

직업 훈련에서 에듀텍 기반 디지털 트윈 훈련장비 활용 방안 연구

A Study on the Utilization of Digital Twin Training Equipment based on EduTech for Vocational Training

이상봉¹, 정영균², 유재민², 장병일², 정윤석³, 민준기^{4*}

¹한국기술교육대학교 일학습병행대학, ²한국기술교육대학교 산학협력단, ³메티스, ⁴한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

Sang-Bong Lee¹, Young Kyoung Jung², Jaemin Yoo², Byungil Jang², Yun-Seok Jung³, Jun-Ki Min^{4*}

¹Univ. of Work & Study in Parallel, KOREATECH, Cheonan 32153, Korea

²Industry-University Cooperation Foundation, KOREATECH, Cheonan 32153, Korea

³CEO, METIS, Cheonan 31094, Korea

⁴School of Computer Science and Engineering, KOREATECH, Cheonan 32153, Korea

[요약]

본 연구의 목적은 4차 산업혁명으로 기반을 구축하던 인터넷 산업의 확대와 코로나19 시대가 가속화시킨 에듀텍 기반의 직업능력개발 사업의 효과를 증대할 수 있는 방안을 마련하는 것이다. 이를 위해 기존 원격훈련에 대한 문헌 조사와 대기업 및 중소기업 재직자, 재학생을 포함한 미취업자를 대상으로 디지털 트윈 훈련장비에 대한 장단점, 효과성, 필요 기능 및 개선 사항을 분석하기 위한 설문조사를 실시하였다. 이를 통해, 디지털 트윈 훈련장비가 현재 수준에서는 현실 장비를 대체하는 데 그 한계성은 보이고 있으나, 향후 이를 개선한다면 훈련장비로서 다양한 목적으로 활용될 수 있다는 점을 확인하였다. 그리고, 인사 담당자 및 교육 전문가 자문을 통하여 디지털 트윈 훈련장비에 대한 직업능력개발 분야에서의 활용 방안으로 혼합훈련, 국가기술 자격 및 민간자격 시험, 외국인 근로자 훈련, 군 장병 사회적응 훈련 등을 제시하였다.

[Abstract]

The purpose of this study is to come up with a plan enhancing the effectiveness of vocational competency development projects based on Edutech, which was accelerated by the era of COVID-19 and the expansion of the Internet industry which was established by the fourth industrial revolution. For this purpose, we conducted literature review on existing remote training and carried out a survey to analyze the pros and cons, effectiveness, necessary functions, and improvements of digital twin training equipment on employees of large and small enterprises as well as unemployed people including students. Through this, it is confirmed that digital twin training equipment has limitations in replacing real equipment at the current level, but if it is improved in the future, it can be used for various purposes as training equipment. In addition, through consultation with human resources personnel and educational expert, we suggested utilization plans on mixed training, national/private technical qualification, training for foreign workers, and military personnel social adaptation training as plans to exploiting digital twin training equipment in the field of vocational ability development.

Key Words: Digital twin, Edutech, Training equipment, Vocational training

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2024.709>



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 1 July 2024; **Revised** 25 July 2024

Accepted 2 August 2024

***Corresponding Author**

E-mail: jkmin@koreatech.ac.kr

I. 서론

2016년, 다보스 포럼(World Economic Forum)에서 클라우드 슈밥은 4차 산업혁명이 곧 도래할 것이고, 이로 인해 사회구조 뿐 아니라 일자리의 변화가 쓰나미처럼 일어날 것으로 예견하였다[1]. 기술의 발전으로 인한 일자리의 변화는 자연스러운 현상이 되었고, 자동화와 SW화로 대변되는 4차 산업혁명의 도래로 인하여 이미 많은 작업현장에서 단순·반복적인 일자리는 빠른 속도로 기계로 대체되고 있다. 미래 전망 보고서들은 제4차 산업혁명과 미래사회 변화가 기술변화와 사회·경제적 변화로 인해 야기된다고 예측한다.

국가주도적 인적자원개발을 수행해 온 우리나라에서는 4차 산업혁명으로 촉발된 산업의 변화에 따른 인적 자원의 지속적인 개발을 위하여 국가적차원으로 다양한 노력을 수행하고 있다. 또한, 인터넷 발전과 디지털 기술이 급속도로 발전하면서 에듀텍 분야의 기술적인 기틀을 만들 수 있는 계기가 되었다. 이와 더불어 시기적으로 2020년 코로나19 발생으로 인해 집체훈련을 부분적으로 제한 받으면서, 비대면 학습 방법의 필요성이 급작스럽게 주목받았다. 이에 따라 에듀텍 시장의 두드러진 성장과 함께 직업능력개발과 에듀텍의 결합이 가속화되고 있다.

이러한 환경에 맞추어, 공급자 위주의 기존 교육훈련 방식에서 학습자 위주의 교육훈련 방식으로 패러다임이 변화하고 있다. 기존의 획일적이고 일방적인 암기·주입식에서 자기 주도적이고 문제해결 능력을 갖추면서 주변과 협업할 수 있는 창의적 인재양성 중심으로 교육훈련 방향이 전환되고 있으며, 모바일, 스마트러닝, MOOC(Massive Open Online Courses: 대규모의 사용자 대상 온라인 공개강좌), 플립러닝(관련 정보 등 이론에 대한 선행학습 후 강의실에서는 실습), 혼합훈련(Blended Learning: 온라인과 오프라인을 병행하는 학습방식) 등 훈련방법도 다양하게 진화하고 있다.

하지만 혼합훈련은 반복학습을 통해 완전학습과 훈련생의 자기 주도적 학습을 촉진하며 디지털 학습자원을 활용해 좀 더 일체감 있는 학습이 가능하다는 장점이 있으나 원격훈련 콘텐츠와 집체훈련 간 훈련내용의 연관성이 떨어지는 경우 실패할 가능성이 많은 것으로 지적되었다[2]. 또한, 코로나19이후 직업능력개발 도구가 IT기반의 비대면 디지털화에 따른 기존 훈련방식에서 훈련내용, 훈련매체, 교수학습 방법 등의 개발이 교육수요 및 교육과정 증대에 따라가지 못하고 있는 실정이다.

이처럼 4차 산업혁명으로 기반을 구축하던 인터넷 산업의 확대와 코로나19 시대가 가속화시킨 에듀텍의 효과성 극대화를 위한 비대면 실습도구의 효과적인 정착을 통하여 에듀

텍 기반의 직업능력개발 사업의 효과를 증대할 수 있는 방안에 관한 연구가 필요하다. 특히, 비대면 교육의 가장 큰 단점인 실습교육을 극복하기 위하여 본 연구에서는 에듀텍 기반의 디지털 트윈 훈련장비의 직업능력개발 사업을 위한 효과적인 활용에 대하여 연구하였다. 따라서 본 연구에서는 이에 문헌조사를 통하여 교육훈련의 환경적인 변화를 분석하였으며 대기업 및 중소기업 재직자, 재학생을 포함한 미취업자를 대상으로 설문조사를 실시하여 디지털 트윈 훈련장비의 만족도, 장단점, 기능적 개선 사항 등을 분석하였다. 또한 설문조사 결과를 바탕으로 인사 담당자 및 훈련 교강사 등을 대상으로 전문가자문을 실시하여 디지털 트윈 훈련장비에 대한 직업능력개발 분야에서의 활용 방안을 도출하였다.

연구 결과, 디지털 트윈 훈련장비는 공간적/물리적 한계에서 벗어나 어디서든 자기주도적으로 학습 및 실습이 가능하다는 점, 실습결과물이 하드웨어를 이용한 것과 차이가 발생하지 않고 학습이 가능하다는 점 등에서 높은 만족도를 보임을 확인하였다. 그러나 비대면 교육의 한계인 학습자의 의지 문제, 현실장비와 가상현실 장비의 차이, 실제 장비 활용 역량과 차이점 발생 등이 문제점 또한 지적되었다. 이러한 결과는 디지털 트윈 훈련장비가 현재 수준에서는 현실 장비를 대체하는 데 그 한계성은 보이고 있으나, 향후 이를 개선한다면 훈련장비로서 방안으로 혼합훈련, 국가기술자격 및 민간자격 시험, 외국인 근로자 훈련, 군 장병 사회 적응 훈련 등 다양한 목적으로 활용될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

A. 에듀텍

1) 원격훈련

교육 현장은 정보통신기술의 발달과 디지털 혁신의 가속화로 인해 온라인교육, 원격교육, 사이버교육, 인터넷교육과 같은 다양한 비대면 교육 분야로 변화하고 있다[3].

「근로자직업능력 개발법 시행령」 제3조에 따르면 원격훈련은 “먼 곳에 있는 사람에게 정보통신매체 등을 이용하여 실시하는 직업능력개발훈련”을 뜻하며, 우리나라의 경우, 고용노동부를 중심으로 고용보험제도를 통해 기업 근로자에게 원격훈련을 제공하도록 정부 차원의 지원이 이루어지고 있다. 원격훈련의 유형은 원격훈련, 스마트훈련, 우편원격훈련으로 구분되며[4], 또한, 「사업주 직업능력개발훈련 지원규정」에 의하면 원격훈련은 “정보통신매체를 활용하여 훈련이 실시되고 훈련생 관리 등이 웹상으로 이루어지는 원격훈련”

을 의미한다. 이때 활용되는 훈련과정은 정형화된 콘텐츠로, 이를 기반으로 하여 훈련생이 정해진 학습시간과 학습분량을 준수하는 방식으로 이루어진다.

코로나19로 인한 전면 또는 부분 봉쇄 기간 동안, 거의 모든 국가의 직업훈련기관들은 원격학습 솔루션을 이용하였고, 70-80% 정도는 교수학습을 위해 숙제 패키지, TV 및 모바일폰을 이용하였다. 그러나 이러한 솔루션들은 이론이나 학술적 요소에 대해서는 효과적으로 작동하지만, 때때로 실습 요소에 대해서는 적합하지 않다. 이것이 바로 직업훈련기관들이 다시 집체훈련으로 회귀한 가장 중요한 이유 중의 하나이다. 많은 국가들은 직업훈련에 하이브리드 모델을 적용하여 실습과목은 집체훈련으로 진행하고 이론과목은 원격교육으로 대체하였다.

