

대학생을 위한 효과적인 튜터링 시스템 설계 - 지능형 튜터링 시스템과 메타버스 기반 학습의 비교 연구 -*

The Design of Effective Tutoring Systems for University Students - A Comparative Study of Intelligent Tutoring Systems and Metaverse-Based Learning -

한옥영†

Oakyoung Han†

요약

본 연구는 대학생을 위한 효과적인 튜터링 시스템을 설계하기 위해 지능형 튜터링 시스템(ITS)과 메타버스 기반 학습 시스템을 비교 분석하였다. 서울 소재 대학의 2~4학년 '데이터 분석 기초' 과목 수강생을 대상으로 설문 조사를 실시하여 두 시스템의 선호도와 만족도를 조사하였다. 학생들은 실시간 피드백과 개인 맞춤형 학습 경로를 주요 기능으로 원했다. ITS는 학습 성과 향상에 효과적이었으나, 메타버스 학습은 높은 만족도와 학습 동기 부여에 효과적이었다. 메타버스는 기술적 문제와 접근성에서 개선이 필요했다. 두 시스템의 장단점을 분석한 결과, ITS는 학습 성과에, 메타버스는 학습 동기와 참여도에 효과적임을 확인하였다. 이를 바탕으로 두 시스템의 장점을 결합한 하이브리드 튜터링 시스템 설계를 제안한다.

주제어: 지능형 튜터링 시스템, 메타버스, 학습 성과, 학생 만족도, 맞춤형 학습, 디지털 교육

ABSTRACT

This study aims to design an effective tutoring system for university students by comparing Intelligent Tutoring Systems (ITS) and metaverse-based learning systems. A survey was conducted among second to fourth-year students at a university in Seoul enrolled in "Introduction to Data Analysis" to assess their preferences and satisfaction with both systems. Students favored real-time feedback and personalized learning pathways. ITS was effective in enhancing learning outcomes, while metaverse learning yielded higher satisfaction and motivation. However, metaverse learning required improvements in technical issues and accessibility. Analyzing the strengths and weaknesses, ITS proved beneficial for learning outcomes, while the metaverse was effective in boosting motivation and engagement. Based on these findings, a hybrid tutoring system combining the strengths of both systems is proposed.

Keywords: Intelligent Tutoring System (ITS), Metaverse, Learning Outcomes, Student Satisfaction, Personalized Learning, Digital Education

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 몇 년간 교육 기술은 급격한 발전을 이루어

왔으며, 이는 교육 현장에 큰 변화를 가져왔다. 특히, 디지털 혁명은 교육의 패러다임을 전환시키고, 학습자의 학습 경험을 혁신적으로 개선하고 있다[1]. 변화의 과정은 Figure 1과 같다. 전통적인 교육 방법은 일방향적 정보 전달에 의존하는 경우가 많아 학습자의

†중신회원: 성균관대학교 학부대학 부교수

논문투고: 2024년 06월 10일, 심사완료: 2024년 07월 16일, 게재확정: 2024년 07월 17일

* 본 논문은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 첨단분야 혁신융합대학사업의 연구결과입니다.

참여도와 학습 효과를 극대화하는 데 한계가 있었다. 이에 비해, 현대의 교육 기술은 학습자 중심의 상호작용적이고 맞춤형 학습을 가능하게 하여, 학습 효과를 극대화하고 학습 동기를 높이는 데 기여하고 있다[2].

AI 기반 디지털 플랫폼에 해당하는 지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)은 이러한 변화의 중심에 있는 기술 중 하나로 인공지능 기술을 활용한 교육용 소프트웨어 시스템에 해당한다[3]. 개별 학습자의 요구에 맞춘 개인화된 학습 경험을 제공하며, 학습자의 개별적인 학습 속도와 이해도를 고려하여 맞춤형 피드백과 학습 경로를 제공한다. 이는 학습자의 학습 효과를 극대화하고, 개별 학습자의 학습 격차를 줄이는 데 크게 기여할 수 있다. 이러한 ITS는 전통적인 교육 방식의 한계를 극복하고, 각 학습자에게 최적화된 학습 환경을 제공함으로써 교육의 효율성과 효과성을 크게 향상시킬 수 있는 혁신적인 교육 기술이다.

로 주목받고 있으며, 이러한 기술들을 효과적으로 교육하는 것이 매우 중요하다. 그러나 전통적인 교육 방식만으로는 이러한 빠른 변화에 대응하기 어렵다. 따라서, 최신 교육 기술을 활용하여 학습자의 필요에 맞춘 맞춤형 교육을 제공하고, 학습 동기를 높여주는 것이 필수적이다.

결론적으로, 교육 기술의 발전은 단순히 새로운 도구를 제공하는 것을 넘어, 학습자의 학습 방식을 혁신적으로 변화시키고 있다. ITS와 메타버스 기반 학습 시스템은 이러한 변화의 중심에 있으며, 학습자 중심의 맞춤형 교육을 제공함으로써 학습 효과를 극대화하는 데 큰 잠재력을 가지고 있다. 이러한 교육 기술의 발전과 활용은 미래 교육의 핵심 과제 중 하나로, 학습자의 학습 경험을 향상시키고, 나아가 교육의 질을 높이는 데 중요한 역할을 할 것이다[7].

1.2 연구 질문

1.2.1 강의 중심 수업의 AI·SW 교육 적합성

기존의 강의 중심 수업 방식은 전통적으로 교육 현장에서 널리 사용되어 왔으나, 빠르게 변화하는 AI와 SW 분야에서는 그 적합성에 대한 의문이 제기되고 있다. 강의 중심 수업은 주로 교수자가 일방적으로 정보를 전달하고, 학생들은 수동적으로 학습 내용을 받아들이는 형태를 띠고 있다. 이 방식은 기초 이론을 전달하는 데는 효과적일 수 있으나, 학생들의 실질적인 문제 해결 능력과 창의적 사고를 길러주는 데는 한계가 있다.

AI와 SW 교육에서는 학생들이 직접 코딩을 하고, 문제를 해결하며, 프로젝트를 수행하는 등 실습과 경험이 매우 중요하다. 그러나 강의 중심 수업에서는 이러한 실습 기회가 제한적이며, 학생들이 수업에서 배운 내용을 실제 상황에 적용해 보는 경험을 충분히 제공하지 못할 수 있다. 또한, 학생들의 개별 학습 속도와 수준을 고려하지 못해 일부 학생들은 따라가기 힘들어하거나, 반대로 흥미를 잃을 가능성도 있다.

더 나아가, AI와 SW 분야는 지속적으로 새로운 기술과 도구가 등장하는 영역이기 때문에, 최신 기술 동향을 반영하는 교육이 필수적이다. 강의 중심 수업은 종종 정형화된 커리큘럼에 의존하기 때문에, 이러한 빠른 변화를 반영하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 이는 학생들이 졸업 후 실무에 바로 적용할 수 있는 최신 기술을 충분히 배우지 못하게 할 위험이 있다.

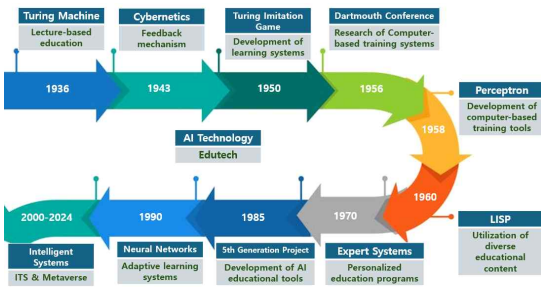


Figure 1. Timeline of Key Milestones in AI and Educational Technology Development

또한, 메타버스 기반 학습 시스템은 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 활용하여 학습자에게 몰입감 높은 학습 환경을 제공한다. 이는 특히 실습이 필요한 과목에서 큰 효과를 발휘하며, 학습자가 실제 상황과 유사한 환경에서 학습할 수 있도록 돕는다. 메타버스는 학습자가 학습 내용을 보다 직관적으로 이해하고, 학습에 대한 흥미를 높이는 데 기여한다[4]. 메타버스는 학습자의 몰입감을 높이고, 상호작용을 통해 학습 효과를 증대시키는 데 효과적이다[5]. 예를 들어, 가상의 실험실에서 실험을 수행하거나, 역사적인 장소를 탐험함으로써 학습자가 보다 생생하게 학습 내용을 경험할 수 있다[6].

현대 사회는 빠르게 변화하고 있으며, 이에 따라 교육의 중요성도 더욱 강조되고 있다. 특히, 소프트웨어와 인공지능 분야는 미래 사회를 이끌어갈 핵심 기술

따라서, 강의 중심 수업 방식이 AI와 SW 교육에서 적합한지 평가하고, 그 한계를 보완하기 위한 대안적 교육 방법을 모색하는 것이 필요하다. 예를 들어, 프로젝트 기반 학습이나 문제 기반 학습(PBL)과 같은 학습자 중심의 교육 방법을 도입함으로써 학생들의 실질적인 학습 효과를 높일 수 있을 것이다. 또한, 지능형 튜터링 시스템(ITS)이나 메타버스 기반 학습과 같은 최신 교육 기술을 활용하여, 학생들이 보다 적극적으로 학습에 참여하고, 개별 학습 경로를 따라 학습할 수 있도록 지원하는 방안도 고려해야 한다.

