JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 20, No. 10, pp. 2071-2078, Oct. 2019

흡수식냉온수기 가상훈련 콘텐츠의 사용자 경험 평가 분석

신 정 민[1] · **김 상 연**[2*]
[1]충북여성재단
[2]한국기술교육대학교 첨단기술연구소 인터랙션 연구실

User Test and Evaluation of a Virtual Training Content for Absorptive Hot and Chilled Water System

Jungmin Shin[1] · **Sang-Youn Kim**[2*]
[1]Department of Education, Chungbuk Women Foundation, Cheong-Ju, Korea
[2]Department of Computer Science & Engineering, Korea University of Education and Technology, Cheon-An, Korea

[요 약]

이 연구에서는 가상현실을 적용한 직업훈련 콘텐츠의 현업적용도 향상을 목적으로 흡수식냉온수기 가상직업훈련 시스템의 실재감과 몰입, 전반적인 학습만족도를 중심으로 사용자 평가를 실시하고 그 결과를 분석하였다. 분석결과, 가상훈련 시스템의 실재감에 대한 만족도 평균은 5점 만족에 4.67점(표준편차는 0.49), 몰입도 평균은 4.8점(표준편차 0.41), 전반적인 학습만족도 평균 4.33점(표준편차 0.49)로 나타났다. 실재감과 몰입도가 높게 측정되어 흡수식냉온수기 가상훈련시스템의 현업적용도는 높은 것으로 나타났으며 전반적인 학습만족도는 매우 높지는 않지만 만족 수준으로 측정되어 흡수식냉온수기 가상현실 콘텐츠의 사용자 경험 만족도는 높은 것으로 나타났다.

[Abstract]

This study was conducted to improve application of the absorptive hot and chilled water system based on user's evaluation and analysis of presence, immersion and overall learning satisfaction of the virtual reality technology system. As a result, the mean scores of the presence was 4.67 out of 5(standard deviation: 0.49), immersion was 4.8(standard deviation: 0.41), respectively and mean score of overall learning satisfaction was 4.33(standard deviation: 0.49). Scores we obtained for presence and immersion of the absorptive hot and chilled water system were quite high which reflect high applicability. Score for overall learning satisfaction reflects user' satisfying experience as score reached in satisfaction level.

색인어 : 가상현실직업훈련시스템, 현업적용도, 실재감, 몰입, 사용자평가

Key word : Virtual reality vocational training system, Possibility field works, Presence, Immersion, User test

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.10.2071

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(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 21 August 2019; **Revised** 10 September 2019
Accepted 20 October 2019

***Corresponding Author; Sang-Youn Kim**

Tel: +82-41-560-1484

E-mail: sykim@koreatech.ac.kr

Ⅰ. 서 론

일반적으로 훈련(training)은 특정 기술 분야의 직무활동을 수행하기 위한 일정한 기능 혹은 기술을 획득하기 위하여 반복적으로 되풀이하는 실천적 교육활동을 의미한다[1]. 이러한 훈련의 특성을 기초로 한 기술 분야 직업훈련은 제한된 특정 기술의 연마를 목표로 반복을 통한 기능 숙련에 초점이 맞춰지며 단기간에 훈련의 성과를 내야 하는 성격이 강하다. 기술 직업훈련(TVET: technical and vocational education and training)은 직무와 관련한 지식과 기술 습득으로 도제훈련(apprenticeship training), 직업교육(Vocational education), 기술교육(technical vocational education), 직업 및 기술교육(career and technical education) 등 다양한 용어로 불리며 중ㆍ고등 단계에서부터 직무 훈련 단계인 성인학습 분야에 까지 광범위하게 적용된다[2]. 무엇보다도 기술 직업훈련은 현장에서 요구되는 지식과 기술의 숙달(mastery)을 목적으로 실시되기 때문에 현업에 바로 적용할 수 있는 실질적인 학습내용과 방법이 매우 중요하다. 이에 따라 TVET의 역할강화와 활성화를 적극 추진 중인 유네스코에서는 직업훈련에 적극적으로 ICT(Information & Communication Technology)의 잠재력을 활용할 것을 권장하고 있으며[3], 이러한 추세는 인터넷과 모바일, 소셜 미디어 외에도 가상현실(Virtual Reality)과 인공지능(Artificial Intelligence)과 같은 첨단 기술 활용으로 확대되고 있다[4].