직업훈련생이 생각하는 비대면 교육훈련의 장·단점을 보면, 장점으로는 ‘시간과 수업 장소에 대한 구애없이 자유롭게 학습이 가능함’, ‘강의실과는 달리 물리적인 자리 위치와 상관없이 선명한 강의를 들을 수 있어 집중도가 높음’, ‘반복 학습이 가능함’을 응답했으며, 단점으로는 ‘직접 대면하지 않아 현장감 상실로 집중력이 저하됨’, ‘네트워크, 서버의 불안정으로 접속이 잘 안되고 전송 속도가 느려서 불편하였음’, ‘학습에 필요한 실습 등 체험훈련 부족’을 응답하였다. 이는 원격훈련의 장점인 시·공간적인 자유로움을 극대화하면서 다양한 단점을 극복할 수 있는 방안 마련의 시급함을 볼 수 있다[5].

2) 에듀텍

1990년대 중반 이후 시간과 장소에 상관없이 반복적으로 교육훈련을 제공할 수 있는 이러닝 학습법이 등장하면서 원격교육훈련에 관심을 두게 되었고, 그에 관련된 콘텐츠 개발기술과 함께 학습관리시스템(LMS, Learning Management System) 개발기술이 자연스럽게 발전하기 시작하였다. 물론 이러닝을 활용한 원격훈련은 집체훈련과 비교하면 훈련 효과성 부족, 단순한 학습 참여 조장, 훈련 현실감 한계 등으로 비판을 받아온 것도 사실이다. 그러지만 가상훈련(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality) 플랫폼 등 다양한 개발기술 발전과 함께 스마트기기가 보편화되면서, 2010년 중반부터 이러닝 학습에서 점차 에듀텍(EduTech)이라는 생태계로 진화하기 시작하였다[5].

기존의 원격훈련은 인터넷을 기반으로 언제 어디서나, 누구나 상호작용을 하며 맞춤형 학습을 할 수 있는 것을 의미했다면[6], 에듀텍은 교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어로서 IT 기술을 교육 서비스에 접목한 것으로, 단순히 전통적인 교실을 온라인화한 것이 아니라 효과적인 교육

을 제공하는데 초점을 두어 학습자 맞춤형 학습을 제공한다[7]. 나아가 데이터와 소프트웨어를 기반으로 하여 학습자가 교육·훈련·학습을 수행하기 위한 정보를 제공하고 지원하는 융합서비스를 의미한다[8]. 이에 따라서, 에듀텍은 과거의 이러닝, 스마트러닝에서 사용하는 기술을 넘어 최신 기술을 콘텐츠, 솔루션, 시스템 등에 접목하여 기존과 다른 새로운 학습경험을 제공하는 서비스와 교육 패러다임을 창출하는 현상을 지칭하는 것으로 정의할 수 있다[9].

그러나, 교육현장에서 에듀텍은 여전히 단순한 원격훈련, 가상 현실(Virtual Reality) 또는 학습관리시스템(Learning Management System)을 이용한 학습 관리, 또는 SW분야 교육과정에서의 활동 정도로만 인식되고 있는 실정이다.

3) 디지털 트윈

디지털 트윈은 2010년 나사(NASA)에서 처음 발표한 개념으로 현실세계의 물리적 객체를 가상 세계에 동일하게 모사하고 시뮬레이션을 통한 최적화 상태를 현실 세계에 반영하는 기술을 의미한다[10]. 디지털 트윈의 구현 대상으로는 부품에서부터 공정, 건물, 도시에 이르기까지 대규모의 복잡한 대상으로 확대, 발전하고 있으며[11], 특히 기업 및 제조 부문의 생산성 향상을 목적으로 기술개발이 이루어지고 있다[12].

디지털 트윈은 4차 산업혁명의 중요한 기술 트렌드로 주목받기 시작하였으며, 포스트 코로나 시대에 제조 산업의 글로벌 생산기지가 타격을 입으면서 제조와 ICT 기술을 접목한 생산성 제고 방안으로 더욱 관심이 집중되고 있다. 또한, 교육훈련 분야에서 디지털 트윈은 원격학습 환경과 같이 사용자의 실질적인 참여정보를 실시간으로 업데이트할 수 있다는 것은 실시간 학습환경을 구축할 수 있는 기반기술을 제공한다고 볼 수 있다.

실습교육의 목적은 크게 두 가지 측면에서 논의된다. 첫째, 강의를 통해 습득한 지식, 기술, 가치 등을 실습을 통해 자신의 행동목록 속으로 검증을 거쳐 통합하는 기회를 제공하고, 둘째, 현장에서 일어날 수 있는 일들을 경험하는 등 새로운 학습을 가능하게 하며, 기존의 이론과 방법론을 확인하고, 토의할 수 있는 계기를 마련하는 것이다[13].

비대면 실습교육의 유형으로는 화상회의 시스템 기반의 실시간 원격훈련, 동영상 콘텐츠, 플래시 형태 콘텐츠, VR/AR 콘텐츠 등이 있다. 화상회의 시스템은 이론 및 기초 지식 전달에 적합하지만, 실제 학습자들이 실습 교육을 수행할 수 없다는 점이 단점이다. 동영상 및 플래시 형태의 콘텐츠는 시뮬레이션 등 일부 실습교과목에 적용이 가능하지만, 학습 몰입도를 향상하기 위해서는 다양한 시나리오를 사전에

기획 및 개발을 해야 하는 단점이 있다[14]. 따라서 최근 VR/AR 콘텐츠가 주목받고 있으나 특정 장비에 한정적이며 교육 참여자에게 추가 장비를 요구한다는 한계점이 있다[15].

특히, 비대면 교육의 한계성을 보이고 있는 주요 원인은 대면 실습교육의 경우 강의실에서 교수자가 학생들과 함께 진행하다 보니 집중하게 되고, 다른 학생들이 실습하는 것을 보고 자신과 비교하면서 실습에 대한 이해도나 정확도가 높아지지만, 비대면 환경에서는 이러한 기능 숙달을 위한 교육 전가가 어려울 수밖에 없다는 점이다[16]. 그러나, 반복학습과 적응학습의 장점을 살릴 수 있는 온라인 기반의 교육이 미래교육의 주류 학습방법이라는 점은 이론의 여지가 없다. 따라서, 온라인 기반 교육을 위한 에듀텍 기반의 실습이 가능하도록 디지털 트윈 기술을 접목한 훈련장비의 개발 및 운영은 향후 직업능력개발사업의 변화에 중요한 역할을 담당할 것이다.

B. K대학의 디지털 트윈 훈련장비 구축 현황

K대학교 산학협력단은 재직자, 구직자, 직업계고 재학생, 지역 대학 재학생 등 다양한 교육생을 대상으로 정부 및 지자체와 연계하여 직업능력개발사업을 제공하고 있으며 코로나19로 인한 급격한 직업능력개발사업의 체질 개선 요구와 교육생 수요에 부합하고자 열린 교육서비스의 필요성이 대두되었다. 이에 따라서, 누구나, 언제, 어디서나 자유롭게 학습할 수 있는 실습 기반의 학습환경 조성하기 위하여 대학 내 구축된 실습장비에 대한 디지털 트윈 훈련장비를 구축하였다.

1) BTS(Basic Training System) 구축 (~2021년)

설비제어분야 엔지니어를 양성하기 위한 기술훈련에서

공간적, 물리적인 제약을 벗어나기 위해, 시뮬레이터를 이용한 가상현실 훈련장비에 대한 필요성은 지속적으로 요구되었다. 이러한 요구에 맞춰 Fig. 1에 제시된 기초제어 시뮬레이터, 전기회로 시뮬레이터, MPS 시뮬레이터 3종의 BTS(Basic Training System)를 2021년 구축하였다.

기초제어 시뮬레이터는 4개의 실린더와 각 실린더의 상태를 확인할 수 있는 센서를 활용한 시퀀스 제어 실습, 인버터 및 AC모터 제어 실습, DC모터 제어 및 리니어모터 제어 실습이 가능하도록 구성되었다.

전기회로 시뮬레이터는 배선용 차단기, 누전차단기, 회로 보호기, 파워서플라이 등의 용량을 선정하고 판넬에 자유롭게 배치할 수 있으며, 릴레이, 전자접촉기, 단자대, 스위치를 배치하여 케이블 색과 굵기를 선정하여 배선이 가능하다. 이를 통해 교류전원으로 모터, 램프 등을 구동하기 위해 차단기, 회로보호기의 정격용량을 선정하고 부품들을 배선할 수 있으며, 직류전원으로 릴레이, 스위치, 전자접촉기 등의 시퀀스 제어 방법과 부품용량 선정, 배치, 결선 실습이 가능하도록 구성되었다.

MPS 시뮬레이터는 생산자동화산업기사 및 기능사 자격실기시험에서 요구하는 기능과 설비 공정 교육을 위하여 실린더, 센서, 모터, 서보 제어시스템으로 구성하였다. 실린더 전·후진 동작, 모터 회전, 센서 감지 등 기본적인 제어 실습, 센서를 활용한 제품의 재질 분류, 컨베이어 이송, 불량 제품 배출과 서보 제어시스템을 사용한 창고 저장 등 심화된 제어 실습도 가능하도록 구성되었다.

