

6자유도 입체영상 기술 기반 유아 요가 프로그램의 개발과 적용

방 미 향*

성결대학교 파이데이아 학부 조교수

Development and Application of a Preschool Yoga Program Based on 6-DOF Stereoscopic Video Technology

Mi-Hyang Bang*

Assistant professor, Division of Paidea, Sungkyul University, Anyang 14097, Korea

[요 약]

본 연구는 6자유도 입체영상 기술을 활용하여 개발된 유아 요가 프로그램의 교육적 효과와 현장 적용 가능성을 탐구한 것이다. 유아 요가와 같은 신체 활동은 신체 운동, 인지 언어, 사회 정서 등 여러 발달 영역에 긍정적인 영향을 미친다. 그러나 어린이 발달 단계의 특성상 집중력 부족과 지루함으로 인해 현장 적용에 어려움이 있었다. 이 문제를 해결하기 위해 양안 및 운동 시차를 지원 하는 6자유도 입체영상 기술을 도입하여 유아들이 요가 동작을 다양한 시각적 각도에서 보다 명확하게 이해할 수 있는 프로토퀸텐츠를 개발하였다. 본 연구에서는 68명의 유아를 대상으로 한 주에 두 번, 각각 30분간의 수업을 통해 이 콘텐츠의 효과를 실험하였다. 본 연구 결과, 유아들은 수업의 지각($t=23.446$), 학습 만족도($t=6.495$), 학습 지속 의향($t=8.246$) 모두에서 $p<.001$ 로, 통계적으로 유의미한 향상을 보였다. 또한, 교사 설문문을 통해 프로그램의 현장 적용 가능성을 확인하였으며, 이는 6자유도 입체영상 기술이 유아 교육에서 전통적 방식을 넘어서는 유용한 도구임을 보여 준다.

[Abstract]

In this study, we evaluate the educational efficacy and real-world applicability of a toddler yoga program developed using 6-DOF stereoscopic video technology. Activities like toddler yoga positively influence various developmental areas, including physical exercise, cognitive language, and socio-emotional skills. However, owing to the developmental traits of young children, such as short attention spans and boredom, on-site application often faces challenges. To overcome these issues, the program utilizes 6-DOF stereoscopic video technology, supporting binocular vision and motion parallax, to help toddlers understand yoga poses from multiple visual perspectives. The impact of the program was tested on 68 preschoolers through twice-weekly 30 minute sessions. The results indicated significant enhancements in class perception ($t = 23.446$), learning satisfaction ($t = 6.495$), and continued learning interest ($t = 8.246$), all with $p < 0.001$. Furthermore, a teacher survey validated the practical applicability of the program, underscoring the potential of 6-DOF stereoscopic technology as a valuable tool in transcending traditional educational approaches in early childhood education.

색인어 : 실감형 콘텐츠, 6자유도 입체영상, 유아 요가, 3D 입체영상, 입체영상의 교육적 이용

Keyword : Immersive Content, 6-DOF Stereoscopic Video, Preschool Yoga, 3D Stereoscopic Video, Educational Use of Stereoscopic Video

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.10.2849>



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 11 September 2024; **Revised** 11 October 2024

Accepted 11 October 2024

***Corresponding Author; Mi-Hyang Bang**

Tel: +82-31-467-8114

E-mail: rifozone64@sungkyul.ac.kr

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

이 연구는 현대 교육 기술의 진화가 유아 교육 방식에 어떻게 적용될 수 있는지를 탐구한다. 특히, 신체활동이 중요한 학습 요소인 유아기에 입체영상 기술이 어떤 새로운 가능성을 제공하는지에 주목한다.

유아 교육 분야에서 입체영상 기술의 공간적 깊이와 상세성은 신체 활동 학습, 특히 유아 요가에 큰 잠재력을 제공한다. 실제로 유아 요가는 신체운동, 주도성, 인지언어, 그리고 사회정서 발달에 긍정적인 영향을 미친다는 여러 연구 결과가 있다[1]-[4], 하지만 지루함과 동작의 복잡성 등의 장애 요인으로 교육 현장에서의 적용은 제한적이었다[5]-[7].