1.2.2 ITS와 메타버스 학습의 비교

지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)과 메타버스 기반 학습 시스템은 AI와 SW 교육에서 각각 고유한 장점을 제공하는 혁신적인 교육 도구이다. ITS는 인공지능을 활용하여 학습자의 개별 학습 속도와 이해도를 고려한 맞춤형 피드백과 학습 경로를 제공한다. 이를 통해 학습자는 자신의 학습 성취도를 높이고, 개별 학습 필요에 맞춘 지원을 받을 수 있다[3]. 반면, 메타버스 기반 학습 시스템은 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 활용하여 학습자에게 몰입감 높은 학습 환경을 제공한다. 메타버스는 실제와 유사한 가상 공간에서 학습자들이 상호작용하며 학습할 수 있도록 돕는다[6]. 이는 특히 실습이 중요한 AI와 SW 교육에서 학생들이 직접 코딩을 시도하고, 문제를 해결하며, 협업 프로젝트를 수행하는 경험을 제공한다. 메타버스 환경은 학습자의 학습 동기와 참여도를 높이는 데 매우 효과적이다[5].

이 연구는 ITS와 메타버스 기반 학습 시스템이 각각 학생들의 학습 성과와 만족도에 어떤 영향을 미치는지를 비교 분석하는 것을 목표로 한다. ITS는 주로 개인 맞춤형 학습과 실시간 피드백을 통해 학습자의 이해도를 높이는 데 중점을 두고 있으며, 메타버스는 몰입형 학습 환경과 상호작용을 통해 학습 동기와 참여도를 향상시키는 데 주안점을 두고 있다. 이러한 비교를 통해 두 시스템의 교육적 효과를 명확히 평가하고, 각 시스템의 장단점을 파악하여 AI와 SW 교육에 가장 적합한 학습 방안을 모색하고자 한다.

또한, 두 시스템의 비교 분석은 이들의 통합적 접근을 통해 하이브리드 학습 모델을 개발하는 데 기초 자료를 제공할 수 있다. 궁극적으로, 이 연구는 ITS와 메타버스 기반 학습 시스템의 효과적인 활용 방안을 제시하여 대학생들의 학습 성과와 만족도를 동시에 향

상시키는 데 기여하고자 한다.

1.2.3 튜터링 시스템 선호도와 요구

학생들이 튜터링 시스템에서 어떤 기능과 특징을 선호하고 요구하는지를 이해하는 것은 효과적인 교육 도구 설계의 핵심이다. 다양한 교육 기술이 발전함에 따라, 학생들의 학습 경험과 요구도 다양화되고 있다. 본 연구는 학생들이 지능형 튜터링 시스템(ITS)과 메타버스 기반 학습 시스템에서 중요하게 생각하는 요소를 파악하고, 이러한 요구를 반영한 맞춤형 교육 시스템을 설계하는 것을 목표로 한다.

설문 조사를 통해 학생들이 가장 선호하는 기능과 원하는 개선 사항을 조사한다. 예를 들어, 실시간 피드백, 개인 맞춤형 학습 경로, 상호작용적인 학습 환경, 학습 진행 상황 추적 등이 학생들이 중요하게 생각하는 주요 기능으로 나타날 수 있다. 또한, 학생들은 언제 어디서나 접근 가능한 학습 시스템과 사용이 용이한 인터페이스를 원할 수 있다.

학생들의 요구를 반영한 맞춤형 튜터링 시스템은 학습 효율성을 높이고, 학습 동기를 강화할 수 있다. 예를 들어, 실시간 피드백 기능은 학생들이 학습 중 발생하는 문제를 즉시 해결하는 데 도움을 줄 수 있으며, 개인 맞춤형 학습 경로는 각자의 학습 속도와 이해도에 맞춘 학습을 가능하게 한다. 상호작용적인 학습 환경은 학생들이 적극적으로 학습에 참여하게 하여, 학습 경험을 향상시킨다.

이 연구는 학생들의 선호도와 요구를 분석함으로써, 보다 효과적이고 만족도 높은 튜터링 시스템을 설계하는 데 기여할 것이다. 이를 통해 학생들이 더욱 적극적으로 학습에 참여하고, 개인화된 학습 경험을 통해 학습 성과를 극대화할 수 있는 방안을 모색한다. 궁극적으로, 학생들의 피드백을 반영한 튜터링 시스템 설계는 교육의 질을 높이는 데 중요한 역할을 할 것이다.

1.2.4 하이브리드 튜터링 시스템 설계

지능형 튜터링 시스템(ITS)과 메타버스 기반 학습 시스템은 각각의 강점을 통해 학생들의 학습 경험을 향상시키지만, 두 시스템의 장점을 결합한 하이브리드 튜터링 시스템은 더 큰 효과를 기대할 수 있다. 하이브리드 튜터링 시스템은 ITS의 맞춤형 학습 경로 제

공과 메타버스의 몰입형 학습 환경을 통합하여, 학생들의 학습 성과와 동기 부여를 동시에 높이는 것을 목표로 한다.

ITS는 인공지능을 활용하여 학생들의 학습 데이터를 분석하고, 개인 맞춤형 피드백과 학습 경로를 제공함으로써 학습 효율성을 높인다. 반면, 메타버스 기반 학습 시스템은 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 통해 몰입감 높은 학습 환경을 제공하여, 학생들의 학습 동기와 참여도를 극대화한다. 두 시스템의 결합은 학습자의 다양한 요구를 충족시키고, 학습 경험을 더욱 풍부하게 만든다.

하이브리드 튜터링 시스템의 설계에서는 몇 가지 핵심 요소가 중요하다. 첫째, ITS의 실시간 피드백과 개인 맞춤형 학습 경로를 유지하면서, 메타버스의 상호작용적이고 몰입감 높은 환경을 통합해야 한다. 이는 학생들이 자신의 학습 진도를 스스로 조절할 수 있도록 돕고, 동시에 가상 환경에서 실습과 협업을 통해 학습 내용을 더욱 깊이 이해할 수 있도록 한다.

둘째, 시스템 간의 원활한 통합과 사용 편의성을 고려해야 한다. 학생들이 두 시스템을 동시에 사용하면서 혼란을 겪지 않도록, 직관적인 인터페이스와 통합된 학습 플랫폼을 제공하는 것이 중요하다. 또한, 학습 진행 상황을 추적하고 분석할 수 있는 통합된 대시보드를 통해 학생들과 교수자 모두가 학습 과정을 쉽게 모니터링할 수 있어야 한다.

셋째, 하이브리드 시스템의 지속적인 업데이트와 개선이 필요하다. 학생들의 피드백을 지속적으로 수집하고, 이를 바탕으로 시스템을 개선하여 최신 기술 동향과 학습 요구에 맞춰 적용할 수 있도록 해야 한다. 이는 하이브리드 시스템의 효과를 극대화하고, 학습자 중심의 교육을 실현하는 데 중요한 요소이다.

결론적으로, 하이브리드 튜터링 시스템은 ITS와 메타버스의 장점을 결합하여 AI와 SW 교육에서 학습 성과와 만족도를 동시에 향상시킬 수 있는 잠재력을 지니고 있다. 이 연구는 이러한 하이브리드 시스템의 설계 방안을 제시함으로써, 대학생들이 보다 효과적이고 몰입감 있는 학습 경험을 제공받을 수 있도록 기여하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 지능형 튜터링 시스템(ITS)

2.1.1 ITS 개요

지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)은 인공지능(AI) 기술을 활용하여 학습자에게 개인 맞춤형 교육을 제공하는 혁신적인 교육 도구이다. ITS는 학습자의 학습 속도, 이해도, 학습 스타일 등을 분석하여 최적화된 학습 경로와 실시간 피드백을 제공함으로써 학습 효율성을 극대화하는 것을 목표로 한다. 이는 전통적인 교육 방식에서의 일률적인 강의 방식과 달리, 학습자 개인의 필요와 능력에 맞춘 교육을 가능하게 한다[8,9].

ITS는 Figure 2와 같이 세 가지 주요 구성 요소로 이루어진다[10]. 첫 번째는 도메인 모델로, 이는 특정 과목이나 주제에 대한 지식을 체계적으로 구조화한 것이다. 도메인 모델은 학습자가 학습해야 할 내용을 정의하고, 이를 기반으로 학습 경로를 설계한다. 두 번째는 학습자 모델로, 학습자의 현재 지식 상태, 학습 스타일, 성취도 등을 분석하는 역할을 한다. 학습자 모델은 개별 학습자의 데이터를 지속적으로 수집하고 업데이트하여, 학습자의 필요에 맞춘 맞춤형 피드백을 제공한다. 세 번째는 튜터 모델로, 이는 도메인 모델과 학습자 모델을 기반으로 학습자에게 적절한 교육 전략과 피드백을 제공하는 역할을 한다. 튜터 모델은 학습자의 학습 과정을 모니터링하고, 필요할 때 적절한 도움과 조언을 제공하여 학습자의 이해도를 높인다.

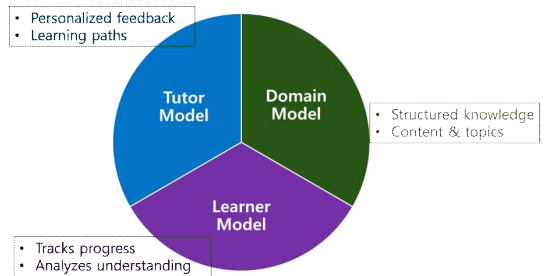


Figure 2. Key Components of Intelligent Tutoring System (ITS)

ITS의 주요 기능 중 하나는 실시간 피드백 제공이다. 이는 학습자가 문제를 해결하거나 과제를 수행하는 동안 발생하는 오류를 즉시 식별하고, 이에 대한 피드백을 제공함으로써 학습자가 자신의 오류를 수정하고 더 나은 학습 전략을 개발할 수 있도록 돕는다. 또한, ITS는 적응형 학습 경로를 제공하여, 학습자가 자신의 학습 속도와 능력에 맞추어 학습을 진행할 수

있도록 지원한다. 이는 학습자의 학습 부담을 줄이고, 학습 동기를 유지하는 데 효과적이다.