BTS는 초기 다양한 실습에 활용되면서 훈련의 효과를 높였지만, 모든 부품이 고정된 상태로 제공되어 새로운 부품을 추가하거나 위치이동이 불가능하고, 케이블 배선, 공압 튜브 배관을 변경할 수 없다는 그 한계성이 명확하여, 실습에 중요한 부분인 기구적인 부분과 전장 및 부품에 대한 훈련에

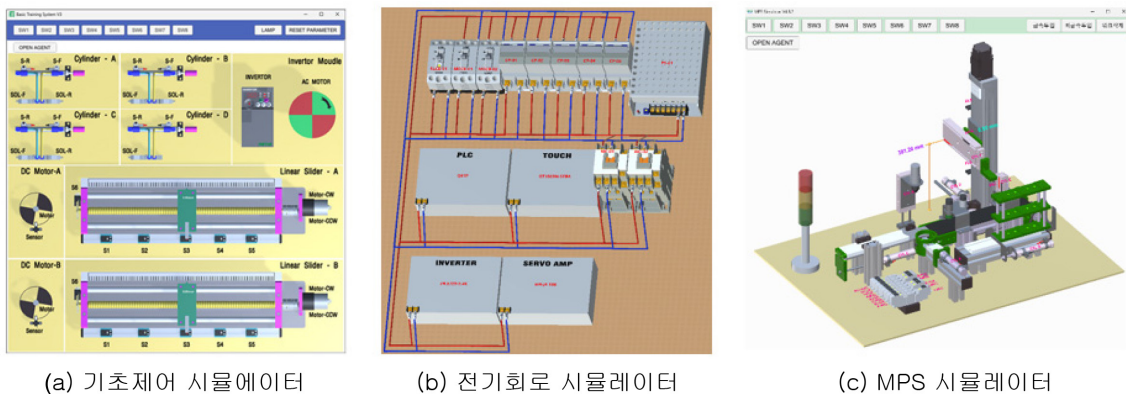
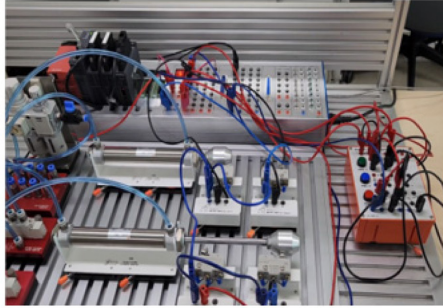
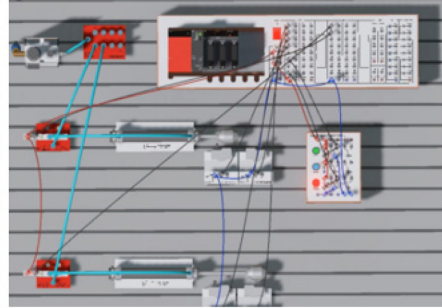


그림 1. BTS 시뮬레이터 3종

Fig. 1. Three BTS simulators.



실물 훈련장비



가상현실 훈련장비

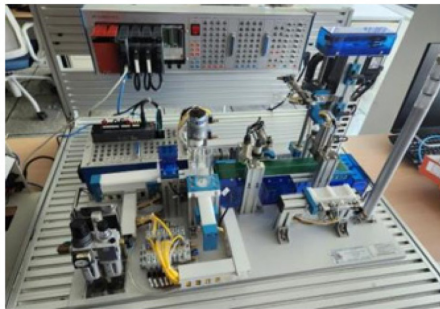
그림 2. 공압 제어시스템

Fig. 2. Pneumatic control system.

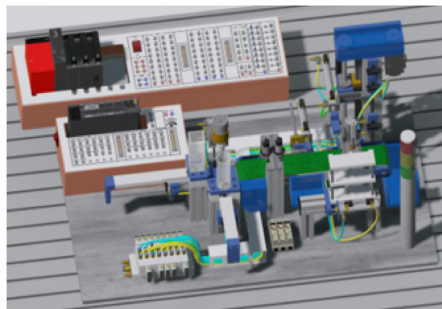
부적합한 면이 있었다. 또한 현실감이 떨어지는 2차원적인 그래픽, 고정된 구성이라는 점에서 실제 장비를 제어하는 느낌이 부족하여 몰입감이 떨어지는 문제점을 갖고 있었으며, 이로 인해 실제 장비를 이용한 실습과 BTS를 이용한 실습에서의 성취도가 차이 나는 현상이 나타나기도 했다.

BTS는 앞서 언급한 한계 뿐만 아니라 미들웨어 프로그램

을 사용해야만 PLC 프로그램과 시뮬레이션 접속 가능하며, 입출력 어드레스의 추가·변경·삭제 기능, 실습 내용 저장·불러오기 기능, 부품명 및 코멘트 변경 기능 등이 없으며, 언어 변경이 불가능한 문제점들을 가지고 있었다. 이는 실습환경에 제한 및 훈련진행의 효율성을 감소시키는 요인으로 개선이 필요하였다.



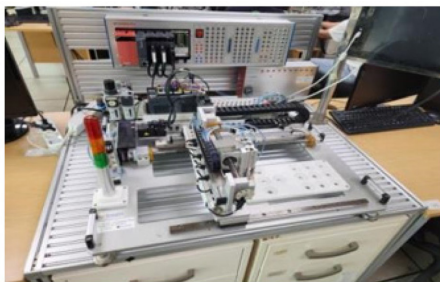
실물 훈련장비



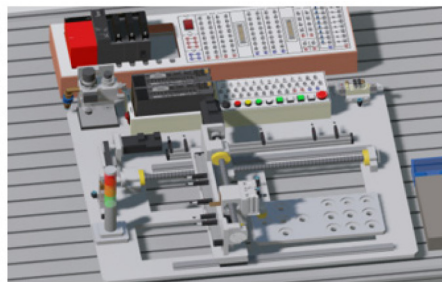
가상현실 훈련장비

그림 3. MPS 제어시스템

Fig. 3. MPS control system.



실물 훈련장비



가상현실 훈련장비

그림 4. 모터 제어시스템

Fig. 4. Motor control system.

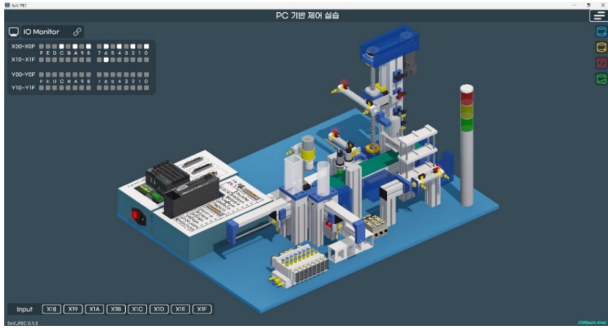


그림 5. PC기반 제어시스템

Fig. 5. PC based control system.

2) ATS(Advanced Training System) 구축 (2022년 이후)

BTS의 문제점을 보완하고, 훈련의 효율성, 성취도 향상, 메타버스환경 구축 등의 목적으로 공압 제어시스템(Fig. 2), MPS 제어시스템(Fig. 3), 모터 제어시스템(Fig. 4) 등의 ATS(Advanced Training System)을 2022년부터 구축하고 있다.

공압 제어시스템은 공압유닛, 릴레이, 타이머, 카운터 등을 활용한 시퀀스 제어와 PLC와 연동하여 제어할 수 있도록 실제 실습장비와 동일하게 구성되었다. 특히 실습테이블 내에 서비스 유닛 분배기 등 다양한 요소를 추가할 수 있으며, 추가된 모든 요소는 시뮬레이션 도중이라도 자유롭게 삭제 및 이동이 가능하도록 구성되었다.

MPS 제어 가상현실 훈련장비는 생산자동화산업기사 및 기능사 자격에서 요구하는 기능을 실제 MPS 장비와 동일하게 구성되었다. 특히 모델링된 실린더, DC모터, 센서, 밸브 등은 실제 훈련장비와 동일한 3차원적인 그래픽과 동작을 제공하여 기존 가상현실 훈련장비보다 높은 몰입감을 느낄 수 있도록 구성되었다.

모터제어 시스템은 서보모터 제어 실습을 위해 단축 서보 제어, 2축 서보 제어, 실린더 1축을 추가한 3축 모터제어가 가능하도록 현실 장비와 동일하게 구성되었다. 특히, 제품을 투입부의 다양한 위치에 적재하고, 저장부로 이송하기 위해 각 제품에 대한 위치 값을 지정하고, 설비의 속도 값 계산하는 실습 등이 가능하도록 구성되었다.

Fig. 5에 제시된 PC기반 제어 가상현실 훈련장비는 PLC가 아닌 교육생이 직접 C프로그래밍을 통해 제어할 수 있도록 MPS 제어 가상현실 훈련장비의 하드웨어를 그대로 활용하여 개발되어 현실장비와 동일하게 구성되었다. 특히 프로그래밍 언어를 활용한 제어 교육의 수요 증가에 맞추어 C, C++, C#을 이용하여 MPS 제어 훈련장비를 활용할 수 있도록 구축되었으며 C, C++, C#의 다양한 라이브러리를 개발하

표 1. K대학 디지털 트윈 활용 실적

Table 1. Digital twin usage record of K university

구분	신청횟수	신청수량 (라이선스 수)
개인	35건 (54.69%)	36 Copy (3.87%)
단체	29건 (45.31%)	895 Copy (96.13%)
계	64건 (100.00%)	931 Copy (100.00%)

여, 향후 프로그래밍 언어를 활용하는 다양한 가상현실 훈련장비를 추가적으로 개발할 수 있게 되었다.

3) ATS활용 실적

2022년도부터 개발된 ATS 훈련장비의 2023년 활용 실적은 Table 1과 같다. 신청횟수로는 개인이 35건(54.69%)으로 높으나, 신청수량은 단체가 895 Copy(96.13%)로 매우 큰 비중을 차지하고 있으며 사용 대상으로 구분하면 교육생이 80.34%로 가장 많았고, 다음으로 재학생(13.96%), 개인 학습용(3.87%) 순으로 조사되었다. 사용 기간으로 구분하여 정리하면, 31일 이상 장기가 73.58%로 가장 많았고, 다음으로 1일~5일(14.72%), 10일~30일(11.39%)로 나타났다.