이러한 문제를 극복하고, 유아들이 요가 동작을 공간적인 모든 각도에서 정확하게 이해하고 따라할 수 있도록 돕기 위해, 본 연구는 6자유도 입체영상 기술의 적용 가능성을 탐구한다. 6자유도 입체영상 기술은 Light Field를 수집하는 기술로, 빛의 진행 경로와 방향에 관한 다차원 정보를 수집하고 저장한다. 이는 깊이 측정[8], 초점 재조정[9], 분광[10] 등의 다양한 기능을 실현한다[11].

기술의 역사적 배경을 고려할 때, 6자유도 입체영상 기술의 원리는 과거 다중요소 동영상 카메라에서 유래되었다. 이러한 카메라는 100년 이상 전에 이미 개발되었지만[12], 최근의 기술 발전, 특히 센서의 고해상도화, 미세광학소자 제조 기술의 발전, 그리고 고속 이미지 처리 기술의 등장으로 이 기술의 가치가 재평가되고 있다.

이 기술의 특성은 광학 계측, 이미지 복원, 물체 인식 등 다양한 분야에서 활용되며, 가상 현실(Virtual Reality), 증강 현실(Augmented Reality), 컴퓨터 비전(Computer Vision), 로봇 공학(Robotics), 그리고 의료(Medical) 등 다양한 분야에서 적용 사례를 보여주며 그 가능성을 확장시키고 있다.

본 연구의 주요 목표는 6자유도 입체영상 기술을 활용하여 유아들이 요가 동작을 공간적인 모든 각도에서 정확하게 이해하고 따라할 수 있게 함으로써 교육의 효과를 극대화하고 학습 경험을 향상시키는 것이다.

이를 위해, 이 연구는 실제 교육 현장에서 적용 가능한 연간 유아 요가 프로그램을 개발하고, 6자유도 입체영상 기술을 활용하여 프로토타입 콘텐츠를 제작해 본다. 그리고 유치원, 어린이집 등 실제 교육기관에서 유아들을 대상으로 시범 수업을 통해 입체영상 기반 유아 요가 프로그램의 교육 효과를 검증한다. 그리고 실험과 관계된 교사들의 설문조사를 통해 교육 현장에서의 적용 가능성을 탐색한다.

본 연구에서는 6세와 7세 어린이가 신체적, 인지적으로 입체영상과 관련된 실험에 더 적합하다고 판단하여 연구 대상으로 선정하였다. 5세 어린이들은 이러한 실험에 참여하기에 발달 단계상 적절하지 않아 제외되었다. 따라서 본 연구에서

의 유아는 6세, 7세 어린이를 의미한다.

본 논문에서 제시하는 연구 문제는 다음과 같다.

연구 문제 1: 6자유도 입체영상 기술을 활용하여 유아들의 학습 참여도를 최적화하는 유아 요가 프로그램을 어떻게 개발할 것인가?

연구 문제 2: 6자유도 입체영상 기반 유아 요가 교육 프로그램의 교육 효과 및 현장 적용 가능성은 어떠한가?

본 연구는 6자유도 입체영상 기술을 유아 요가 프로그램에 최초로 접목함으로써 신체활동 학습의 향상 및 학습 경험의 질 개선을 기대하고 있다. 이 기술의 유아 요가 프로그램에 대한 적용은 실제 교육 현장에서 사용될 것을 목표로 하며, 이를 통해 교육의 혁신적인 전략으로서 입체영상의 기술의 활용 가능성이 확장될 것으로 예상된다.

II. 연구방법 및 절차

다중요소 동영상 카메라는 수백 개의 작은 렌즈를 활용하여 여러 각도에서의 이미지를 동시에 촬영하고, 이렇게 얻어진 다양한 시점의 이미지들을 하나의 입체적인 이미지로 합성하는 기술이다. 이러한 기술은 6자유도 입체영상 기술의 근간을 형성하며, 특히 신체활동 교육에서 중요한 역할을 할 수 있다.

요가 교육에서는 정확한 동작 수행을 위해 다양한 각도에서의 관찰이 필수적이다. 6자유도 입체영상 기술이 이러한 다중요소 카메라의 이미지를 활용하여 실시간으로 입체적인 이미지를 생성하고 초점을 변경할 수 있게 함으로써, 어린이들이 요가 동작의 특정 부분에 주목할 수 있도록 한다. 이는 어린이들이 보다 세부적인 동작을 관찰하고 이해하는 데 큰 도움을 줄 것이다.

