

# 몰입형과 시뮬레이터형 가상현실 훈련체계 비용 대 교육효과 분석 -육군 가상현실 훈련체계를 중심으로-

김도현\*, 민승희, 김익현  
육군 교육사령부

## Cost Education Effectiveness Analysis of Immersion-type and Simulator-type Virtual Reality Training Systems -Focusing on The ROK Army Virtual Reality Training System-

Do-heon Kim\*, Seung-hee Min, Yeek-hyun Kim  
ROK Army Training & Doctrine Command

**요 약** 육군은 교육훈련 효과를 향상시키기 위해 노력을 경주하고 있다. 그러나 실제 훈련 시 많은 제한사항으로 인해 실질적인 교육훈련이 제한된다. 이러한 제한사항을 극복하기 위해 가상현실 기술을 활용하고 있다. 가상현실 기술은 다양한 유형으로 발전하고 있으며, 육군은 비용 대 교육효과를 고려하여 가상현실 훈련체계를 도입할 필요가 있다. 육군은 실제 장비와 유사하게 제작된 고비용의 시뮬레이터형을 주로 사용하고 있다. 최근에는 HMD(Head Mounted Display, 이하 HMD)를 착용한 저비용의 몰입형 가상현실 훈련체계도 사용 중이다. 본 연구는 육군 방공학교에서 운영중인 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과를 분석한다. 연구 방법은 첫 번째, 계층적 분석기법(AHP : Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP)으로 교육효과를 분석한다. 두 번째, 비용은 가상현실 훈련체계의 제작 비용을 적용하여 비용 대 교육효과를 분석한다. 분석결과, 비용 대 교육효과는 몰입형이 시뮬레이터형보다 3.4배 높은 것으로 확인되었다. 이번 연구결과를 통해 가상현실 훈련체계의 비용 대 교육효과 분석을 위한 기초자료로 활용이 가능 할 것이다.

**Abstract** The Republic of Korea Army (ROK Army) is trying to improve the effectiveness of education and training. On the other hand, there are many restrictions in actual training, limiting their practical education and training. Virtual reality technology is being used to overcome these limitations. Virtual reality technology is developing in various types, and the ROK Army needs to introduce a virtual reality training system for cost-effective education. The ROK Army mainly uses high-cost simulator-types that are similar to real equipment. Recently, a low-cost immersive-type virtual reality training system wearing an HMD is also being used. This study analyzed the cost education effectiveness of simulator-type and immersive-type virtual reality training systems in operation at the ROK Army air defense school. First, the research method used AHP to analyze the educational effects. Second, the cost was applied to the production cost of the virtual reality training system to analyze the cost-effectiveness of the education. The immersion-type was 3.4 times higher than the simulator-type in terms of cost effectiveness. These results can be used as basic data for analyzing the cost-effectiveness of a virtual reality training system.

**Keywords** : Virtual Reality Training System, Simulator-type, Immersive-type, Cost Education Effectiveness Analysis, HMD, AHP

\*Corresponding Author : Do-heon Kim(ROK Army Training & Doctrine Command)

email: dhyahoo@naver.com

Received January 5, 2021

Accepted April 2, 2021

Revised January 27, 2021

Published April 30, 2021

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 필요성

육군은 급변하는 안보환경 속에서 전쟁을 억제하고 지상전에서 승리하기 위해 상시 군사대비태세를 유지하고, 적이 도발하면 적과 싸우기 위해 실전적인 교육훈련에 매진하고 있다. 그러나 실제 기동훈련과 사격훈련 시 민원발생, 훈련장소의 부지확보 제한, 예산획득의 어려움, 병 복무기간 단축, 바이러스 감염 등의 요인으로 인해 실전적 교육훈련이 제한되는 실정이다[1].

이러한 제한사항을 극복하기 위해 4차 산업혁명 시대의 기술을 이용한 교육훈련의 중요성은 높아지고 있다. 4차 산업혁명의 기술 중에 하나인, 가상현실 기술을 활용하면 실제 훈련보다 다양한 훈련환경에서 저비용으로 반복훈련이 가능하여 교육훈련의 실전성을 향상 시킬 수 있다[2]. 미군은 한국군에 비해 훈련여건이 양호함에도 불구하고, 실제 훈련을 보완하기 위해 다양한 유형의 가상현실 훈련체계를 활용하여 훈련 장소, 시간, 예산의 제한사항을 극복하고 있다[1]. 가상현실 기술은 다양한 유형으로 발전 중이며, 육군은 비용 대 교육효과를 고려하여 가상현실 훈련체계를 도입할 필요가 있다.

