

학습경험설계 관점에 따른 고등학교 사회과용 확장현실 시뮬레이션 설계와 개발

김 국 현¹ · 류 지 현^{2*}¹전남대학교 교육학과 강사²전남대학교 교육학과 교수

Design and Development of Extended Reality Simulations for High School Social Studies from a Learning Experience Design Perspective

Kukhyeon Kim¹ · Jeeheon Ryu^{2*}¹Lecturer, Department of Education, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea²Professor, Department of Education, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

[요 약]

이 연구의 목적은 학습경험설계의 관점에서 확장현실 시뮬레이션을 설계 및 개발한 후에 효과성 분석을 제시하기 위한 것이다. 이를 위해서 고등학교 세계지리 단원 중에서 쾨펜의 기후 학습을 위한 확장현실 시뮬레이션을 개발했다. 또한 확장현실의 설계원리 도출을 위하여 전문가 면담을 통해 확장현실 시뮬레이션의 적용효과를 분석했다. 먼저 학습내용과 학습환경을 분석했으며, 학습경험설계의 관점을 적용해서 스토리보드를 구성했다. 개발단계에서 스토리보드를 바탕으로 확장현실 시뮬레이션을 구현하였다. 확장현실 시뮬레이션의 효과성을 분석하기 위해 교수설계 전문가 7인을 대상으로 초점집단면담을 실시하여 학습 촉진요인과 저해요인을 도출했다. 학습촉진요인을 인지, 정서, 행동, 기술영역으로 구분해서 세부적인 학습경험을 구분했다. 또한 인지, 행동, 기술적인 영역에서 학습을 저해할 수 있는 학습경험을 구분했다.

[Abstract]

This study aims to design and develop extended reality (XR) simulations from the Learning Experience Design (LXD) perspective and to present an analysis of their effectiveness. To achieve this, an XR simulation was developed to learn Köppen's climate classification in high school social studies. Additionally, the effectiveness of the XR simulation was analyzed through expert interviews to derive principles for XR design. Initially, the learning content and environment were analyzed, and a storyboard was created applying the learning experience design. In the development phase, the XR simulation was implemented based on the storyboard. Focus group interviews were conducted with seven instructional design experts to analyze the effectiveness of the XR simulation and identify factors that either facilitated or inhibited learning. Facilitators of learning were categorized into cognitive, emotional, behavioral, and technical domains, detailing specific learning experiences within each. Furthermore, learning experiences that could inhibit learning in cognitive, behavioral, and technical domains were also identified.

색인어 : 학습경험설계, 확장현실, 설계 및 개발, 사회과, 시뮬레이션**Keyword** : Learning Experience Design, Extended Reality(XR), Design and Development, Social Studies, Simulation<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.7.1989>

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 30 June 2024; Revised 19 July 2024

Accepted 25 July 2024

***Corresponding Author; Jeeheon Ryu**

Tel: +82-62-530-2353

E-mail: jeeheon@jnu.ac.kr

1. 서 론

1-1 확장현실 시뮬레이션의 교육 적용

확장현실(eXtended Reality, XR) 기술이 발전하면서 교육 분야에 확장현실 시뮬레이션의 적용이 증가하고 있다[1]. 확장현실은 가상현실(Virtual Reality, VR), 증강 현실(Augmented Reality, AR), 혼합 현실(Mixed Reality, MR)을 아우르는 개념으로, 가상공간을 현실에 투영하는 기술이다[2]. 확장현실은 사용자에게 컴퓨터가 생성한 시청각적 감각 신호를 실제 환경에 중첩하여 제시함으로써, 가상과 물리적 세계를 동시에 경험할 수 있게 한다[3]. 이 기술은 예술, 의학, 역사, 언어 등 다양한 교육 분야에서 활용되고 있으며, 특히 지리와 같이 시각적 이해가 중요한 과목에서는 내용 전달에 매우 효과적이다[1].

확장현실 기술을 활용한 학습환경은 학습자들에게 다양한 경험을 제공함으로써 긍정적인 학습 효과를 증진한다. 예를 들어, 학생들은 이 기술을 통해 교실에서 고대 유물이나 유명 작품을 직접 시청각적으로 관찰하거나[4], 기기의 사용법을 조작을 통해 실습하는 등의 활동을 할 수 있다[5]. 이러한 다감각적인 접근은 학습자의 적극적인 참여를 유도하며 학습 동기를 높인다[6]. 더불어 확장현실은 실제와 유사한 환경을 조성해 주기 때문에 실제와 같은 상황에서의 연습 기회를 통해 학습의 효과를 극대화할 수 있다[7],[8].

확장현실 기술의 특성을 잘 이해하지 못하고 설계된 학습환경은 많은 장점에도 불구하고 학습을 방해할 수 있다[9]. 확장현실 학습환경에서 제공되는 학습 자료는 기존의 서적형이나 컴퓨터 기반 학습과 비교하여 그 형태와 상호작용 방식에서 차이가 있다. 예를 들면 서적을 활용하는 학습자는 주로 글과 그림 등의 시각적 자료를 통해 정보를 습득하고, 필기도구를 사용하여 상호작용한다. 또한, 컴퓨터 기반에서의 학습자는 글, 그림, 오디오, 비디오와 같은 다양한 형태의 학습 자료를 제공 받으며, 마우스 클릭이나 키보드 입력을 통해 상호작용한다. 반면 확장현실 학습환경에는 시청각 자료 외에도 3D 객체나 가상의 공간과 같은 공간적 자료가 포함되어 있다. 학습자는 가상공간을 직접 걸으면서 탐색하거나 가상의 3D 객체를 두 손으로 조작하는 등의 새로운 상호작용 방식을 경험한다[10]. 학습자를 충분히 고려하지 않은 다감각적 학습 자료 설계는 외생적 인지부하(extraneous cognitive load)를 증가시켜 학습과정에서 불필요한 인지적 노력을 요구하게 된다[9]. 예를 들어 확장현실 학습환경에서는 학습 내용보다 주변 시각 자료가 학습자의 주의를 끌기 쉽기 때문에 주의집중이 분산될 수 있다. Mayer는 효과적으로 설계된 학습 자료가 외생적 인지부하를 줄이고, 학습 내용 처리에 필요한 인지적 노력을 최적화할 수 있다고 강조한다[11]. 따라서 새로운 기술을 활용한 교육 환경을 구성할 때는 이러한 요소들을 고려하여 교수학습설계를 신중히 진행할 필요가 있다.

1-2 학습경험설계 필요성

새로운 디지털 기술이 적용된 학습환경을 효과적으로 설계하기 위해 학습경험설계(Learning Experience Design, LXD)를 적용할 수 있다. 학습경험설계는 디지털 환경에서 인간-컴퓨터 상호작용과 사용자중심 설계 원칙을 교수학습설계 기술 분야에 어떻게 적용할 수 있을지, 그리고 어떻게 효과적인 교수와 학습경험을 설계할 수 있을지에 초점을 둔다[12],[13]. 학습경험설계는 인간-컴퓨터 상호작용 분야와 사용자중심 설계 등 소프트웨어 공학 기술분야의 원칙을 교수학습 분야에 통합해 왔다[14]. 다시 말해서, 학습경험설계는 디지털 환경에서 학습자의 필요와 선호를 충족시키기 위한 디자인 접근법의 필요에 따라, 인간-컴퓨터 상호작용, 인간 중심적 관점, 교수학적 이론을 통합한 분야이다.

디지털 기반 학습에서 사용자 중심 디자인이 부족할 때 학습자는 인터페이스를 탐색하는 데 과도한 인지적 및 신체적 노력을 투입해야 하는데, 이것 때문에 불편감과 좌절감을 경험하게 된다[15]. 이러한 불필요한 인지적 경험은 사용자 중심 디자인의 문제점으로 지적되고 있다. 새로운 기술을 적용함으로써 오히려 학습자의 성과를 방해할 수 있다. 인간-컴퓨터 상호작용 분야와 사용자중심 설계 등의 소프트웨어 공학 기술분야와 사용성 연구의 원칙이 교수학습설계에 충분히 적용되지 않았기 때문에 학습자의 외생적인지 부하를 증가시키는 문제가 발생한다[16].