III. 연구방법

A. 연구절차

본 연구에서는 에듀텍 기반의 디지털 트윈 훈련장비를 이용한 직업능력개발사업 활용방안 도출 및 검증을 위해, K대학 산학협력단에서 수행하는 직업능력개발 사업에 참여하는 대기업 및 중소기업 재직자, 가상현실 훈련장비 사용 경험이 있는 미취업자(재학생 포함)를 대상으로 디지털 트윈 훈련장비에 대한 만족도 및 기대 만족도, 개선사항, 새로운 기능 추가 및 신규 개발에 대한 수요조사, 자격분야 활용 방안에 대한 설문조사를 실시하였다.

설문 조사 실시 앞서 K대학 산학협력단 강사 중 디지털 트윈 훈련장비의 활용 경험이 있는 자동화 분야 10년 이상 경력을 보유한 교수 및 현장전문가 6명으로 대상으로 전문가 자문을 실시하여 디지털 트윈 훈련장비 활용 사례 및 설문 문항을 도출하였으며 도출된 설문 문항에 대하여 대기업 및 중소기업의 인사담당자 각 3인 (총 6인)을 대상으로 FGI를 실시하여 설문 문항을 보완하였다.

설문 조사 실시 이후에는 인사담당자 대상 2차 FGI를 통하여 설문결과를 공유하고, 기업 내 수요나 추진방향, 요구사항 등의 검증하였으며 교수 및 현장전문가 대상 2차 자문을

표 2. 설문조사 내용

Table 2. Survey items

구분	세부 내용
I. 응답자 일반현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소속 ○ 훈련장비 사용유무 ○ 훈련장비 용도 및 활용시간
II. 디지털 트윈 훈련장비 사용 효과성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 트윈 훈련장비 사용 효과성(경험자) ○ 디지털 트윈 훈련장비 사용 기대 효과성(비경험자)
III. 디지털 트윈 훈련장비 경험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 트윈 훈련장비 장단점(경험자) ○ 가상현실 훈련장비 활용 교육훈련과정 참여 의향(비경험자)
IV. 디지털 트윈 훈련장비 개선방향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가상현실 훈련장비 개선 사항(경험자) ○ 가상현실 훈련장비 요구 기능(비경험자)
V. 디지털 트윈 훈련장비 자격활용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자격검정에서 실물 훈련장비 대체 인식 ○ 실물 훈련장비 대체 자격분야

수행하여 설문 결과 검증, 가상현실 훈련장비 기능 검토 및 개선 방안, 실습중심 온라인 환경을 통한 직업능력개발훈련 개편(안) 등을 정리하였다.

B. 설문 조사의 개요

에듀텍 기반의 디지털 트윈 훈련장비를 이용한 직업능력 개발사업 활용방안 도출 및 검증을 위해 K대학 산학협력단의 직업능력개발사업에 참여한 경험이 있는 대기업 및 중소기업 재직자, 재학생을 포함한 미취업자를 대상으로 온라인 설문 조사 의뢰하여 155개의 응답 결과를 분석하였다. 설문 조사내용은 응답자 일반현황, 디지털 트윈 훈련장비 사용 효과성, 디지털 트윈 훈련장비 사용 경험, 디지털 트윈 훈련장비 개선방향, 디지털 트윈 훈련장비 자격활용으로 구성되었으며, 세부 내용은 Table 2와 같다.

전체 응답자 소속을 보면 미취업자(재학생)이 43.2%로 가장 많았고 다음으로 ‘중소기업 재직자’(29.7%), ‘대기업 재직자’(27.1%) 순으로 나타났다. 또한 K대학에서 제공하는

디지털 트윈 훈련장비의 사용 유무는 ‘사용해 본적 있음’이 48.4%(75명)로 나타났고, ‘사용해 본적 없음’이 51.6%(80명)로 나타났다.

디지털 트윈 훈련장비를 사용해 본 경험이 있다고 답변한 자들의 훈련장비 사용 용도로는 ‘집체 교육과정 중 실습용’이 77.3%로 가장 많았고, 다음으로 ‘비대면 교육과정 중 실습용’(26.7%), ‘집체 교육 후 보조학습용’(17.3%) 순으로 나타났다.

IV. 분석결과

A. 설문 조사 분석 결과

1) 디지털 트윈 훈련장비의 효과성

디지털 트윈 훈련장비 사용 경험이 있는 응답자를 대상으로 디지털 트윈 훈련장비 활용에 따른 세부적인 효과성을 분석하였다, 각 만족도는 5점 만점 기준 4점 중반대로 평가되

표 3. 디지털 트윈 훈련장비 사용 효과성 (경험자)

Table 3. Effectiveness of digital twin training equipment (experienced)

구분	매우 불만족 ①	불만족 ②	보통 ③	만족 ④	매우 만족 ⑤	종합결과			5점 평균
						불만족 (①+②)	보통 (③)	만족 (④+⑤)	
흥미 또는 동기유발	0.0	0.0	4.0	48.0	48.0	0.0	4.0	96.0	4.44
자기주도 학습 진행	0.0	0.0	8.0	37.3	54.7	0.0	8.0	92.0	4.47
실습 결과물 만족	0.0	0.0	4.0	45.3	50.7	0.0	4.0	96.0	4.47
실물 훈련장비 이해 및 활용	0.0	0.0	1.3	41.3	57.3	0.0	1.3	98.7	4.56
실물 훈련장비 대체	0.0	0.0	18.7	36.0	45.3	0.0	18.7	81.3	4.27

표 4. 디지털 트윈 훈련장비 활용 기대 효과성 (비경험자)

Table 4. Expected effectiveness of digital twin training equipment (unexperienced)

구분	매우 부정 ①	부정 ②	보통 ③	긍정 ④	매우 긍정 ⑤	종합결과			5점 평균
						부정 (①+②)	보통 (③)	긍정 (④+⑤)	
흥미 또는 동기유발	0.0	1.3	10.0	43.8	45.0	1.3	10.0	88.8	4.33
자기주도 학습 진행	0.0	2.5	11.3	38.8	47.5	2.5	11.3	86.3	4.31
실물 훈련장비 이해 및 활용	0.0	5.0	8.8	35.0	51.3	5.0	8.8	86.3	4.33
실물 훈련장비 대체	2.5	11.3	21.3	30.0	35.0	13.8	21.3	65.0	3.84
현장 장비의 이해 및 활용	0.0	3.8	13.8	40.0	42.5	3.8	13.8	82.5	4.21

였으며 Table 3에 나타난 바와 같이 영역별로 ‘실물 훈련장비 이해 및 활용’이 4.56점으로 가장 높았고, 다음으로 ‘자기주도 학습 진행’, ‘실습 결과물 만족’(각 4.47점), ‘흥미 또는 동기 유발’(4.44점) 등의 순으로 조사되었다.

디지털 트윈 훈련장비 비경험자를 대상으로 한 기대 효과성 조사에서는 Table 4에 나타난 바와 같이 전반적으로 5점 만점 기준 3점 후반대에서 4점 초반대로 평가되었으며 영역별로 ‘흥미 또는 동기유발’과 ‘이해 및 활용’이 각각 4.33점으로 가장 높았고, 다음으로 ‘자기주도 학습 진행’(4.31점), ‘현장 장비의 이해 및 활용’(4.21점), ‘실물 훈련장비 대체’(3.84점) 순으로 나타났다.

즉 경험자들은 실물장비의 이해, 자기주도 학습, 실습결과물 등에서 디지털 훈련장비가 실질적 효과성이 높다고 응답하였으나 비경험자들은 흥미 또는 동기 유발, 실물장비 이해 등 훈련장비의 실습효과성 보다는 학습동기 유발 등에서 효과가 있을 것으로 기대한 것으로 분석된다.

2) 디지털 트윈 훈련장비 사용 경험

디지털 트윈 훈련장비의 사용 경험이 있는 응답자를 대상으로는 해당 장비의 장단점에 대하여 조사하였다. Fig. 6에 나타난 바와 같이, 디지털 트윈 훈련장비의 장점으로 전반적으로 5점 만점 기준 4점 중반대로 평가되었으며 영역별로 ‘장비의 파손/불량을 걱정하지 않아도 되는 점’이 4.64점으로 가장 높았고, 다음으로 ‘장비 사용 중 사고를 걱정하지 않아도 되는 점’(4.63점), ‘공간의 제한 없이 사용할 수 있다는 점’(4.61점), ‘저장/불러오기 기능을 활용하여 필요할 때마다 사용할 수 있다는 점’(4.61점) 등의 순으로 조사되었다.

또한 디지털 트윈 훈련장비의 단점에 조사 결과 전반적으로 5점 만점 기준 2점 중반대에서 3점 초반대로 평가되었으며 영역별로 ‘배선/배관 오류 확인 기능이 없다는 점’이 3.04점으로 가장 높았고, 다음으로 ‘특수기능, 단축키 등의 편의 기능이 부족한 점’(3.01점), ‘학습지원 기능이 없는 점’, ‘실습 결과물에 대한 검토가 불가능한 점(2.80점), ‘제품 모델을 직

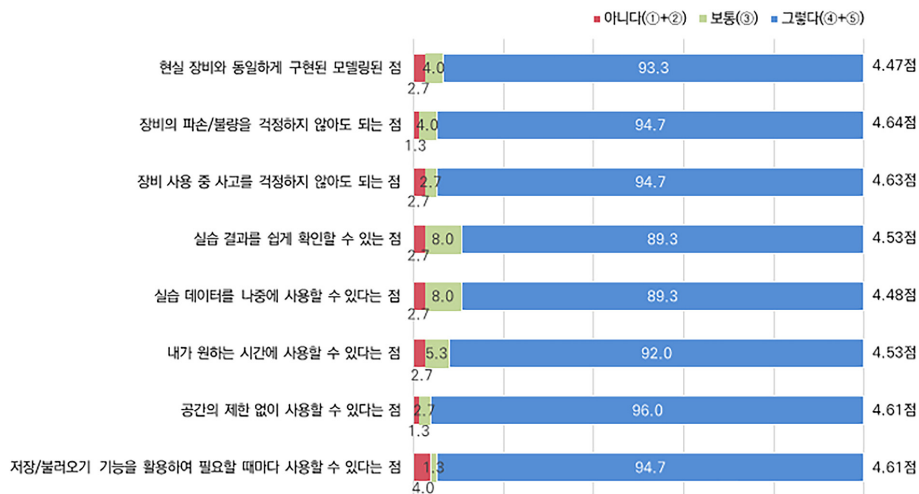


그림 6. 디지털 트윈 훈련장비의 장점(경험자)

Fig. 6. Pros of digital twin training equipment (experienced).

