

웹 3D와 가상현실 시뮬레이션 학습의 사용성 평가 비교분석

A Comparison Analysis of Usability Evaluation for Simulation Learning based on Web 3D and Virtual Reality

소요환

한남대학교 멀티미디어학과

Yo-Hwan So(artso@hnu.kr)

요약

본 연구는 웹 3D와 가상현실 기반 시뮬레이션 학습의 사용성 평가와 학업성취도를 비교분석하고, 각 학습방법 간의 학습효과 차이를 통해 가상현실 콘텐츠의 차별화된 특징을 확인하는 것이 목적이다. 이를 위해 생명과학전공 대학생 75명을 모집단(웹 3D=37, VR=38)으로, DNA 분석의 과학실험을 위해 두 가지 학습방법으로 개발된 Labster사의 CSI Forensics Lab 시뮬레이션 콘텐츠를 실험처치물로 학습자의 사용성 평가와 학업성취도를 비교분석하였다. 연구결과, 태스크 수행, 탐색과 내비게이션의 사용성 평가에서는 웹 3D 시뮬레이션 학습이 유의미한 차이로 긍정적이었으나 만족도의 사용성 평가에서는 가상현실 시뮬레이션 학습이 유의미한 차이로 보다 긍정적이었다. 학업성취도에서는 웹 3D 시뮬레이션 학습 평균이 다소 높았으나 두 학습 간 유의미한 차이를 확인하지 못했다.

■ 중심어 : | 사용성 평가 | 시뮬레이션 학습 | 가상현실 |

Abstract

This study is analyzed by comparing the evaluation of usability and study achievement for simulation learning based on Web 3D and VR and it is aimed to verify the characteristics of the virtual reality through a difference in studying effect between each learning method. Therefore, this study is analyzed by comparing the evaluation of usability and study achievement for the CSI Forensics Lab simulation content that has been developed in two learning methods for scientific experiments of DNA analysis with the 75 university students of Life Science as a population(Web 3D=37, VR=38). The results of the study, in usability of user task action, exploratory and navigation, Web 3D simulation learning was positive in a significant difference, but in usability of satisfaction, VR simulation learning was positive in a significant difference. In study achievement, Web 3D simulation learning was slightly higher but did not confirm the significant differences between both of learning.

■ keyword : | Usability Evaluation | Simulation Learning | Virtual Reality |

1. 서론

과거 3D 입체영상이 인간의 삶을 크게 변화시킬 기

술로 주목받았지만 시장의 기대에 미치지 못하는 산업적 파급효과와 결과를 여러 사례를 통해 확인할 수 있다. 최근에는 IT 및 콘텐츠 분야를 혁신할 수 있는 새로

접수일자 : 2016년 07월 11일

수정일자 : 2016년 08월 17일

심사완료일 : 2016년 08월 17일

교신저자 : 소요환, e-mail : artso@hnu.kr

운 플랫폼으로 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술이 제조명받고 있다. 삼성 Gear VR이나 소니의 PlayStation VR의 출시, 페이스북의 오클러스 인수, 그리고 구글의 VR 플랫폼 개발 등의 사례들을 보면, 글로벌 IT 기업들이 가상현실 분야를 신규 성장동력으로 인식하고 있다는 점을 주목할 필요가 있다. 하지만 안정적인 산업 기반으로 주류시장 진입에 성공하기 위해서는 아직 다양한 문제점들이 해결되어야 한다. 그 중에 하나는 가격과 성능에서 만족할 만한 하드웨어의 대량적 보급이고, 또 다른 하나는 기존의 영상매체와 차별화되는 콘텐츠의 부족이다. 일반적으로 VR 비관론자의 견해는 기존의 영상 출력 장치인 모니터나 고화질 TV 등으로 표현되는 콘텐츠와 비교해볼 때, VR은 절대 우세하지 못한 콘텐츠라고 주장한다. 물론 360도 가상환경, 몰입감, 현실감 등은 VR의 차별화된 매체적 특징으로 알려져 있지만 착용이나 조작성의 불편함이나 개인 용도의 장치로써 공유나 정보를 전달하는 측면에서 제약이 따르기 때문에 기존의 영상매체의 위치를 위협하거나 대체할만한 가능성은 크지 않다고 보는 견해이다. 반면 VR의 매체적 특징이 고려되고 기존의 영상매체와 차별화된 콘텐츠가 지속적으로 개발된다면 교육 기관이나 체험 분야에서 VR이 활용될 가능성은 충분하다고 보는 견해도 있다. 인체의 몸이나 우주공간 등 실제로 체험이 불가능한 영역이나 과학실험, 군사훈련, 의료실습과 같이 비용과 위험이 동반되는 분야도 VR 시뮬레이션을 통한다면 제한된 상황에서나마 체험이 가능하기 때문이다. 실제로, 오클러스 VR 스토어에서 출시된 콘텐츠들을 보면 게임뿐만 아니라 메디컬 훈련이나 가상실험 체험과 같이 의료나 교육에 관련된 시뮬레이션 학습 콘텐츠들이 출시되기 시작하고 있다. 그러나 VR로 경험할 만한 차별화된 교육 콘텐츠로 성공하기에는 아직 많은 부분 지속적인 연구와 개발이 요구된다.