ITS는 다양한 교육 환경에서 적용될 수 있으며, 특히 자가 학습이 중요한 온라인 교육과 원격 교육에서 큰 효과를 발휘한다. 예를 들어, ITS는 프로그래밍 교육에서 학습자가 코드 작성 중에 발생하는 오류를 실시간으로 수정하고, 더 나은 코딩 방법을 제안함으로써 학습자의 프로그래밍 능력을 향상시킬 수 있다. 또한, ITS는 복잡한 문제 해결 능력을 요구하는 수학이나 과학 교육에서도 학습자의 논리적 사고와 문제 해결 능력을 강화하는 데 도움을 줄 수 있다.

결론적으로, ITS는 학습자의 개별 학습 요구를 충족시키기 위해 설계된 고도로 맞춤화된 교육 시스템이다. 이는 학습 효율성을 높이고, 학습자의 이해도를 향상시키며, 학습 동기를 유지하는 데 중요한 역할을 한다. ITS의 발전은 교육의 개인화와 효율화를 추구하는 현대 교육의 중요한 흐름을 반영하고 있으며, 앞으로의 교육 환경에서 더욱 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

2.1.2 ITS 교육적 효과

지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)은 전통적인 교육 방법에 비해 학습 성과를 크게 향상시킬 수 있는 다양한 교육적 효과를 제공한다. ITS는 학습자 맞춤형 교육, 실시간 피드백, 그리고 학습 동기 부여를 통해 학습 경험을 개선한다[11].

Table 1과 같이 ITS는 학습자의 개별 학습 속도, 이해도, 학습 스타일 등을 분석하여 개인 맞춤형 학습 경로를 제공한다[12, 13]. 이는 학습자가 자신의 학습 수준에 맞추어 학습을 진행할 수 있게 하며, 학습 과정에서 발생하는 어려움을 최소화한다. 맞춤형 학습은 학습자의 이해도를 높이고, 학습 효율성을 극대화한다.

또한, ITS는 학습자가 문제를 풀거나 과제를 수행하는 동안 실시간으로 피드백을 제공한다. 학습자가 오류를 범할 때 즉시 피드백을 받아 잘못된 개념을 수정하고 올바른 방법을 학습할 수 있다. 이는 학습자가 자신의 학습 과정을 즉각적으로 개선하고, 지속적으로 학습 능력을 향상시키는 데 도움을 준다.

ITS는 학습자가 스스로 학습을 조절하고 관리할 수 있도록 돕는다. 학습자는 ITS의 도움을 받아 자신의 학습 속도에 맞추어 학습을 진행하며, 필요한 경우 추가적인 도움을 요청할 수 있다. 자기 주도 학습은 학

습자의 자율성과 책임감을 높이며, 학습 동기를 강화한다.

여러 연구에 따르면 ITS를 활용한 교육은 전통적인 교육 방법에 비해 학습 성과를 유의미하게 향상시킨다[14-17]. ITS는 개인 맞춤형 피드백과 학습 경로를 제공함으로써, 학습자의 이해도와 성취도를 높인다. 특히, 복잡한 개념이나 문제 해결 능력을 요구하는 과목에서 ITS의 효과는 더욱 두드러진다.

ITS는 학습자가 학습 과정에서 성취감을 느끼고 지속적으로 동기를 유지할 수 있도록 돕는다. 맞춤형 피드백과 성과에 따른 보상 시스템은 학습자가 학습에 더 적극적으로 참여하도록 유도한다. 또한, ITS는 학습자의 진도와 성과를 시각적으로 제공하여 학습 진행 상황을 명확히 보여준다.

ITS는 학습자의 개별 필요를 충족시켜 주기 때문에, 다양한 학습 수준과 배경을 가진 학생들 사이의 학습 격차를 줄이는 데 효과적이다. ITS는 개별 학습자의 약점을 파악하고, 이를 보완할 수 있는 학습 자료와 피드백을 제공하여, 모든 학습자가 자신의 잠재력을 최대한 발휘할 수 있도록 지원한다.

Table 1. Educational Effects of Intelligent Tutoring System (ITS)

Educational Effects	Description
Personalized Learning	Analyzes individual learning pace, understanding, and style to provide customized learning paths.
Real-time Feedback	Offers immediate feedback on tasks and problem-solving, helping correct errors and learn the correct methods.
Self-regulated Learning	Supports learners in managing and adjusting their own learning processes, enhancing autonomy and responsibility.
Enhanced Motivation	Provides personalized feedback and reward systems to encourage active participation and continuous motivation.
Improved Learning Outcomes	Significantly enhances learning performance compared to traditional methods, especially in complex subjects.
Visual Progress Tracking	Visually presents learning progress and performance, helping learners understand their advancement clearly.
Reduced Learning Gaps	Addresses individual learner needs, reducing gaps among students of different levels and backgrounds.
Effective Problem-solving	Particularly effective in subjects requiring problem-solving skills, improving understanding and capabilities.
Continual Improvement	Continuously updates based on learner interactions, fostering ongoing enhancement of learning abilities.

결론적으로, ITS는 학습자의 학습 경험을 개인 맞춤형으로 개선하고, 학습 성과와 동기를 높이며, 학습 격차를 해소하는 데 중요한 역할을 한다. ITS의 이러한 교육적 효과는 교육의 질을 향상시키고, 학생들이 보다 효과적으로 학습할 수 있도록 도와준다. 앞으로도 ITS는 교육 기술의 발전과 함께 더욱 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

2.2 메타버스 기반 학습 시스템

2.2.1 메타버스 개요

메타버스(Metaverse)는 가상현실(Virtual Reality, VR)과 증강현실(Augmented Reality, AR)을 결합한 몰입형 디지털 환경으로, 사용자들이 실제와 유사한 경험을 할 수 있도록 설계된 공간이다. 메타버스는 디지털 기술의 발전에 따라 다양한 분야에서 혁신을 이루고 있으며, 교육 분야에서도 큰 잠재력을 지니고 있다. 메타버스 기반 학습 시스템은 이러한 가상 환경을 활용하여 학습자들에게 더욱 풍부하고 몰입감 있는 학습 경험을 제공하는 것을 목표로 한다[18,19]. 결론적으로 메타버스 학습 시스템은 Figure 3과 같이 세 가지 핵심 특징으로 구성된다[20].

메타버스는 사용자가 디지털 아바타를 통해 가상 공간에 참여할 수 있게 하며, 이 공간에서 다른 사용자들과 상호작용하고 협업할 수 있다. 이는 물리적 제약을 뛰어넘어, 전 세계 어디서나 다양한 배경을 가진 학습자들이 한 공간에 모여 공동의 학습 목표를 달성할 수 있도록 한다. 메타버스 기반 학습 시스템은 이러한 특성을 활용하여, 전통적인 교실 환경에서 경험할 수 없는 새로운 학습 기회를 제공한다.

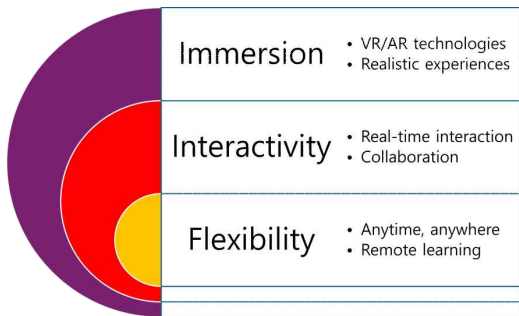


Figure 3. Key Features of Metaverse Learning System

메타버스 기반 학습의 주요 특징 중 하나는 높은

몰입감이다. 학습자들은 VR과 AR 기술을 통해 실제와 유사한 환경에서 학습할 수 있으며, 이는 학습자의 참여도와 집중도를 크게 향상시킨다. 예를 들어, 메타버스 환경에서 학생들은 가상의 실험실에서 과학 실험을 수행하거나, 역사적인 사건이 일어난 장소를 탐험할 수 있다. 이러한 경험은 학습 내용을 더욱 생생하게 전달하며, 학습자의 이해도를 높이는 데 도움을 준다.

또한, 메타버스는 상호작용적인 학습 환경을 제공한다. 학습자들은 가상 공간에서 동료 학습자 및 교수자와 실시간으로 소통하며, 협력 프로젝트를 수행할 수 있다. 이는 팀워크와 문제 해결 능력을 향상시키는 데 기여하며, 학습자들이 적극적으로 학습 과정에 참여하도록 유도한다. 이러한 상호작용은 전통적인 교육 방식에서는 얻기 어려운 고유한 학습 경험을 제공한다[21].

메타버스 기반 학습 시스템은 또한 학습의 유연성을 제공한다. 학습자들은 시간과 장소에 구애받지 않고 자신에게 맞는 학습 환경을 선택할 수 있으며, 이는 특히 원격 학습이나 비대면 교육 상황에서 큰 장점을 가진다. 이러한 유연성은 학습자 개인의 학습 스타일과 속도에 맞춘 맞춤형 학습을 가능하게 하며, 학습자의 만족도와 성취도를 높이는 데 기여한다.

마지막으로, 메타버스는 교육 콘텐츠의 다양성과 접근성을 확대한다. 교육 기관과 콘텐츠 제공자는 메타버스를 통해 더욱 다양한 교육 자료와 학습 기회를 제공할 수 있으며, 이는 기존의 물리적 제약을 극복하고 더 많은 학습자에게 질 높은 교육을 제공하는 데 도움을 준다[22].

결론적으로, 메타버스 기반 학습 시스템은 VR과 AR 기술을 활용하여 학습자들에게 몰입감 있고 상호작용적인 학습 환경을 제공한다. 이는 학습자의 참여도와 집중도를 높이며, 협력과 유연성을 강화하여 전통적인 교육 방식의 한계를 극복하는 데 큰 잠재력을 지닌다. 앞으로 메타버스는 교육 분야에서 더욱 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 이를 통해 학습의 질과 접근성을 한층 더 높일 수 있을 것이다[23].