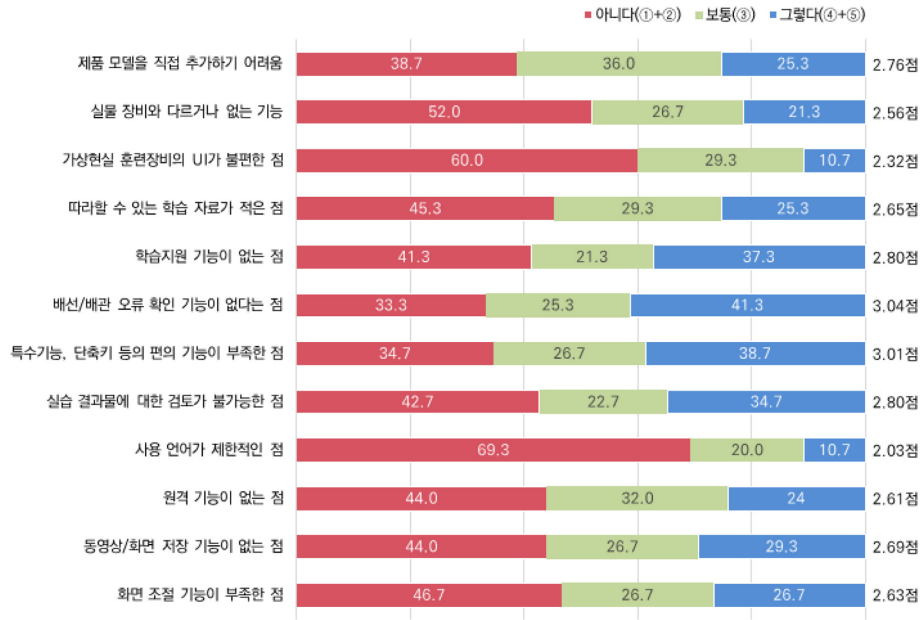


그림 7. 디지털 트윈 훈련장비의 단점(경험자)

Fig. 7. Cons of digital twin training equipment (experienced).

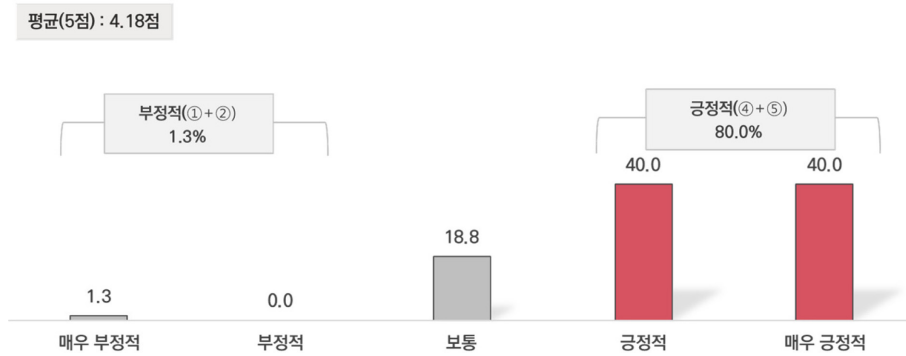


그림 8. 디지털 트윈 훈련장비 활용 교육과정 참여의향(비경험자)

Fig. 8. Intend to program participation using digital twin training equipment (unexperienced).

점 추가하기 어려움'(2.76점) 등의 순으로 나타났다(Fig. 7).

디지털 트윈 훈련장비에 대한 경험이 없는 훈련생을 대상으로 가상현실 훈련장비 활용 교육훈련과정 개설 시 참여 의향을 조사하였으며 5점 만점 기준 4.18점으로 조사되어 해당 과정 개설 시 참여 의사가 높음을 알 수 있다. 구간별로 살펴보면, '긍정적'(④+⑤)이 80.0%로 나타났고, '보통'(③)은 18.8%, '부정적'은(①+②) 1.3%로 나타났다(Fig. 8).

3) 디지털 트윈 훈련장비의 개선 방향

디지털 트윈 훈련장비의 사용 경험이 있는 응답자를 대상으로 한 디지털 트윈 훈련장비의 추가 기능 개선 분야에 대

한 설문 조사 결과 가상현실 훈련장비의 개선에 대한 인식은 전반적으로 5점 만점 기준 3점 중반대의 분포를 보이고 있으며 영역별로 '쉽게 업그레이드가 가능한 범용성/확장성'이 3.79점으로 가장 높았고, 다음으로 '학습지원 기능'(3.69점), '따라할 수 있는 학습 자료'(3.68점), '배선/배관 오류 확인 기능'(3.67점) 등의 순으로 나타났다 (Fig. 9).

비경험자를 대상으로 한 가상현실 훈련장비 요구 기능에 대한 조사에는 영역별로 '실물 장비와 동일한 모양 및 기능'과 '쉽게 사용할 수 있는 UI 구성'이 각 4.40점으로 가장 높았고, 다음으로 '학습지원 기능'(4.35점), '배선/배관 오류 확인 기능'(4.33점) 등의 순으로 나타났다 (Fig. 10).

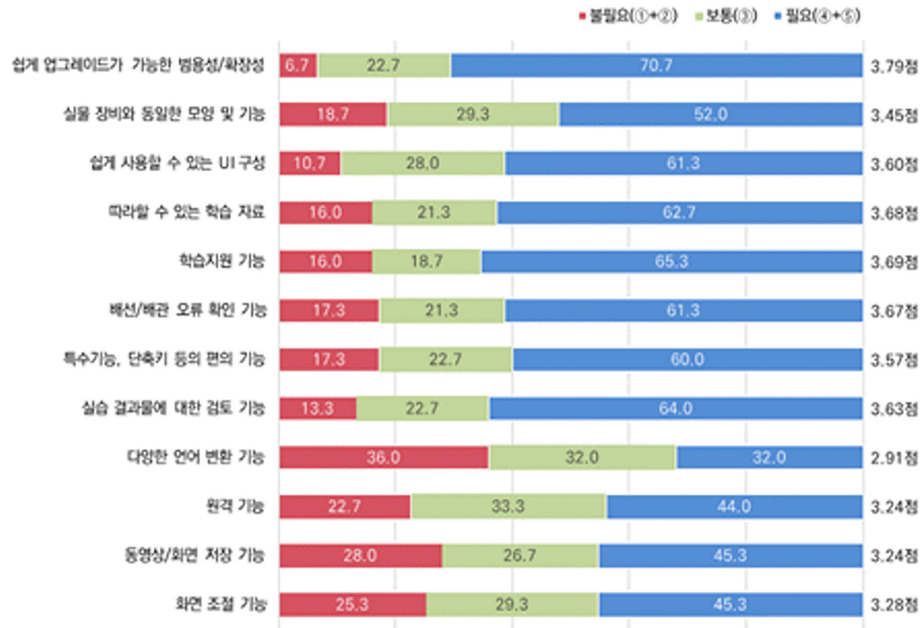


그림 9. 디지털 트윈 훈련장비의 기능 개선 방향 (경험자)

Fig. 9. Functional improvement direction of digital twin training equipment (experienced).

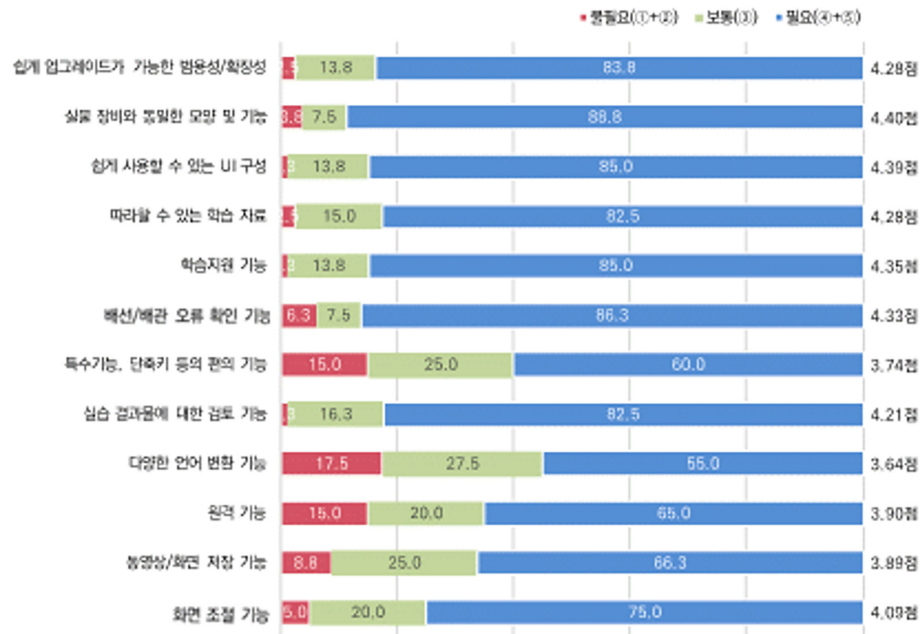


그림 10. 디지털 트윈 훈련장비의 기능 요구사항 (비경험자)

Fig. 10. Functional requirement of digital twin training equipment (unexperienced).