육군의 가상현실 훈련체계는 40종을 활용하고 있다. 그러나 대부분이 실제 장비와 유사하게 제작된 고비용의 시뮬레이터형을 주로 사용하고 있다. 최근에는 HMD를 착용한 저비용의 몰입형 가상현실 훈련체계도 사용 중이다. 향후, 신 무기체계의 전력화에 따른 가상현실 훈련체계의 도입이 필요하고 기존 가상현실 훈련체계가 노후화되어 가상현실 훈련체계 사업예산의 소요는 증가하지만 국방예산은 한정된다[2]. 이에 따라, 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과 분석을 통해 어떤 유형이 효과적인지에 대해 연구가 필요하다.

### 1.2 연구 목적

본 연구의 목적은 육군의 교육훈련 효과를 향상시키기 위해 사용중인 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과를 분석하여 어떤 유형의 가상현실 훈련체계가 효과적인지를 확인하는데 있다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 가상현실 유형

가상현실은 현실과 유사하게 컴퓨터로 만들어 놓은 가

상의 세계에서 사람이 실제와 같은 체험을 할 수 있도록 하는 기술이다[3,5,6]. 가상현실의 주요 역사는 Fig. 1과 같으며 1960년대 초에 가상현실 개념이 제시되었다[4].

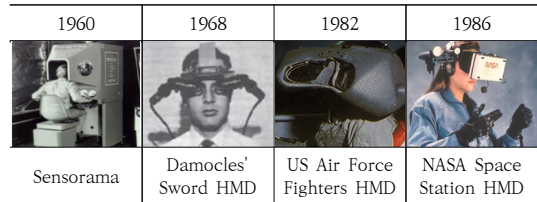


Fig. 1. Virtual reality history

Sensorama는 바람을 느끼며 오토바이를 타는 것처럼 체험할 수 있고, 다모클레스의 검은 자신의 머리위에서 가상의 칼이 움직이는 것을 HMD로 볼수있다. 미국 공군은 HMD를 착용한 가상 전투기 교전시스템을 개발하였으며 NASA(National Aeronautics and Space Administration, 이하 NASA)는 우주정거장 임무수행 교육을 위해 HMD와 손의 감촉도 느낄 수 있는 주변장치를 개발했다. 이후 다양한 유형의 가상현실 장비가 개발되고 기술은 발전하여 영화, 게임 등 산업에 영향을 미치고 있다. 가상현실은 Fig. 2처럼 기술과 장비특성에 따라 분류한다[3,5,6,8,9].

Division	Virtual Reality		
	Virtual Environment	Augmented Virtuality	Augmented Reality
Technology type			
	Virtual Environment + Virtual Information	Virtual Environment + Real Information	Real Environment + Virtual Information
	Immersive-type	Simulator-type	Display-type
Equipment type			
	Wear HMD	Production like real equipment	Using the display

Fig. 2. Classification of virtual reality

가상현실은 기술에 따라 가상환경, 증강가상, 증강현실로 구분된다. 가상환경은 가상의 환경에서 가상의 정보가 나타나며, 증강가상은 가상의 환경에서 실제 정보가 나타나고, 증강현실은 실제 환경에서 가상의 정보가 나타난다. 장비특성에 따라 Table 1처럼 몰입형, 시뮬레이터형,

디스플레이형으로 구분되며 비용과 활용도가 달라진다 [6]. 몰입형은 HMD를 착용하여 가상현실에 완전히 몰입할 수 있으며, 저비용으로 제작이 가능하고 많은 인원이 활용할 수 있다. 시뮬레이터형은 실제 장비처럼 크기와 작동장치까지 유사하게 제작하여 비용이 매우 비싸고 장비의 부피가 커져 공간활용도와 확장성이 낮아져서 소수의 인원만이 활용할 수 있다. 디스플레이형은 디스플레이를 보면서 가상현실을 체험하는데 디스플레이의 크기에 따라 비용과 활용도가 달라진다.