학문적 관점에서 가상현실 기술을 활용한 시뮬레이션 학습의 선행연구들은 전반적으로 학습자들의 즉각적인 상호작용과 학습 몰입감 등이 학습성취도나 학습만족도를 향상시키는 긍정적인 효과가 있다고 주장하는 측면이 대부분이다. Antonietti와 Cantoia(2000)의 연구에서는 전통적인 학습방법과 가상현실 학습방법의

효과를 비교하는 실험을 통해 가상현실 수업을 받은 학습자들이 보다 자연스럽게 메타적 관점을 형성한다는 결과를 제시하고, 가상현실이 단지 시각화를 시켜주는 매체가 아닌 학습자가 환경 내에서 새로운 것을 창조하고 관찰하고 서로간의 관계를 이해하는 능동적이고 통합된 인식을 제공하는 학습매체로 설명하고 있다[1]. 심규철 외(2003)는 가상현실 학습의 지식성취도 효과연구에서 지식이나 이해 수준에서는 차이가 없지만 학습의 적용, 분석 및 종합 수준에서 가상현실 학습이 기존의 교과서나 2차원적인 교수학습 자료에 비해 학습내용을 보다 효과적으로 제공할 수 있을 것으로 제시하였다[2]. 그 밖의 연구에서도 학습자들의 학습 동기, 집중력 향상, 학업성취도 등의 관점에서 가상현실 학습이 전통적인 학습에 비해 긍정적인 효과가 있다는 견해가 대부분이고, 추상적인 사고를 통해서만 학습이 가능한 교육내용에서 보다 효과적이고 차별화된 학습매체임을 검증하고 있다. 그러나 기존의 연구들은 교재나 텍스트 또는 시청각 강의법과 같이 전통적인 2차원적 학습방법과의 학습효과 차이를 확인하는 것에 그치거나 2차원적인 환경이지만 가상현실과 같이 3D 환경을 기반으로 하는 유사한 멀티미디어 학습과의 차이를 확인하는 것은 매우 제한적으로 논의되고 있다. 또한 사용성 평가나 학업성취도와 같이 객관적인 콘텐츠의 품질 평가 차이연구는 가상현실 학습의 차별성을 명료하게 제시할 수 있는 중요한 연구임에도 불구하고 새로운 매체 특성상 심층적으로 논의되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 최근의 교육현장에서 진행되는 3D 시뮬레이션이나 3D 환경 기반의 시각화 영상과 같이 가상현실과 유사한 매체적 특성을 보이는 멀티미디어 학습방법들과의 비교연구가 추가적으로 요구된다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 각각의 학습법에 따른 학습자의 사용성 평가와 학업성취도를 비교분석하므로 가상현실의 매체적 특징이 기존의 유사 멀티미디어 매체와 어떠한 차별성을 보이는지 확인하는 것을 그 목적으로 한다. 이를 위해 Labster사의 CSI Forensics Lab 시뮬레이션 학습 콘텐츠를 실험처치물로 선정하여 학습 간 차이를 확인하였다. 상기 콘텐츠는 동일한 실험 내용이지만 각기 다른 학습형태, 즉 웹 3D와 가상현실

학습방법으로 과학실험을 제공하고 학습자가 직접 생체 분석 연구원이 되어 실험을 통해 사건을 해결하는 게임 형식이 적용된 시뮬레이션 학습 프로그램이다. 기업에서 제공하는 콘텐츠의 특징을 인용하면, 생체 분석의 기본 개념과 분석 방법을 실제 환경과 같이 시뮬레이션하여 보여주고, 학습자들이 이 과정을 동일하게 반복 수행하므로써 실험실에서 발생할 수 있는 문제점들을 쉽게 파악하여 실험절차 중의 오류를 최소화하기 위해 설계된 프로그램이라고 제시하고 있다. 특히 이미 다양한 관련 연구소나 대학에서 모의실험을 위한 콘텐츠로 활용되기 때문에 각각의 학습법을 비교할 수 있는 검증된 실험도구로써 의의가 있다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 이러한 실험처치물을 대상으로 각각의 학습방법에 따른 학습자의 사용성 평가와 평가 영역별 학업성취도를 비교분석하고, 가상현실 콘텐츠의 어떠한 매체적 특징이 기존의 매체와 차별화되는지 확인하므로써 가상현실 콘텐츠의 질적 향상을 위한 차별화된 개발전략을 모색하는 데에 그 의의를 두고자 한다.

II. 선행연구

1. 사용성 평가에 관한 연구

기존의 사용성 평가는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 무선기기와 콘텐츠, 각종 유무선 통합 서비스, 그리고 가상현실, 증강현실 등의 기기와 콘텐츠 등으로 적용범위가 크게 확대되고 있다. 대부분의 선행연구에서 사용성의 가장 기본적인 원칙은 시스템이 얼마나 배우기 쉽고 사용하기 편리한가로 정의한다. 국제 표준의 경우, ISO 9241-11(1998)에 의하면, 사용성은 특정한 사용자가 특정한 과업을 특정한 환경에서 수행할 때의 효과성, 효율성, 그리고 만족도의 정도로 정의한다. 효과성은 시스템이 사용자의 목적을 얼마나 충실하게 달성하게 해주었는지 사용자의 과업 수행의 정확성 및 수행 완수 여부에 대한 평가이다. 효율성은 사용자가 과업을 달성하기 위해 투입한 자원과 그 효과 간의 관계를 평가하는 것이고, 만족도는 사용자가 시스템을 사용하면서 주관

적으로 얼마나 만족했는지를 평가하는 것이다[3]. 소프트웨어의 사용성에 대해 정의한 ISO/IEC 25010(2011)에서는 이해가능성, 학습성, 운영성 그리고 사용자 인터페이스의 매력도를 포함하여 설명하고 있다. 이해가능성은 소프트웨어의 적합성, 사용방법을 사용자가 이해할 수 있도록 하는 능력이다. 학습성은 사용자가 사용법을 학습할 수 있도록 하는 능력, 운영성은 사용자가 소프트웨어를 운영하고 제어할 수 있도록 하는 능력이다[4].