학습경험설계는 학습과정에서 학습자가 경험하는 전반적인 경험을 학습결과로 인식하는 교수학습설계이론이다[16],[17]. 그러므로 학습경험설계 관점에서의 학습경험 구성은 학습설계에서 고려해야 할 주요한 요인이다[18]. 학습경험설계에서 학습경험이란 학습자와 학습 내용 간의 상호작용이며, 이는 확장현실과 같은 디지털 환경에서 인터페이스로 구현된다[19]. 그러므로 학습경험설계 관점에서 확장현실 시뮬레이션은 학습자가 상호작용할 인터페이스 설계가 중요하다. 확장현실에서 인터페이스는 학습자가 가상의 객체와 어떠한 상호작용을 할 것인가와 관련되어 있다[19],[20]. 예를 들면, 학습자가 가상의 객체 주변을 직접 움직이며 관찰을 하거나 가상 객체의 크기를 키우거나 회전하면서 관찰하는 등의 인터페이스 구성은 2D 형태의 그림 자료보다 학습자의 참여를 높이므로 더 다양한 학습경험을 유발할 수 있다. 그래서 학습경험설계기반의 확장현실 시뮬레이션 설계에서는 인터페이스의 구성이 중요하다.

1-3 학습환경설계기반의 확장현실 시뮬레이션 설계

학습경험설계 기반 확장현실 시뮬레이션에서 인터페이스 설계는 인지적, 정의적, 행동적, 기술적 측면을 연결하는 통합적 접근이 필요하다. 학습경험설계는 학습경험 전반을 학습결과로 인식한다. 인지, 정의, 행동 영역은 각기 다른 학습 측면을 나타내면서 균형 잡힌 교육경험을 제공하는데[21],[22],

디지털 기반이라는 새로운 학습환경에서는 인지, 정의, 행동의 특징과 더불어 기술영역을 고려해야 한다. 인지적 영역은 학습자의 지식과 이해를 구축하는데 중점을 두고, 정서적 영역은 학습자의 태도, 가치, 정서를 형성하는데 중점을 두며, 행동적 영역은 신체적 기술과 동작을 개발하는데 중점을 둔다[23]. 기술적 영역은 학습자가 새로운 기술이 적용된 매체로 학습했을 때 겪게 되는 불안감이나 스트레스, 외생적 인지 부하 등의 요인을 다룬다. 이처럼 학습경험을 네 가지 관점에서 구분하면 새로운 매체를 활용한 학습상황에서의 전반적인 학습경험을 설명할 수 있다[24]. 이러한 다면적인 접근은 학습자의 학습 효과를 최대한 보장하도록 도울 수 있다.

이 연구에서는 퀴젠의 기후 구분을 확장현실 시뮬레이션 학습 내용으로 선정하였다. 퀴젠의 기후 구분은 세계지리 교과목에서 중요한 내용 중 하나로 세계의 다양한 기후 조건을 이해하는 데 중요한 기준점을 제공한다. 또한, 기후 그래프나 강수량 데이터를 혼합한 복잡한 문제들이 자주 출제됨에 따라 학습 난이도가 높아지고 있으며, 1차, 2차, 3차로 세밀하게 나뉜 개념 구분을 효과적으로 학습하기 위해서는 시각적이고 체험적인 학습방법이 필요하다.

이 연구는 인지, 정서, 행동, 기술적 관점에서 퀴젠의 기후 구분 학습을 위한 확장현실 시뮬레이션을 개발하고 학습 촉진적/방해적 교수설계원리를 확인하였다. 학습경험설계는 인지적, 정의적, 행동적, 기술적 접근을 통합하여 학습자가 균형 잡힌 학습 경험을 가질 수 있도록 한다. 인지적 측면에서는 학습자의 지식과 이해를 강화하며, 정의적 측면에서는 학습자의 태도와 감정을 고려하고, 행동적 측면에서는 실제 행동과 기술 습득을 중시하며, 기술적 측면에서는 인간-컴퓨터 간의 상호작용을 중시한다. 이러한 다차원적 접근은 학습자가 학습 내용을 더 효과적으로 이해하고, 더 적극적으로 학습에 참여할 수 있도록 돕는다.

1-4 연구 목적

이 연구에서는 학습경험설계를 인지, 정의, 행동, 기술적 접근으로 두고 확장현실 시뮬레이션을 설계 및 개발하고, 개발한 시뮬레이션의 학습 촉진요인과 저해요인을 분석하였다. 이를 위해 퀴젠의 기후 구분을 학습주제로 선정하고, 분석, 설계, 개발 단계에 따라 개발하였다. 먼저, 분석 단계에서 퀴젠의 기후 구분 학습에 관한 내용분석을 실행하였다. 분석 결과 두 가지 유형의 과제(개념분류, 개념구분)를 분석하고 학습 목표를 설정하였다. 설계 단계에서는 학습자가 능동적으로 지식을 구성할 수 있는 학습 활동을 계획하여 학습자가 가상의 학습환경과 적극적으로 상호작용할 수 있도록 스토리보드를 개발하였다. 개발단계에서는 3D 시뮬레이션 개발 프로그램을 사용하여 확장현실 시뮬레이션을 개발하였다. 마지막으로 개발한 확장현실 시뮬레이션의 학습 효과성을 분석하기 위해 교수설계 전문가를 대상으로 초점집단면담을 진행하였다. 이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

[연구문제 1] 학습경험설계 기반의 확장현실 시뮬레이션 설계 및 개발은 어떠한가?

[연구문제 2] 학습경험설계 기반의 확장현실 시뮬레이션의 학습 촉진 요인은 무엇인가?

[연구문제 3] 학습경험설계 기반의 확장현실 시뮬레이션의 학습 저해 요인은 무엇인가?

II. 연구방법

2-1 확장현실 시뮬레이션 개발

1) 분석

이 연구에서는 세계지리 교과에서 주요한 학습 내용인 퀴젠의 기후에 관한 주제를 다룬다. 이를 위해서 퀴젠의 기후 구분의 중요성을 제시하고 2015 개정교육과정을 바탕으로 학습 내용, 환경, 학습대상자를 분석하였다.

• 학습목표설정

이 단계에서는 학습 내용을 분석하여 어떤 내용을 어떤 환경에서 가르칠 것인지 파악하고 교수설계를 위한 기초 자료를 수집하였다. 확장현실 시뮬레이션 과제의 학습목표 명시화를 위해 Anderson과 Krathwohl이 제시한 학습목표 분류체계를 따랐다. Anderson과 Krathwohl의 학습목표분류체계는 학습목표를 인지적 영역 분류의 준거인 지식차원과 인지과정 차원으로 이원화하여 구분한 것이다[25],[26].

• 성취도평가문항개발

성취도 평가문항을 개발하기 위해 다음 절차를 따랐다. 먼저, 교과과정에 맞는 대학수학능력시험 문제와 일반 학습지 문제를 참고하여 사전문항 10개와 사후문항 10개를 개발하였다. 이후 25년 경력의 고등학교 지리교사 1명에게 자문을 받았다. 지리교사는 문항 난이도, 사전-사후 문항의 적합성, 문항의 표현, 오개념 등을 수정하였으며, 사전-사후 문항이 동형의 문제가 될 수 있도록 수정하였다. 성취도 평가를 위한 문항으로 사하라기후 및 퀴젠의 기후구분에 관한 사전-사후 문항은 각각 5개였다.

2) 설계

• 인터페이스 설계

학습경험설계를 기반으로 확장현실 시뮬레이션의 인터페이스를 인지, 정서, 행동, 기술 영역에 따라 구성하였다. 첫째, 인지 영역에서 고려할 것은 학습자가 지식을 습득하고 이해하는데 영향을 주는 요인인 교수학습적 측면이다. 즉, 학습 자료를 어떻게 제공할 것이며, 어떠한 과제에 어떻게 피드백을 제시할 것인가가 중요하다. 이를 위해 시청각적 학습 내용 구성 및 구조화, 과제의 구성과 피드백 제공 등을 고려해야 한다. 이 연구에서는 정보의 시청각화, 학습 내용의 구조화, 과

제를 제시, 정오답 피드백 등을 고려하였다.