본 연구는 유아 요가 교육의 혁신적인 접근 방법을 모색하기 위해 6자유도 입체영상 기술을 활용한 유아 요가 프로그램의 프로토타입을 개발하고, 이를 실제 교육 현장에서 적용해 보는 과정을 포함한다.

초기 단계에서는 입체영상 기술의 발달 동향과 특히 교육 콘텐츠에서의 입체영상의 활용과 관련된 선행 연구를 기반으로 해서 현재 유아 요가 프로그램의 운영 현황과 교육적 효과에 대한 기초조사를 수행하였다.

다음으로, 현장 교사들과의 인터뷰를 통해 요가 프로그램과 관련된 요구도를 조사하였다. 그리고 전문가들과의 심도 깊은 논의를 진행하며 유아들이 요가 프로그램에 참여하며 기대하는 바를 세밀하게 파악하였다. 이를 기반으로 프로그램의 목적과 내용을 설정하고, 교수-학습 방법을 개발하며, 교사의 역할을 재정의하였다.

유아 요가 프로그램 프로토타입 콘텐츠의 개발 과정에서는 교육 전문가와의 긴밀한 협의 과정을 통해 요가 동작 시나리오를 기획하였다. 본 연구에서의 프로토타입은 일반적으로 실

험에 사용되는 단편적인 영상과 달리 주 2회 30분씩의 수업을 실제 교육기관에서 진행하는 것을 목표로 삼아 완결된 수업용 콘텐츠를 제공하여 유아들이 보다 온전한 교육 경험을 할 수 있도록 개발이 이루어졌다.

설정된 시나리오에 따라, 다중요소 동영상 카메라를 사용하여 어린이 모델 및 전문 선생님의 요가 동작을 촬영하였다. 그리고 이를 입체영상으로 변환하는 작업을 수행하였다. 촬영된 영상은 객체 인식, 가상 카메라 계산, 실사 및 CG 합성, 그리고 시점 생성을 포함한 복잡한 처리 과정을 거쳐 입체영상으로 재구성되었다.

한편, 본 연구에서는 유아들에게 더욱 몰입감 있는 학습 환경을 제공하고 실제 수업을 효과적으로 진행할 수 있도록 6자유도 입체영상을 재생할 수 있는 최적의 일체형 디스플레이 시스템을 독자적으로 개발하였다. 모든 어린이들이 어디에 앉아 있든지 요가 동작을 명확하게 볼 수 있도록 다중 화면 구조로 구성하였고, 교사가 쉽게 조작할 수 있는 접근성, 유지보수와 이동 문제를 고려하여 설계하였다.

이 디스플레이 시스템을 활용하여 프로토타입 콘텐츠를 완성한 후, 실제 유치원과 어린이집의 협조를 받아 6세와 7세 유아들을 대상으로 주 2회, 30분 동안 시범 수업을 실시하였다. 이때 연구자와 교사는 단순히 참관자의 역할만 수행하였으며, 모든 수업은 입체영상을 통해 유아들이 스스로 따라하는 방식으로 진행되었다. 요가 프로그램의 교육 효과 검증을 위해 2차례의 시범 수업을 모두 마친 후 유아들을 대상으로 설문조사가 실시되었다. 학습자들의 수업의 인식, 학습 만족도, 학습 지속 의향 등을 묻는 설문지는 선행연구에 기반하여 본 연구의 목적에 맞게 개발되었고 예비조사를 통해 신뢰도를 평가하여 재구성하였다.

또한, 교육 현장에서의 실제 적용 가능성을 평가하기 위해, 실험 과정에 참여한 유치원 교사를 대상으로 추가적인 설문조사도 함께 진행되었다.

이 과정에서 수집된 데이터는 통계적 분석을 통해 프로그램의 효과성을 검증하는 데 사용되었으며, 결과를 토대로 프로그램의 개선 방향을 모색하였다.

본 연구의 절차는 표 1에 요약되어 있다.