가상현실환경은 정교하고 효과적인 교육방법으로 부각되고 있으며[5], 교육과 훈련 분야에 더욱 넓게 적용될 것으로 예상된다. 특히, 현장감을 중시하는 기술 직업훈련 분야에 보다 적극적으로 적용되어 효율적이고 학습효과가 높은 가상훈련시스템(VRVTS: virtual reality vocational training system)으로 자리잡을 필요가 있다. 기술 직업훈련에 VR 기술을 적극 적용한 VRVTS의 필요성은 크게 두 가지이다. 우선, 훈련 제공 주체인 훈련 공급 기관 입장에서는 고가의 장비나 대규모 훈련 시설에 대한 설비비용에 대한 부담 없이 작업현실과 유사하게 구현된 가상의 직업훈련 환경을 제공할 수 있다[6-8]. 다른 하나는 훈련 대상이자 학습 수혜자인 훈련생 입장에서는 작업현장의 위험 요소나 기계 오작동 등에 따른 물리적 부상에 대한 걱정 없이 충분히 실습하고 자율적으로 반복 훈련을 진행할 수 있다는 점이다. 반복적인 학습실패도 또 하나의 유용한 학습과정이 될 수 있으며[9], 학습과정에서 발생하는 실패는 학습자의 현재 지식 및 기술 수준을 가늠하게 하고 스스로 과제를 해결하기 위한 동기를 유발시키거나 [10]-[11] 지식구조를 재구조화하거나 수정하게 하는 역할을 한다[12]-[13]. 따라서 직업훈련 맥락에서 학습실패는 반복적인 연습을 통해 숙련도를 제고하는 VRVTS 내의 주요한 학습과정으로 숙달(mastery)의 중요한 기제로 작용한다고 할 수 있다.

기술 직업훈련은 현장에서 요구되는 지식과 기술의 숙달을 목적으로 실시되기 때문에 현업에 적용할 수 있는 실질적인 학습내용과 방법이 요구된다. 기술 숙련을 위한 가상직업훈련 시스템의 경우 행위 중심의 학습을 통해 현업에 적용할 수 있는 실습 위주의 내용으로 구성되기 때문에 훈련의 결과가 실제 현업에서 얼마나 유용하게 활용될 것인가에 대한 현업적용도는 가상훈련시스템에서 주요한 훈련 성과지표가 된다. 현업적용도 평가는 학습의 전이(transfer of learning) 정도를 확인하는 절차나 과정으로, 전이(transfer)는 교육훈련 프로그램에 참여한 사람들이 습득한 지식, 스킬, 태도를 직무현장에 효과적으로 적용하여 유발된 행동의 변화 정도를 말한다[14]. 전이를 위한 학습 설계는 학습자가 학습한 것을 업무에 적용할 능력을 가질 수 있도록 교육내용이 업무에 필요한 것을 반영한 정도와 교육과정에서 실습이나 경험학습, 시뮬레이션 등이 잘 활용되고 있는지를 포함한다[15]. 그러므로 VRVTS의 특성을 고려한 학습촉진 요소를 통해 더욱 향상된 훈련시스템을 구축할 수 있다.

이러한 측면에서 실재감(presence)과 몰입감(immersion)은 VR 매체의 특성을 반영한 주요한 요인이다[16]. 실재감과 몰입감은 많은 VR 관련 연구에서 결합 요인으로 거론되고 있으며, 전체적인 VR 환경의 전체적인 몰입 효과를 증강시키는 하위 개념으로 결합되어 고려되기도 한다[17]. 실재감과 몰입감은 상호 연관성이 크기 때문에 종종 혼용되거나 상호 교체되어 사용되기도 한다[18]. 하지만 이 둘은 동일 개념은 아니다. 실재감은 '마치 그곳에 존재하는 것'과 같은 개인적이고 맥락적인 경험에 주안점이 두고 있는 반면, 몰입감은 VR 시스템의 구현과 같은 기술이 매체에 의한 이끌림과 침잠 경험에 초점 둔다는 점에서 차이가 있기 때문이다[19-20].

이 연구에서는 실재감과 몰입감을 별개의 영역으로 구분하여 실험하고자 한다. 물리적인 세계에서의 모든 경험은 인간의 감각과 복잡한 지각 과정에 의해 중재된다. 실제 현실에 존재하는 것과 같은 감각을 의미하는 실재감은 인간이 가진 1차 감각으로 전달된 경험의 일부가 컴퓨터 기술에 2차 적으로 중대되었더라도 개인의 인식 경험에서 기술의 개입을 정확하게 인식하지 못하는 심리적 상태 또는 주관적 인식을 말한다[21-22]. 몰입감(immersion)은 한글로 동일하게 해석되는 '몰입(flow)'과 구분하여 '특정 활동이나 관심분야에 깊이 관여된 것(involved oneself deeply in a particular activity)' 으로 개념정의한다[23]. 참고로 또 다른 '몰입(flow)'은 '예술이나 놀이, 일과 같은 행위들에 고도로 집중되어 빠져있는 상태(a state of heightened focus and immersion in activities such as art, play and work)'로서 좀 더 큰 범위에서 긍정 심리학 맥락에서 주로 사용된다[24].