둘째, 정서 영역에서 고려할 것은 학습자의 태도, 가치, 흥미, 동기, 즐거움 등에 영향을 주는 요인으로 사회적 상호작용의 일부이다. 학습자의 수행에 대한 긍정적인 반응도 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 학습자의 과제 수행 과정에서 청각적으로 ‘땡땡!’, ‘정답입니다!’, ‘대단해요!’와 같은 수행에 대한 긍정적 피드백과 ‘괜찮아요, 다시 시도해보세요’와 같은 정서 지지적 피드백은 학습자의 긍정 정서에 영향을 미칠 수 있다. 이 연구에서는 미적인 그래픽과 시청각적 피드백, 긍정적 피드백, 정·오답 메시지 등을 고려하였다.

셋째, 행동 영역은 학습과 신체 수행을 연결하여 학습자의 적극적인 참여와 개입을 유도하는 것이다. 이는 수행을 통해 학습 내용을 표현하는 과제를 제시하거나 실제 수행으로 학습을 진행하는 것이다. 예를 들면 개념을 학습하기 위해 3D 객체를 손으로 분류하고 정답을 제출하는 개념학습이나, 커피를 추출하는 절차적 단계를 직접 수행해 보는 것이다. 이 연구에서는 이동하거나 조작하는 등의 객체 이동시키기, 제출 버튼 누르기, 시청각 자료 재생하기 등을 고려하였다.

마지막으로, 기술 영역은 학습자와 컴퓨터 간의 상호작용을 다룬다. 디지털 기반의 학습환경에서는 학습자와 기술 간의 상호작용을 고려해야 한다. 이 연구에서는 인터페이스 아이콘의 직관성, 인터페이스 위치, 선택 속도 및 음향 반응 등을 적용했다.

• 스토리보드개발

확장현실 시뮬레이션의 시스템 구조화를 위해 스토리보드를 개발하였다. 스토리보드는 각 장면을 표현하기 위해 구현될 장면의 스케치(인터페이스 구조, 버튼 모양), 장면 번호, 장면 명칭, 그림자료 목록, 청각자료 목록, 3D 객체 목록, 상호작용(학습자 움직임), 상호작용의 화면 전환 및 팝업 자료 등의 정보를 포함한다. 스토리보드 작업은 학습 과정을 구조화하는 단계이다. 스토리보드는 개발자와의 상호작용을 위한 개발서를 작성하는 것으로 구체적인 음성자료, 그림자료, 상호작용, 버튼의 모양 등을 포함하고 있다.

3) 개발

• 개발도구

확장현실 시뮬레이션을 개발하기 위해 3D 게임 개발 엔진 프로그램 Unity를 사용하였다. Unity는 가상현실, 증강현실 등의 확장현실 공간을 개발하는데 사용하는 컴퓨터 프로그램 중 하나이다. 개발자는 스토리보드를 바탕으로 Unity 프로그램을 사용하여 확장현실 시뮬레이션을 개발하였다.

• 하드웨어

이 연구에서는 확장현실 시뮬레이션 장치로써 HoloLens 2를 사용하였다. 마이크로소프트 HoloLens 2는 확장현실 도구로써 학생들이 3D 그래픽의 몰입적 객체와 상호작용을 통해서 풍부한 학습경험에 잠재적으로 참여할 수 있도록 돕는

다[22],[27]. HoloLens 2에서는 학습자는 실제 손가락을 사용하여 상호작용한다. 학습자는 원하는 물체에 가까이 손을 가져가서 집을 행동을 통해 가까운 물체를 집을 수 있으며, 엄지손가락으로 실제 버튼을 누르는 것과 같은 행동으로 버튼을 선택할 수 있다.

2-2 확장현실 시뮬레이션 설계 원리

1) 연구대상

확장현실 시뮬레이션의 설계원리를 도출하기 위해 교수설계 전문가 7인을 대상으로 초점집단면담을 진행했다. 전문가는 교수설계, 확장현실 시뮬레이션 설계 및 개발과 관련한 전공 지식을 갖고 연구를 진행한 사람으로 7명이 참여하였다. 전문가 A는 교육공학전공 박사로서 교수설계경력 9년, 수업경력 9년이며, 확장현실과 AI 활용교육에 관심이 있다. 전문가 B는 영어교육전공 박사로서 수업경력 3.5년, 수업경력 7년이며, 주요 연구 주제는 에듀테크 기반 학습이다. 전문가 C는 교육공학전공 박사로서 교수설계경력 6년, 수업경력 11년이며, 주된 연구주제는 확장현실설계 및 멀티모달 분석이다. 전문가 D는 교육공학전공 박사 수료자로서 교수설계경력 3년, 수업경력 15년이며, 연구주제는 확장현실 학습설계와 자기조절 학습이다. 전문가 E는 교육공학전공 박사수료자로서 수업설계경력 3년이며, 연구주제로 확장현실 학습설계와 AI 활용수업설계이다. 전문가 F는 교육공학전공박사 수료자로서 교수설계경력 3년, 수업경력 23년이며, 확장현실 수업설계와 디지털기반 영어수업설계가 주요 연구주제이다. 전문가 G는 교육공학전공 석사과정으로 교수설계경력 3년으로 디지털콘텐츠를 제작하고 있다.

2) 수집방법

이 연구에서는 개발된 시뮬레이션의 설계요인을 전문가의 관점에서 분석하기 위해 교수설계 전문가 7명을 대상으로 초점집단면담을 진행하였다. 이 면담은 평일 하루 저녁시간에 약 2시간 동안 이루어졌다. 먼저 전문가들이 확장현실 시뮬레이션을 경험하는 시간을 가졌으며, 그 후에 모두 한 자리에 모여 초점집단면담 시간을 가졌다. 초점집단면담의 질문은 ‘개발된 확장현실 시뮬레이션을 고려했을 때, 학습설계 관점에서 학습이 효과적으로 일어날 것이라고 생각하시나요? 그 이유는 무엇인가요?’ 이었다.

3) 자료 분석

전문가대상 초점집단면담은 모두 녹음하였으며, ‘클로바 노트’를 활용하여 1차 전사하였다. 이어 연구자가 직접 녹음된 파일을 다시 들으며 올바르게 읽지 못한 것을 수정하여 2차 전사하였다. 2차 전사된 내용을 반복적으로 읽으며 반구조화 된 질문을 중심으로, 하위범주로 나누어 분석하였다.

III. 연구결과

3-1 확장현실시뮬레이션의 개발

1) 분석

• 내용분석

이 연구에서는 피편의 기후에 관하여 기초개념과 심화된 분석능력을 모두 다루기 위해 두 과제를 개발하였다. 사하라 기후 과제는 사하라기후에 초점을 둔 기초 학습에 중점을 두었고, 피편의 기후 분류과제는 심화학습으로 고차원적 사고 능력에 초점을 두었다. 이를 위해 피편의 기후 분류에 따른 기후의 특징을 설명하는 기온, 강수량, 식생 등의 정보를 정리 하였고, 교과전문가에게 피드백을 받아 내용을 점검 및 수정 하였다. 교과전문가는 세계지리 현직 교사로 25년 경력이 있었다.

첫 번째 과제는 사하라 기후의 개념을 이해하는 것이다. 사하라 기후는 극단적인 기후 조건을 가진 대표적인 지역으로, 피편의 기후 유형 중 하나로써 기본 개념을 이해하는데 중요하다. 학습자는 사하라 기후에 관한 학습을 통해 온도, 강수량, 동식물 등 다양한 요소가 기후와 관련이 있음을 이해할 수 있다. 또한, 사하라 기후와 관련된 동식물과 가옥을 가상 3D 객체로 제시하여 학습자가 시각적으로 사하라 기후 개념을 더 쉽게 이해할 수 있다.

두 번째 학습 과제는 피편의 기후 유형에 관한 개념을 분석하는 것으로 다양한 기후 유형의 특징을 분석하고 비교하는 심화학습이다. 학습자는 온도, 강수량, 식생 등의 정보를 분석하고 피편의 기후 구분 체계를 표로 구분해보는 분석능력을 기를 수 있다. 이 과제는 단순히 암기식 학습이 아닌 데이터를 바탕으로 피편의 기후 유형에 대한 비교 분석능력을 요구한다. 학습자는 피편의 기후 유형을 3D 객체로 제공받아 시각적으로 기후의 특징을 더 쉽게 이해할 수 있다.