학자들의 경우에서 Shneiderman(1992)은 사용성을 학습용이성, 태스크 수행 속도 및 정확성, 에러율, 그리고 사용자들의 주관적인 만족도 등과 같은 양적 특성으로 설명하고 있다[5]. Nielsen(1993)은 1990년대에 만든 웹 사이트 사용성 지침을 통해 사용성을 학습용이성, 효율성, 기억의 용이성, 오류 방지 및 해결, 만족도로 분류하였다. 특히 만족도는 시스템을 이용하는 사람에게 학습 용이성이나 기억 용이성보다 더 중요하게 다루어진다[6]. Jordan(1998)은 사용성을 얼마나 제품을 쉽게 사용할 수 있는가로 정의하고 추측 용이성, 학습용이성, 경험자 수행도, 시스템 잠재성, 재사용성 평가항목을 통해 사용성 평가를 제안하였다[7]. 하지만 이들의 연구에서 제시한 사용성 항목들은 이전의 PC 환경에서부터 등장한 개념으로서 기존의 제품 혹은 2D 기반의 콘텐츠로 정의되었기 때문에 가상현실이나 증강현실과 같은 새로운 매체에 적용하기에는 한계를 가지고 있다. 마찬가지로 시스템 사용성 평가를 위해 대표적으로 활용되었던 Nielsen(1993)의 휴리스틱 평가법도 가상환경과 같이 3차원 공간에서 객체를 조작하거나 내비게이션하는 것과 같은 논의들은 언급되지 않고 있다. 반면, Gabbard 외(1999)는 가상환경이 기존의 GUI와 같은 2D 인터페이스와 다르다는 점에서 가상환경에 따른 사용성 평가 방법을 사용자의 관여, 평가의 콘텍스트, 그리고 생성된 결과에 따른 유형으로 분류하여 진행하였다[8]. 최근에 Sutcliffe 외(2000)는 가상현실 사용자 인터페이스의 사용성 평가 방법에 관한 연구에서 워크스루 방법(walkthrough method)이라는 가상현실 시스템의 사용성 평가 방법을 세 가지 모델로 제시하였다. 첫 번째는 목표 지향적인 태스크 수행을 나타내고, 두 번째

제는 가상세계에서의 탐색과 내비게이션, 그리고 세 번째는 시스템 계획에 따른 상호작용성에 근거하고 있다고 보았다[9].

이와 같이 국제 표준과 다수의 연구자들이 제시한 사용성 평가를 종합해 보면, 공통적으로 시스템 또는 제품을 사용하면서 학습하기 쉬워야하고, 사용 중에는 태스크 수행이 빠르고 정확해야하며, 사용자로 하여금 만족감을 주어야 한다는 점이다. 따라서 본 연구와 같이 가상현실 콘텐츠의 사용성 평가 방법은 Sutcliffe 외(2000)의 연구에 근거하여 태스크 수행, 탐색과 내비게이션, 그리고 대부분의 선행연구에서 필수적으로 보고되는 학습만족도로 사용성 평가를 분류하여 진행하는 것이 제시된다.

2. 시뮬레이션 학습의 효과에 관한연구

시뮬레이션 학습의 효과를 검증한 연구들은 대부분 기존의 전통적인 학습법에 비해 상대적으로 정의적, 인지적 측면에서 긍정적인 영향을 보고하고 있다. Sitzmann(2011)은 55개의 선행연구를 대상으로 시뮬레이션 학습이 어떠한 효과를 가져왔는지 검증하는 메타 분석을 수행하였다. 분석결과, 시뮬레이션 학습을 실시한 실험집단이 비교집단에 비해 자기효능감이 평균 20%, 선언적 지식에 대한 획득은 11%, 절차적 지식은 14%, 기억유지 정도는 9% 높았다는 결론을 얻었다[10]. Akinsola(2007)의 연구에서는 수학과 과학 교과목에서 실시한 시뮬레이션 학습이 학습자의 학업성취도에 미치는 효과를 연구하였고, 학업성취도와 학업태도에서 모두 긍정적인 연구결과가 나타났다[11]. Sowunmi와 Aladejana(2013)는 시뮬레이션 학습, 컴퓨터 보조(CAI) 학습, 전통적인 학습방법 등 세 가지 학습방법의 학업성취도를 비교분석하였다. 분석결과, 시뮬레이션 학습과 컴퓨터 CAI 학습은 전통적 학습방법으로 수업한 집단에 비해 학업성취도에서 유의미한 차이를 보여주었으나 시뮬레이션 학습과 컴퓨터 CAI 학습 간에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다[12]. 가상현실 기반의 시뮬레이션 학습의 경우에서 심규철(2003) 외는 눈의 구조와 기능에 관한 가상현실 학습 자료의 지식성취도 향상 효과를 조사한 결과, 학습주제에 따른 성취도 향상

효과에는 차이가 없었으나, 가상현실 기법의 활용이 성취도에 미치는 영향은 유의미한 것으로 나타났다. 특히 인지수준에 따른 지식성취도 향상 효과에 대한 검증결과, 지식이나 이해 수준의 문항을 제외한 적용, 분석 및 종합 수준의 문항에서 유의미한 차이를 보였다. 이는 가상현실 기법이 기존의 텍스트나 2차원적인 교수학습 자료에 비해 추상적인 사고를 통해서만 학습이 가능한 교육내용을 보다 효과적으로 제공할 수 있을 것으로 해석되어 진다.

이와 같이 대부분의 연구에서 시뮬레이션 학습은 전통적인 학습방법에 비해 학습효과가 긍정적으로 나타나고 있지만 교재나 시청각 강의법에 따른 학습효과 차이를 확인하는 것에 그치지거나 가상현실 기반으로 개발된 콘텐츠의 품질이 낮은 실험도구로 연구가 진행된 경우가 대부분이다. 따라서 최근의 교육현장에서 진행되는 3D 시뮬레이션과 같이 가상현실과 유사한 매체적 특성을 보이는 학습방법들과의 비교연구가 추가적으로 요구되고, 단순한 지식습득의 평가 보다는 개념적 이해나 절차적 수행 능력 등과 같은 또 다른 측면의 학습효과를 심층적으로 연구할 필요가 있다.