2.2.2 메타버스 교육적 효과

메타버스 기반 학습 시스템은 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 기술을 활용하여 전통적인 교육 방식이 제공하지 못하는 다양한 교육적 효과를 제공한다. 이러한 기술들은 학습자에게 몰입감 높은 학습 환경을 제

공하며, 학습 동기 부여, 이해도 향상, 상호작용 강화 등의 측면에서 뛰어난 효과를 발휘한다. Table 2에서 내용을 확인할 수 있다[24-27].

먼저, 메타버스는 학습자의 몰입감을 극대화한다 [28]. VR과 AR 기술을 통해 학습자들은 실제와 유사한 가상 환경에서 학습할 수 있으며, 이는 학습자가 학습 내용에 더 깊이 몰입할 수 있도록 돕는다. 예를 들어, 역사 수업에서 학생들은 가상으로 역사적인 장소를 탐험하거나, 과학 수업에서 가상의 실험실에서 실험을 수행할 수 있다. 이러한 경험은 학습 내용을 더 생생하게 전달하여 학습자의 이해도를 높인다.

메타버스는 또한 상호작용적인 학습 경험을 제공한다. 가상 공간에서 학습자들은 동료 학습자 및 교수자와 실시간으로 소통하며 협력할 수 있다. 이는 팀워크와 문제 해결 능력을 향상시키며, 학습자들이 적극적으로 학습 과정에 참여하도록 유도한다. 상호작용적인 환경은 학습자 간의 의사소통을 촉진하고, 공동 작업을 통해 학습 목표를 달성하는 데 도움을 준다.

또한, 메타버스는 학습 동기 부여에 효과적이다 [29]. 가상 환경에서의 학습은 게임 요소와 결합되어 학습자들에게 흥미롭고 재미있는 학습 경험을 제공한다. 이러한 요소들은 학습자들이 학습 과정에 지속적으로 참여하도록 동기를 부여하며, 학습 성과를 향상시키는 데 기여한다. 학습자들은 메타버스 내에서 자신의 성과를 시각적으로 확인할 수 있으며, 이를 통해 학습에 대한 성취감을 느낄 수 있다[30].

Table 2. Educational Effects of Metaverse Learning System

Educational Effects	Description
Enhanced Understanding	- VR/AR technologies provide realistic and engaging learning experiences. - Enables deeper immersion in the content, improving comprehension.
Motivated Learning	- Combines learning with game elements to increase engagement. - Visual confirmation of achievements enhances motivation and sustained participation.
Interactive Collaboration	- Real-time interaction and collaboration with peers and instructors. - Promotes teamwork and problem-solving skills through virtual group activities.
Personalized Learning	- Adapts learning paths to individual needs and learning styles. - Allows for customized pacing and repeated practice of difficult concepts.
Increased Accessibility	- Overcomes geographical barriers, providing equal learning opportunities.

Educational Effects	Description
	- Facilitates remote and hybrid learning, ensuring all students have access to the same resources.
Creative Problem-Solving	- Encourages tackling diverse scenarios and problems in a virtual setting. - Fosters critical thinking and practical problem-solving skills through simulated real-world challenges.

개별 맞춤형 학습 또한 메타버스의 중요한 교육적 효과 중 하나이다. 메타버스 기반 학습 시스템은 학습자의 학습 속도와 스타일에 맞추어 개인화된 학습 경로를 제공할 수 있다. 이는 학습자들이 자신의 학습 필요에 맞춘 교육을 받을 수 있도록 하며, 학습 효율성을 높인다. 예를 들어, 어려운 개념을 이해하는 데 시간이 더 필요한 학생들은 가상 환경에서 반복 학습을 통해 자신만의 속도로 학습을 진행할 수 있다[31].

메타버스는 또한 학습 접근성을 확대한다. 가상 환경을 통해 지리적 제약을 극복하고, 더 많은 학습자에게 교육 기회를 제공할 수 있다. 이는 특히 원격 교육과 비대면 학습 상황에서 유용하며, 다양한 배경을 가진 학생들이 동일한 학습 경험을 누릴 수 있도록 한다. 또한, 희귀한 교육 자원이나 특정 환경을 가상으로 재현하여 모든 학생들이 접근할 수 있게 한다[32].

마지막으로, 메타버스는 창의적 사고와 문제 해결 능력을 촉진한다. 가상 환경에서 학습자들은 다양한 시나리오와 문제를 해결하며 창의적으로 사고할 기회를 얻는다. 이는 학습자들이 실제 상황에서 직면할 수 있는 문제를 미리 경험하고, 이를 해결하는 방법을 학습할 수 있도록 돕는다. 이러한 경험은 학습자들의 비판적 사고 능력을 향상시키고, 실질적인 문제 해결 능력을 강화한다[33].

결론적으로, 메타버스 기반 학습 시스템은 몰입감, 상호작용, 학습 동기 부여, 맞춤형 학습, 학습 접근성, 창의적 사고 등 다양한 교육적 효과를 통해 학습자의 학습 경험을 혁신적으로 개선한다. 이러한 교육적 효과는 메타버스가 미래 교육의 중요한 도구로 자리잡게 하는 원동력이 될 것이다[34].

3. 연구 방법

3.1 연구 설계

본 연구는 메타버스 기반 학습 시스템과 지능형 튜

터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)이 대학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 미치는 영향을 비교 분석하기 위해 설계되었다. 연구 설계의 흐름은 Figure 4와 같다. 연구는 두 학기에 걸쳐 각각 다른 학습 시스템을 적용한 후 설문 조사를 통해 데이터를 수집하는 방식으로 진행되었다. 연구의 주요 목표는 메타버스와 ITS 기반 학습이 전통적인 교육 방식에 비해 학습 효과를 얼마나 개선하고, 학생들의 만족도와 학습 동기를 얼마나 향상시키는지를 평가하는 것이다.

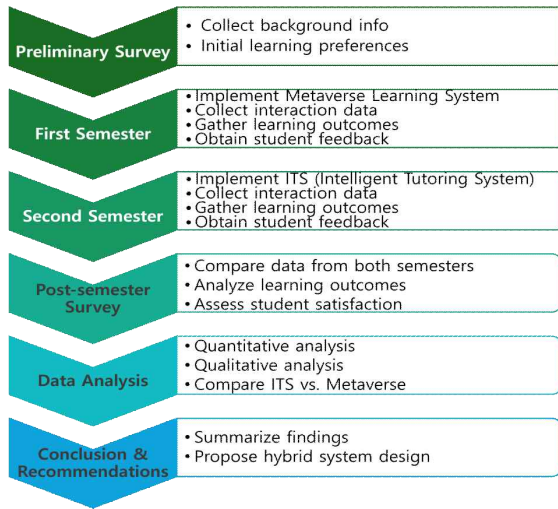


Figure 4. Research Design Flowchart

3.2 연구 대상

연구 대상은 서울에 위치한 한 대학의 2학년부부터 4학년까지의 학생들로, '데이터 분석 기초' 과목을 수강하는 500명의 학생들이 참여하였다. 연구 참여자는 자발적인 참여 의사를 밝힌 학생들로 구성되었으며, 다양한 학년과 전공의 학생들이 포함되었다. 참여자들의 구체적인 프로파일 정보는 다음의 Table 3과 같다.

Table 3. Participant Demographics

Characteristic	Frequency (%)
Year	- Sophomore (81.9%) - Junior (8.8%) - Senior (9.3%)
Major	- Business (15%) - Social Sciences (10%) - Pharmacy (5%) - Economics (5%)

Characteristic	Frequency (%)
	- Humanities (10%) - Arts (5%) - Medicine (5%) - Natural Sciences (10%) - Biotechnology (5%) - Education (5%) - Sports Science (5%) - Software & IT (10%) - Others (15%)
Gender	- Male (51%) - Female (49%)
Metaverse Experience	- Yes (20%) - No (80%)
ITS Experience	- Yes (9%) - No (91%)

연구는 두 학기에 걸쳐 세 단계로 진행되었다. 첫 번째 단계에서는 사전 설문 조사를 통해 학생들의 배경 정보와 학습 성향, 기존의 교육 경험에 대한 데이터를 수집하였다. 이 설문 조사는 학생들의 초기 학습 상태와 선호도를 파악하는 데 사용되었다.

두 번째 단계에서는 2022년 학기에 메타버스 기반 학습 시스템을, 2023년 학기에 지능형 튜터링 시스템(ITS)을 각각 활용한 수업을 진행하였다. 메타버스 환경은 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 기술을 통해 학습자에게 몰입감 높은 학습 환경을 제공하였다. 학생들은 메타버스 내에서 가상의 실험실을 탐험하고, 협업 프로젝트를 수행하며, 실시간으로 상호작용할 수 있었다. ITS는 인공지능을 활용하여 학습자의 개별 학습 속도와 이해도를 고려한 맞춤형 피드백과 학습 경로를 제공하였다. 각 시스템을 활용한 수업은 한 학기 동안 주 2회씩, 각 세션은 2시간 동안 진행되었으며, 학생들의 학습 활동과 성과는 시스템 로그와 학습 결과물로 기록되었다.

세 번째 단계에서는 사후 설문 조사와 인터뷰를 통해 학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여를 평가하였다. 사후 설문 조사는 학생들이 경험한 메타버스와 ITS 기반 학습 시스템의 효과성, 만족도, 학습 동기 등을 평가하기 위한 문항들로 구성되었다. 인터뷰는 학생들의 심층적인 의견을 수집하기 위해 실시되었으며, 각 그룹에서 10명의 학생을 무작위로 선정하여 진행하였다.