이상과 같이, 실재감과 몰입감을 중심으로 가상현실로 구현된 흡수식 냉온수기에 대한 사용자 경험 평가 분석을 위해 Ⅱ장에서는 흡수식 냉온수기 가상훈련 시스템 개발 내용을 제시하고, Ⅲ장에서는 가상훈련 시스템 실습이 실제 실습환경이나 작업환경과 비교하여 얼마나 현실감과 몰입감을 제공하는지 조사한 결과를 분석하고 마지막 Ⅳ장에서는 산업현장 현업적용도가 높은 실감형 몰입 훈련 매체로서 VRVTS를 적극적으로 확대 개발하기 위한 다양한 학습요소 탐색의 중요성과 실재감 및 몰입도와 학습만족도 간의 유의미한 영향관계를 논의한다.

Ⅱ. 흡수식 냉온수기 교육을 위한 가상현실 훈련 시스템

2-1 . 시스템 구성

흡수식 냉온수기 훈련 콘텐츠는 신재생에너지 생산 설비로 설비공학 분야에서 수요가 큰 훈련 콘텐츠이다. 에너지 자원화 및 효율화를 위해 흡수식 냉온수기에 대한 고효율화가 추진되고 있어 다양한 기술들을 활용해 고효율 제품을 개발, 양산화로 인해 흡수식 기술에 대한 직업훈련 콘텐츠는 개발 여지가 큰 분야이다. 그림 1은 HMD (Head mounted display), 가상현실 콘트롤러(VR controller), 스피커, 가상교육 콘텐츠로 이루어진 흡수식냉온수기 학습 시스템의 구성도를 보여준다. 가상현실 기반 흡수식냉온수기 교육 시스템은 냉온수기 동작에 대한 기본적인 이해와 운용법을 익힌 후, 이를 활용한 다양한 실습을 가능하게 하는데 목적이 있다. 고가의 장비인 흡수식 냉온수기를 가상환경에서 자연스러운 상호작용 (NUI : Natural User Interaction)을 통해 다양한 시점에서 학습을 가능하도록 위해 HMD 와 가상현실 콘트롤러(VR controller)를 이용하였다.

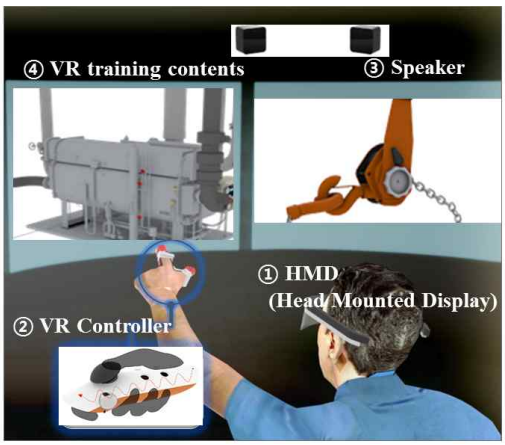

그림 1. 제안하는 시스템 구성
Fig. 1. System configuration

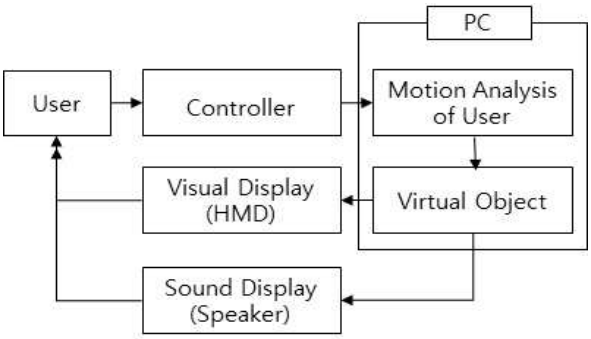

그림 2. 개발된 시스템의 신호 흐름도
Fig. 2. Signal flow diagram of the developed system

그림 2는 본 연구를 통해서 개발된 흡수식냉온수기 교육을 위한 가상현실 시스템의 신호 흐름도이다. 사용자는 가상현실 컨트롤러를 손으로 잡고 움직이면, 사용자의 움직임은 PC 내에 있는 사용자 명령 해석부에서 해석된다. 해석된 정보를 기반으로 하여 사용자의 손의 궤적과 현재 시간에서의 손의 위치를 계산한다. 계산된 사용자의 손의 위치와 궤적에 따라 조작하고자 하는 대상과 사용자와의 충돌을 검출한 후, 충돌 이후 조작 여부를 판별한다. 그리고 조작여부에 따라 장비의 움직임 등을 시각화 하여 시각장치 (HMD)를 통하여 사용자에게 전달한다.