Table 1. Comparison of the 3 types of virtual reality

Division	Immersive-type	Simulator-type	Display-type
Cost	Low cost	High cost	High cost
Immersion	Very high	Height	Lowness
HMD wear	Wearing	Selectable	Selectable
Space utilization	Height	Lowness	Middle
Scalability	Height	Lowness	Middle

가상현실 훈련체계의 유형은 가상현실 기술 3가지와 장비특성 3가지를 조합하면 Table 2처럼 9가지 유형으로 분류할 수 있다.

Table 2. 9 types of virtual reality

Immersive-type Virtual Environment	Immersive-type Augmented Virtuality	Immersive-type Augmented Reality
Simulator-type Virtual Environment	Simulator-type Augmented Virtuality	Simulator-type Augmented Reality
Display-type Virtual Environment	Display-type Augmented Virtuality	Display-type Augmented Reality

## 2.2 육군 가상현실 훈련체계

육군은 Table 3처럼 11개 병과 학교에서 40종의 가상현실 훈련체계를 운영하고 있다[7]. 40종의 평균단가는 32억원으로, 실제 장비와 유사하게 제작된 시뮬레이터형이 많아 평균단가가 높다.

Table 3. ROK Army virtual reality training system

Division	Sum	Artillery School	Armor School	Air Defence School	Aviation School	etc.
Immersive-type Virtual Environment	2	0	0	2	0	0
Simulator-type Virtual Environment	38	3	7	5	8	15

Fig. 3처럼 시뮬레이터형은 공간활용성이 낮으며, 교육생이 실제로 보는 화면은 컴퓨터 모니터처럼 작아 몰입도는 떨어진다[7]. 또한, 많은 인원의 사용이 제한되어 많은 인원을 소집하여 교육하는 학교교육의 특성을 고려하면, 몰입형과 시뮬레이터형의 비용 대 교육효과에 대해 연구가 필요하다.

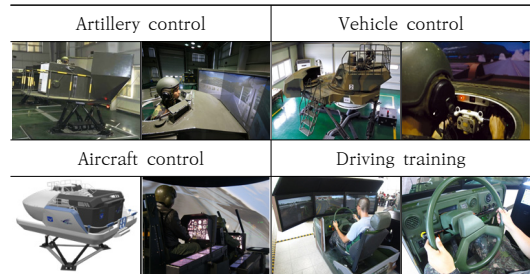


Fig. 3. Simulator-type virtual reality training system

## 2.3 외국군 가상현실 훈련체계

외국군의 가상현실 훈련체계는 해외군사정보(2015~2019)와 군사 시뮬레이션과 훈련 홈페이지(MS&T : Military Simulation & Training magazine, 이하 MS&T)를 통해 확인하였다[8,9]. 해외군사정보는 육군 교육사령부에서 미국, 영국, 중국, 러시아, 독일 등 군사 강국의 군사동향과 전투발전 추세에 대해 분야별로 정보를 수집하여 발행한다. MS&T는 미국에서 운영중인 과학화 훈련시스템을 홍보하는 홈페이지이다.

5년간 수록된 3,559건의 해외군사정보를 확인한 결과, 17개 국가에서 91개의 가상현실 훈련체계를 활용하고 있었다. 17개 국가는, 미국이 61개로 가장 많으며, 영국 10개, 프랑스 4개, 노르웨이, 이스라엘, 호주가 각 2개, 나이지리아, 덴마크, 독일, 스위스, 스페인, 슬로베니아, 싱가포르, 캐나다, 폴란드, 핀란드, UAE는 각 1개의 가

Table 4. Foreign military VR training system use cases

Division		Count	%	
Virtual Reality	Equipment Feature	Immersive-type	66	72
		Display-type	18	20
	Technology	Simulator-type	7	8
		Virtual Environment	59	65
		Augmented Reality	32	35
Military	Army		57	61
	Air Force		22	23
	Navy		15	16
Scale	Individual		59	68
	Squad ~ Platoon		24	27
	Company		4	5

상현실 훈련체계를 활용하고 있었다. 91개의 사례를 가상현실 유형과 제대, 군으로 분류하면 Table 4처럼 구분된다. 가상현실 훈련체계 유형 중에서 장비특성은 몰입형 72%, 기술은 가상환경 65%, 육군 61%, 개인훈련에 68%를 활용 중이다.