즉, 비경험자들은 디지털 트윈 훈련장비에 대하여 실물 장비와의 동일성, UI 등 훈련장비와 실물 장비와의 유사성을 중요하게 생각하고 있으나 실제로 디지털 트윈 훈련장

비를 경험한 훈련생들은 확장성, 학습 지원 등 해당 장비를 활용한 원활한 교육 지원에 필요성을 높게 느끼는 것으로 분석됐다.

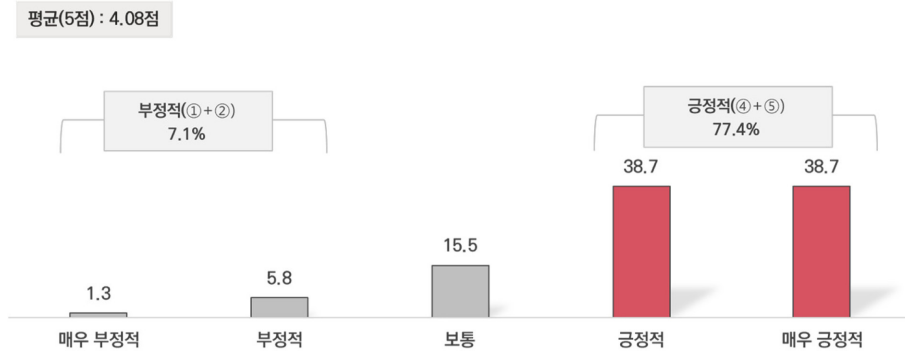


그림 11. 자격검정에서 실물 훈련장비 대체 인식도

Fig. 11. Recognition of replacing real training equipment on qualification examination.

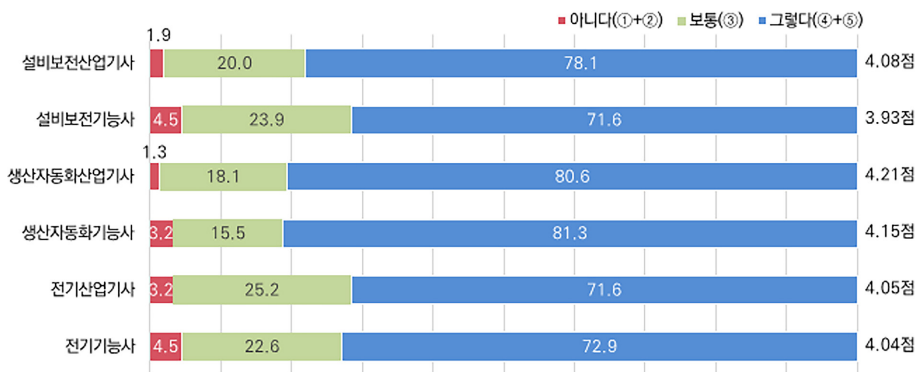


그림 12. 실물 훈련장비 대체 가능 자격 분야

Fig. 12. Practicable qualification field replacing real training equipment.

4) 디지털 트윈 훈련장비 자격 활용

전체 응답자를 대상으로 한 자격 검정에서 디지털 트윈 훈련장비가 실물 훈련장비를 대체하는 것에 대한 인식 조사에서는 5점 만점 기준 4.08점으로 나타났으며 구간별로 살펴보면, ‘긍정’(④+⑤)이 77.4%로 나타났고, ‘보통’(③)은 15.5%, ‘부정’(①+②) 7.1%로 조사되었다 (Fig. 11).

또한, 디지털 트윈 훈련장비를 활용한 자격 검정 시 적용 가능한 자격 분야에 대한 조사에서는 Fig. 12에 나타난 바와 같이 전반적으로 5점 만점 기준 4점 초반대로 조사되었으

며 영역별로 ‘생산자동화산업기사’가 4.21점으로 가장 높았고, 다음으로 ‘생산자동화기능사’(4.15점), ‘설비보전산업기사’(4.08점), ‘전기산업기사’(4.05점) 순으로 조사되었다.

B. 기업 인사 담당자 FGI 및 훈련 교강사 자문 결과

설문 조사 이후 인사 담당자 및 훈련 교강사를 대상으로 설문 결과를 공유하고 기업 내 수요나 추진방향, 요구사항 등의 검증, 실습중심 온라인 환경을 통한 직업능력개발훈련

표 5. 플립러닝에서 디지털 트윈 훈련장비 활용 예시

Table 5. Utilization example of digital twin training equipment on flip learning

구분	운영 방식	디지털 트윈 훈련장비 활용 방안
Pre-Class	온라인콘텐츠, 자기주도실습	온라인 사전학습 후 자기주도 실습, 과제 수행
In-Class	비대면 화상, 집체	비대면 화상 실습 수업 Pre-Class 실습 결과 현실 훈련장비 검증 다양한 사례기반 심화 실습
Post-Class	자기주도실습	개별 및 팀 프로젝트 수행

개편(안)에 대한 토의를 진행하였다.

1) 기업 인사 담당자 FGI

기업 인사 담당자 대상 FGI에서는 주로 기업 내 수요나 추진방향, 요구사항 등의 검증하는 방식으로 진행하였다. 특히 대기업의 경우 코로나로 집합교육이 불가능한 상황에 가상현실 훈련장비를 활용하여 사내교육 운영 및 1주 이상 장기교육에서 보조자료로 활용 경험을 보유하고 있기에 디지털 트윈 훈련장비에 대하여 긍정적인 의견이 더 많이 나타났다. 이에 반하여, 중소기업의 경우 콘텐츠를 활용한 원격훈련 경험만을 보유하고 있었기에 실습이 가능한 온라인 학습환경 구축에 큰 관심을 보였다.

긍정적인 의견으로는 집합교육이 불가능하여 훈련장비를 사용할 수 없는 상황에서 대체 교육 가능, 접근성 및 자택에서 수강 가능한 편의성, 교육인원의 제한이 없음, 안전사고에 발생 위험이 없는 훈련 등이 있었으며, 부정적인 의견으로는 비대면 교육의 한계인 학습자의 의지 문제, 현실장비와 가상현실 장비의 차이, 실제 역량 검증 등이 어려움 등이 제시되었다. 특히 직접 사용 경험이 있는 엔지니어 출신의 중소기업 인사담당자의 경우 ‘시뮬레이터 활용 시 실습 또는 작업 내용에 대한 설명이 잘 되어 있는 경우는 혼선이 적으나, 정보가 부족하거나, 실습과정이 복잡한 경우 강사의 도움이 필요한데 비대면이다 보니 개별적인 실습 미세 지도가 사실상 어려움’, ‘R&D부문(기술팀, 개발팀, 디자인팀 등) 내 부서 직원들이 사용하기에는 프로그램 기능이 제한적임’ 등의 의견을 주어 디지털 트윈 훈련장비 고도화 및 운영 방향에 큰 도움이 되었다.

또한, 중소기업의 경우, 주로 2~3일 정도의 단기 교육과정만 참여하다 보니 가상현실 훈련장비의 활용 경험이 적으며, 제공되는 가상훈련장비를 활용한 훈련과정도 매우 부족한 것이 현실이다. 대기업의 경우도 체계적인 교육과정 속에서 가상현실 훈련장비를 활용하기 보다는, 집체 교육과정 중 사전 검증 형태의 활용이거나, 비대면 교육에서의 시연 영상 촬영용으로 사용되고 실정이다. 이에 따라서, 독자적인 활용 보다는 현실장비의 보조적인 방안으로 교육 이수 후 사후학습, 장기교육 중 과제 및 프로젝트 수행 등을 현실적인 활용 방안으로 제시하였으며, 장기교육을 참여 중인 대기업의 경우 현재 운영 중인 교육과정 개편(안)으로 디지털 트윈 훈련장비 사용에 대한 제안을 요청하였으며, 타 대기업 및 중소기업의 경우 제안한 “실습 중심 온라인 환경을 통한 직업능력개발훈련 개편(안)”에 참여 의사가 있으며, 빠른 개설을 요구하였다.

그 외 요청사항으로 자격제도, 학위 연계 등 교육생의 동

기유발 방안, 외국인을 대상으로 한 원격교육과정을 정책적으로 지원하여 비숙련 외국인 근로자로 인한 중소기업 채용문제 해결, 수요 확대 측면에서 산업안전기사, 설비보전기사 등 현업에서 필요로 하는 자격증 획득에 도움이 되는 가상현실 훈련장비 개발 및 기능 추가, 온라인평생교육원의 교육과정과 연계를 통한 훈련의 다양성 확보, 모기업과 협력사가 함께 교육을 받으며 설비 운영 및 현장 상황에 대한 토의 할 수 있는 과정 개설, 기업 내 활용을 위한 상급자 이해 및 설득을 위해 시뮬레이터 활용 시 발생하는 장점에 대한 안내 자료, 디지털 트윈 훈련장비의 지속적인 무상 지원 등을 요청되었다.

2) 훈련 교강사 자문 결과

훈련 교강사를 대상으로 설문결과 및 기업인사담당자 1차 FGI 결과를 공유하여, 설문 결과 검증, 가상현실 훈련장비 기능 검토 및 개선 방안 등에 대한 자문을 실시하였다.

디지털 트윈 가상현실 훈련장비의 활용은 강사 입장에서 현실 훈련장비의 사용방법 안내 및 실습 동작 결과를 보여줄 때 효과적이다. 현실 훈련장의 경우 다수의 교육생을 대상으로 강사의 실습테이블에서 사용방법 및 실습 동작 결과 시연에는 한계가 있으나, 가상현실 훈련장비로 이러한 문제를 해결할 수 있으며, 실습 결과나 중간 단계를 저장/불러오기가 가능하기 때문에 교재 및 교안 제작, 다양한 사례 교육 등에 큰 도움이 되고 있다. 또한 코로나로 인한 비대면 화상교육에서 이론만 교육할 때보다 교육생 반응 및 교육효과가 매우 긍정적이었다.