2-2 흡수식 냉온수기 모델링

현실감 있는 흡수식냉온수기 장비의 모델을 구안하기 위하여 산업현장을 방문하여 실제 장비를 육안으로 확인하고, 대략적인 형상과 크기 및 환경 등을 확인하였다. 또한 사진을 통해 실제 장비의 사실적인 형태와 색상, 질감 등을 모델링 전에 미리 확인하였다. 일련의 사전 작업을 통해 장비의 외형을 담고 있는 2D(two-dimension) 도면을 확보하였다. 확보된 도면을 기반으로 하여, 3차원 컴퓨터지원 설계프로그램인 CATIA를 이용하여 흡수식 냉온수기 장비를 3D 캐드 모델로 생성하였다. 이때 '1Unit = 0.01Meter'를 기준으로 장비들의 실측 크기를 반영하였고, 장비마다 개별 조작, 애니메이션 동작이 가능하도록 하위 구성단위들을 독립적인 개체로 모델링하였다. 그 후, 3차원 컴퓨터 그래픽스를 위한 디자인 소프트웨어인 3DS MAX를 활용하여 흡수식냉온수기의 외형, 내부동관, 연결배관, 외형에 장착된 각종 하부 구성품 등 및 냉각수 펌프의 외형, 연결배관, 스트레이너 등의 상세 모델링을 수행하였다.

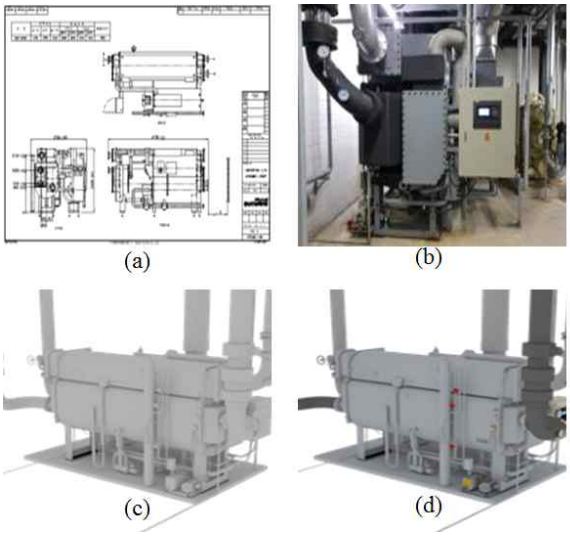

그림 3. 흡수식냉온수기 장비의 모델, (a)도면자료, (b)사진 자료, (c)CATIA를 이용한 모델, (d)3DS MAX
Fig. 3. Model of Absorption Chiller, (a)Drawing data, (b)Photo data, (c)Model using CATIA, (d)3DS MAX

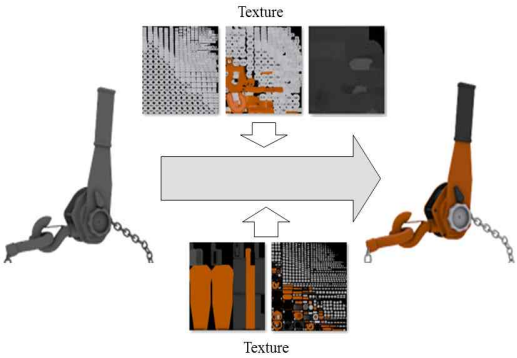

그림 4. 텍스쳐를 붙이기 전과 후의 비교
Fig. 4. Comparison before and after texturing

상세 모델링을 할 때에는 기본물체 (Primitive Object)를 기본으로 Modifier의 Edit Poly를 사용하여 점(Vertex), 선(Edge), 면(Face) 단위로 세부적인 모델링 작업을 진행하였다. 모델링 작업 완료 후에는 부품의 무늬와 질감을 표현하고 전체적인 장비의 색상과 명암을 표현하기 위해 텍스쳐를 준비하였으며, 텍스쳐 매핑시 장비의 크기와 구성에 따라 평균 1024x1024 크기의 텍스쳐를 최대 5장까지 적용하였다. 타일링된 Diffuse 및 Normal Map을 표현하기 위해 UVW Mapping을 이용하였다.

2-3 흡수식 냉온수기 시각화

교육 훈련 시 사실감을 더 하기 위하여 Unity 3D 엔진을 이용하여 텍스쳐를 입힌 흡수식냉온수기 모델을 가상환경 내 원하는 위치에 배치하고 가상훈련을 위한 학습 환경을 실제와 유사하게 렌더링하였다. 또한 다양한 쉐이더를 통해 물체가 가지고 있는 고유의 특성에 맞게 대상물체의 재질을 표현하였으며, 다양한 실시간 전역조명 및 지역조명등을 사용하여 사실감을 높였다. 본 VRVTS 환경 내에 있는 모든 물체들은 아바타, 동적물체, 정적물체로 나누어서 개발하였다. 구체적으로 살펴보면, 교수자가 움직이는 가상현실 컨트롤러의 포인팅위치를 아바타로 정의하였으며, 배경 등과 같이 변하지 않는 부분은 정적물체로 설정하였다. 또한 흡수식냉온수기 장비와 공구들은 동적물체로 설정하였다. 그러므로 교수자가 아바타(가상현실 컨트롤러의 포인터)를 이용하여 동적물체들을 조종함으로 실제와 같은 훈련이 가능하도록 제작하였다. 그리고 실시간 음영효과를 위해 정적인 물체 (움직이지 않는 물체)의 경우, 물체의 표면에서 광원 경로를 미리 계산하였으며, 정적인 물체와 동적인 물체에게 모두 간접적인 조명도 제공할 수 있도록 설계하였다(그림 5).

