츠를 업데이트함으로써 콘텐츠의 완성도를 높이는 방안과, 개발자 커뮤니티와의 협력을 통해 다양한 훈련 시나리오를 구축하는 방안을 제시함으로써 전술훈련 시스템의 질을 향상시킬 방안들을 다음과 같이 제시한다. 이러한 전략들이 통합적으로 시행될 때, 대테러 전술훈련 시스템은 더욱 실제와 같은 환경을 제공함으로써 사용자의 훈련 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

첫 번째, MR(혼합 현실)은 가상과 실제 환경을 결합하여 더 높은 수준의 현실감을 제공한다. 실제 훈련 환경에 가상 정보를 오버레이하여 사용자가 현장에서 겪을 수 있는 다양한 시나리오를 경험하도록 해야 한다. 이를 위해 고도의 트래킹 기술, 사실적인 3D 홀로그램, 그리고 실시간 환경 인식 기능을 통합하여 사용자가 실제와 가상의 경계를 거의 느낄 수 없는 수준의 MR 콘텐츠를 제공함으로써 몰입감을 극대화할 수 있다.

두 번째는 사용자가 VR 콘텐츠와 상호작용할 때의 한계를 줄이기 위해 다양한 인터랙티브 요소를 추가하고, 사용자의 동작과 명령을 실시간으로 정확히 반영할 수 있는 알고리즘을 개발해야 한다. 또한, 다양한 시나리오에서의 상호작용을 가능하게 하여 훈련의 유용성을 강화할 수 있다.

세 번째는 사운드는 VR 몰입도를 크게 향상시키는 요소이다. 3D 오디오 기술을 활용하여 사용자가 소리의 방향과 거리를 정확히 인지할 수 있게 하고, 비주얼과 오디오가 일치하도록 최적화하여 현장감을 높여야 한다.

네 번째는 사용자들로부터 받은 피드백을 바탕으로 콘텐츠의 오류를 수정하고, 지속적으로 콘텐츠를 업데이트하여 완성

도를 높이는 작업이 필요하다. 이를 위해 실시간으로 피드백을 수집하고 분석하는 시스템을 구축하는 것이 중요하다.

마지막으로 다양한 VR 콘텐츠 제공을 위한 커뮤니티와의 협력 모색하는 것이다. 다양한 콘텐츠 제공은 사용자의 훈련 경험을 풍부하게 한다. 이를 위해 외부 개발자 커뮤니티와 협력하여 다양한 시나리오와 훈련 프로그램을 개발하고 오픈 소스 플랫폼을 활용하여 사용자와 개발자가 직접 콘텐츠를 개발하고 공유할 수 있는 환경을 조성하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

이러한 전략들을 체계적으로 실행하기 위해서는 사용자 경험을 지속적으로 모니터링하고, 기술 발전에 맞춰 시스템을 업데이트하며, 사용자 피드백을 통해 개선점을 찾는 과정이 필요하다.

박상훈 등은 아직 부족한 VR 디바이스의 문제를 해결하기 위해 Beyond the Sight(BtS) 시스템은 하나의 대안이 될 수 있다고 하면서 빔프로젝터를 활용한 디스플레이 장치와 MR 디바이스를 연동하여 디스플레이 장치와 MR 디바이스간 표현 영역의 분리를 통해서 2D 영상에서 3D 오브젝트가 튀어나오는 효과를 제작하여 보다 다양한 MR 콘텐츠 제작과 활용 영역을 확대하는 연구 결과를 발표했다. 대단위의 쇼케이스를 위한 대형 프로젝터부터 소규모 콘텐츠를 위한 TV나 모니터까지 지원하는 캘리브레이션 소프트웨어를 제작하여 누구나 쉽게 BtS 기능을 사용할 수 있는 기반을 마련하였다[14]. BtS 기능을 활용한 대테러 전술훈련체계의 개발을 통해 기존 대테러 전술훈련체계가 가지고 있던 단점을 극복한 체계를 개발함으로써 훈련의 효율을 증가시키고 목적을 달성할 수 있을 것으로 예상된다(그림 1).