교육생 입장에서는 실제 장비 사용 전 가상현실 훈련장비로 동작을 검증할 수 있어 현실 훈련장비 오작동에 따른 과손 부담 해소, 개인별 과제 및 프로젝트 진행 시 실습 결과물 및 동작 영상을 녹화하여 발표 자료 활용, 집체교육에서 미진했던 부분에 대한 복습 가능 등에서 효과적으로 활용할 수 있다는 의견이 제시되었다.

디지털 트윈 훈련장비를 직업훈련에서 효율적으로 활용하기 위해서는 훈련장비의 기능 개선 및 인프라 지원이 필요하다는 의견도 있었다. 먼저 가상현실 훈련장비 기능 개선은 실습 결과에 대한 검증 및 자동 채점, 강사의 교육생에 대한 원격 접속을 통한 개인 지도, 가상현실 훈련장비 한계 극복을 위한 현장에서 장비 구동 시 발생할 수 있는 오류 및 트러블 슈팅 구현, 다양한 수준의 실습을 위한 구성품 추가 및 조합 기능 등의 개선이 필요하며 가상현실 훈련장비를 활용하여 교육훈련 효과를 극대화하기 위해서는 자기주도 학습 및 사례기반 학습 등 신교수법을 적용하기 위해서 훈련장비 사용방법, 스스로 학습할 수 있는 이러닝 콘텐츠, 단계별/수준

별 동영상, 설명 자료 등 관련 인프라 구축이 필요하다는 의견이 있었다.

V. 에듀텍 기반의 디지털 트윈 훈련장비 활용 방안

본 연구에서 설문조사 및 전문가 자문을 통하여 비대면 교육의 가장 큰 단점인 실습교육의 개선을 위한 에듀텍 기반의 디지털 트윈 훈련장비를 직업능력개발에 효과적으로 활용할 수 있는 부분으로 원격훈련을 포함한 혼합훈련, 재직자훈련, 외국인 대상 훈련, 군 장병 사회교육훈련, 자격 검증을 선정하였으며 다음과 같이 활용방안을 제시한다.

A. 혼합훈련 분야 활용 방안

가상현실 훈련장비를 통한 온라인 학습환경 구축은 이론 중심의 원격훈련, 실습 중심의 집체훈련으로 구성된 전통적인 혼합훈련에 큰 변화를 가져오게 된다. 실습 중심의 온라인 학습환경은 이론과 실습의 경계가 허물어지며, 자기주도 학습, 맞춤형 학습 등 학습자 중심의 교육 효과에 크게 기여할 것으로 판단된다. 또한, 단순 실습 중심의 집체훈련이 심화 실습과 평가 중심으로 개편되면서 다양한 신교수법의 적용이 가능할 것이다. 특히, 학습자 중심의 가상현실 훈련장비 활용방안은 집체 수업이 아닌 온라인 상에서 실습을 직접 해 볼 수 있다는 점에서 공간과 시간의 제약에 벗어난 실습 중심의 자기주도 학습 수행, 실습 과제 및 프로젝트 수행, 팀활동 등으로 반복학습 등 온라인 훈련의 장점과 접목하여 높은 교육훈련 효과를 기대할 수 있다.

기업 입장에서도 가상현실 훈련장비는 다양하게 활용할 수 있다. 교육훈련을 교수자와 학습자의 상호관계로 바라보더라도, 근로자의 역량 강화 뿐만 아니라, 가상현실 훈련장

비의 해당 직무에 대한 역량기반 평가 체계 구축 가능하다는 이점이 있다. 교육 대상자 선발도 근속연수, 추천에 의함이 아닌 역량기반으로 선별할 수 있으며, 교육훈련 입과 사전 평가와 종료 평가를 통해 개인 성취도 및 교육과정의 효과성에 대한 검증이 가능하다.

교수자, 학습자, 기업 입장에서의 다양한 활용방법은 학습자 중심의 신교수법인 플립러닝, 액션러닝, 프로젝트기반학습, 문제해결기반학습, 사례기반학습 등을 운영할 수 있으며, 수준별 다양한 사례를 기반으로 적응형학습도 지원이 가능하다.

특히 플립러닝 형태로 운영할 수 있는 혼합훈련의 활용 방안을 예시로 정리하면, 기존의 이론 중심의 Pre-Class와 실습 중심의 In-Class에서 벗어나 자기주도학습으로 Pre-Class에서도 실습과 과제 수행이 가능하다. 이를 통해 In-Class에서는 집체수업만이 아닌 비대면 화상 수업으로도 진행할 수 있으며, 단순 실습이 아닌 다양한 심화 실습 및 평가 중심의 운영이 가능해진다. Post-Class에서는 개별 프로젝트 뿐만 아니라 Zoom 등 화상회의 시스템을 활용하여 팀 프로젝트가 가능해 플립러닝 효과를 극대화할 수 있다.

B. 재직자 대상 교육훈련 과정 운영 방안

교육훈련전문가 자문을 통해 2일 12시간 교육훈련 과정을 선호하는 중소기업 재직자 및 기업의 상황을 고려하여, 집체 훈련 중심의 기술교육과정을 온라인 학습환경을 활용하여, 원격훈련(콘텐츠 활용), 원격훈련(비대면 화상), 자기주도 프로젝트 실습, 집체수업으로 구성하여 중소기업 재직자 대상 체계적인 교육훈련과정을 구축하였다.

(가칭)PLC기반 엔지니어 전문가 과정은 현재 개발된 디지털 트윈 가상현실 훈련장비를 기반으로 개발하였으며, 아날로그 센서, 인버터, 통신 기능 등이 개발되면, 더 많은 단위

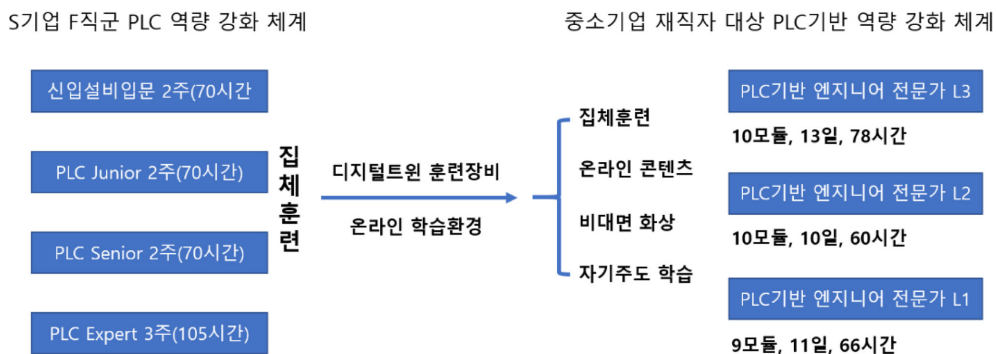


그림 13. 재직자 대상 디지털 트윈 훈련장비 기반 훈련 과정

Fig. 13. Program for employee using digital twin training equipment.

과정을 비대면 화상으로 운영할 수 있다. 또한 실제 체계적이고 효율적인 운영을 위해서는 온라인 콘텐츠도 맞춤형 개발 또는 모듈화 편집이 필요하며, 가상현실 훈련장비 사용법 및 예시 문제에 대한 제공 방안 등이 필요하다. 이를 위해서는 지역산업맞춤형인력사업, 대·중소상생 아카데미사업 등 정부지원 사업과 연계를 통해 온라인 콘텐츠, 가상현실 훈련장비, 동영상 자료 개발 및 중소기업 재직자 훈련과정 운영을 위해 사업화 방안을 모색해야 한다.

C. 외국인 대상 숙련기술 훈련 활용 방안

디지털 트윈 훈련장비를 이용한 실습 기반 온라인 학습환경 구축되면 개도국 직업훈련교사 양성 교육에 있어서 비대면 교육과 국내 집체 교육으로 이원화하여, 현지에서의 사전 교육과 국내 집체 교육으로 구성하여 효율적인 운영을 통한 수료생 확대 및 온라인 훈련의 장점인 반복학습과 자기주도 학습 그리고 집체 교육에서의 심화 학습을 통해 더 높은 교육훈련효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 외국인 노동자 대상 초급 수준 훈련 프로그램의 활용도 가능할 것으로 판단된다. 기업인사 담당자 FGI에서 언급되었듯이, 중소기업 운영을 위해서는 외국인 노동자가 꼭 필요할 실정이다. 그러나, 언어 소통 문제 및 비숙련 인력으로 인한 문제가 심각한 상황이다. 현재 디지털 트윈 훈련장비는 한국어와 영어 만을 제공하지만 고용노동부, 한국산업인력공단 등과 연계하여 해외파견 기업 및 국내 외국인 노동자 대상 온라인 콘텐츠 및 훈련 프로그램 개발에서 디지털 트윈 훈련장비를 활용할 수 있을 것이다.

D. 군장병 대상 사회 적응 훈련 활용 방안

군 복무 중 대학 학점 취득 지원 및 전직 예정자를 위한 교육 등 군 장병의 사회생활과 연계하기 위한 다양한 제도가 운영 중에 있으나, 이론 중심의 대학생 원격훈련 학점 인정, 간부 대상 맞춤형 전문교육은 창업, 귀농, 커피 전문가 외에는 정부 정책 및 군 관련 교육으로 구성되어 있어, 폐쇄적인 군 특성상 전직지원 교육의 한계가 명확하다. 여기에 디지털 트윈 기반 실습 중심의 온라인 학습환경을 연계하면, 컴퓨터만 있으면 다양한 교육방법으로 실습교육 가능해지며, 대학생의 경우 본인 전공을 살린 교육 가능성이 가능하여 경력 단절을 예방할 수 있다. 간부의 경우 다양한 진로 탐색과 함께 다양한 분야의 전직 준비가 가능해지며, 국가기술자격 실기 시험 CBT방식 도입과 연계 시 자격 취득도 가능하여, 체계적인 전직 지원이 가능해질 것이다.