III. 연구문제

본 연구는 이러한 선행연구를 근거로 지금까지 교육 현장에서 멀티미디어 교재로 활용되고 있는 웹 3D 시뮬레이션 학습방법과 새롭게 도입되고 있는 가상현실 시뮬레이션 학습방법에 따른 사용성 평가의 비교를 통해 두 학습방법 간의 차이점을 확인하고, 추가적으로 두 학습방법 간의 평가 영역별 학업성취도를 확인하는 것을 연구문제로 설정하였다. 구체적인 연구문제와 가설은 다음과 같다.

연구문제 1. 웹 3D 시뮬레이션 학습방법과 가상현실 학습방법에 따른 사용성 평가에는 어떠한 차이가 있는가?

<가설 1-1> 두 가지 학습방법에 따라 태스크 수행의 사용성 평가에는 유의미한 차이가 있을

것이다.

<가설 1-2> 두 가지 학습방법에 따라 탐색과 내비게이션의 사용성 평가에는 유의미한 차이가 있을 것이다.

<가설 1-3> 두 가지 학습방법에 따라 만족도의 사용성 평가에는 유의미한 차이가 있을 것이다.

연구문제 2. 웹 3D 시뮬레이션 학습방법과 가상현실 학습방법에 따른 평가 영역별 학업성취도에는 어떠한 차이가 있는가?

<가설 2-1> 두 가지 학습방법에 따라 사실적 지식의 학업성취도에서는 유의미한 차이가 있을 것이다.

<가설 2-2> 두 가지 학습방법에 따라 개념적 지식의 학업성취도에서는 유의미한 차이가 있을 것이다.

<가설 2-3> 두 가지 학습방법에 따라 절차적 지식의 학업성취도에서는 유의미한 차이가 있을 것이다.

IV. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 Labster사에서 생체 분석을 위해 웹 3D와 가상현실 시뮬레이션 학습방법으로 제공된 과학수사용 법의학 실험실(CSI : Forensics Lab) 콘텐츠를 실험처치물로 하여 두 학습방법 간의 사용성 평가와 학업성취도를 비교분석 하였다. 이를 위해 생명과학전공의 대학생 75명을 무작위로 웹 3D 집단 37명, 가상현실 집단 38명으로 구분하여 지도교수의 관리 하에 서로 다른 학습을 진행하였다. 실험 후, 설문을 통한 사용성 평가와 기업에서 제공하는 테스트지를 활용하여 학업성취도를 조사하였다. 실험에 참여한 학습자의 성별 비율은 여학생 39명, 남학생 36명으로 거의 동등하였고, 실험 종료 후, 무효화된 점수나 불성실하게 응답한 설문은 없었기에 총 75개의 데이터를 분석 대상으로 활용하였다.

2. 연구도구

실험처치물로 선정된 상기 콘텐츠는 각기 다른 학습 방식 이외에는 화면구성이나 실험내용이 모두 동일한 형태로 구성되어있고, 미국 범죄 수사 드라마와 같은 살인 사건 케이스를 수사하는 과정에서 학습자가 직접 생체 분석 연구원이 되어 실험을 통해 사건을 해결하는 게임 형태의 시뮬레이션 학습 프로그램이다. 학습목적은 폴리메라아제 연쇄 반응(PCR)의 핵심 개념과 겔(Gel) 전기 이동법, 그리고 혈액샘플의 DNA 복제와 조작 등과 같은 실험방법을 심층적으로 이해하는 것이다. 추가적으로 각각의 실험절차와 필요한 실험장비 및 재료에 대한 환경을 경험하며 실험을 진행하는 형태로 구성되어있다. 본 콘텐츠의 학습목적과 실험내용을 요약하면 [표 1]과 같다.

표 1. 실험처치물 주요학습내용

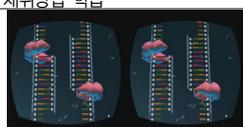
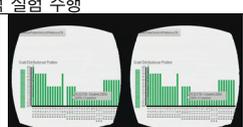
구분	가상실험실 내용
학습목적	 <ul style="list-style-type: none"> •DNA 복제와 조작을 위한 DNA Polymerase 기능학습 •유전자 복제와 같은 혈액샘플의 DNA를 활용한 폴리메라아제 연쇄 반응(PCR)의 개념 이해 •DNA 분리기술 겔 전기 이동법 이해 •인간 게놈(genome) 특징과 DNA 직렬 반복 조직(TRR) 사용법 학습
실험내용	<ul style="list-style-type: none"> •DNA profiling •Tandem repeat regions •PCR(Polymerase Chain Reaction) •Gel Electrophoresis •Nucleotides •Sterile Technique

3. 연구절차

실험에 앞서 실험처치물을 피실험자가 이해하기 쉽도록 기본 개요와 실행 방법 등에 대하여 자세히 설명하고, 두 집단별로 20분간 총 4단계의 시뮬레이션 학습을 동일하게 진행하였다. 1단계에서는 사건 현장으로부터의 혈액샘플 채취방법을 학습하고, 2단계에서는 실험장비의 활용법과 DNA 복제 및 조작과 같은 핵심 원리 등을 애니메이션을 통해 학습한다. 3단계에서는 실질적

인 혈액샘플에 대한 절차적 실험을 수행하고, 최종 4단계에서는 모든 실험에 대한 결과를 확인하고 오류부분을 분석하는 것으로 마무리한다. 학습방식은 [표 2]와 같이 웹 3D 학습 집단은 웹사이트(www.labster.com)에서 제공되는 시뮬레이션 학습을 접속한 후 진행하였고, 가상현실 학습 집단은 삼성 Gear VR HMD를 착용하고 안드로이드용 오클러스 VR Store에서 제공하는 시뮬레이션 학습 애플리케이션을 설치한 후 진행하였다. 각각의 학습 종료 후, 모든 집단에게 학업성취도를 확인하기 위해 기업에서 제공하는 실험 후 평가표를 기반으로 사실적 지식, 개념적 지식 그리고 절차적 지식에 관련된 영역별 문제로 평가를 시행하였고, 평가 종료 후, 사용성 평가를 위한 설문조사를 실시하였다. 독립변인은 웹 3D와 가상현실 기반의 시뮬레이션 학습방법이고, 종속변인은 두 가지 학습방법에 따른 사용성 평가와 학업성취도로 측정하였다. 사용성 평가의 모든 문항은 Likert 5점 척도로 구성하였고, 설문지는 SPSS 프로그램을 이용하여 자료 입력 및 분석을 실행하였다. 입력한 자료는 독립표본 t-test의 평균비교 분석방법을 이용하여 통계치를 구하고 이를 바탕으로 결과물을 해석하였다.