흡수식 냉온수기교육시스템의 사용자 인터페이스를 보여준다(그림 6). 흡수식 냉온수기모델은 교육환경의 정 중앙에 위치해 있으며 각 학습 모드에 따라서 각기 다른 사용자 인터페이스를 갖도록 설계하였다. 흡수식 냉온수기 훈련을 위해 사용자는 '튜토리얼모드', '이론학습모드', '실습모드' 중 하나를 선택할 수 있도록 구현하였다. 튜토리얼 모드인 그림 6(a)에서는 본 연구에서 제안하는 흡수식 냉온수기 교육훈련시스템의 전체적인 구성 및 기본정보들을 설명하도록 구성하였으며, 장치를 조작하는데 있어서 주의할 사항 및 흡수식 냉온수기의 상세 구조에 대하여 사용자들이 쉽게 알 수 있도록 구성하였다. 그림 6(b)는 개발한 이론학습모드의 화면의 예시(세관 세척)이다. 준비사항이나 주의 사항 등에 대한 학습 이론을 2D 애니메이션을 이용하여 사용자에게 설명할 수 있는 구조로 개발되었다. 실습모드는 자막이 포함된 내레이션으로 진행하도록 유도하였으며, 다양한 버튼들을 이용하여 공구를 사용하여 실습이 가능하도록 하였다. 그림 6(c)는 실습모드중 하나의 실시예인 세관세척의 '브러쉬 세관' 의 화면을 보여준다. 공구를 사용할 때, 사용자는 가상현실 컨트롤러를 이용하여 대상물체나 대상 파트들을 조작할 수 있도록 구현하였다.

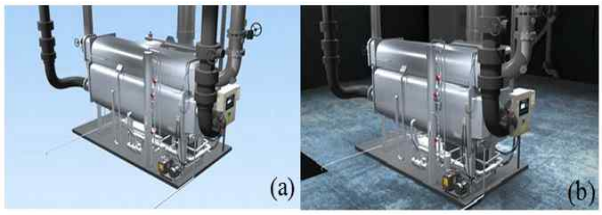

그림 5. 텍스쳐를 붙인 이후의 렌더링 된 흡수식 냉온수기 모델
Fig. 5. Rendered absorption chiller model after texturing

그림 6. 사용자 인터페이스 환경 (a)튜토리얼 모드, (b)이론학습 모드, (c)실습 모드
Fig. 6. User Interface Environment (a)Tutorial Mode, (b)Theory Learning Mode, (c)Practice Mode

Ⅲ. 결과분석

본 연구에서 개발한 흡수식냉온수기 VRVTS의 현업적용 효과를 검증하기 위하여 교육기관 (건설기술교육원)을 방문하여 교육생들을 대상으로 사용자 경험과 만족도 실험을 진행하였다. 총 15명의 실험 참여자 모두 한번이상 실제 흡수식냉온수기를 조작해본 경험이 있는 것으로 나타났다. 본격적인 실험 전에 피 실험자는 튜토리얼모드를 5분 동안 경험하게 하면서 실험자는 피 실험자 옆에서 개발한 흡수식냉온수기콘텐츠의 각 기능들을 어떻게 사용하는지에 대한 정보를 전달하였다. 그 후, 피 실험자에게 나머지 두 개의 모드인 이론학습모드와 실습모드를 자유롭게 10분 동안 체험하도록 하였다.

실험참여자들은 10분 동안 개발된 흡수식냉온수기 교육훈련콘텐츠를 자유롭게 경험한 후 실재감, 몰입도, 그리고 VR 콘텐츠로서 흡수식 냉온수기 훈련과정에 대한 전반적인 학습 만족도에 대하여 설문지에 응답하도록 하였다.

설문조사는 리커트 5점 척도 (1점: 매우나쁨, 2점: 나쁨, 3점: 보통, 4점: 좋음, 5점: 매우좋음)를 기반으로 선택하게 하였으며, 모든 설문은 점수가 높을수록 긍정적인 응답결과로 이어진다는 사실을 피 실험자들에게 인지시켜 주었다. 설문조사를 마친 후에는 흡수식냉온수기 VRVTS을 이용한 실습경험에 대해 자유롭게 의견을 제시하도록 하였다. 각 설문의 세 영역의 주요 질문은 표1과 같다. 설문결과, 개발된 시스템이 얼마나 현실적이었는지에 대한 실재감에 대해서는 약 67%의 참가자(15명중 10명)들이 5점 만점을 주었으며 그 이외의 참가자들 역시 높은 점수인 4점을 주었다. 실재감 평균은 4.67점이며 표준편차는 0.49이었다.