외국군 가상현실 훈련체계 91개 사례를 가상현실 9가지 유형으로 분류하면 Table 5와 같으며 가상환경과 몰입형을 주로 활용하는 것으로 나타났다.

Table 5. Training system for each type of foreign military virtual reality training system

Division (Count)	Virtual Environment (59)	Augmented Virtuality (0)	Augmented Reality (32)
Immersive-type (66)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fighter plane / Aircraft training(14)</li> <li>•Individual shooting(6)</li> <li>•Platoon shooting(4)</li> <li>•etc.(11)</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Small troop training(21)</li> <li>•External monitoring equipment(4)</li> <li>•etc.(6)</li> </ul>
Simulator-type (7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fighter plane / Aircraft training(3)</li> <li>•etc.(4)</li> </ul>	-	-
Display-type (18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Platoon shooting(9)</li> <li>•etc.(8)</li> </ul>	-	•etc.(1)

전투기와 항공기 조종 및 전투 훈련은 시뮬레이터형보다 몰입형을 주로 활용 중이다. 고비용의 장비를 운영하는 전투기와 항공기의 훈련도 몰입형을 이용하고 있는 추세이다. 개인 사격은 몰입형을 주로 이용하며, 2인 이상 공용화기 사격을 하는 소부대 사격은 디스플레이형을 주로 활용한다.

### 2.4 가상현실 교육효과 선행연구

RAND(RAND : Research and development, 이하 RAND)연구소에서 가상현실 훈련체계의 훈련효과에 대

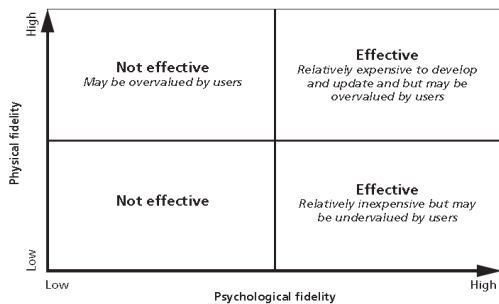


Fig. 4. RAND research institute's virtual reality training system research results

해 연구한 결과, Fig. 4처럼 과거 가상현실의 발전이 훈련의 효과보다는 실제 장비와 같이 크기와 작동장치까지 같은 시뮬레이터형처럼 제작하는데 중점을 두어 많은 공간이 필요하고, 비용이 증가하여, 많은 인원의 훈련기회를 감소시켜 비용 대 훈련효과가 저조하였다[10]. 그러나 구체적으로 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과 분석결과는 없다.

美 공군 23비행훈련대대는 항공기 조종사훈련을 2019년부터 시뮬레이터형 가상현실 훈련체계에서 몰입형 가상현실 훈련체계로 전환한 결과, 교육효과가 높으며, 1인당 교육시간은 60시간을 단축하고 양성비용은 50%를 절감하여, 30,000달러 미만을 투자하고 매년 570만 달러 이상의 예산을 절감하였다[9].

이외 선행 연구는 Table 6처럼 가상현실과 현재의 교육방법을 비교한 교육효과를 연구하였지만, 본 연구에서는 2가지 가상현실 유형에 대해 AHP 설문으로 비용 대 교육효과를 검증하였다.

Table 6. Comparison of previous studies

Prior research	Research target	Research method	Cost Education Effectiveness Analysis
[11]	Immersive-type VR education vs. Video education	Survey	Not Provided
[12]	Display-type VR education vs. Lecture education	Survey	Not Provided
[13]	Immersive-type VR education vs. Lecture education	Survey	Not Provided
[14]	Immersive-type VR education vs. Lecture education	Survey	Not Provided
[15]	Immersive-type VR education vs. Lecture education	Survey	Not Provided
This Study	Immersive-type VR vs. Simulator-type VR education	AHP	Provided

### 3. 연구 방법

본 연구의 과정은 Fig. 5처럼 선행연구 검토와 가상현실 훈련체계를 조사하였고 AHP 요소와 전문가를 선정하여 설문을 실시 후에 분석하였다.