‘세계의 자연환경과 인간 생활’ 영역의 성취기준인 [12세기 02-01]은 ‘기후 요인과 기후 요소에 대한 기본 이해를 바탕으로 열대 기후의 주요 특징과 요인을 분석 한다’이다. [12세기 02-03]은 ‘건조 기후와 냉·한대 기후의 특징을 이해하고 이러한 기후의 환경에서 형성된 주요 지형들을 탐구 한다’이다.

교육부 고시 제 2015-74호 [별책 7]에서 ‘세계의 자연환경과 인간생활’에 대한 단원의 교수·학습 방법 및 유의사항은 첫째, 설명식 수업의 후반부에 학생의 낮아진 흥미를 향상시키기 위해 개념과 원리를 위주로 설명하고 이후에는 관련 사진, 동영상 등 시청각 자료로 수업의 집중도를 높여야 한다. 둘째, 세계의 다양한 기후 및 환경은 학생들이 직접 경험하기 어려운 내용이므로 학생들이 다양한 기후에 영향을 미치는 요인을 설명하고 그림과 상상력으로 추론하는 과정이 필요하다. 셋째, 지형 모식도, 사진 등 다양한 형태의 시청각 자료를 제시할 필요가 있다. 또한, 기본 개념에 대한 설명과 함께 지형도, 사진 등을 보면서 해당 기후를 추론해보고 기후환경을

구분하는 것이 중요하다. 이에 따라 개념에 대한 설명과 함께 사진 및 여러 자료를 제시하고, 학습자가 학습 내용을 분석할 수 있는 기회를 멀티미디어 자료와 함께 제시해야 한다.

또한, 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 7]에서 이 단원 평가를 위해 다음과 같은 방법을 제시하였다. 단순한 사실이나 지식보다는 사진이나 관련 개념을 분석하는 평가 방안이 요구된다. 또한, 멀티미디어 학습 자료를 활용하여 사진, 각종 지형 모식도 등을 통해 학생들의 인지적 능력을 평가하는 평가 도구를 활용할 수 있다.

• 학습자분석

확장현실을 활용한 피편의 기후 구분 학습을 위한 학습자와 환경 분석은 교육 프로그램의 성공적인 구현을 위해 중요하다. 첫째, 학습자 분석에서는 대상이 되는 학습자들이 고등학교 진학 수준의 인지적 능력을 갖추고 있어야 한다. 이를 위해 고등학교 수준 이상의 지리적 및 환경적 개념 이해가 요구된다. 둘째, 학습자는 확장현실 기기의 기술적 사용법에 익숙해야 하며, 기기 사용에 앞서 충분한 조작 연습의 기회를 제공받아야 한다. 셋째, 확장현실 기기는 머리에 착용하는 형태이기 때문에 안경 착용자에게 불편함을 줄 수 있으므로 이에 대한 조정이 필요하다. 넷째, 프로그램은 한국어로 제공되므로, 학습자는 한국어를 이해하고 사용할 수 있어야 한다. 다섯째, 프로그램은 서서 이동하는 활동을 포함하므로 신체적 제한이 있는 학습자나 활동적 학습을 선호하지 않는 이들에게는 부적합하다.

• 환경분석

환경 분석에서는 확장현실 기반 학습을 위해 다음의 학습 환경이 필요하다. 첫째, 가상의 물체를 증강하기 위해 실제 물체가 적은 넓은 공간이 필수적이다. 둘째, 가상 물체와 실제 물체의 효과적인 통합을 위해서 주변 환경에 있는 실제 물체가 학습 내용과 관련이 있는 것이어야 한다. 그렇지 않으면 학습과 관련이 없는 주변 환경을 탐색하는데 인지적 노력을 사용할 수 있다. 셋째, 사용자가 가상 물체를 조작하거나 가상 환경을 자유롭게 탐험할 수 있도록 이동할 수 있는 충분한 공간이 확보되어야 한다. 넷째, 확장현실 장비 및 부속품을 안전하게 보관할 수 있는 적절한 보관 시설의 구축이 중요하다. 이러한 조건들을 충족시키는 환경이 구축될 때, 피편의 기후 구분을 학습하는 확장현실 기반 교육 프로그램이 보다 효과적으로 학습자에게 제공될 수 있다.

• 학습목표분석

이 연구는 확장현실 시뮬레이션 학습목표를 진술하기 위해 Anderson과 Krathwohl의 교육목표분류체계를 활용하였다. 과제 1은 개념적 지식을 이해하는 학습으로 ‘분류하다’의 학습수행을 다룬다. 과제 1의 학습목표는 사바나기후의 특징을 알고 다른 기후의 특징과 분류할 수 있는 것이다. 과제 1에서 학습자는 사바나기후의 특징을 알고 다른 기후의 특징과 분

류하는 과제를 수행한다. 이 과제는 학습자에게 사바나기후의 식생 및 주거환경에 관한 가상 객체와 관련이 없는 가상객체를 모두 제시하며, 학습자는 사바나기후의 특징을 나타내는 가상의 객체를 분류하는 수행과제에 참여한다.

과제 2는 개념적 지식을 분석하는 학습으로 ‘구분하다’의 학습수행을 다룬다. 과제 2에서 학습자는 코펜의 기후구분에 따른 기온, 강수량, 식생 등의 정보를 학습하고, 이를 바탕으로 코펜의 기후의 유형 개념을 이해하고, 8가지 기후 유형을 구분하는 과제를 수행한다. 이 과제에서 학습자는 기온과 강수량에 따라 구분된 표에 8가지 기후를 나타내는 3D 객체를 해당 위치에 옮겨 기후 유형을 구분한다.

• 성취평가문항개발

이 연구는 학습 목표를 바탕으로 학습자의 성취도를 평가할 수 있는 평가 문항을 개발하였다. 평가 문항을 구성하기 위해 광역시 소재 고등학교에서 25년간 세계지리 수업을 진행한 교과 전문가에 1명에게 의뢰하여 최종 20문항을 점검받았다. 또한 교과 전문가에게 문항의 난이도, 평가 문항의 질문과 선택지 문장 표현 수정, 사전-사후 문항의 적합성, 선택지의 오개념 등을 수정받는 작업을 거쳤다. 과제 1의 성취도를 확인하는 문항으로 사전문항 5개, 사후문항 5개가 있었다. 사전문항과 사후 문항은 동형문제였다. 과제 1과 유사하게 과제 2의 성취도 문항은 사전문항 5개, 사후 문항 5개로 평가 문항을 구성하였다. 평가 문항은 5지 선다형의 문항과 단답형 문항으로 구성되었다.

2) 설계

• 스토리보드

과제 1과 과제 2의 학습 목표를 위해 스토리보드는 1) 학습 자료 제공 판, 2) 학습 과제 수행 판, 3) 학습 과제 수행을 위한 3D 객체, 4) 추가자료 판, 5) 피드백 제시, 6) 정오 피드백 제시 등으로 구성하였다. 그림 1은 과제 1의 스토리보드 예시이다.

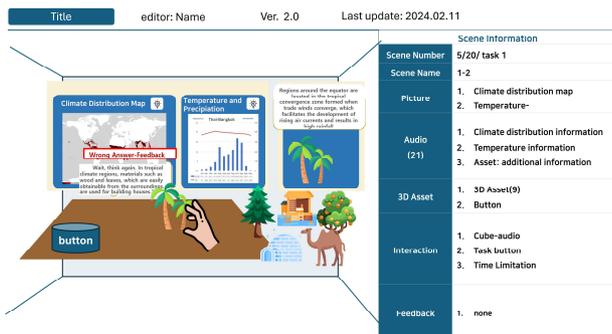


그림 1. 스토리보드 예시(과제1)
Fig. 1. The example of storyboard(task1)

• 학습절차

개발된 확장현실 과제의 학습 절차를 살펴보면 먼저, 첫 번

째 사전학습에서 학습자는 코펜의 기후 구분에 대한 기본 지식을 학습하기 위해 코펜의 기후 구분에 관한 학습영상(3분)을 시청한다. 이 영상은 학습 목표를 제시하고 있으며, 코펜 학자에 관한 설명, 그리고 코펜의 기후 구분에 관한 개념 설명을 그림과 음성 설명으로 제공한다. 사전 학습이 끝나면, 학습자는 확장현실 기반 과제를 수행하기 위해 HoloLens 2 기기 사용법을 연습한다.