이에 대한 오픈 문항 응답에서 피 실험자들은 “실습 내용이 매우 체계적이며 실제로 흡수식냉온수기를 정비하는 프로세스와 같으며 시각적으로 디자인 역시 잘 되어 있어서 교육이 매우 현실적이다” 라는 긍정적인 평가를 주었다. 실재감은 장비를 사용하는 직업훈련에서 실제 장비 사용 시 오류를 최소화함으로써 숙련도를 높이고 안전사고의 위험률을 낮추는데 관건이 되는 학습요소이다. 따라서 타 장비 활용 가상현실 콘텐츠에서도 현장과 같은 훈련 프로세스를 실현할 수 있는 VRVTS의 훈련 요소를 강화하는 방안을 추후 모색할 필요가 있다.

개발된 흡수식냉온수기 교육 훈련시스템을 이용하여 실습할 때 실제 물체를 조작하는 것과 같은 몰입감을 전달해주었는가 하는 질문에는 80% (12명)의 피 실험자들이 5점 만점을 주었다 평균은 4.8점, 표준편차 0.41로 나타났다. 특히, 가상현실 컨트롤러를 이용하여 흡수식냉온수기들을 조작하는데 어려움이 없었으며 콘텐츠의 품질이 높아서 학습자들이 쉽게 몰입할 수 있었다는 의견이 많았다. 몰입은 어떠한 상황 안에서 인간을 몰입시켜 경험의 질을 향상시키는 가상현실 기술의 독특한 특성이므로 다른 ICT 학습미디어와 달리 훈련경험의 질적 개선을 목적으로 활용가치 높은 학습요소이다.

표 1. 사용자 평가 주요 내용
Table 1. Key Questions in User test

Item	Key question
Presence	The practical training method using the developed system was realistic.
Immersion	When practicing with the developed system, the degree of immersion was conveyed, just as with real objects.
Overall Satisfaction	Overall satisfaction with the system developed in VR.

그림 7. 현실감, 몰입도, 학습만족도 조사 결과
Fig. 7. Reality, Immersion, Overall learning satisfaction

마지막으로, 개발된 흡수식냉온수기교육 훈련 콘텐츠의 학습 내용에 대한 전반적인 만족도는 평균은 4.33점, 표준편차 0.49로 나타났다. 이 이외에 기타 의견으로는 “속도가 좀 더 빨랐으면 좋겠다”, “조그만 나사 등 은 조작하기 어려웠다”, “터치 또는 클릭 등의 정확도가 조금 더 개선되었으면 좋겠다”, “단일 모델을 샘플로 하였으므로 타 제품의 학습은 어려울 수도 있겠다” 라는 소수 의견이 있었다. 이는 VRVTS 작동의 정확도 향상이라는 해결과제와 훈련 콘텐츠의 보편성과 특수성을 구분한 체계적인 콘텐츠 개발의 필요성을 시사한다.

Ⅳ. 결론 및 함의

기술과 직업훈련의 불균형 해소는 필요 기술 분야에 인력을 수급하는 것 이외에도 잘 숙련된 인력을 적시에 수급하는 문제까지 확장할 때 온전한 해법을 찾을 수 있다. 새로운 기술의 출현과 변화 주기가 짧아짐으로써 산업구조의 변화에 대한 빠른 적응이 가능하고 숙련과 재 숙련(re-skill)을 통합적으로 담당하는 직업훈련시스템의 개발과 활성화가 요구되고 있다. 가상현실직업훈련시스템(VRVTS)은 변화된 작업환경 및 실습환경에 유연하게 대처하기 어려운 물리적 실습실의 한계를 극복하고 위험성 요소가 많은 기술 분야 직업훈련의 안전성을 확보한다는 점에서 발전가능성이 매우 크다. 또한 본 연구결과에서 밝혀진 바와 같이, 실재감과 몰입도가 높아 학습효과가 곧 현장에서의 역량으로 이어질 수 있는 현업 적용 가능성이 높은 훈련 시

스템이다.

본 연구의 오픈 문항에서 VRVTS의 개선 사안에 대한 응답으로 작동 속도 향상과 세부 조작 시의 어려움이 주로 제시되었다. 이는 실재감과 몰입감을 방행하는 공통요인이므로 앞으로 지속적인 연구 개발을 통해 해결해야 할 과제이다. 또한 전반적으로 몰입과 실재감 이외에도 학습자와 가상현실 장비의 상호작용을 촉진하는 방향으로 다양한 학습요소를 도출하고 이를 기반으로 한 평가지표를 개발하여 가상현실 직업훈련 콘텐츠를 평가하고 개선하는 환류 관리 체계를 구축할 필요가 있다.