표 2. 실험처치물 학습형식

Web 3D 학습방법	VR 학습방법
	
1단계 혈액샘플 채취방법 학습	
	
2단계 실험장비 활용법 및 핵심원리 시뮬레이션 학습	
	
3단계 절차적 실험 수행	
	
4단계 실험 결과 확인 및 오류분석	

4 변인측정

4.1 사용성 평가

사용성 평가를 위한 변인들은 대부분의 선행연구에서 공통적으로 학습용이성, 태스크 수행, 상호작용성, 만족도 등으로 제시하고 있다. 본 연구에서는 시뮬레이션 학습으로 연구범위를 제한하였기 때문에 상에서 언급하였듯이 Sutcliffe 외 (2000)의 사용성 평가방법에 근거하여 태스크 수행 10문항, 탐색과 내비게이션 5문항으로 측정문항을 활용하였다. 다만 그들의 연구에서 제시하였던 태스크 수행 측정문항 10개 중에서 탐색과 조작에 관련된 중복문항들과 시각화된 오브젝트들의 조작과 수행 경로의 문항들은 신뢰도 검증을 충족하지 못하였기 때문에 총 6개 문항으로 측정하였다. 학습만족도는 학습자가 느끼는 교육적 경험의 긍정적 정도이며 사용성 평가를 측정하기 위한 보편적인 지표이다. 본 연구에서는 대표적인 만족도의 측정항목으로 활용되는 Shin(2003)의 만족도 도구를 신뢰도 검증을 거쳐 적용하였다[13]. 또한 모든 사용성 평가항목들은 [표 3]과 같이 본 연구의 주제에 맞는 문맥으로 문구들을 수정하여 구성하였다.

표 3. 사용성 평가항목

구분	항목	신뢰도
태스크 수행	태스크 수행의 목표를 정확히 이해할 수 있었는가?	.89
	원하는 태스크 수행을 결정할 수 있었는가?	
	실험 오류의 문제점을 즉시 확인하고 수정할 수 있었는가?	
	태스크 수행의 결과를 쉽게 확인할 수 있었는가?	
	다음 태스크 수행이 무엇인지 정확히 확인할 수 있었는가?	
	태스크 수행의 변경 사항을 정확히 해석할 수 있었는가?	
탐색과 내비게이션	실험공간들을 자유롭게 탐색할 수 있었는가?	.90
	자신의 위치를 정확히 인지할 수 있었는가?	
	인터페이스의 메뉴 조작이 쉬웠는가?	
	가상물체들을 자유롭게 조작할 수 있었는가?	
	실험변수들을 자유롭게 입력할 수 있었는가?	
학습 만족도	생체분석원리, 실험방법, 장비사용법 등 많은 것을 배울 수 있었다.	.87
	학습을 통해 배운 정보와 지식이 실제 실험에 도움이 될 것으로 기대된다.	
	학습을 하는 동안 실험에 몰입할 수 있었다.	
	학습을 하고 있다는 상황이 재미있고 좋은 기분이었다.	
	학습을 하게 된 것은 나에게 가치 있는 경험이었다.	
학습방법을 타인에게 적극 권장할 것이다.		

4.2 학업성취도

학업성취도는 학습성과를 측정하는 객관적인 지표로 교육을 통해 얻게 되는 학습내용을 이해하는 정도와 학습목표를 달성하는 정도를 말한다. 학습자의 성취도를 정의하고 이를 측정하는 방법은 연구에 따라 다양하지만 학습자가 제시된 학습목표를 얼마나 성공적으로 달성하였는가를 측정하고자한다는 점은 동일하다. 본 연구의 학업성취도는 Labster에서 제공하는 실험 학습주제와 관련된 지식 및 실험방법, 결과 등을 평가하는 검사지에서 획득한 점수로 정의하였고, 평가 내용은 Krathwohl(2002)의 연구에서 제시한 사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식으로 나누어 구성하였다[14]. 사실적 지식은 학습자들이 반드시 알아야하는 기본적인 정보단위에 대한 지식으로 전문용어에 대한 지식, 구체적인 사실과 요소에 대한 지식을 포함한다. 개념적 지식은 다소 복잡하고 조직화된 지식으로 분석 원리와 이론, 모형, 구조에 대한 지식을 포함한다. 절차적 지식은 어떤 것을 수행하는 방법에 관한 지식으로, 특수적 기능과 기술, 방법에 대한 지식을 포함한다.

본 연구에서는 [표 4]와 같이 Labster에서 제공하는 실험 후 평가표를 전공교수에게 번역을 의뢰하여 실험에 맞게 재편집하여 평가를 실시하였다. 검사문항은 DNA, 인간 게놈 등과 같은 전문용어의 지식 측정을 위한 사실적 지식(15문항, 30점), 생체분석의 핵심적인 개념, 원리 등의 이해도 측정을 위한 개념적 지식(15문항, 30점), 그리고 분석을 위한 실험 방법의 습득을 위한 절차적 지식(20문항, 40점)에 관련된 내용으로 총 50문항의 문제로 제시하고 100점 만점으로 측정되었다.