연구 데이터는 양적 데이터와 질적 데이터로 나누어 분석되었다. 양적 데이터는 설문 조사 결과와 학습 성과 데이터를 포함하며, 통계 분석 기법을 사용하여 메타버스와 ITS 두 시스템 간의 학습 성과와 만족도 차이를 비교하였다. 질적 데이터는 인터뷰 내용을 분석하여 학생들이 느낀 학습 경험과 각 시스템의 장단

점을 도출하였다.

본 연구 설계는 메타버스와 ITS 기반 학습 시스템의 비교를 통해 각 시스템의 교육적 효과를 명확히 규명하고, 이를 바탕으로 하이브리드 튜터링 시스템의 설계 방안을 제시하는 데 중점을 두었다. 이러한 접근은 미래 교육 환경에서 두 시스템의 통합적 활용 가능성을 탐구하는 데 중요한 기초 자료를 제공할 것이다.

3.3 데이터 수집

본 연구의 데이터 수집은 양적 데이터와 질적 데이터를 모두 포함하여, 메타버스와 지능형 튜터링 시스템(ITS)이 대학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 미치는 영향을 종합적으로 분석하기 위해 설계되었다. 연구는 두 학기에 걸쳐 진행되었으며, 2022년 학기에는 메타버스 기반 학습 시스템을, 2023년 학기에는 ITS를 적용하였다.

먼저, 사전 설문 조사를 통해 학생들의 배경 정보(나이, 전공, 학년), 학습 성향, 기존의 교육 경험, 그리고 학습 동기와 관련된 정보를 수집하였다. 이를 통해 학생들의 초기 학습 상태를 파악하고, 연구 진행 중 발생할 수 있는 변수를 통제할 수 있도록 하였다. 사전 설문 조사는 온라인 설문 도구를 사용하여 진행되었으며, 500명의 학생이 참여하였다.

2022년 학기 동안 메타버스 기반 학습 시스템을 활용한 수업이 진행되었다. 이 기간 동안의 데이터 수집은 주로 시스템 로그와 학습 결과물에 의존하였다. 시스템 로그는 학생들의 가상 환경 내 활동, 참여 시간, 상호작용 빈도 등을 기록하였으며, 학습 결과물은 학생들이 수행한 과제와 프로젝트를 포함하였다. 또한, 최종 프로젝트 결과물과 기말 평가를 통해 학습 성과를 측정하였다. 학기 말에는 사후 설문 조사를 통해 학생들의 학습 경험, 만족도, 학습 동기 등을 평가하였다. 사후 설문 조사는 학습 시스템의 효과성, 사용 용이성, 몰입감 등을 포함하는 문항들로 구성되었다.

2023년 학기 동안 ITS를 활용한 수업이 진행되었다. ITS는 학습자의 개별 학습 속도와 이해도를 실시간으로 분석하여 맞춤형 피드백을 제공하는 시스템이다. ITS의 데이터 수집은 주로 학습 로그와 실시간 피드백 데이터를 포함하였다. 학습 로그는 학생들이 ITS를 통해 진행한 학습 활동, 문제 해결 과정, 학습 시간 등을 기록하였으며, 피드백 데이터는 ITS가 제공한 맞춤형 피드백 내용과 학생들의 반응을 포함하였다. 학기 말에는 메타버스 기반 학습과 동일한 사후 설문 조사를

실시하여, 두 시스템 간의 비교가 가능하도록 하였다.

질적 데이터 수집을 위해, 두 학기 모두에서 학생들을 대상으로 심층 인터뷰를 실시하였다. 각 학기마다 15명의 학생을 무작위로 선정하여 인터뷰를 진행하였으며, 인터뷰는 학생들의 학습 경험, 시스템 사용의 장단점, 개선 사항 등에 대해 논의하였다. 인터뷰는 반구조화된 질문지를 사용하여 진행되었으며, 모든 인터뷰는 녹음 후 분석에 사용되었다.

데이터 수집에서 모든 참여자는 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 설명을 들은 후 자발적으로 참여하였다. 설문 조사와 인터뷰에 대한 응답은 익명으로 처리되었으며, 수집된 데이터는 연구 목적 외에는 사용되지 않았다.

양적 데이터 수집의 내용은 Table 4와 Table 5와 같다.

Table 4. Survey Questions for Metaverse Learning System

Category	Survey Questions
Background Info	1. Age: _____ 2. Major: (Please specify) _____ 3. Year: <input type="checkbox"/> Sophomore <input type="checkbox"/> Junior <input type="checkbox"/> Senior
Learner Profile	Previous Educational Experience: - Have you ever used metaverse or VR-based education? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No - On a scale of 1-5, - How satisfied were you with your previous learning experiences? - I have found metaverse beneficial in the past. - I have previously enjoyed using metaverse for learning. - Metaverse has improved my learning experience in the past. Learning Preferences (Likert scale: 5): - I prefer self-directed learning. - I enjoy team projects. - I am comfortable using technology for learning. Learning Motivation (Likert scale: 5): - I strive to achieve learning goals. - I enjoy trying new learning methods
Learning Experience Evaluation (Post-Survey)	1. Immersion (Likert scale: 5): - The metaverse learning environment felt realistic. - I could deeply immerse myself in learning. - Learning in the metaverse was engaging. 2. Interactivity (Likert scale: 5): - I could easily interact with peers in the metaverse. - Interaction with instructors was smooth. - Virtual environment was effective for team projects. 3. Ease of Use (Likert scale: 5): - It was easy to use the metaverse learning system.

Category	Survey Questions
	<ul style="list-style-type: none"> - The interface was intuitive. - There were no technical issues during learning activities. 4. Learning Motivation (Likert scale: 5): <ul style="list-style-type: none"> - Learning in the metaverse increased my motivation. - Game elements in learning activities motivated me. - Visual confirmation of achievements gave me a sense of accomplishment. 5. Learning Outcomes (Likert scale: 5): <ul style="list-style-type: none"> - I understood the learning material better in the metaverse. - It helped me achieve learning goals. - Metaverse learning was more effective than traditional methods. 6. Improvements: <ul style="list-style-type: none"> - What improvements would you suggest for the metaverse learning system? (Please specify) _____

Category	Survey Questions
	<ul style="list-style-type: none"> - It was easy to use the ITS. - The interface of ITS was intuitive. - There were no technical issues during learning activities with ITS. 4. Learning Motivation (Likert scale: 5): <ul style="list-style-type: none"> - Learning in the ITS environment increased my motivation. - Personalized feedback from ITS motivated me. - Visual confirmation of achievements through ITS gave me a sense of accomplishment. 5. Learning Outcomes (Likert scale: 5): <ul style="list-style-type: none"> - I understood the learning material better through ITS. - It helped me achieve learning goals. - Learning with ITS was more effective than traditional methods. 6. Improvements: <ul style="list-style-type: none"> - What improvements would you suggest for the Intelligent Tutoring System? (Please specify) _____

Table 5. Survey Questions for Intelligent Tutoring System (ITS)

Category	Survey Questions
Background Info	<ol style="list-style-type: none"> 1. Age: _____ 2. Major: (Please specify) _____ 3. Year: <input type="checkbox"/> Sophomore <input type="checkbox"/> Junior <input type="checkbox"/> Senior
Learner Profile	<p>Previous Educational Experience:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Have you previously used an Intelligent Tutoring System (ITS)? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No - On a scale of 1-5, <ul style="list-style-type: none"> - How satisfied were you with your previous learning experiences? - I have found ITS beneficial in the past. - I have previously enjoyed using ITS for learning. - ITS has improved my learning experience in the past. <p>Learning Preferences (Likert scale: 5):</p> <ul style="list-style-type: none"> - I prefer self-directed learning. - I enjoy team projects. - I am comfortable using technology for learning. <p>Learning Motivation (Likert scale: 5):</p> <ul style="list-style-type: none"> - I strive to achieve learning goals. - I enjoy trying new learning methods
Learning Experience Evaluation (Post-Survey)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ITS Learning Environment Effectiveness (Likert scale: 5): <ul style="list-style-type: none"> - ITS helped improve my learning performance. - Personalized feedback from ITS was beneficial. - ITS clearly showed my learning progress. 2. Interactivity (Likert scale: 5): <ul style="list-style-type: none"> - Feedback from ITS was immediate. - Interaction with ITS helped understand the learning material. - Feedback from ITS contributed to my learning improvement. 3. Ease of Use (Likert scale: 5):

본 연구의 데이터 수집은 메타버스와 ITS 기반 학습 시스템의 교육적 효과를 종합적으로 평가하기 위해 다각적인 방법을 사용하였다. 이러한 데이터 수집 절차는 두 시스템의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 대한 신뢰성 높은 데이터를 제공하며, 향후 하이브리드 튜터링 시스템 설계에 중요한 기초 자료를 제공할 것이다.

3.4 데이터 분석

본 연구의 데이터 분석은 양적 데이터와 질적 데이터를 모두 포함하여, 메타버스와 지능형 튜터링 시스템(ITS)이 대학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 미치는 영향을 종합적으로 평가하는 데 중점을 두었다. 각 학기별로 수집된 데이터를 통해 두 시스템 간의 비교 분석을 실시하였다.

3.4.1 양적 데이터 분석

양적 데이터는 주로 설문 조사 결과와 학습 성과 데이터를 포함한다. 설문 조사 결과는 Python 프로그램을 구현하여 분석되었다. 주요 분석 기법으로는 기술 통계, 상관 분석, 독립 표본 t-검정, 그리고 분산 분석(ANOVA)이 사용되었다.

기술 통계는 설문 응답자의 인구통계학적 특성과 초기 학습 상태를 요약하고, 두 시스템 사용 후의 학

습 성과와 만족도를 기술하였다. 이를 통해 각 시스템의 전반적인 효과성을 파악하였다.

상관 분석은 학습 성과와 만족도, 학습 동기 간의 관계를 분석하는 데 사용되었다. 이를 통해 각 변수들 간의 상관관계를 확인하고, 특정 요인이 학습 성과에 미치는 영향을 평가하였다.