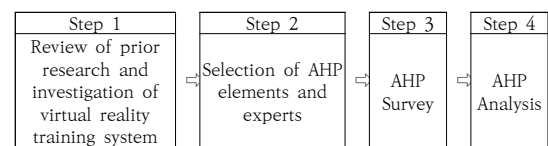


Fig. 5. Analysis Process

### 3.1 연구 대상

비용 대 교육효과를 분석하기 위한 연구 대상은 Fig. 6처럼 육군 방공학교에서 운영중인 신궁 무기의 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계이다[7].

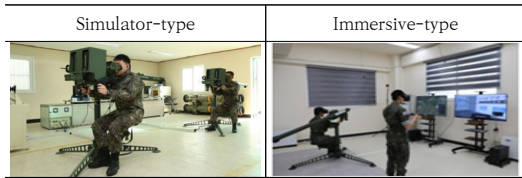


Fig. 6. Virtual reality training system of the shingung grand air force

신궁은 휴대용 대공유도무기로 적외선 추적유도방식을 사용하여 적의 다양한 공중공격에 효과적으로 대응할 수 있는 무기이다[16]. 신궁의 실제 사격은 별도의 훈련장에서 가상의 적 항공기인 대공 표적기를 표적으로 사격한다. 실제 사격시 대략적인 비용은 탄약 1발에 2억원, 대공 표적기 1대는 1,500만원으로 비싸고, 대공 표적기를 운영할 수 있는 별도의 훈련장에서 사격을 할 수 밖에 없는 등의 제한사항이 많아 방공학교에서는 가상현실 훈련체계를 이용하여 교육을 하고 있다. 가상현실 훈련체계를 이용한 교육시간은 주요구성품 확인 8시간, 사격준비 38시간, 사격 실시 8시간이다. 시뮬레이터형은 실제 장비처럼 크기와 작동장치까지 유사하게 제작하였고, 교육생은 모니터 화면을 보면서 대공 표적기를 조준하여 사격한다. 몰입형은 외부 형태만 비슷하게 제작하고 HMD를 착용하여 HMD의 영상을 보면서 대공 표적기를 조준하여 사격한다.

### 3.2 연구 방법

#### 3.2.1 AHP 분석

시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 교육효과는 AHP를 통해 분석한다. AHP는 계층구조의 평가요소들을 쌍대 비교하여 각 요소의 가중치 산출을 통해 전문가가 가지고 있는 경험, 지식과 생각을 확인하는 의사결정방법론 중에 하나로서 1970년대 초에 Thomas L. Saaty가 개발했다[17].

AHP는 4단계로 수행된다. 1단계는 구하고자 하는 문제에 대한 계층요소를 선정하고, 2단계는 각 요소가 가지는 속성 간의 쌍대비교를 위해서 AHP의 행렬을 구한다. 3단계는 쌍대비교 행렬에서 최대 고유치로부터 나온 고유벡터를 계산하여 가중치를 산출한다. 4단계는 전문가

답변의 신뢰도인 일관성비율(CR : Consistency Ratio, 이하 CR)을 측정하여 CR이 0.1보다 낮은 경우 양호한 응답을 했다고 판단한다[18].

본 연구의 교육효과에 대한 AHP 요소는 Table 7과 같다.

Table 7. AHP Elements of Educational effect

Tier 1	Tier 2	meaning
Learning effect	Interest	The degree to which it is fun or attracts attention
	Immersion	The degree to which you focus deeply when learning
	Understanding	The ability to understand and solve problems
Equipment effect	Reality	The degree of training possible reflecting the actual situation
	safety	Degree of freedom from danger or accident
	Availability	Degree of freedom from equipment damage and aging

교육효과의 계층 1은 학습효과와 장비효과로 선정하였다. Anderson의 교육효과 측정요소 3가지인 '안다'는 것과 관련된 인지적 영역, '신체적 능력'과 관련된 심동적 영역, '태도와 가치관'에 관련된 정의적 영역 중에서, 본 연구의 대상인 신궁 무기의 교육효과와 관련된 인지적 영역과 심동적 영역을 선정하였다. 인지적 영역은 학습효과를 심동적 영역은 장비효과를 선정하였다[18].

학습효과와 장비효과와 하위계층은 앞서 언급한 선행 연구 문헌에서 평가요소를 도출하였으며, 도출된 평가요소를 바탕으로 방공학교 교관들과 브레인스토밍을 통해 최종 6개 요소로 선정하였다. 학습효과와 하위계층은 흥미도, 몰입도, 이해도로 구성하였고, 장비효과와 하위계층은 실제성, 안전성, 가용성으로 구성하였다.