교육훈련의 평가는 현재의 상태와 바람직한 상태를 상정 하고, 그차이를줄일수있는교육적해결책을수립하는것이며, 평가도 이러한 차이를 줄이는데 교육이 효과적이었는지를 파악함으로서, 최종적으로 교육을 지속할 것인지 폐기할 것인지를 판단하는 것이다[25]. 특히 스마트 디바이스 및 시스템에 대한 사용자 경험 만족에 대한 평가는 겉으로 드러나는 표상적인 행동이나 단순 만족 수준에 대한 측정을 넘어 사용자가 스마트 서비스에 대해 어떤 경험을 했는지, 그리고 품질 인식에 대한 측정 등 정확한 UX / 만족도를 측정하는 것이 중요하므로 향후 이러한 특화 요소를 포함한 평가 개발 지표 개발이 필요하다[26]. 그러나 기술 공학 분야에서 일반적으로 교육프로그램 개발 및 실시에 대한 관심 및 투자에 비해 교육훈련 평가는 상대적으로 중요시 되지 못한 것이 사실이다. 특히 학습자들이 교육 프로그램 학습 후 교육의 효과가 현업에서 어떻게 적용되는지를 평가하는 현업적용도 평가의 중요성이 매우 강조되고 있음에도 불구하고 교육 후 일정 기간 이후에 이루어져야 하는 불편함과 평가문항개발의 어려움으로 인해 다른 평가방법에 비해 많이 활용되지 못하고 있어 있는 실정이다[27]. VR 전문가, 현장훈련전문가, 그리고 교육 및 직업훈련 전문가의 협업을 통해 VRVTS에 적합한 현업적용도 평가방법 및 문항개발이 요구된다.

본 연구는 VRVTS의 확산의 필요성에 대한 근거로 실무에 적용할 수 있는 훈련 내용을 숙련하는 학습 매체로서 VR의 실재감과 몰입감을 중심으로 사용자 경험 만족도 평가를 실시하고 그 결과를 분석하였다. 그러나 향후 연구에서는 대다수의 인원이 동시에 작동하기 어려운 VR 디바이스의 한계를 극복하여 보다 많은 피실험자를 대상으로 더욱 다채롭고 체계적인 평가지표를 개발하여 논의를 더욱 정교화 할 필요가 있다.

VR을 활용한 직업훈련 콘텐츠는 스마트팩토리 확산 등으로 반복적 업무가 로봇기계에 대체될 것으로 예측되고 있지만 여전히 실질적인 생산성의 핵심은 숙련된 노동이 중심이 되고 있는 과도기적 현실에서 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. '빨리 배울 수 있는' 직업훈련 환경 개선을 통해 현장 중심 교육과 현업적용도가 높은 가상현실 직업훈련 콘텐츠가 확대될 필요성이 강조되는 것도 이러한 맥락 때문이다. 더불어 실재감과 몰입감에 대한 하위 요인을 개발하여 훈련과 기술의 미스매치 해소, 안전성 문제로 인한 생산성 저하 등을 예방하고 작업성과를 높이기 위하여 향후 직업훈련 특성을 반영한 다양한 가상현실 학습요소가 적극적으로 탐색되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 한국기술교육대학교 교무팀의 교육연구진흥과제(2018-0050)의 지원을 받아 수행되었습니다. 또한 본 논문은 부분적으로 온라인평생교육원 및 문화기술연구개발 지원사업의 중소 게임업체의 게임을 범용 지원하는 햅틱 기반의 모션 콘트롤러 및 인터페이스 패키지 개발 연구과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Yu, J. S., Yoo, K. S., Im, S. Y., Chang, Y. S., Hwang, S., Lee, S. H., Cho, S. H. Choi, K. S. and Kim, Y. J., *Survey of Vocational Competency Development Teachers.* The university of technology and education HRD Center, February 2011.

[2] UNESCO –UNEVOC. 2019. [Internet]. Available: https://unevoc.unesco.org/go.php?q= What+is+TVET.

[3] UNESCO, "Recommendation concerning technical and vocational education and training." May 2016. [Internet]. Available: http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=49355&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.

[4] UNESCO Bangkok Office, *Beyond Access: ICT-enhanced Innovative Pedagogy in TVET in the Asia-Pacific.* [Internet]. Available: https://bangkok.unesco.org/sites/default/files/assets/article/ICT%20in%20Education/TVET/TVET%20pub.PDF 2017.

[5] Carreira. P., Castelo, T., Gomes, C., Ferreira, A., Ribeiro, C. and Costa, A., "Virtual reality as integration environments for facilities management", *Engineering, Construction and Architectural management*, Vol. 25, No. 1, pp. 90-112, February 2018.

[6] Im, D. M. and Kim, S. Y., "Virtual Reality based Total Station Training Content Development", J*ournal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 4, pp. 631-639, July 2017.