과제 1의 학습 단계에서 학습자는 코펜의 기후 구분 중 하나인 ‘사바나 기후’의 지리, 강수량, 식생, 기온 등에 관한 특징을 그림 자료와 청각 자료로 제공 받은 후, 학습 내용을 바탕으로 9가지 가상 객체 중에 ‘사바나 기후’를 나타내는 식생, 가옥, 동물을 선택해야 한다. 학습자는 가상 객체를 선택하여 과제 제출 판에 제출하고 오답인 경우 피드백 내용을 보고 과제를 수정하여 재 제출한다. 학습자가 정답을 맞히면 학습이 종료된다. 과제 1이 종료된 후 학습자는 ‘사바나 기후’에 관한 학습 내용을 바탕으로 관련 성취도 평가문항을 풀이한다.

이와 유사하게, 과제 2의 학습 단계에서 학습자는 코펜의 기후 구분에 따른 기후 유형을 강수량, 기온, 식생에 관하여 학습한 후, 강수량과 기온을 바탕으로 구성된 그래프 판에 코펜의 기후유형 8가지를 나타내는 3D 큐브 객체를 표의 올바른 위치에 옮긴다. 학습자의 선택이 오답인 경우 기후 3D 큐브 위에 기후명칭 라벨이 생성되어 피드백을 제공한다. 학습자의 피드백 내용을 바탕으로 오답인 경우 기후 3D 객체의 위치를 수정하고, 정답인 경우 학습을 종료한다. 마지막으로 학습자는 과제 2가 종료된 후 코펜의 기후 구분에 관한 성취도 평가문항을 풀이한다.

3) 개발

그림 2는 과제 1의 확장현실 시뮬레이션 최종 구현 모습을 나타낸다. 학습자는 자신의 손을 직접 사용하여 오두막과 같은 3D 객체를 조작할 수 있다. 인지, 정의, 행동, 기술 구분에 따른 확장현실 시뮬레이션 과제 1의 인터페이스를 살펴보면, 인지는 지식의 이해와 습득을 도와주는 역할을 하므로 확장현실 시뮬레이션에서 개념적 지식을 전달하는 인터페이스로 구현될 수 있다. 지리 교과 확장현실 시뮬레이션에서는 학습 자료 판, 추가학습 자료 판, 3D 객체 등이 될 수 있다. 둘째, 정의는 학습자의 가치, 즐거움, 동기, 흥미 등에 영향을 주는 것으로 시각적 3D 객체 자료, 긍정적 피드백(정답에 대한 칭찬적 자극, 정답에 대한 정답 메시지), 정서적지지 멘트(예: 괜찮아요, 다시 시도해보세요!)등이 포함될 수 있다. 또한 정의적 영역에는 확장현실 시뮬레이션의 UI 디자인도 포함될 수 있다. 셋째, 행동은 기술의 습득, 지식의 신체적 표현이므로 확장현실 시뮬레이션은 3D 객체 옮기기와 같은 상호작용, 제출 버튼 클릭 등으로 구현되었다. 그림 3은 과제 1에서 사용된 3D 객체를 나열한 것이다.

그림 4는 과제 2의 확장현실 시뮬레이션 최종 구현 모습을 나타낸다. 학습자는 자신의 손을 직접 사용하여 코펜의 기후 유형 큐브와 같은 3D 객체를 조작할 수 있다. 확장현실 과제

2의 학습목표는 궤환의 기후 구분에 의한 기후 유형의 특징을 이해하고, 온도와 강수량에 따른 기후 유형 큐브를 학습 판에 옮겨 궤환의 기후 유형의 특징을 구분하는 것이다. 그림 5는 과제 2에서 사용된 3D 객체를 나열한 것이다.

과제 1과 과제 2 시뮬레이션의 인터페이스 설계는 여섯 가지 요소로 구성되어 있다.

• 학습자료 판

학습자료 판 영역은 화면의 왼쪽 상단에 위치해 있다. 학습자는 학습정보가 필요할 때마다 음성설명이거나 그림자료를 선택적으로 참고 할 수 있는 기능을 포함한다. 과제 1은 그림 2에서처럼 세계지도에서 사바나기후가 분포되어 있는 영역이 세계지도 그림에 파란색으로 표시되어 있고, 연간 강수량과 기온에 대한 정보가 그래프로 제공된 것을 보여준다. 과제 2는 그림 4와 같이 화면 왼쪽에 궤환의 기후 구분을 표로 정리한 내용을 제시한다. 이 표 정보는 궤환의 기후 구분에 따른 기후의 연간 강수량과 기온에 대한 정보를 담고 있다.

• 추가학습자료 판

추가학습자료 판 영역은 화면의 오른쪽에 있으며, 과제 수행 시 사용하는 3D 객체를 선택했을 때 객체에 대한 추가적인 설명을 제시한다. 추가 설명은 그림 자료와 음성 설명을 포함한다. 과제 1에서 학습자는 3D 객체를 과제 수행 판에

제출하기 전에 관련내용을 학습할 수 있다. 학습자가 다른 3D 객체를 선택하면 선택한 자료에 대한 설명으로 추가학습자료 판의 내용이 전환된다. 과제 2에서 학습자가 돋보기 모양의 가상 객체를 잡고, 기후 유형 큐브에 가져다 대면 기후 유형에 관한 식생정보, 강수량, 기온 등 추가적인 설명이 음성으로 제시된다.

• 과제 수행 판

과제 수행 판은 화면 하단에 위치해 있으며, 과제를 수행하고 결과를 제출하기 위한 것이다. 학습자는 선택한 3D 객체를 과제 수행 판에 올려두고, 제출 버튼을 통해 정답을 제출할 수 있다. 정답 제출 후에는 정답 여부가 프롬프트로 제시된다.

• 과제 수행 3D 객체

과제 수행 3D 객체는 화면 하단에 배치되었다. 과제 1은 총 9가지의 가상 객체가 있으며, 사바나 기후와 관련된 가상 객체 3가지가 있고, 나머지 6개 가상 객체는 다른 기후와 관련된 3D 객체이다. 9개의 가상 객체는 식생, 동물, 가옥의 3가지 종류로 구성되어 있다. 학습자가 사바나 기후와 관련된 식생인 ‘아카시아 나무’, 동물 ‘사자’, 그리고 가옥으로 ‘루오족의 전통 오두막’을 선택하여 과제 수행 판에 제출하면 과제가 완료된다. 그러나 학습자가 세 가지를 모두 올바르게 선택하지 못한 경우에는 시뮬레이션은 오답을 알리는 프롬프트와 피드백을 제시한다.

과제 2에서 8가지 기후 유형은 열대우림기후, 온난습윤기후, 냉설기후, 툰드라기후, 냉대습윤기후, 스텝기후, 사막기후, 사바나 기후를 포함한다. 학습자가 연 평균 기온과 연평균



그림 2. 과제 1의 인터페이스 구조
Fig. 2. The interface of task 1

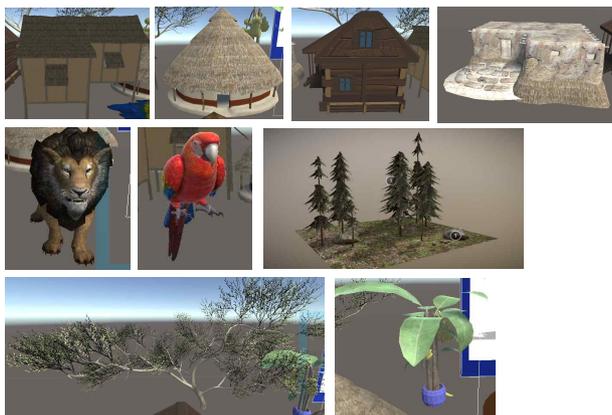


그림 3. 과제 1에서 사용된 3D 객체
Fig. 3. The 3D asset in task 1

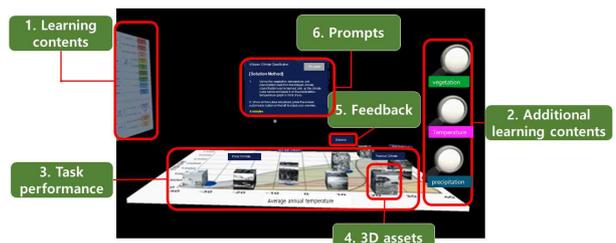


그림 4. 과제 2의 인터페이스 구조
Fig. 4. The interface of task 2



그림 5. 과제 2에서 사용된 3D 객체
Fig. 5. The 3D asset in task 2

강수량을 확인하고 각 조건에 맞는 위치에 기후 큐브를 과제 수행 판에 올려둔 후 제출하면 과제가 완료된다. 학습자가 큐브를 과제 수행 판에 올려두면 큐브의 색이 컬러에서 흑백으로 변경되어 큐브 객체가 잘 결합되었다는 것을 시각적으로 보여준다.