AHP 설문인원은 방공학교 교관으로 인구통계학적 특성은 Table 8처럼 성별은 남자로 연령대는 30대 이상이

Table 8. Statistical Characteristics

Division	Category	Frequency
gender	Male	6 (100%)
	Female	0 (0%)
Age	30 to 39 years old	4 (67%)
	40 to 49 years old	2 (33%)
Job Experience	Less 5 to 9 years	2 (33%)
	Less 10 to 14 years	1 (17%)
	Less 15 to 19 years	1 (17%)
	Less 20 to 25 years	2 (33%)

며, 방공병과에서 최소 5년 이상을 근무하였고 현재 신 공무기를 담당하고 있다. 시뮬레이터형과 몰입형 가상현 실 훈련체계 2개 유형을 교육하고 있는 교관으로 AHP 전문가로 대표하는데 무리가 없다고 판단하였다.

AHP 분석은 Make It 소프트웨어를 사용하였고 PC 운영환경은 Table 9와 같다.

Table 9. Analysis SW and HW

Analysis SW	PC HW	PC OS
Make It Ver. 1.6	CPU : Intel Core i3-8100 3.60GHz, RAM : 8GB	Windows 10 Enterprise 64bit

### 3.2.2 비용 대 교육효과 분석

시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과를 분석한다. 교육효과는 AHP 분석으로 산출된 결과를 이용한다. 비용은 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계의 제작비용을 적용하며 기타 소요되는 운영 및 유지비용 등은 동일하다고 가정한다. 최종적으로 비용 대 교육효과는 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 몰입형 가상현실의 비용 대 교육효과를 Eq. (1)처럼 산출한다.

$$\text{비용 대 교육효과} = \frac{\text{상대적 AHP 효과지수}}{\text{상대적 제작 비용}} \quad (1)$$

## 4. 연구 결과

### 4.1 AHP 분석결과

AHP 분석결과는 Table 10과 같다. 계층 1의 학습효과와 장비효과에 대한 중요도는 장비효과 0.892, 학습효과 0.108로 나타났다. 장비효과가 학습효과보다 영향이 높은 이유는 사격을 준비하고 실시하는 신체적인 능력과 관련된 심동적 영역의 교육효과가 크기 때문인 것으로 확인된다.

계층 2의 학습효과의 3가지 하위요소 중에서는 흥미도가 중요하며, 장비효과의 3가지 하위요소 중에서는 실제성이 중요한 것으로 나타났다. 가상현실의 콘텐츠가 실제 상황 등을 반영하여 훈련이 실제처럼 느껴지는 요소인 흥미도와 실제성이 중요한 요소인 것으로 확인된다.

시뮬레이터형과 몰입형의 효과지수는 계층 1, 2와 대안비교를 적용한 결과, 시뮬레이터형이 몰입형보다 실제

Table 10. AHP results of educational effect

Tier 1	Tier 2	③Alternative comparison		Effect index (=①×②×③)			
		Simulat or-type	Immersi ve-type	Simulat or-type	Immersi ve-type		
Learning effect	.108	Interest	.712	.657	.343	.051	.026
		Immersion	.064	.343	.657	.002	.005
		Understanding	.224	.657	.343	.016	.008
Equipment effect	.892	Reality	.717	.657	.343	.420	.219
		safety	.066	.343	.657	.020	.039
		Availability	.217	.343	.657	.066	.127
sum (Effect index)						.576	.424
Relative effect index						1	.737

\*CR measurement result by layer element : CR < 0.001

성, 흥미도, 이해도 순으로 효과가 높았으며 몰입형은 시뮬레이터형보다 가용성, 안전성, 몰입도가 높은 것으로 확인된다.

전체적인 교육효과는 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 몰입형 가상현실이 0.737배인 것으로 나타났다. 시뮬레이터형이 몰입형보다 장비가 거의 유사하게 제작되어 실제성이 높아져 교육효과를 향상시키며, 몰입형의 경우에는 HMD를 착용해야되는 불편함으로 인해 실제성이 떨어져 교육효과가 다소 낮은 것으로 확인된다.

### 4.2 비용 대 교육효과 분석결과

AHP 분석결과와 가상현실 훈련체계의 제작비용을 적용하여 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과를 분석한다.