[7] Agha, R. A. and Flower, A. J., " The role and validity of surgical simulation", *International Surgery*, Vol. 100, No. 2, pp. 350-357, February 2015.

[8] Bracq, M., Michinov, E., Arnaldi, B., Caillaud, B., Gibaud, B., Gouranton, V., and Jannin, P. A., "Learning procedural skills with a virtual reality simulator: An acceptability study", *Nurse Education Today*, Vol. 79, pp. 153-160, August 2019.

[9] Kapur, M., "Productive failure", *Cognition and Instruction,* Vol. 26, pp. 379-425, Sep. 2008.

[10] Fiori, C. and Zuccheri, L., "An experimental research on error patterns in written subtraction", *Education Studies in*

Mathematics, Vol. 17, pp. 612-634, Jan. 2005

[11] Loibl, K. and Rummel, N., "Knowing what you don't know makes failure productive", *Learning and Instruction,* Vol. 34, pp. 74-85, Dec. 2014.

[12] VanLehn, K., Siler, S., Murray, C., Yamauchi, T., and Baggett, W. B., "Why do only some event cause learning during human tutoring?" *Cognition and Instruction,* Vol. 21, No. 3, pp. 209-240, Sep. 2003.

[13] Kalish, M. L., Lewandowsky, S., & Davies, M., "Error driven knowledge restructuring in categorization", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition,* Vol. 31, No. 5, pp. 846-861, Sep. 2005.

[14] Holton, E. F., "The Flawed Four-level Evaluation Model", *Human Resource Development Quarterly,* Vol. 7, No. 1, pp. 5-21. Spring. 1996.

[15] Han. A. N., *A Study on Factors Affecting Transfer of Learning in Corporate Education,* Master's Thesis. dissertation, Seoul National University, Seoul, 1999.

[16] Shin, D. "Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience?" *Computers in Human Behavior,* Vol. 78, pp. 64-73. 2018.

[17] Jung, Y., "Understanding the role of sense of presence and perceived autonomy in users' continues use of social virtual worlds." *Journal of Computer-Mediated Communications,* Vol. 16, No. 4, pp. 492-51. July 2011.

[18] Meehan, M., Insko, B., Whitton, M. C. and Brooks, F. P. "Physiological Measures of Presence in Stressful Virtual Environments" August 2002ACM Transactions on Graphics, Vol. 21, No. 3, pp. 645-652. Aug. 2002.

[19] Shin, D. and Biocca, F. "Exploring immersive experience in journalism what makes people empathize with and embody immersive journalism?" *New Media and Society,* Vol. 20, No. 8, pp. 2800-2823. 2018.

[20] Bowman, D. A. and McMahan, R. P. "Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough?", *Computer,* Vol. 40, Issue. 7, pp. 36-43. July 2007.

[21] International Society for Presence Research. The Concept of Presence: Explication Statement. 2000. Retrieved <insert date> from https://ispr.info/

[22] Nicovich, S., Boller, G., & Cornwell, B., "Experience presence within computer-mediated communications *Journal of Computer-Mediated Communication,* Vol. 10, No. 2, pp. 1-14.

[23] Google dictionary. https://www.google.com/search?q=immerse&rlz=1C1CAFB_enKR823KR824&oq=immerse&aqs=chrome..69i57j0l5.1998j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8

[24] Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T. and Walton, A. "Measuring and Define the Experience of Immersion Games", *International Journal of Human-Computer Studies archive,* Vol. 66, Issue. 9, pp. 641-661. September 2008.

[25] Rha, I. J., Im C. I. and Lee, I. S., *"Foundations of corporate education",* Seoul: Hakjisa.

[26] Shin, D. "Conceptualizing and measuring quality of experience of the Internet of things: Exploring how quality is perceived by users." *Information & Management,* Vol. 54, No. 8, pp. 998-1011. 2017.

[27] Park, S. Y. and Kim, S. J., "Developing the Measurement of the Learning Transfer for Embedded System Training", *The Journal of Vocational Education Research,* Vol. 30, No. 3, pp. 49-74. Sep 2011.

신정민(Jungmin Sin)

2008년 : 이화여자대학교 대학원 (문학석사)
2016년 : 이화여자대학교 대학원 (Ph.D-교육철학)

2017년~2018년: 한국기술교육대학교 온라인평생교육원 연구교수
2019년~현재: 충북여성재단 초빙연구위원
※관심분야 : 가상현실교육, 직업훈련, 온라인학습, 평생교육

김상연(Sang-Youn Kim)

1997년 : KAIST 대학원 (공학석사)
2004년 : KAIST (Ph.D-기계공학)

2004년~2006년: 삼성종합기술원 책임연구원
2006년~현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터 공학부 교수
※관심분야 : 가상현실, 햅틱스, 센서/액츄에이터