독립 표본 t-검정은 메타버스와 ITS를 사용한 두 그룹 간의 학습 성과와 만족도 차이를 비교하는 데 사용되었다. 이를 통해 두 시스템 간의 유의미한 차이를 확인할 수 있었다.

분산 분석(ANOVA)은 각 학년별로 메타버스와 ITS의 효과를 비교하기 위해 사용되었다. 이를 통해 각 시스템이 학년별로 어떻게 다른 영향을 미치는지 평가하였다.

3.4.2 질적 데이터 분석

질적 데이터는 심층 인터뷰를 통해 수집된 학생들의 학습 경험과 의견을 포함한다. 인터뷰 자료는 NVivo 소프트웨어를 사용하여 분석되었다. 분석 방법으로는 주제 분석(thematic analysis)이 사용되었다.

주제 분석은 인터뷰 내용을 바탕으로 주요 주제와 패턴을 식별하는 데 사용되었다. 먼저, 인터뷰 내용을 전사하고, 이를 세부적으로 코딩하여 주요 주제를 도출하였다. 그런 다음, 도출된 주제를 기반으로 각 시스템의 장단점, 학생들의 만족도와 불만족 요인, 그리고 개선 사항 등을 분석하였다.

질적 데이터는 양적 데이터 분석 결과를 보완하고, 학생들의 실제 경험과 인식을 반영하여 더 깊이 있는 통찰을 제공하였다. 이를 통해 양적 데이터에서 나타난 결과를 보다 명확히 이해하고 해석할 수 있었다.

3.4.3 데이터 통합 분석

통합 분석은 두 가지 데이터 유형에서 도출된 결과를 종합적으로 평가하고, 두 시스템의 교육적 효과를 종합적으로 비교하는 데 중점을 두었다. 이를 통해 메타버스와 ITS의 장단점을 종합적으로 평가하고, 향후 하이브리드 튜터링 시스템 설계에 필요한 기초 자료를 제공하였다.

본 연구의 데이터 분석은 메타버스와 ITS 기반 학습 시스템이 대학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 미치는 영향을 종합적으로 평가하는 데 기

여하며, 이를 통해 보다 효과적인 교육 기술의 개발과 적용 방안을 모색할 수 있는 기초 자료를 제공한다.

3.5 신뢰도와 타당도

본 연구의 신뢰도와 타당도를 확보하기 위해 다양한 방법을 적용하였다. 신뢰도는 연구 결과의 일관성과 재현 가능성을 의미하며, 타당도는 연구 결과가 실제 현상을 얼마나 정확하게 반영하는지를 의미한다. 신뢰도와 타당도를 높이기 위해 본 연구에서는 양적 데이터와 질적 데이터를 모두 활용하였으며, 엄격한 데이터 수집 및 분석 절차를 따랐다.

3.5.1 신뢰도 확보

첫째, 양적 데이터의 신뢰도를 확보하기 위해 설문 조사 도구의 내부 일관성을 검증하였다. 이를 위해 Cronbach의 알파 계수를 사용하여 설문 항목 간의 일관성을 평가하였다. Cronbach의 알파 값이 0.70 이상인 경우, 설문 도구는 높은 내부 일관성을 가진 것으로 간주되었다.

둘째, 설문 조사의 재현 가능성을 평가하기 위해 파일럿 테스트를 실시하였다. 파일럿 테스트는 소규모 학생 그룹을 대상으로 실시하였으며, 설문 문항의 명확성, 응답 시간, 응답의 일관성을 평가하였다. 이를 통해 설문 도구의 수정 및 보완이 이루어졌으며, 최종 설문 도구는 파일럿 테스트 결과를 반영하여 개선되었다.

셋째, 질적 데이터의 신뢰도를 확보하기 위해 인터뷰 자료의 코딩 과정을 독립적인 두 명의 연구자가 별도로 수행하였다. 두 연구자가 각각 코딩한 결과를 비교하여 코딩 일치도를 평가하였으며, 불일치가 발생한 부분에 대해서는 논의를 통해 최종 코드를 합의하였다. 이와 같은 절차를 통해 질적 데이터의 분석 결과가 일관성을 유지하도록 하였다.

3.5.2 타당도 확보

첫째, 내용 타당도를 확보하기 위해 전문가 검토를 실시하였다. 교육학 및 교육 기술 분야의 전문가 3명을 초청하여 설문 문항과 인터뷰 질문의 적절성을 평가받았다. 전문가들의 피드백을 반영하여 설문 문항과 인터뷰 질문을 수정, 보완함으로써 내용 타당도를

높였다.

둘째, 구인 타당도를 검증하기 위해 탐색적 요인 분석(Exploratory Factor Analysis, EFA)을 실시하였다. 설문 조사의 각 항목이 연구의 주요 구인을 적절하게 측정하는지를 평가하기 위해 요인 분석을 사용하였으며, 각 항목의 요인 적재값을 확인하였다. 요인 적재값이 0.40 이상인 항목은 구인 타당도가 높은 것으로 간주되었다.

셋째, 질적 데이터의 타당도를 높이기 위해 참여자 검토(Member Checking)를 실시하였다. 인터뷰 분석 결과를 요약하여 각 인터뷰 참여자에게 제공하고, 분석 결과가 참여자의 실제 경험과 일치하는지를 확인 받았다. 참여자들이 분석 결과에 동의한 경우, 해당 결과는 타당도가 높은 것으로 간주하였다.

넷째, 삼각측정(Triangulation)을 통해 타당도를 확보하였다. 양적 데이터와 질적 데이터를 통합하여 분석함으로써, 연구 결과의 타당성을 높였다. 예를 들어, 설문 조사 결과와 인터뷰 결과가 일치하는지를 확인하고, 일치하지 않는 부분에 대해서는 추가적인 분석을 통해 그 이유를 규명하였다.

본 연구는 이러한 신뢰도와 타당도 확보 절차를 통해 연구 결과의 신뢰성과 타당성을 극대화하였다. 이를 통해 메타버스와 지능형 튜터링 시스템(ITS)의 교육적 효과를 보다 정확하게 평가할 수 있었으며, 연구 결과가 실제 교육 현장에서의 적용 가능성을 높이는 데 기여하였다.

4. 결과 및 논의

본 연구는 메타버스 기반 학습 시스템과 지능형 튜터링 시스템(ITS)이 대학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 연구 결과는 양적 데이터와 질적 데이터를 통합하여 분석하였으며, 각 시스템의 교육적 효과를 종합적으로 평가하였다.

4.1 양적 데이터 분석 결과

양적 데이터 분석 결과, 메타버스와 ITS 모두 학습 효과를 증진시키는 데 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 두 시스템을 사용한 학생들의 학습 성과와 만족도, 학습 동기 부여는 전통적인 교육 방법에 비해 유의미하게 높았다.

먼저, 학습 성과 측면에서 ITS 그룹과 메타버스 그룹 모두 학기 말 시험 성적이 이전 성적에 비해 유의미하게 향상되었다. 독립 표본 t-검정을 통해 두 그룹 간의 학습 성과 차이를 비교한 결과, ITS 그룹의 성적 향상 폭이 메타버스 그룹보다 다소 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p > 0.05$). 이는 두 시스템 모두 학습 성과를 높이는 데 효과적임을 시사한다.

만족도와 관련하여, 설문 조사 결과 메타버스 그룹이 ITS 그룹에 비해 다소 높은 만족도를 보였다. 특히, 메타버스의 몰입형 학습 환경과 상호작용적 요소가 학생들의 만족도를 높이는 데 기여한 것으로 분석되었다. Table 6에서 만족도 관련 t-값, p-값을 확인할 수 있으며, 만족도 설문 항목에 대한 평균 점수는 Figure 5와 같이 메타버스 그룹이 4.5점, ITS 그룹이 4.2점으로 나타났다(5점 만점).

Table 6. Overall Survey Scores and Statistical Analysis for Metaverse and ITS

Metric	Metaverse	ITS	t-value	p-value
Overall Score	4.5	4.3	1.23	0.22

학습 동기 부여 측면에서도 두 그룹 모두 긍정적인 결과를 보였다. 상관 분석 결과, 학습 동기와 학습 성과 간의 높은 상관관계($r = 0.65, p < 0.01$)가 발견되었다. 이는 학습 동기가 학습 성과에 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다. 메타버스 그룹은 특히 게임 요소와 가상 현실의 몰입감이 학습 동기를 높이는 데 기여한 것으로 나타났다.

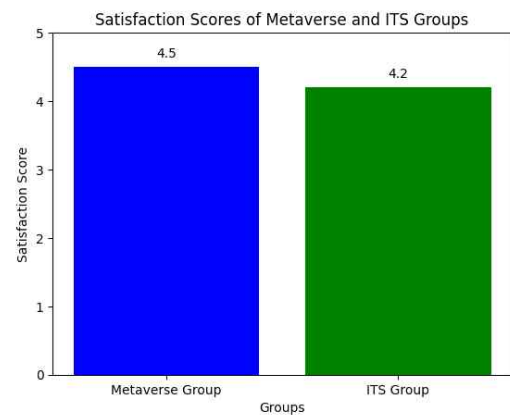


Figure 5. Satisfaction Scores of Metaverse and ITS Groups

4.2 질적 데이터 분석 결과

질적 데이터 분석 결과, 학생들은 메타버스와 ITS 각각의 장점과 단점을 명확히 인식하고 있었다. 인터뷰를 통해 도출된 주요 주제는 학습 경험, 상호작용, 기술적 문제, 그리고 개선 사항 등 네 가지로 요약할 수 있다.