AHP 효과지수는 시뮬레이터형이 0.576, 몰입형이 0.424로, 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 할 때, 몰입형은 0.737배이다. 가상현실 훈련체계의 대략적인 제작비용은 시뮬레이터형이 7억, 몰입형이 1.5억으로, 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 할 때, 몰입형이 0.214배이다. 비용 대 교육효과는 Table 11처럼 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 할 때, 몰입형이 3.4배 높다.

Table 11. Cost education effectiveness analysis results

Division	AHP effect index (times)	Relative AHP effect index (times)	Production cost (billion)	Relative production cost (billion)	cost education effectiveness (times)
Simulator-type	0.576	1	7	1	1
Immersive-type	0.424	0.737	1.5	0.214	3.4

몰입형이 시뮬레이터형보다 교육효과는 다소 낮지만 저비용으로 제작할 수 있어 비용 대 교육효과는 높다. 시뮬레이터형은 실제 장비처럼 유사하게 제작하여 가격은 높지만 많은 인원을 소집하여 교육하는 학교교육의 특성을 고려하면 몰입형이 비용 대 교육효과가 더욱 높은 것으로 확인된다.

## 5. 결론

본 연구는 육군의 교육훈련 효과를 향상시키기 위해 사용중인 시뮬레이터형과 몰입형 가상현실 훈련체계에 대한 비용 대 교육효과를 분석하여 어떤 유형의 가상현실 훈련체계가 우수한지를 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, AHP 분석결과, 교육효과는 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 몰입형 가상현실이 0.737배인 것으로 나타났다. 시뮬레이터형은 몰입형보다 실제 장비처럼 제작하여 교육효과를 향상시키는 것으로 확인된다. 둘째, 비용 대 교육효과는 시뮬레이터형을 '1' 기준으로 할 때, 몰입형이 3.4배 높다. 몰입형이 시뮬레이터형보다 교육효과는 다소 낮지만 저비용으로 제작할 수 있어, 비용 대 교육효과가 몰입형이 3배 이상 효과적이다.

과거 가상현실 훈련체계의 발전이 훈련의 효과보다는 실제 장비와 같이 시뮬레이터형처럼 제작하는데 중점을 두어 비용이 비싸고 장비의 부피가 커져 공간활용도와 확장성이 낮으며, 소수의 인원만이 활용할 수 밖에 없었다. 많은 인원을 소집하여 교육하는 학교교육의 특성을 고려시, 비용대 교육효과가 높은 몰입형 가상현실 훈련체계의 도입이 필요하다. 향후 육군 가상현실 훈련체계의 소요는 지속적으로 증가할 것으로 예상되나, 국방예산은 제한되어 전체적인 예산확보는 어려울 것으로 예상된다. 따라서 비용 대 교육효과를 고려하여 몰입형 가상현실 훈련체제로 도입한다면 제한된 국방예산 범위내에서 예산확보가 가능할 것으로 판단된다.

이번 연구에서는 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 첫째, 방공학교를 대상으로 연구한 결과가 육군 전체를 대표하기에는 제한된다. 현재는 대부분의 학교에서 시뮬레이터형 가상현실 훈련체계를 사용하여 몰입형과 비교를 할 수 없지만 앞으로 몰입형으로 도입시 지속적인 연구를 통해 교육효과를 분석할 필요가 있다. 둘째, HMD를 처음 착용하면 불편하고 어지러운 현상이 나타나는데, 이에 대한 연구가 필요하다.

향후, 기술이 발전하면 HMD를 착용해야 되는 불편함을 해소하고 콘텐츠의 실재감을 높여 몰입형의 교육효과를 시뮬레이터형보다 더욱 높아질 것이다. 이번 연구결과를 통해 가상현실 훈련체계의 비용 대 교육효과 분석을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것이다.