표 4. 학업성취도 측정을 위한 영역별 평가 내용

평가구분	주요평가내용
사실적 지식 (15)	<ul style="list-style-type: none"> •DNA의 개념 •인간 게놈(genome) 특징 •Nucleotide 단위 •생체분석법의 특징 및 제한점 등
개념적 지식 (15)	<ul style="list-style-type: none"> •Gel Electrophoresis 분석법 •폴리메라아제 연쇄 반응 원리 •DNA Ladder 개념 •Sterile Technique 원리 등
절차적 지식 (20)	<ul style="list-style-type: none"> •DNA 폴리메라아제 기능 •DNA 분리기술 겔(Gel) 전기 이동법 •DNA 직렬 반복 조직(TRR) 사용법 •오류 분석법 등

V. 연구결과

1. 응답자의 특성

전체 대학생 피실험자 중에서 무응답이거나 불성실한 답변은 없었으므로 75명 모두를 대상으로 취합된 평가점수와 설문지를 분석하였다. 추가적으로, 이번 실험에 참여하기전 실험처치물과 유사한 웹 3D와 가상현실 시뮬레이션 학습 콘텐츠를 이용한 경험이 있는 수용자에 대해 조사하였다. 조사결과, 우선 웹 3D 집단 37명 중에서 28명(75%)의 응답자들은 웹 3D 학습 콘텐츠에 대한 경험이 있는 것으로 조사되었지만, 가상현실 집단 38명 중에서 가상현실 학습 콘텐츠에 대한 경험이 있는 응답자는 5명(13%)으로 매우 낮게 나타났다.

2. 연구문제 1의 결과

연구문제 1에서는 웹 3D 시뮬레이션 학습방법과 가상현실 학습방법에 따른 사용성 평가(태스크 수행, 탐색과 내비게이션, 만족도)에는 어떠한 차이가 있는가를 확인하기 위해 집단통계와 독립표본 t-test 검정을 통해 [표 5]와 같이 결과를 도출하였다. 우선 태스크 수행의 결과를 보면, 모든 항목에서 웹 3D 학습(평균: 3.34)이 가상현실 학습(평균: 2.71)에 비해 사용성 평가가 평균 0.63 높게 나타났고, 탐색과 내비게이션의 경우, 모든 항목에서 태스크 수행과 마찬가지로 웹 3D 학습(평균: 3.40)이 가상현실 학습(평균: 2.29)에 비해 사용성 평가가 평균 1.11로 매우 높게 나타났다. 반면, 학습만족도의 결과를 보면, 태스크 수행과 탐색과 내비게이션의 평가와는 반대로 모든 항목에서 가상현실 학습(평균: 3.50) 집단이 웹 3D 학습(평균: 2.88) 집단에 비해 사용성 평가가 평균 0.62로 높게 나타났다.

평균 비교를 통한 독립표본 t-test 검정 결과, [표 6]과 같이 태스크 수행은 t값이 6.361, 탐색과 내비게이션은 9.969, 학습만족도는 -5.977로 모든 영역에서 유의수준 하에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 가설 1-1, 1-2, 1-3은 모두 채택되었다.

연구결과에서 주목할 부분은 태스크 수행, 탐색과 내비게이션의 사용성 평가에서 웹 3D 학습이 가상현실 학습에 비해 보다 긍정적인 평가 결과가 나타났고, 특

히 탐색과 내비게이션의 결과에서 t값이 9.969로 매우 강하게 나타난 점이다. 이는 본 연구에서 웹 3D 학습 집단의 75%가 이미 유사한 학습 경험이 있는 조사결과와 같이 익숙한 학습방식이 사용성 평가의 결과에 긍정적인 영향을 미친 것으로 이해된다. 또한 일반적으로 마우스와 키보드를 활용하는 웹 3D 학습방식은 조작의 편의성 측면에서 자유로운 탐색 및 조작이 가능하기 때문에 학습자들이 쉽게 학습에 몰입함으로써 긍정적인 평가로 연결될 수 있다는 것으로 해석된다. 반면 13%로 학습 경험이 상대적으로 적은 가상현실 학습 집단은 익숙하지 않은 HMD를 착용하고 가상공간을 탐색, 조작하는 것이 학습 목표에 도달하는 사용성 평가에 부정적인 영향을 미치므로 것으로 이해된다.

표 5. 사용성 평가의 집단통계 결과

구분	항목	웹3D	VR
태스크 수행	태스크 수행의 목표를 정확히 이해할 수 있었는가?	3.30	2.87
	원하는 태스크 수행을 결정할 수 있었는가?	3.46	2.89
	실험 오류의 문제점을 즉시 확인하고 수정할 수 있었는가?	3.32	2.58
	태스크 수행의 결과를 쉽게 확인할 수 있었는가?	3.27	2.53
	다음 태스크 수행이 무엇인지 정확히 확인할 수 있었는가?	3.35	2.76
	태스크 수행의 변경 사항을 정확히 해석할 수 있었는가?	3.32	2.61
탐색과 내비게이션	실험공간들을 자유롭게 탐색할 수 있었는가?	3.22	2.68
	자신의 위치를 정확히 인지할 수 있었는가?	3.27	2.26
	인터페이스의 메뉴 조작이 쉬웠는가?	3.49	2.13
	가상물체들을 자유롭게 조작할 수 있었는가?	3.41	2.16
	실험변수들을 자유롭게 입력할 수 있었는가?	3.59	2.24
학습 만족도	생체분석원리, 실험방법, 장비사용법 등 많은 것을 배울 수 있었다.	3.11	3.21
	학습을 통해 배운 정보와 지식이 실제 실험에 도움이 될 것으로 기대된다.	2.92	3.29
	학습을 하는 동안 실험에 몰입할 수 있었다.	2.68	3.71
	학습을 하고 있다는 상황이 재미있고 좋은 기분이었다.	2.84	3.66
	학습을 하게 된 것은 나에게 가치 있는 경험이었다.	2.86	3.58
	학습방법을 타인에게 적극 권장할 것이다.	2.86	3.55

학습만족도의 사용성 평가에서는 태스크 수행, 탐색과 내비게이션의 결과와는 반대로 가상현실 학습 집단이 웹 3D 학습 집단에 비해 유의수준 하에서 긍정적인 평가 결과가 나타났다. 주목할 항목은 학습을 하는 동안 실험에 몰입할 수 있었다는 점과 가상현실 학습이

재미있고 학습자로 하여금 좋은 기분을 유지 시킨다는 항목에서 매우 긍정적인 평가결과가 나타난 것이다. 이는 대부분의 선행연구에서 학습자들의 즉각적인 상호작용과 학습 몰입감 등이 학습만족도를 향상시키는 중요한 변인이라는 주장과 일치하는 결과이다.