E. 자격 검증 분야 활용 방안

기업인사담당자 FGI 결과를 보면 원격훈련(온라인 콘텐츠, 비대면 화상)은 학습편의성은 있으나, 개인의 높은 학습 의지가 전제가 되어야 함을 단점으로 지적하였으며, 이를 해소하기 위해 동기 유발을 위해 자격제도, 학위와 연계를 요구하고 있다. 재직자 및 미취업자 대상 설문결과에서도 자격 검증과 연계된 가상현실 훈련장비의 수요가 높았으며, 흥미 및 수요 만족을 위해서 자격연계가 필요하다.

또한, 국가기술자격 실기시험을 CBT 방식으로 도입할 경우 실기시험 장소에 따른 장비의 상이함으로 인한 문제점 해소, 수험생의 실기시험 연습 편의성 제고 및 비용감소 등으로 인해 해당자격검정에 대한 수요가 증가할 수 있다. 생산 자동화산업기사의 경우 [시험1] 기계설계작업, [시험2] PLC 제어작업으로 구성되어 있으며, [시험1] 기계설계작업은 3차원 어셈블리 모델링이 가능한 설계 소프트웨어를 활용하여 연습 및 시험을 진행할 수 있다. 이는 모든 교육훈련기관에서 쉽게 보유하고 있으며, 개발사 홈페이지를 통해 무료 학생버전이 제공되고 있다. [시험2] PLC제어작업은 MPS 장비를 요구하며 있으며, 이는 MPS 제어 가상현실 훈련장비로 기능적인 측면에서는 100% 대응할 수 있다. 단, 현실장비의 조작능력에 대한 검증은 가상현실 훈련장비를 활용한 비대면 면접이나 교육훈련기관 교육이수 및 관련 학점 취득 여부를 통해 충분히 검증할 수 있다. 또한, 자격검정을 실시하는 한국산업인력공단 측면에서도 자격검정 장소 섭외 문제 해소와 함께 실기시험 결과를 파일로 저장할 수 있기 때문에 수험자 민원 등의 문제를 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

VI. 결론

본 연구는 디지털 전환기를 맞이하여 직업 훈련 체계에서 훈련장비의 디지털화를 추진하기 위하여 기존 원격훈련에 대한 문헌 조사와 설문조사를 통해 디지털 트윈 훈련장비에 대한 장단점, 효과성, 필요 기능 및 개선 사항을 분석하였으며 선행 연구 분석 및 전문가 자문을 통하여 디지털 트윈 훈련장비에 대한 직업능력개발 분야에서의 활용 방안을 도출하였다.

디지털 트윈 훈련장비는 공간적/물리적 한계에서 벗어나 어디서든 자기주도적으로 학습 및 실습이 가능하다는 점, 실습결과물이 하드웨어를 이용한 것과 차이가 발생하지 않고 학습이 가능하다는 점 등에서 높은 만족도를 보임을 확인하였다. 그러나 비대면 교육의 한계인 학습자의 의지 문제, 현

실장비와 가상현실 장비의 차이, 실제 장비 활용 역량과 차이점 발생 등이 문제점 또한 지적되었다. 이러한 결과는 디지털 트윈 훈련장비가 현재 수준에서는 현실 장비를 대체하는 데 그 한계성은 보이고 있으나, 향후 이를 개선한다면 훈련장비로서 다양한 목적으로 활용될 수 있다는 점을 시사한다. 특히, 국가직업능력개발 사업과 연계 시 재직자의 체계적인 역량강화를 바탕으로 국가기술자격 및 민간자격 시험, 외국인 근로자 훈련, 군 장병 사회적응 훈련 등에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2023년 한국기술교육대학교 고용직업능력개발센터 연구과제 지원으로 수행된 연구과제입니다.

참고문헌

- [1] J. Y. Choi and J. Y. Lim, "Strengthening the role of professional qualifications to promote youth employment," *The Youth Employment in Korea*, 2, 500-506, 2016.
- [2] L. E. Lee, H. J. Jeong, Y. H. Shin, and H. W. Lee, "A study on evaluation of remote blended training pilot model and recommendations for expansion," Ministry of Employment and Labor and Korean Service Management Association, 2020.
- [3] I. S. Jung and J. H. Leem, "A comparative analysis of costs and effectiveness of web-based virtual education and radio-based distance education," *Korean Society of Educational Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 131-163, 2001.
- [4] H. J. Kwon, J. E. Lee, and H. W. Lee, "Current issues and tasks of e-training: Focusing on the Korean e-training support system," *The Convergent Research Society Among Humanities, Sociology, Science, and Technology*, vol. 9, no. 12, pp. 17-26, 2019.
- [5] K. H. Rim, J. M. Shin, and D. W. Lee, "A study on distance training system for transitioning to a non-contact education and training methods: Focusing on learner's non-contact learning experiences," *Korean Institute for Practical Engineering Education*, vol. 13, issue 2, pp. 305-320, 2021.
- [6] D. J. Kim, "Meta-analysis on relations between e-learning research trends and effectiveness of learning," *Society of E-learning*, vol. 4, issue 1, pp. 26-34, 2019.
- [7] S. W. Nam, "Development and application for edutech based flipped learning," *The Journal of Humanities and Social Sciences* 21, vol. 11, issue 3, pp. 1677-1692, 2020.
- [8] S. C. Back, S. H. Jo, N. H. Kim, M. K. Choi, and K. S. Noh, "A study on the application of edutech for multicultural people," *Journal of Digital Convergence*, vol. 14, issue 3, pp. 55-62, 2016.
- [9] A. R. Park and C. Lee, "A study on the edutech evolution in accordance with changes in ICT and its roles for future education," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 27, issue 1, pp. 71-82, 2023.
- [10] M. H. Ko and S. C. Lee, "Exploring the knowledge structure of digital twin & metaverse," *Journal of Korea Technology Innovation Society*, vol. 25, issue 6, pp. 1185-1203, 2022.
- [11] S. W. Song and D. H. Chung, "Explication and rational conceptualization of metaverse," *International Information Society Agency*, vol. 28, issue 3, pp. 3-22, 2021.
- [12] T. K. Kim and S. K. Kim, "Digital transformation, business model and metaverse," *Journal of Digital Convergence*, vol. 19, issue 11, pp. 215-224, 2021.
- [13] H. W. Kang, Y. H. Park, and J. Y. Lee, "Analysis of research trends on non-face-to-face practical education," *Korean Association of Secretarial Studies*, vol. 31, issue 4, pp. 89-112, 2022.
- [14] G. Y. Cho and M. K. Seo, "Influencing factors of learning flow, self leadership and debriefing satisfaction on problem solving ability of nursing students in simulation learning," *The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education*, vol. 32, no. 2, pp. 409-419, 2020.
- [15] J. G. Yun, W. K. Tae, J. S. Park, and H. B. Yi, "Development of non-face-to-face practical education platform using remote training equipment," *The Korean Association of Computer Education*, vol. 25, issue 4, pp. 59-72, 2022.
- [16] H. K. Kim and S. Y. Kim, "Analysis of learners' needs for non-face-to-face practical class methods at university," *Korean Association For Learner-Centered Curriculum and Instruction*, vol. 22, issue 5, pp. 91-103, 2022.



이 상 봉 (Sang-Bong Lee)_정회원

2002년 2월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 공학사
2002년 ~ 2006년 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 조교
2006년 ~ 2016년 : 한국기술교육대학교 산학협력단 팀장
2015년 ~ 2019년 : 한국기술교육대학교 공동훈련센터 허브사업단 사무국장
2018년 ~ 2019년 : 한국기술교육대학교 중소기업훈련지원센터 사무국장
2016년 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 일학습병행대학 기술연구원
<관심분야> 일학습병행, 평생직업능력개발, 자동화 등



정 영 균 (Young-Kyun Jung)_정회원

2001년 2월 : 중부대학교 건축공학과 공학사
2003년 2월 : 중부대학교산업대학원 건설공학과 공학석사
2023년 2월 : 한국기술교육대학교 대학원 산업경영학과 박사과정 재학
2001년 ~ 2004년 : 중부대학교 산학협력단 조교
2008년 ~ 2020년 : 충남창업보육매니저협의회 회장
2005년 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 산학협력단 팀장
<관심분야> 기술경영, 기술마케팅, 기술창업



유 재 민 (Jae-Min Yoo)_정회원

2014년 8월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 공학사
2015년 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 산학협력단 평생교육팀 대리
<관심분야> 스마트팩토리, 반도체, 자동화설비



장 병 일 (Jang Byung Il)_정회원

1999년 2월 : 호서대학교 환경공학과 공학사
1989년 2월 : 동아건설 환경사업부 직원
1992년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 대학교육행정 및 직업훈련 및 산학협력분야 본부장
현재: 한국기술교육대학교 산학협력단 산학협력본부장, LINC 3.0 사업단 본부장, RIS사업단 본부장,
미래인재양성사업단 본부장, 스마트제조 고급인력 양성사업단 본부장
<관심분야> 직업훈련분야, 지식학연 협력분야, 특성화고 학과개편 분야 등



정 윤 석 (Yun-Seok Jung)_정회원

2010년 8월 : 인하대학교 정보전기공학과 공학석사
2017년 2월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과 공학박사(수료)
2005년 ~ 2007년 : 하이엠티 근무
2007년 ~ 2015년 : (주)이더 교육사업부 근무
2012년 ~ 2015년 : 경기과학기술대학교 전기공학과 겸임교수
2015년 ~ 현재 : 메티스 대표
<관심분야> 디지털 트윈, 인공지능, 빅데이터, 스마트팩토리



민 준 기 (Jun-Ki Min)_종신회원

1995년 2월 : 송실대학교 전산학과 공학사
1997년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 공학석사
2002년 8월 : 한국과학기술원 전산학과 공학박사
2003년 ~ 2004년 : 한국과학기술원 Post-Doc 및 초빙교수
2004년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
2005년 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 교수
현재 : 한국기술교육대학교 LINC 3.0 사업단장, 일학습병행 공동훈련센터 지원단장, 미래인재양성사업단 단장
<관심분야> 스트리밍 데이터, OLAP, 빅데이터, 분산병렬처리