• 피드백 제공

학습자가 잘못된 가상 객체를 선택하여 답안으로 제출한 경우 시뮬레이션은 가상객체 위에 관련된 설명을 글과 음성으로 제시하여 학습자가 자신의 답이 오답인 이유를 알 수 있게 하고, 학습자는 자신이 선택한 가상객체의 특징을 다시 살펴보고 학습할 수 있다.

• 프롬프트 제시

프롬프트는 과제를 시작하기 전에 학습 과제 진행 방법에 관한 설명을 제시하고, 학습자가 과제를 제출했을 때 정답 여부를 알리는 팝업 창이다. 학생들은 프롬프트 창의 ‘확인’ 버튼을 눌러 화면에서 프롬프트를 제거할 수 있다. 학습자가 확인 버튼을 누르는 상호작용은 전달 내용을 인식했다는 의미이다.

• 객체 선택 상호작용

객체 선택 상호작용은 기술적인 측면으로, 객체의 선택 반응 속도와 선택의 정확성이 중요하다. 이 영역은 학습자가 학습 자료를 조작하거나 과제 종료 후 답안을 제출할 때, 피드백을 종료시킬 때, 추가 학습 자료를 위해 버튼을 누를 때 등에 사용된다.

3-2 설계원리

이 연구는 교수설계 전문가를 대상으로 초점집단면담을 진행한 결과를 주제분석을 통해 학습촉진요인(표 1 참조)과 학습방해요인(표 2 참조)로 크게 구분하였으며, 인지, 정서, 행동, 기술의 네 가지 주요 범주로 각각 나누어 정리하였다.

교수설계 전문가들은 이 시뮬레이션의 학습촉진 요인 관점을 분석하였다. 먼저, 인지적 영역에서 학습촉진 요인은 학습자가 3D 객체 매칭 활동을 통해 직접 객체를 조작하고 연결하는 것이다. 이 활동은 학습자가 직접 지식을 행동으로 표출하므로 학습 내용의 이해와 기억을 강화할 수 있다. 즉, 이와 같은 학습자 중심의 활동적 상호작용은 학습자가 직접 수행을 통해 과제를 진행하므로, 자기주도적 학습과 개인화된 학습 경로를 촉진한다. 이 확장현실 시뮬레이션에서 3D 객체 매칭 활동은 학습자가 직접 3D 객체를 조작하고 연결하는 활동을 하게 하므로 학습자가 학습 내용을 이해하고 기억을 강화한다. 또한, 보조자료 활용은 학습자가 자신의 필요에 따라 지식을 선택적으로 확인할 수 있는 기회를 제공하여 자기주도적 학습을 가능하게 한다. 둘째, 정서적 영역은 게임 요소를 도입하여 학습 과정을 보다 흥미롭고 참여적으로 만들며, 다

표 1. 학습촉진요인

Table 1. The learning facilitators

Category	Design Factor	Explanation
Cognitive	3D Object Matching Activity	Learners manipulate and connect 3D objects to enhance understanding and memory retention.
	Use of Auxiliary Materials	Provides opportunities to selectively verify knowledge using tools like magnifiers.
Affective	Game Elements	Introduces game elements in learning to increase engagement and interest.
	Multisensory Experience	Uses various senses such as sight and sound to immerse and stimulate learner's curiosity.
	Realistic 3D Learning Materials	Presents content using realistic 3D objects to enhance interest, attention, understanding, and realism.
Behavioral	Learner-Centered Active Interaction	Encourages task progression and self-directed learning through direct action by learners
Technological	Integration of Advanced Technologies	New XR-device(HoloLens 2)
	Innovative Learning Materials	Allows experiencing various forms of learning materials and interactions in an extended reality environment.

표 2. 학습저해요인

Table 2. The learning inhibitors

Category	Design Factor	Explanation
Cognitive	Lack of Correct/Incorrect Feedback	Short and temporary feedback on incorrect answers reduces learning effectiveness.
	Imbalance of Learning Information	Excessive length of auditory information and low realism of learning materials.
Behavioral	Exploration Outside Frontal Space	Requires UI space arrangement to show all content at once and guidance for exploring virtual spaces beyond the frontal view.
Technological	Misalignment Between Learning Goals and Media	Insufficient integration of virtual and real objects for concept learning
	Consistent placement and size of menu buttons	Inconsistent positioning and size of menus and submission buttons increase extraneous cognitive load and complicate understanding of content.
	ease of device operation and stable selection operation	Difficulties with device operation and unstable selection increase cognitive load, hindering focus on learning content.

감각적 경험을 제공하여 학습자의 몰입감을 높인다. 또한, 실감형 3D 학습 자료는 학습 내용의 흥미와 이해도를 향상시킨다. 셋째, 행동적 영역은 학습자 중심의 활동적 상호작용을 가능하게 하므로 학습자의 자기주도적 학습과 개인화된 학습 경로를 촉진한다. 마지막으로, 기술적 영역에서 이 시뮬레이션은 HoloLens 2와 같은 최신 기기를 사용하여 학습자의 만족감, 주의집중, 흥미를 높이며, 학습자가 새로운 형태의 학습 자료와 상호작용을 경험하도록 한다.

그러나 교수설계 전문가들은 이 시뮬레이션의 몇 가지의 학습방해 요인을 분석했다. 먼저, 인지적 영역에서 이 시뮬레이션은 정·오답에 대한 피드백이 부족하고, 학습 정보의 불균형이 문제가 될 수 있다. 또한, 이 시뮬레이션은 제공하는 학습 자료가 그림, 텍스트, 오디오 설명, 3D 객체 등에 한정되어 있으므로 360의 사진과 그림 및 음성 자료 등과 같은 기후에 관한 실재감이 높은 학습 자료를 제공할 필요가 있다. 둘째, 행동적 영역에서 이 시뮬레이션은 주변의 공간 탐색이 어려웠다. HoloLens2의 특성상 학습자가 한 번에 관찰 할 수 있는 주변의 시야각이 한정되어 있어 왼쪽과 오른쪽 등의 공간을 활용하기 위해서는 학습자가 주변을 고개를 돌려 탐색할 시간을 제시해주어야 한다. 그렇지 않으면 학습자는 정면만 바라보고 학습하기 때문에 왼쪽과 오른쪽에 있는 학습자를 잘 활용하지 못 할 수 있다. 셋째, 기술적 영역에서 개념학습을 위해 확장현실 시뮬레이션 학습 매체를 적용하는 것은 비효율적일 수 있다. 예를 들어 궤환의 기후 구분에 관한 개념 지식을 학습하기 위해 확장현실 시뮬레이션을 적용하는 것은 효율성을 고려해보았을 때 비효율적일 수 있다. 확장현실 시뮬레이션 학습은 실재감과 조작적 활동을 특징으로 하므로 학습 내용이 수행과 관련된 훈련 등을 목적으로 할 때 더 적합한 학습매체라는 것이다. 이외에도, 예상치 못한 긴 시간의 청각정보가 학습자의 주의집중을 저하하여 학습정보의 불균형을 초래하므로, 멀티모달 학습정보의 양이 비슷한 양으로 제공되어야 한다. 또 다른 기술적 문제는 복잡한 인터페이스와 UI는 메뉴, 제출 버튼 등의 위치와 크기가 일관되지 않은 것이다. 복잡한 인터페이스나 제출 버튼의 위치는 학습자의 외생적인지 부하를 증가시키고 이는 학습자가 학습 내용을 이해하는데 어려움을 증가시킨다. 또한, HoloLens 2의 손가락 추적 불안정성으로 인해 학습자가 물체 선택이 어려운 문제가 발생했고, 이러한 기술적 문제는 학습자의 학습만족감, 동기, 외생적인지 부하를 저해할 수 있다.