표 6. 사용성 평가의 독립표본 t-검정 결과

구분	평균		표준편차		t값	p값
	웹3D	VR	웹3D	VR		
태스크 수행	3.33	2.70	.44	.41	6.361	.000*
탐색과 내비게이션	3.39	2.29	.44	.50	9.969	.000*
학습 만족도	2.87	3.50	.33	.54	-5.977	.000*

3. 연구문제 2의 결과

웹 3D 시뮬레이션 학습방법과 기어 VR을 활용한 가상현실 시뮬레이션 학습방법에 따른 평가 영역별(사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식) 학업성취도에는 어떠한 차이가 나타나는가를 확인하기 위해 집단통계와 독립표본 t-test 검정을 통해 분석하였다. 검정 결과, [표 7]와 같이 사실적 지식은 t값이 2.615, 개념적 지식은 1.116, 절차적 지식은 -.903으로 모든 영역에서 유의수준 하에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 가설 2-1, 2-2, 2-3은 모두 기각되었다.

표 7. 학업성취도의 독립표본 t-검정 결과

구분	평균		표준편차		t값	p값
	웹3D	VR	웹3D	VR		
사실적 지식	23.41	21.63	3.19	2.66	2.615	.121
개념적 지식	23.62	22.84	2.78	3.24	1.116	.268
절차적 지식	31.41	32.11	3.42	3.28	-.903	.370

이는 시뮬레이션 학습과 컴퓨터 CAI 학습 간에 유의미한 학업성취도 차이를 보이지 않았던 Sowunmi와 Aladejana(2013)의 연구를 뒷받침하는 결과로 해석되어진다. 즉 대부분의 선행연구와 같이 가상현실 학습은 텍스트를 활용한 전통적인 2차원적 학습보다는 학습효과가 높게 나타나지만 웹 3D와 같이 유사한 3D 환경

기반의 멀티미디어 매체에서는 차이가 없거나 오히려 그 반대의 결과가 나타날 수도 있다는 것이다. 따라서 가상현실 학습을 위한 차별화된 콘텐츠 제작에서는 학업성취도와 같은 학습효과보다 학습동기나 학습태도의 향상을 위한 관점에서 접근하는 것이 보다 효과적일 것으로 이해된다.

V. 결론

본 연구는 가상현실 분야가 안정적인 산업 기반으로 시장 진입에 성공하기 위해서는 기존의 유사한 멀티미디어 매체들과 뚜렷하게 차별화된 콘텐츠로 접근하지 못한다면 최근의 이슈와는 다르게 또 다시 3D 입체영상과 같이 수용자들에게 외면될 가능성이 존재한다는 문제에서 시작되었다. 따라서 기존의 매체와 어떠한 차별화된 매체적 특성을 보이는지 확인하므로써 가상현실 콘텐츠의 질적 향상을 위한 차별화된 개발전략을 모색하는 것에 초점을 두었다. 이를 위해 가상현실 콘텐츠와 동일한 내용의 웹 3D 콘텐츠를 대상으로 사용성 평가와 학업성취도의 차이를 비교분석하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 태스크 수행, 탐색과 내비게이션의 사용성 평가는 가상현실 콘텐츠가 웹 3D 콘텐츠에 비해 유의수준 하에서 부정적인 평가 결과가 나타났다. 특히, 탐색과 내비게이션의 결과에서 t값이 9.969로 매우 강하게 나타난 점은 주목할 부분이다. 이는 웹 3D와 같이 컴퓨터를 활용하는 대부분의 멀티미디어 매체들은 마우스나 키보드 등 수용자들에게 익숙한 입력장치들로 인해 탐색과 조작이 상대적으로 용이했을 것으로 추측되기 때문에 학습 경험의 익숙함이 사용성 평가에 중요한 변인으로 해석된다. 가상현실의 경우, 헤드셋을 착용하고 가상공간에서 머리를 움직이며 탐색하거나 눈으로 오브젝트들을 응시하는 방법으로 목표를 제어 또는 조작하기 때문에 익숙하지 못한 수용자들에게는 여러 가지 제약이 따를 것이고 변수를 입력하는 경우에는 태스크 수행에 더욱 더 어려움을 경험할 것이다. 따라서 글러브, 모션 인식기, 무선 조이스틱과 같은 입력이나 컨트롤을

대체할 만한 보조기구가 추가로 이용되거나 머리의 움직임만으로도 탐색과 내비게이션이 자유로운 사용자 인터페이스의 개발이 필수적으로 요구된다.

반면, 학습만족도의 사용성 평가에서는 태스크 수행, 탐색과 내비게이션의 결과와는 반대로 가상현실 콘텐츠가 웹 3D 콘텐츠에 비해 유의수준 하에서 긍정적인 평가 결과가 나타났다. 주목할 항목은 학습을 하는 동안 실험에 몰입할 수 있었다는 점과 가상현실 학습이 재미있고 학습자로 하여금 좋은 기분을 유지 시킨다는 항목에서 매우 긍정적인 평가결과가 나타난 것이다. 이는 대부분의 선행연구에서 몰입감이 가상현실 학습의 효과변인 중에서 가장 중요한 변인으로 제시되는 것과 같은 맥락으로 해석되어진다. 특히 학습자에게는 웹 3D 콘텐츠보다 익숙하지는 않지만 흥미롭고 다시 경험하고 싶은 매력적인 매체적 특징을 보인다는 점에서 타 매체에 비해 가장 차별화되는 부분으로 이해된다.