## References

- [1] S. W. Kang, H. S. Park, ROK Army scientific training system long-term comprehensive development plan, p.150, ROK Army Headquarters, 2017, pp.12-112.
- [2] S. Y. Yoon, S. H. Lee, S. H. Lee, A study on the actual state of defense simulator operation and development plan, p.256, Security Management Institut, 2017, pp.65-231.
- [3] P. Milgram, Kishino, Fumio, "Taxonomy of mixed reality visual displays", *Inst of Electronics*, Vol.1, pp.2-52, 1994.
- [4] Virtual reality history Survey. Virtual reality history [Internet]. Virtual reality history Survey, c2020 [cited 2020 Apr 10]. Available From: <https://virtualrealitypop.com/> (accessed Apr. 10, 2020)
- [5] B. Gorski, B. Parrish, Military Equipment Framework, p.23. MITRE Corporation, 2017, pp.2-9.
- [6] S. W. Im, "Military Mental Education Program Based on Virtual Reality", *Journal of Spiritual & Mental Force Enhancement*, Vol.1, pp.89-129, 2017.
- [7] ROK Army Headquarters, ROK Army virtual reality scientific training system status, Technical Report, ROK Army Headquarters, Korea, pp.1-140.
- [8] ROK Army Training & Doctrine Command, 2015~2019 Foreign military information, p.2192, ROK Army Training & Doctrine Command, 2019, pp.1-2192.
- [9] Military Simulation Survey. virtual reality training system [Internet]. Military Simulation Survey, c2020 [cited 2020 Apr 20]. Available From: <https://www.halldale.com/> (accessed Apr. 20, 2020)
- [10] S. G. Susan, M. W. Lewis, K. Connor, R. Eden, M. E. Boyer, Collective Simulation-Based Training in the U.S. Army, p.147. RAND, 2019, pp.27-40.
- [11] E. K. Jung, S. S. Choi, J. Y. Jung, "Comparison of educational interest, satisfaction, and achievements of educational virtual reality and videos education before simulation training", *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol.22(2), pp.93-102, 2018.
- [12] K. H. Noh, H. K. Jee, S. H. Lim, "Effect of Augmented Reality Contents Based Instruction on Academic Achievement, Interest and Flow of Learning", *Journal*

of the korea contents association, Vol.10(2), pp.1-13 Feb, 2010.

- [13] H. D. An, M. H. Seo, S. C. Lee, H. K. Jung, "Study for the presence and the interaction in the VR solar system education contents", *The Korean Journal of HCI Society*, Vol.1, pp.903-906, 2018.
- [14] J. S. Lee, H. A. Sim, K. Y. Kim, K. S. Lee, "Effects of reality based science learning program on learning motivation and achievement", *Koreanisch-Deutsche Gesellschaft Fuer Erziehungswissenschaft*, Vol.15(1), pp.99-121, 2010.
- [15] K. H. Lee, "The E-Learning for Practice Training Using Augmented Reality in the College Education", *Korean Society of Cartoon and Animation Studies*, Vol.9, pp.443-476, 2015.
- [16] ROK Army Headquarters, ROK Army Terminology Dictionary, p.233, ROK Army Headquarters, 2019, pp.133.
- [17] T. L. Saaty, "How to make a Decision the Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, Vol.24(6), pp.19-43, 1990. <https://www.doi.org/10.1287/inte.24.6.19>
- [18] L. W. Anderson, D. Krathwohl, P. Airasian, K. A. Cruikshank, "A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives", *JSTOR Journals*, Vol.83(3), pp.154-159, 2005. <https://www.jstor.org/stable/42926529>

김 도 현(Do-heon Kim)

[정회원]



- 2009년 8월 : 고려대학교 전산정보시스템학과 (이학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 경영학과 박사과정
- 2019년 4월 ~ 현재 : 육군 교육사령부 분석실 훈련지원분석담당

<관심분야>

경영정보, 교육훈련, M&S, 통계, SEM

민 승 희(Seung-hee Min)

[정회원]



- 2013년 8월 : 호서대학교 정보통계학과 (통계학사)
- 2019년 3월 : 호서대학교 응용통계학과 (통계학석사)
- 2019년 4월 ~ 현재 : 육군 교육사령부 분석실 모델응용담당

<관심분야>

통계, 빅데이터, 인력관리

김 익 현(Yeek-hyun Kim)

[정회원]



- 1989년 3월 : 육군사관학교 화학과 (학사)
- 1994년 8월 : 미국 미주리대 산업공학과 (산업공학석사)
- 2004년 10월 : 영국 사우스햄프턴대 경영과학과 (경영과학박사)
- 2018년 2월 ~ 현재 : 육군 교육사령부 분석실 실장

<관심분야>

비용분석, 운영분석, M&S