IV. 논의 및 결론

4-1 논의

이 연구는 학습경험설계를 바탕으로 확장현실 시뮬레이션을 설계 및 개발하고, 교수설계 전문가 7인을 대상으로 초점집단 면담을 통해 확장현실 시뮬레이션을 개발할 때 학습을

촉진하는 요인과 저해하는 요인을 구분하였다. 이 연구의 결과를 바탕으로 다음의 논의 사항을 정리할 수 있다.

첫째, 확장현실 시뮬레이션을 고등학교 지리교과 교육과정에 적용할 수 있다. 이 연구는 교육과정에 있는 학습내용을 활용하여 확장현실 시뮬레이션을 개발하였다. 이는 교육과정과 연계된 실감학습자료를 제공했다는 점에서 실용적 응용의 가치를 지닌다. 단순 체험형 확장현실 시뮬레이션에서 벗어나 교과내용과 연결했다는 점에서 사회교과 학습자에게 교육적 경험을 극대화할 수 있다[6],[7].

둘째, 확장현실 시뮬레이션의 설계 및 개발을 위해 학습경험설계를 적용하였다. 확장현실 시뮬레이션은 가상의 객체와 현실 공간의 통합을 통해 학습자료를 제공하므로 시청각적 감각뿐만 아니라 공간적 감각이 요구되는 학습매체의 특징을 지닌다. 이와 같은 새로운 기술의 교육적 적용은 학습자와 컴퓨터 간의 상호작용이 학습과정에 주요한 영향을 미치는 요인 중 하나이다. 이 연구에서는 이와 같이 학습에 기술적 요인을 고려하기 위해 학습경험설계를 바탕으로 확장현실 시뮬레이션을 설계하였다[16]-[18]. 학습경험설계는 학습통합적 관점을 바탕으로 하므로 이 연구는 확장현실 시뮬레이션을 설계할 때 인지, 정서, 행동, 기술적 영역 등을 고려한 통합적 관점에서 시뮬레이션을 설계하였다는 점에서 확장현실 시뮬레이션 설계 및 개발의 기초연구로서 가치가 있다.

셋째, 확장현실 시뮬레이션 개발을 위해 분석, 설계, 개발의 체계적 단계 과정을 설명하였다. 이 연구는 확장현실 시뮬레이션 개발을 위한 단계적 및 체계적 과정을 설명하여 향후 확장현실 기반 시뮬레이션 설계 연구자 및 개발자에게 기초 연구로서 사례가 될 수 있다.

넷째, 확장현실 시뮬레이션 설계에서 학습 촉진요인을 제시하였다. 인지 활성화를 위해 3D 객체를 활용하여 학습내용의 이해를 도울 수 있다. 또한, 추가 학습 자료를 제공하여 학습자가 선택적으로 지식을 활용하고 자신의 학습 순서와 학습 시간을 스스로 조절할 수 있게 하여 자기주도적 활동을 통해 학습자의 인지적 활동을 촉진시킬 수 있다. 정의적 관점에서는 조작적 학습과제를 제공하여 학습자의 개입과 흥미를 높일 수 있으며, 시청각적 자료를 제공하여 학습자의 주의집중과 몰입감을 높일 수 있다. 또한, 실제적 모습의 3D 객체는 학습자의 흥미를 높일 수 있다. 행동적 관점에서 학습자의 선택과 학습 순서 및 시간에 자율성을 두어 학습자 중심의 활동을 가능하게 한다. 마지막으로 기술적 관점에서 학습자 자신의 손을 이용하여 학습자료를 조작하거나 안경위로 학습자료가 홀로그래픽처럼 제시되는 등의 새로운 방식의 학습자료 상호작용은 학습을 촉진하는 요인으로 작용할 수 있다.

다섯째, 확장현실 시뮬레이션 설계에서 학습 저해 요인으로 주의해야할 점을 제시하였다. 먼저 인지적 활동을 방해하는 요인으로 적절한 피드백의 부족이 있었다. 적시의 알맞은 양의 피드백은 학습자의 인지적 지식을 확장하는데 도움이 된다. 또한 학습자료 양의 불균형이 학습을 저해할 수 있다. 이는 기대되는 학습내용이나 학습자가 처리할 수 있는 학습

내용의 양을 넘어선 시청각적 내용은 학습자의 주의를 분산시킨다. 행동적 관점에서 확장현실 시뮬레이션에서 버튼이나 학습자료 제시 판과 같은 인터페이스의 위치와 작동 방법이 직관적이지 않은 경우, 학습자는 외적인 조작활동에 주의를 분산시킬 수 있다. 그러므로 통일되고 직관적인 인터페이스 구성이 중요하다. 기술적인 관점에서 조작 방법의 어려움은 학습자의 인지부하 향상에 영향을 미쳤다. 그러므로 학습자가 새로운 기기를 작동하는데 익숙해질 수 있도록 충분한 시간을 주는 것이 중요하다.

4-2 결론

이 연구에서는 학습경험설계를 바탕으로 세계지리 교과 내용을 학습할 수 있는 확장현실 시뮬레이션을 개발하고, 향후에 효과적인 확장현실 시뮬레이션을 개발하기 위한 방향을 제시하기 위해 교수설계 전문가 7인을 대상으로 초점집단 면담을 통해 개발한 시뮬레이션의 학습 촉진 요인과 학습 저해 요인을 분석하였다.

이 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 학습경험설계의 관점을 적용함으로써 학습자의 다양한 학습경험을 고려한 학습환경을 설계할 수 있다는 점이다. 둘째, 확장현실 시뮬레이션의 조작적 활동 과제는 학습자의 과제 흥미를 높일 수 있으며, 기억을 증진시킬 수 있다. 셋째, 확장현실 시뮬레이션은 학습자의 자기주도적 학습을 촉진할 수 있다. 넷째, 확장현실 시뮬레이션에서 학습자의 불필요한 인지부하를 줄이기 위해 컴퓨터 인터페이스의 단순화와 일관된 배치가 필요하다. 다섯째, 확장현실 시뮬레이션에서 기술적인 오류는 학습자의 불필요한 인지부하를 향상시키고 불편감을 증가시키므로, 오류 없는 상호작용을 구현하는 것이 중요하다. 여섯째, 확장현실 시뮬레이션을 효율적으로 활용하기 위해서는 복잡한 과제를 적용하는 것이 효과적이다. 즉, 단순한 개념학습을 위해 확장현실 시뮬레이션을 사용하는 것은 바람직하지 않다.

이 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 고등학교의 교육과정을 적용한 확장현실 시뮬레이션의 설계 및 개발했다는 점이다. 둘째, 학습경험을 기반으로 확장현실 시뮬레이션의 학습 촉진 및 저해요인을 제시하고 있다. 셋째, 학습경험설계의 관점에서 학습자의 학습경험을 인지, 정서, 행동, 기술적 영역의 통합적 관점을 적용하고 있다는 점이다.

이 연구는 다음의 한계를 바탕으로 향후 연구를 제안할 수 있다. 첫째, 개발된 시뮬레이션의 효과성을 확인하기 위해 고등학교 학생들을 대상으로 학습에 적용해 볼 필요가 있다. 이 연구에서는 교수설계 전문가를 대상으로 개발된 확장현실 시뮬레이션의 학습 촉진 및 저해 요인은 살펴보았다. 그러나 이 시뮬레이션의 효과성을 확인하기 위해서 실제 시뮬레이션을 활용하여 학습할 대상자인 고등학교 세계지리 학습자를 대상으로 적용해 볼 필요가 있다. 둘째, 개발된 시뮬레이션은 학습 활동에 관한 정·오답 피드백을 제공하는 수준에 한정되어 있다. 최근 인공지능 기반의 학습자 맞춤형 학습자료 제공이 중

요해지고 있다. 향후연구에서는 인공지능 기술을 접목하여 학습자의 오답원인을 분석하고 적절한 피드백을 제공하거나 더 연습해 볼 수 있는 학습과제를 제공하는 알고리즘에 관한 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문 또는 저서는 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021S1A5B8096 558).