둘째, 기업에서 제공하는 테스트지를 통한 평가 영역별 학업성취도는 웹 3D 학습의 총점이 다소 높았지만 모든 영역에서 두 학습 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 대부분의 선행연구와 같이 가상현실 학습이 텍스트를 활용한 전통적인 학습보다는 학습효과가 높게 나타나지만 유사한 멀티미디어 매체에서는 차이가 없거나 오히려 그 반대의 결과가 나타날 수도 있다는 의미이다. 구체적으로 평가 영역별 결과를 보면, 사실적 지식과 개념적 지식의 테스트 평균은 웹 3D 학습 집단이 다소 높게 나타났다. 이러한 결과는 정보단위나 전문용어에 대한 사실적 지식이나 이론, 모형, 구조에 대한 지식을 포함하는 개념적 지식의 경우, 전통적인 학습방법이나 멀티미디어 학습방법을 통한 지식습득이 상대적으로 효과적일 수 있다는 해석도 가능할 것이다. 하지만 특수적 기능과 기술을 수행하는 방법에 관한 절차적 지식의 테스트 평균이 가상현실 학습 집단에서 다소 높게 나타난 점은 주목할 만 결과이다. 이는 앞에서도 언급하였듯이 가상현실 콘텐츠는 실제로 접근하기 어려운 체험 분야나 본 연구의 콘텐츠와 같이 실험을 위주로 하는 시뮬레이션의 경우에 기존의 2차원적인 멀티미디어 콘텐츠에 비교하여 경험적 습득을 보다 효과적으로 할 수 있는 차별화된 도구로써 가능성이 있다

고 해석되어진다.

추가적으로 연구과정에서 나타난 연구의 제한점과 향후 연구방향의 제언은 다음과 같다. 첫째, 모집단의 구성이 연구 환경 상 다소 부족하였고, 단순한 양적 연구만이 진행된 점이다. 또한 개인별 학습능력의 차이에 따른 심층적 분석 등이 이루어지지 못했다. 특히 본 연구에서 실험처치물로 활용한 콘텐츠가 국내 대학의 멀티미디어 학습방법과는 다소 차이가 있기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데 어려움이 있다. 그러므로 전문가 인터뷰나 질적 연구 등 추가적인 방법론이 요구되고 국내에서 개발된 실험처치물에 대한 심층적인 후속연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 아직까지 가상현실에 관련된 하드웨어나 콘텐츠가 산업적으로 초기단계이기 때문에 실험환경이 제한적이었고 사용성 평가의 변인 측정은 상당 부분 기존의 멀티미디어 콘텐츠에 관한 선행연구를 토대로 변인을 해석한 경우가 대부분이다. 따라서 가상현실의 사용성 평가에 대한 정확한 예측과 연구결과의 정교화를 위해서는 가상현실의 사용성 평가에 대한 이론적 토대를 강화하고 양적, 질적으로 유사 연구 간에 활발한 논의가 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 유사한 두 가지 매체 간의 비교분석을 통해 가상현실 콘텐츠의 어떠한 매체적 특징이 기존의 매체와 차별화되는지를 확인하였고, 연구결과를 기반으로 가상현실 콘텐츠의 질적 향상을 위한 차별화된 개발 전략을 모색하는 기초 자료로 활용될 수 있기를 기대하는 것에 그 의의를 부여한다.

참 고 문 헌

- [1] A. Antonietti and M. Cantoia, "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through Virtual Reality," *Computers & Education*, Vol.34, Issues.3-4, pp.213-223, 2000.
- [2] 심규철, 류수정, 김현섭, 김희수, 박영철, "가상현실 기법의 활용이 지식 성취도 향상에 미치는 효과," *한국과학교육학회지*, 제23권, pp.1-8, 2003.
- [3] ISO 9241-11, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals - Part 11: Guidance on Usability*, 1998.
- [4] ISO/IEC 25010, *Systems and software Quality Requirements and Evaluation*, 2011.
- [5] B. Shneiderman, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human Computer Interaction*, Reading, MA, 1992.
- [6] J. Nielsen, *Usability Engineering*, Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1993.
- [7] P. Jordan, "Human Factors for Pleasure in Product Use," *Applied Ergonomics* Vol.29, No.1, pp.25-33, 1998.
- [8] J. L. Gabbard, D. Hix and J. E. Swan, "User-centered Design and Evaluation of Virtual Environments," *Computer Graphics and Applications*, IEEE, Vol.19, No.6, pp.51-59, 1999.
- [9] A. Sutcliffe and K. Kaur, "Evaluating the Usability of Virtual Reality User Interfaces," *Behaviour and Information Technology*, Vol.19, No.6, pp.415-426, 2000.
- [10] T. Sitzmann, "A Meta-Analytic Examination of the Instructional Effectiveness of Computer based Simulation Games," *Personnel Psychology* Vol.64, pp.489-528, 2011.
- [11] M. Akinsola, "Correlates of Academic Procrastination and Mathematics Achievement of University Undergraduate Students," *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol.3, No.4, pp.363-370, 2007.
- [12] O. Sowunmi and F. Aladejana, *Effect Of Simulation Games And Computer Assisted Instruction On Performance In Primary Science*, WEI International Academic Conference, 2013.
- [13] Shin Namin, "Transactional Presence as a Critical Predictor of Success in Distance Learning," *Distance Education*. Vol.24, No.1, pp.69-86, 2003.

- [14] D. Krathwohl, "A Revision of Bloom's Taxonomy: An overview," Theory into Practice, Vol.41, No.4, p.217, 2002.

저 자 소 개

소 요 환(Yo-Hwan So)

중신회원



- 1992년 2월 : 홍익대학교 회화과 (학사)
- 1995년 6월 : 홍익대학교 대학원 서양화과(석사)
- 1998년 6월 : New York Institute of Technology 커뮤니

케이션학(석사)

- 2003년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 멀티미디어학과 교수

<관심분야> : 가상현실, 3D애니메이션, 게임