메타버스 그룹의 학생들은 몰입감 높은 학습 경험과 상호작용적 요소를 긍정적으로 평가하였다. 한 학생은 “가상의 실험실에서 실제로 실험을 하는 것처럼 느껴져 흥미로웠다”고 언급하였다. 반면, 기술적 문제와 접근성에 대한 불만도 있었다. 일부 학생들은 “인터넷 연결 상태가 좋지 않아 수업 중에 끊김 현상이 발생했다”고 지적하였다.

ITS 그룹의 학생들은 맞춤형 피드백과 개인 학습 경로 제공을 장점으로 꼽았다. 한 학생은 “내 학습 속도에 맞춰 피드백을 받으니 이해도가 높아졌다”고 말했다. 그러나, ITS의 상호작용 요소가 부족하다는 지

적도 있었다. 일부 학생들은 “다른 학생들과의 상호작용이 거의 없어 고립감을 느꼈다”고 언급하였다. Table 7에서 질적 분석 내용의 결과를 확인할 수 있다.

Table 7. Summary of Qualitative Data Analysis

Theme	Metaverse Comments (Frequency)	ITS Comments (Frequency)
Learning Experience	It felt like conducting experiments in a real lab (15)	Receiving feedback tailored to my learning pace enhanced my understanding (12)
Interactivity	Collaboration with peers was smooth (18)	Felt isolated due to lack of interaction with other students (8)
Technical Issues	Experienced disconnections due to poor internet connectivity (10)	The system was stable, allowing me to focus on learning (7)
Suggestions for Improvement	Need for more stable internet connectivity (12)	Would like to see enhanced interaction with other students (10)

Table 8. Comprehensive Evaluation of Metaverse and ITS (Intelligent Tutoring System)

Aspect	Metaverse	Intelligent Tutoring System (ITS)
Immersion	- Provides highly immersive learning experiences using VR/AR technologies. - Engages learners deeply with realistic simulations.	- Lacks immersive features compared to Metaverse. - Primarily text and interface-based.
Interactivity	- Facilitates real-time interaction and collaboration in a virtual environment. - Enhances teamwork and social learning.	- Provides real-time feedback but limited in fostering peer-to-peer interaction.
Personalization	- Can offer personalized experiences but depends on the design of the virtual environment.	- Strong in personalized learning paths and feedback based on learner's progress.
Flexibility	- Offers flexible learning anytime and anywhere through virtual environments.	- Flexible in terms of access but relies on structured paths and modules.
Engagement	- Highly engaging due to the interactive and game-like nature of VR/AR.	- Increases engagement through adaptive learning and tailored feedback.
Technical Requirements	- Requires high-end devices and stable internet connection for optimal experience. - May face accessibility issues due to hardware constraints.	- Requires reliable internet access but generally has lower hardware demands than Metaverse.
Learning Analytics	- Can provide detailed analytics if properly integrated. - Tracking might be more complex due to diverse interactions in the virtual environment.	- Offers robust tracking and analytics of learner's performance and behavior.
Scalability	- Scalability can be challenging due to the high resource demand of VR/AR environments.	- Highly scalable to support many learners with relatively lower resource requirements.
Instructional Support	- Enhances teaching with immersive simulations but requires teachers to be familiar with VR/AR technologies.	- Supports teachers by providing detailed insights into student performance and areas needing attention.
Cost	- High initial setup and maintenance costs due to VR/AR technology requirements.	- High initial development costs but potentially lower maintenance costs compared to Metaverse.
Motivation	- Increases learner motivation through engaging and interactive experiences.	- Personalized feedback helps maintain and boost learner motivation.
Satisfaction	- High satisfaction due to immersive and interactive learning environments.	- High satisfaction through effective personalized learning paths and progress tracking.
Feedback	- Feedback is more indirect and less immediate due to the nature of the environment.	- Provides immediate and specific feedback tailored to individual learners.

4.3 종합 논의

종합적으로 볼 때, 메타버스와 ITS는 각각 고유한 장점과 단점을 가지고 있으며, 두 시스템 모두 학습 성과와 만족도, 학습 동기 부여에 긍정적인 영향을 미친다. 메타버스는 몰입감과 상호작용을 통해 학습 경험을 풍부하게 만드는 반면, ITS는 맞춤형 학습 경로와 피드백을 통해 학습 효율성을 높인다. 종합적인 비교는 Table 8과 Table 9와 같다. 이러한 결과를 바탕으로, 하이브리드 튜터링 시스템 설계의 필요성이 제기된다. 메타버스의 상호작용적 요소와 몰입감을 ITS의 맞춤형 피드백과 결합함으로써, 학생들에게 보다 종합적이고 효과적인 학습 경험을 제공할 수 있다. 향후 연구에서는 이러한 하이브리드 시스템의 개발과 적용 가능성을 탐구하는 것이 필요하다.

결론적으로, 본 연구는 메타버스와 ITS의 교육적 효과를 실증적으로 평가하고, 각 시스템의 장단점을 종합적으로 분석하였다. 이를 통해 미래 교육 기술의 발전 방향을 제시하고, 보다 효과적인 학습 환경을 조성하는 데 기여하고자 한다.

Table 9. Post-Class Survey Results for Metaverse and ITS

Aspect	Metaverse Group (Mean ± SD)	ITS Group (Mean ± SD)
Effectiveness	4.6 ± 0.5	4.3 ± 0.6
Ease of Use	4.2 ± 0.6	4.5 ± 0.4
Immersion	4.8 ± 0.4	3.9 ± 0.7
Satisfaction	4.5 ± 0.5	4.2 ± 0.6
Motivation	4.7 ± 0.4	4.3 ± 0.5
Feedback	4.3 ± 0.5	4.6 ± 0.4
Interactivity	4.8 ± 0.4	4.0 ± 0.6
Personalized Learning Path	4.4 ± 0.5	4.7 ± 0.3
Overall Average	4.54	4.31

5. 결론 및 제언

본 연구는 메타버스 기반 학습 시스템과 지능형 튜터링 시스템(ITS)이 대학생들의 학습 효과, 만족도, 학습 동기 부여에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 연구 결과는 두 시스템 모두 전통적인 교육 방법에 비해 학습 성과와 만족도, 학습 동기 부여 측면에서 긍정적인 효과를 제공함을 보여주었다.

5.1 연구의 주요 결과

첫째, 학습 성과 측면에서 ITS와 메타버스 모두 학생들의 학습 성과를 유의미하게 향상시켰다. 두 시스템 간의 학습 성과 차이는 통계적으로 유의미하지 않았지만, ITS는 맞춤형 피드백과 개인 학습 경로를 제공을 통해 학습 성과를 높이는 데 효과적이었다.

둘째, 학습 만족도와 관련하여 메타버스 그룹이 다소 높은 만족도를 보였다. 메타버스의 몰입형 학습 환경과 상호작용적 요소가 학생들의 만족도를 높이는 데 기여하였다.

셋째, 학습 동기 부여 측면에서 두 시스템 모두 긍정적인 결과를 보였으며, 특히 메타버스는 게임 요소와 가상 현실의 몰입감을 통해 학습 동기를 높이는 데 기여하였다.

5.2 연구의 의의

본 연구는 메타버스와 ITS의 교육적 효과를 실증적으로 평가함으로써, 두 시스템의 장단점을 명확히 파악하였다. 이를 통해 미래 교육 기술의 발전 방향을 제시하고, 보다 효과적인 학습 환경을 조성하는 데 기여하였다. 특히, 메타버스와 ITS의 상호 보완적 특성을 활용한 하이브리드 튜터링 시스템의 필요성을 제기하였다. 최근 AI 기반 교수학습 환경을 구축하는 데 있어서 메타버스와 ITS의 통합적 접근이 효과적일 수 있음을 시사하였다.

5.3 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 제시한다:

첫째, 메타버스와 ITS의 장점을 결합한 하이브리드 튜터링 시스템을 개발할 필요가 있다. 메타버스의 몰입감과 상호작용 요소를 ITS의 맞춤형 피드백과 통합함으로써, 학생들에게 보다 종합적이고 효과적인 학습 경험을 제공할 수 있을 것이다.

둘째, 기술적 문제와 접근성 문제를 해결하기 위한 노력이 필요하다. 특히 메타버스 기반 학습에서 인터넷 연결 상태와 같은 기술적 문제가 학습 경험에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로, 이러한 문제를 해결하기 위한 기술적 지원과 인프라 개선이 필요하다.

셋째, 교육자들은 메타버스와 ITS를 효과적으로 활용하기 위한 교수 전략을 개발하고 적용할 필요가 있다.

다. 두 시스템의 특성을 잘 이해하고, 이를 기반으로 한 맞춤형 교육 전략을 통해 학습 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

넷째, 향후 연구에서는 다양한 학문 분야와 학습 환경에서 메타버스와 ITS의 효과를 비교 분석할 필요가 있다. 이를 통해 두 시스템의 적용 가능성과 한계를 보다 명확히 파악하고, 다양한 교육 환경에서의 활용 방안을 모색할 수 있을 것이다.

다섯째, ITS를 통한 지능형 튜터링을 더욱 효과적으로 수행하기 위해 구체적인 학습자 모델링과 처방 전략을 발전시킬 필요가 있다. 학습자의 개별 특성에 맞춘 맞춤형 교육이 AI 기반 교수학습 환경 구축의 핵심 요소로 작용할 것이다.

5.4 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구는 한 대학의 특정 과목을 대상으로 진행되었기 때문에, 결과를 일반화하는 데 한계가 있을 수 있다. 또한, 메타버스와 ITS의 장기적인 효과를 평가하지 못한 점도 한계로 지적될 수 있다. 향후 연구에서는 다양한 과목과 학습 환경에서의 적용 사례를 분석하고, 장기적인 학습 효과를 평가하는 연구가 필요하다.