참고문헌

- [1] A. Alnagrat, R. C. Ismail, S. Z. S. Idrus, and R. M. A. Alfaqi, "A Review of Extended Reality (XR) Technologies in the Future of Human Education: Current Trend and Future Opportunity," *Journal of Human Centered Technology*, Vol. 1, No. 2, pp. 81-96, August 2022. <https://doi.org/10.11113/humentech.v1n2.27>
- [2] M. Meccawy, "Creating an Immersive XR Learning Experience: A Roadmap for Educators," *Electronics*, Vol. 11, No. 21, 3547, October 2022. <https://doi.org/10.3390/electronics11213547>
- [3] N. Memarsadeghi and A. Varshney, "Virtual and Augmented Reality Applications in Science and Engineering," *Computing in Science & Engineering*, Vol. 22, No. 3, pp. 4-6, May-June 2020. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2020.2987151>
- [4] C.-H. Lai, C.-C. Chen, and S.-M. Wu, "Analysis of Key Factors for XR Extended Reality Immersive Art Experience," *International Journal of Social Sciences and Artistic Innovations*, Vol. 3, No. 1, pp. 24-36, March 2023. <https://doi.org/10.35745/ijssai2023v03.01.0004>
- [5] J. Garcia Estrada, E. Prasolova-Forland, S. Kjeksrud, C. Themelis, P. Lindqvist, K. Kvam, ... and S. Ricci, "Military Education in Extended Reality (XR): Learning Troublesome Knowledge through Immersive Experiential Application," *The Visual Computer*, April 2024. <https://doi.org/10.1007/s00371-024-03339-w>
- [6] Y. M. Tang, G. W. Y. Ng, N. H. Chia, E. H. K. So, C. H. Wu, and W. H. Ip, "Application of Virtual Reality (VR) Technology for Medical Practitioners in Type and Screen (T&S) Training," *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 37, No. 2, pp. 359-369, April 2021. <https://doi.org/10.1111/jcal.12494>
- [7] J. Kang, M. Diederich, R. Lindgren, and M. Junokas, "Gesture Patterns and Learning in an Embodied XR Science Simulation," *Educational Technology & Society*, Vol. 24,

- No. 2, pp. 77-92, April 2021.
- [8] J. K. Pringle, I. G. Stimpson, A. J. Jeffery, K. D. Wisniewski, T. Grossey, L. Hobson, ... and S. L. Rogers, "Extended Reality (XR) Virtual Practical and Educational eGaming to Provide Effective Immersive Environments for Learning and Teaching in Forensic Science," *Science & Justice*, Vol. 62, No. 6, pp. 696-707, November 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.04.004>
- [9] N. D. Chandrashekar, "Understanding the Impact of the Fidelity of Multimodal Interactions in XR based Training Simulators on Cognitive Load," in *Proceedings of 2024 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Orlando: FL, pp. 1116-1117, March 2024. <https://doi.org/10.1109/VRW6253.3.2024.00352>
- [10] H.-S. Kim and J. Lee, "Virtual Walking Tour System," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 4, pp. 605-613, April 2018. <http://doi.org/10.9728/dcs.2018.19.4.605>
- [11] R. E. Mayer, "Using Multimedia for e-Learning," *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 33, No. 5, pp. 403-423, October 2017. <https://doi.org/10.1111/jcal.12197>
- [12] EdTech Books. Evaluation Methods for Learning Experience Design [Internet]. Available: https://edtechbooks.org/foundations_of_learn/lxd_evaluation.
- [13] M. Schmidt, Learning Experience Design in Practice: "Theoretically, We Did Everything Right", in *The Instructional Design Trainer's Guide: Authentic Practices and Considerations for Mentoring ID and Ed Tech Professionals*, New York, NY: Routledge, ch. 6, pp. 48-57, 2022. <https://doi.org/10.4324/9781003109938-6>
- [14] C. M. Reigeluth and Y. An, "What's the Difference between Learning Experience Design and Instructional Design," *The Journal of Applied Instructional Design*, Vol. 12, No. 3, pp. 237-253, September 2023. <https://doi.org/10.59668/515.12897>
- [15] M. Schmidt and R. Huang, "Defining Learning Experience Design: Voices from the Field of Learning Design & Technology," *TechTrends*, Vol. 66, No. 2, pp. 141-158, March 2022. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00656-y>
- [16] EdTech Books. Theoretical Considerations of Learning Experience Design [Internet] Available: https://edtechbooks.org/theory_comp_2021/toward_theory_of_LXD_jahnke_earnshaw_schmidt_tawfik/pdf_router/print.
- [17] J. T. Wong, N. N. Bui, D. T. Fields, and B. S. Hughes, "A Learning Experience Design Approach to Online Professional Development for Teaching Science through the Arts: Evaluation of Teacher Content Knowledge, Self-Efficacy and STEAM Perceptions," *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 34, No. 6, pp. 593-623, 2023. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2112552>
- [18] J. Schnepf and C. Rogers, "A Practical Approach to Learner Experience Design," *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, Vol. 34, No. 1, pp. 161-169, 2022.
- [19] D. Clark, *Learning Experience Design: How to Create Effective Learning that Works*, London, UK: Kogan Page Publishers, 2022.
- [20] C. North, *Learning Experience Design Essentials: Designing for Users and Impact*, Alexandria, VA: ATD Press, 2023.
- [21] M. E. Hoque, "Three Domains of Learning: Cognitive, Affective and Psychomotor," *The Journal of EFL Education and Research*, Vol. 2, No. 2, pp. 45-52, September 2016.
- [22] A. P. Rovai, M. J. Wighting, J. D. Baker, and L. D. Grooms, "Development of an Instrument to Measure Perceived Cognitive, Affective, and Psychomotor Learning in Traditional and Virtual Classroom Higher Education Settings," *The Internet and Higher Education*, Vol. 12, No. 1, pp. 7-13, January 2009. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.10.002>
- [23] B. G. Larkin and K. J. Burton, "Evaluating a Case Study Using Bloom's Taxonomy of Education," *AORN Journal*, Vol. 88, No. 3, pp. 390-402, September 2008. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2008.04.020>
- [24] S. A. A. Rizvi, N. Dayo, K. Shabir, and M. Mawra, "Analysis of University Teachers' Assessment Practices of Bloom's Three Domains of Learning," *Harf-o-Sukhan*, Vol. 7, No. 3, pp. 424-431, September 2023.
- [25] L. W. Anderson and D. R. Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Complete ed. New York, NY: Addison Wesley Longman, 2001.
- [26] S. I. Ryu and A. K. Kim, "The Effects of Bloom's Mastery Learning Model on Academic Self-Efficacy, Learning Satisfaction, and Nursing Skills Performance of Nursing Students," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 17, No. 2, pp. 499-508, February 2017. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2017.17.02.499>
- [27] C. Wyss, W. Bühner, F. Furrer, A. Degonda, and J. A. Hiss, "Innovative Teacher Education with the Augmented Reality Device Microsoft HoloLens - Results of an Exploratory Study and Pedagogical Considerations," *Multimodal Technologies and Interaction*, Vol. 5, No. 8, 45, August 2021. <https://doi.org/10.3390/mti5080045>



김국현 (Kukhyeon Kim)

2024년 : 전남대학교 교육학 박사 (교육공학 전공)

2022년~현재 : 전남대학교 교육학과 강사

※ 관심분야 : 확장현실, 시선추적, 정서, 디지털휴먼 등



류지헌 (Jeeheon Ryu)

1992년 : 고려대학교 교육학 문학석사

2004년 : Florida State University 교육공학 박사

2006년~2008년 : 전남대학교 전임강사

2008년~2011년 : 전남대학교 조교수

2012년~2017년 : 전남대학교 부교수

2018년~현재 : 전남대학교 교수

※ 관심분야 : 확장현실, 생리신호정보, 인공지능 활용 수업, 디지털트윈 등