그림 1. BtS 기능을 활용한 대테러 전술훈련체계 개발 개념
 Fig. 1. Concept of developing a counter-terrorism tactical training system using BTS functions

V. 결론 및 논의

연구목적 달성하기 위해 제기하였던 첫 번째 연구문제는 VR 콘텐츠의 품질, HMD(Head-Mounted Display)의 성능, 사용자 특성, 그리고 훈련체계 사용 범위 등이 프레즌스에 영향을 미치는 주요 요인임을 이끌어 내었다. 델파이 기법과 계

층분석모형(AHP)을 활용한 연구 방법론을 통해, VR 콘텐츠의 사실감 결여, 상호작용의 제한, HMD 착용의 불편함, 이용자의 혁신성향과 몰입경험, 그리고 VR 콘텐츠의 몰입감 부족이 프레즌스를 저하시키는 핵심 요인으로 도출하였다.

두 번째 연구문제는 해당 요인들을 극복하기 위한 구체적인 해결책으로 다음과 같은 전략을 제시함으로써 차후 개발될 대테러 전술훈련체계의 효과향상에 기여하고자 한다.

대테러 전술훈련체계의 '프레즌스'를 제고하기 위한 전략으로는 첫째, MR(혼합 현실) 기술을 도입하여 가상과 실제 환경의 결합을 통해 더 높은 수준의 현실감을 제공하는 방안이 있다. 이는 사용자가 실제와 가상의 경계를 거의 느낄 수 없게 만들어 훈련에 대한 몰입감을 극대화할 수 있다. 둘째, VR 콘텐츠와의 상호작용을 강화하기 위해 다양한 인터랙티브 요소를 추가하고, 사용자의 동작과 명령을 실시간으로 정확히 반영할 수 있는 알고리즘을 개발해야 한다. 이를 통해 사용자는 훈련 시나리오에서 더욱 적극적으로 참여할 수 있게 된다. 셋째, 사운드는 VR 몰입감을 크게 향상시키므로, 3D 오디오 기술을 활용해 소리의 방향과 거리를 정확히 인지할 수 있도록 하고, 비주얼과 오디오가 일치하도록 최적화해야 한다. 넷째, 사용자로부터의 지속적인 피드백을 통해 콘텐츠의 오류를 수정하고, 콘텐츠를 지속적으로 업데이트하여 완성도를 높이는 작업이 필요하다. 마지막으로, 다양한 VR 콘텐츠 제공을 위해 외부 개발자 커뮤니티와 협력하여 다양한 시나리오와 훈련 프로그램을 개발하고, 오픈 소스 플랫폼을 활용하여 사용자와 개발자가 직접 콘텐츠를 개발하고 공유할 수 있는 환경을 조성해야 한다. 이러한 전략들은 사용자 경험을 지속적으로 모니터링하고 기술 발전에 맞춰 시스템을 업데이트하는 과정을 포함하여 체계적으로 시행되어야 한다.

본 연구의 한계는 대테러 전술훈련체계의 전력화와 활용기간이 짧아 충분한 훈련 데이터를 확보하지 못하여, 전력화 기간이 오래된 무기체계의 전술훈련에 시뮬레이터 활용 경험을 기반으로 작성되었다는 것이 대테러 전술훈련체계의 전반적인 구현 요소를 담아 내기에는 제한적이었다. 하지만 앞으로 개발되어 전력화될 것으로 예상되는 다양한 전술훈련체계의 훈련데이터를 체계적으로 활용하여 보다 향상된 전술훈련체계를 개발하는 데 활용하도록 기반을 마련하고 합성훈련체계(Synthetic Training Environment, STE)의 개발에 기여하기를 희망한다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 메타버스 융합대학원의 연구(IITP-2023-RS-2022-00156318)와 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2023년도 문화기술 연구개발사업(RS-2023-00219237)으로 수행된 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

[1] Y.-H. So, "The Impact of Presence Experience on Resolution of Virtual Reality Device," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 19, No. 7, pp. 393-401, 2019. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.07.393>

[2] G. B. Kim, B. C. Kim, and Y. S. Kwon, "A Study on Factors Affecting the Intention of Using Defense War-Game Education & Training Program: Focused on 5G-based Realistic Defense Simulation," *Journal of Corporate Education*, Vol. 24, No. 3, pp. 29-55, September 2022. <https://doi.org/10.46260/KSLP.24.3.2>

[3] H.-J. Jang and K.-H. Kim, "Study on the Influence of VR Characteristics on User Satisfaction and Intention to Use Continuously - Focusing on VR Presence, User Characteristics, and VR Sickness -," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 18, No. 5, pp. 420-431, 2018. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2018.18.05.420>

[4] K. Doo and S. Kim, "The Study on the Interactive Display Video Activating Plan in Experience-Type Media Space," *Journal of Korea Design Knowledge*, No. 24, pp. 214-223, 2012.