추가적으로, 본 연구는 표본의 크기와 구성이 제한적이었기 때문에, 더 큰 규모의 연구와 다양한 학생 그룹을 대상으로 한 연구가 필요하다. 또한, 학생들의 개인적 특성, 학습 스타일, 기술적 배경 등 다양한 변수를 고려하여 보다 세부적인 분석이 이루어져야 한다.

결론적으로, 메타버스와 ITS는 각각 고유한 장점과 단점을 가지고 있으며, 두 시스템을 결합한 하이브리드 튜터링 시스템은 미래 교육의 중요한 방향성을 제시할 수 있다. 본 연구는 이러한 통합적 접근을 통해 학습자의 학습 경험을 혁신적으로 개선하고, 교육의 질을 향상시키는 데 기여하고자 한다. 최근 AI 기반 디지털 플랫폼의 발전과 함께 ITS의 필요성이 증대되고 있으며, 이를 통해 학습자 모델링과 맞춤형 피드백을 효과적으로 제공하여 학습의 효율성을 극대화할 수 있다. 이러한 통합적 접근이 AI 기반 교수학습 환경 구축에 중요한 시사점을 제공할 것이다.

참고문헌

- [1] Adıgüzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology, 13*(3), 429-441. DOI: 10.30935/cedtech/13152
- [2] Pratama, M. P., Sampelolo, R., & Lura, H. (2023). Revolutionizing education: harnessing the power of artificial intelligence for personalized learning. *Klasikal: Journal of Education, Language Teaching and Science, 5*(2), 350-357. DOI: 10.52208/klasikal.v5i2.877
- [3] Lin, C. C., Huang, A. Y., & Lu, O. H. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart Learning Environments, 10*(1), 1-22. DOI: 10.1186/s40561-023-00260-y
- [4] Kumar, D., Haque, A., Mishra, K., Islam, F., Mishra, B. K., & Ahmad, S. (2023). Exploring the transformative role of artificial intelligence and metaverse in education: A comprehensive review. *Metaverse Basic and Applied Research, 2*, 1-12. DOI: <https://doi.org/10.56294/mr202355>
- [5] Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia, 21*(1), 486-497. DOI: 10.3390/encyclopedia2010031
- [6] Lv, Z., Shang, W. L., & Guizani, M. (2022). Impact of digital twins and metaverse on cities: History, current situation, and application perspectives. *Applied Sciences, 12*(24), 12820. DOI: 10.3390/app122412820
- [7] Mosteanu, N. R. (2020). Using internet and EduTech become a primary need rather than a luxury-the reality: a new skilled educational system-digital university campus. *International Journal of Engineering Science Technologies, 4*(6), 1-9. DOI: 10.29121/ijoe.v4.i6.2020.129
- [8] Alrakhawi, H. A., Jamiat, N. U. R. U. L. I. Z. A. M., & Abu-Naser, S. S. (2023). Intelligent Tutoring Systems in education: A systematic review of usage, tools, effects and evaluation. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 10*(4), 1205-1226. https://www.researchgate.net/publication/369019319_INTELLIGENT_TUTORING_SYSTEMS_IN_EDUCATION_A_SYSTEMATIC_REVIEW_OF_USA_GE_TOOLS_EFFECTS_AND_EVALUATION#fullTextFileContent

- [9] Rathore, A. S., & Arjaria, S. K. (2020). Intelligent tutoring system. In *Utilizing educational data mining techniques for improved learning: emerging research and opportunities*, 121-144. IGI global. DOI: 10.4018/978-1-7998-0010-1.ch006
- [10] Assielou, K. A., Haba, C. T., Kadjo, T. L., Yao, K. D., & Gooré, B. T. (2020). Multi-relational and social-influence model for predicting student performance in intelligent tutoring systems (ITS). *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(3), 2058-2066. DOI: 10.1109/KSE.2015.9
- [11] Mousavinasab, E., Zarifasanaiey, N., R. Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Ghazi Saeedi, M. (2021). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 142-163. DOI: 10.1080/10494820.2018.1558257
- [12] Akyuz, Y. (2020). Effects of intelligent tutoring systems (ITS) on personalized learning (PL). *Creative Education*, 11(06), 953. DOI: 10.4236/ce.2020.116069
- [13] Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of educational research*, 86(1), 42-78. DOI: 10.3102/00346543155814
- [14] Wang, H., Tlili, A., Huang, R., Cai, Z., Li, M., Cheng, Z., ... & Fei, C. (2023). Examining the applications of intelligent tutoring systems in real educational contexts: A systematic literature review from the social experiment perspective. *Education and information technologies*, 28(7), 9113-9148. DOI: 10.1007/s10639-022-11555-x
- [15] Erümit, A. K., & Çetin, İ. (2020). Design framework of adaptive intelligent tutoring systems. *Education and Information Technologies*, 25(5), 4477-4500. DOI: 10.1007/s10639-020-10182-8
- [16] Guo, L., Wang, D., Gu, F., Li, Y., Wang, Y., & Zhou, R. (2021). Evolution and trends in intelligent tutoring systems research: a multidisciplinary and scientometric view. *Asia Pacific Education Review*, 22(3), 441-461. DOI: 10.1007/s12564-021-09697-7
- [17] Conati, C., Barral, O., Putnam, V., & Rieger, L. (2021). Toward personalized XAI: A case study in intelligent tutoring systems. *Artificial intelligence*, 298(8), 103503, 1-23. DOI: 10.1016/j.artint.2021.103503
- [18] Lin, H., Wan, S., Gan, W., Chen, J., & Chao, H. C. (2022, December). Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. In *2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2857-2866. DOI: 10.48550/arXiv.2211.14951
- [19] Kaddoura, S., & Al Hussein, F. (2023). The rising trend of Metaverse in education: Challenges, opportunities, and ethical considerations. *PeerJ Computer Science*, 9, e1252, 1-33. DOI: 10.7717/peerj-cs.1252
- [20] Camilleri, M. A., & Camilleri, A. C. (2023, July). Metaverse education: Opportunities and challenges for immersive learning in virtual environments. In *Camilleri, MA & Camilleri, AC (2023). Metaverse education: Opportunities and challenges for immersive learning in virtual environments, 2023 The 4th Asia Conference on Computers and Communications (ACCC 2023)*, ACM Digital Library, New York, United States of America. DOI: 10.2139/ssrn.4521895
- [21] Hwang, G. J., & Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(3), 100082, 1-6. DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100082
- [22] Zallio, M., & Clarkson, P. J. (2022). Designing the metaverse: A study on inclusion, diversity, equity, accessibility and safety for digital immersive environments. *Telematics and Informatics*, 75, 101909, 1-12. DOI: 10.1016/j.tele.2022.101909
- [23] Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Wang, F. L. (2023). Metaverse in education: contributors, cooperations, and research themes. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(6), 1111-1129. DOI: 10.1109/TLT.2023.3277952
- [24] Mozaffari, L & Hozhabrasa, J. K. (2024). Metaverse - Education, Learning and Knowledge Sharing-Technology Report. *Impact & Benefits of Digitalization*. DOI: 10.13140/RG.2.2.34789.78569
- [25] Faber, R.L. (2024). Virtual Realities: The Impact of the Metaverse on Education and Training. *LinkedIn*. <https://www.linkedin.com/pulse/virtual-realities-impact-metaverse-education-training-la-faber-wuaac>
- [26] Morgan, R. (2023). *How The Metaverse Impacts The eLearning Industry*. eLearning Industry: Emerging Technologies. <https://elearningindustry.com/how-the-metaverse-impacts-the-elearning-industry>
- [27] Sidhu, M. S., Mousakhani, S., Lee, C. K., & Sidhu, K. K. (2024). Educational impact of Metaverse learning environment for engineering mechanics dynamics. *Computer Applications in Engineering Education*,

e22772. DOI: 10.1002/cae.22772

- [28] Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2023). Educational practices and strategies with immersive learning environments: Mapping of reviews for using the metaverse. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 319-341. DOI: 10.1109/TLT.2023.3243946
- [29] Al Yakin, A., & Seraj, P. M. I. (2023). Impact of metaverse technology on student engagement and academic performance: the mediating role of learning motivation. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*, 3(1), 10-18. DOI: 10.54489/ijcim.v3i1.234
- [30] Hirsh-Pasek, K., Zosh, J., Hadani, H. S., Golinkoff, R. M., Clark, K., Donohue, C., & Wartella, E. (2022). A whole new world: Education meets the metaverse. *Policy Brief*, 1-14. <https://files.eric.ed.gov/full-text/ED622316.pdf>
- [31] Prakash, A., Haque, A., Islam, F., & Sonal, D. (2023). Exploring the potential of metaverse for higher education: Opportunities, challenges, and implications. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 40, 1-11. DOI: 10.31620/JCCC.09.23/17
- [32] Hussain, S. (2023, April). Metaverse for education—Virtual or real?. *Frontiers in Education*, 8, 1177429. 1-4. Frontiers. DOI: 10.3389/educ.2023.1177429
- [33] Cai, S., Jiao, X., & Song, B. (2022). Open another door to education—Applications, challenges and perspectives of the educational metaverse. *Metaverse*, 3(1), 1-12. DOI: 10.54517/met.v3i1.1798
- [34] Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*, 13, 1016300, 1-18. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1016300



한 옥 영

1985년 The University of Kansas
Computer Science (B.S.)

1989년 California State University
Computer Science (M.S.)

1999년 한국과학기술원(KAIST)
전산학 (박사수료)

2012년 성균관대학교 컴퓨터교육
(박사)

1989년 ~ 1991년 삼성전자 컴퓨터부문 연구원

1992년 ~ 1999년 덕성여자대학교 연구교수

2000년 ~ 2019년 성균관대학교 컴퓨터교육과 겸임교수

2020년 ~ 현재 성균관대학교 학부대학 부교수

관심분야: 소프트웨어교육, 인공지능교육, 에듀테크, 데이터분석

E-Mail: oakyoung@skku.edu