[5] J. Kim, "Research on VR Content Production through Analysis of Cyber Sickness Elements," *Journal of Next-Generation Convergence Information Services Technology*, Vol. 10, No. 3, pp. 231-241. <http://dx.doi.org/10.29056/jncist.2021.06.01>

[6] K. Shin and S. H. Lee, "Developing an XR Based Hyper-Realistic Counter-Terrorism, Education, Training, and Evaluation System," *Jouranal of Information and Security*, Vol. 20, No. 5, pp. 65-74, December 2020. <https://doi.org/10.33778/kcsa.2020.20.5.065>

[7] N. Choi, "A Study on Teaching and Learning Cases and Effects Using Virtual Reality (VR) in Practice Subjects," *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, Vol. 25, No. 3, pp. 41-52, 2023. <https://doi.org/10.30751/kfcd.2023.25.3.41>

[8] S. Y. Kwon and W. J. Jeon, "A Study on the Discovering Dance Fitness Lesson Strategies Using Delphi and AHP Techniques," *Korean Society of Sport Policy*, Vol. 19, No. 4, pp. 17-31, November 2021. <https://doi.org/10.52427/KSSP.19.4.2>

[9] G. Rowe and G. Wright, Expert Opinions in Forecasting: The Role of the Delphi Technique, in *Principles of Forecasting*, pp. 125-144, 2001. https://doi.org/10.1007/978-0-306-47630-3_7

[10] G. J. Lee, A Study on the International Strategic Alliance and Partner Selection Priority Factors of Chinese National

and Public Hospitals, Ph.D. Dissertation, Seokyeong University, Seoul, February 2020.

[11] A. R. Othman, T. S. Yin, S. Sulaiman, M. I. Mohamed-Ibrahim, and M. Razha-Rashid, "Application of Mean and Standard Deviation in Questionnaire Surveys," *Menemui Matematik (Discovering Mathematics)*, Vol. 33, No. 1, pp. 11-22, June 2011.

[12] C. van der Eijk and J. Rose, "Risky Business: Factor Analysis of Survey Data – Assessing the Probability of Incorrect Dimensionalisation," *PLoS ONE*, Vol. 10, No. 3, e0118900, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118900>

[13] J. S. Lee, *Research Method 21: Delphi Method*, Seoul: Education Science Publishing, 2006.

[14] J. Kim, J.-H. Song, J.-H. Park, J. Nam, S.-H. Yoon, and S. Park, "Mixed Reality Extension System Using Beam Projectors : Beyond the Sight," *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, Vol. 25, No. 3, pp. 65-73, 2019. <https://doi.org/10.15701/kcgs.2019.25.3.65>



이주경(Jookyoung Lee)

2001년 : 육군3사관학교(기계공학사)
2009년 : 아주대학교 경영대학원
(석사-E-비즈니스)

2001년~2020년: 육군
2021년~현 재: 국방기술진흥연구소(KRIT)
2023년~현 재: 서강대학교 메타버스전문대학원 메타버스
비즈니스 박사과정
※ 관심분야 : 메타버스(Metaverse), 증강 및 혼합현실(AR /
XR), 합성훈련환경((Synthetic Training
Environment) 등



현대원(Daiwon Hyun)

1989년 : 서강대학교 대학원
(문학석사-신문방송학)
1998년 : Temple University
(Ph.DTelecommunication)

2022년~현 재: 서강대학교 메타버스 전문대학원 원장
※ 관심분야 : 메타버스 기획(Metaverse Planning), 가상자산
(Virtual assets), 메타버스 저작권 정책 등