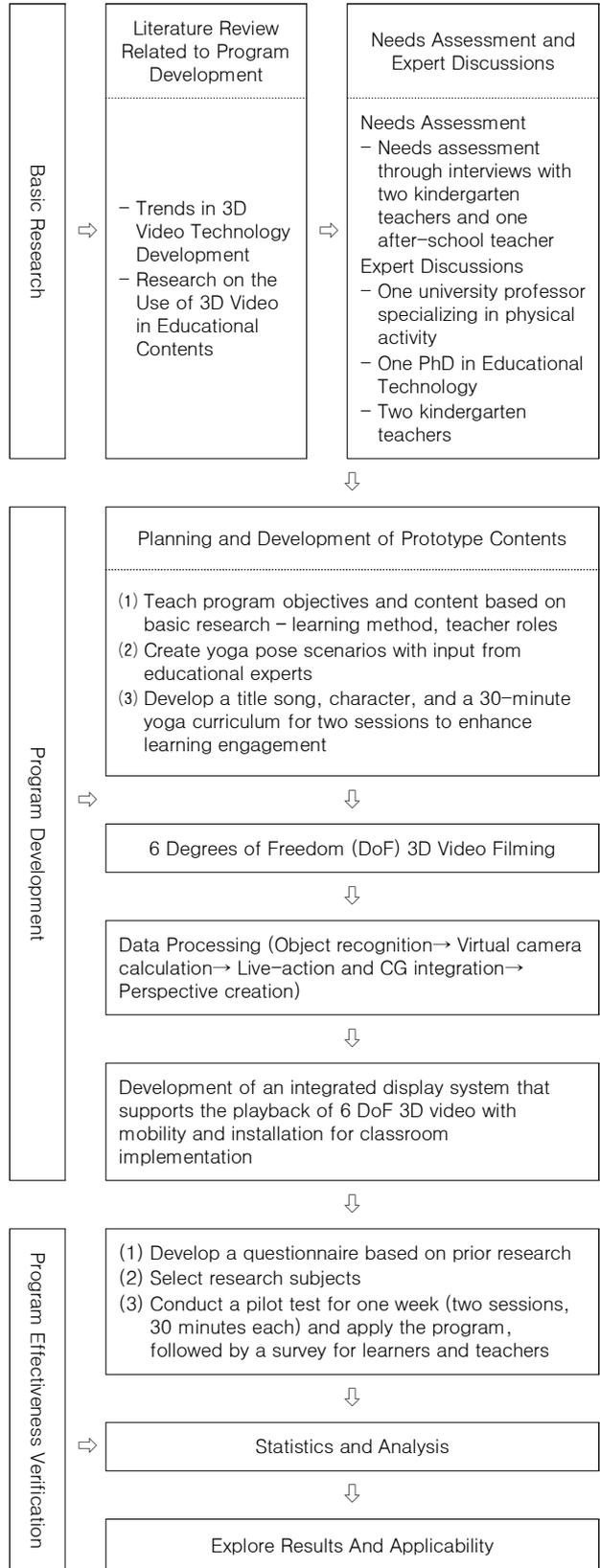
III. 교육 미디어로서의 입체영상 관련 선행 연구

최근에는 고화소 밀도 디스플레이와 다양한 광학 소자의 발전에 힘입어 자연스럽게 3차원 영상을 표현할 수 있는 홀로그래피와 라이트 필드 디스플레이 기술이 끊임없이 발전하고 있다[13]. 이에 따라 입체영상을 교육 미디어로 활용하는 연구가 활발히 이루어지고 있다[14].

입체영상의 교육적 역할은 크게 인지능력 향상과 동기 부여 강화라는 두 가지 방향으로 연구되어 왔다. 입체영상의 깊

표 1. 연구 진행 절차

Table 1. Research process



이 인식, 공간적 인지, 그리고 현실감은 학습자의 지각적 능력을 향상시키는 인지적 기능을 갖고 있다[15]. 또한, 입체영상의 신선함, 불일치성, 그리고 감정을 자극하는 특성은 학습자의 주의를 집중시키고 호기심을 불러일으켜 학습 동기를 강화한다.

3-1 인지적 기능과 관련된 선행 연구

1) 학습 분야별 연구 분석

최근 연구들에서 의학 분야에서 3차원 영상은 학습자의 입체적 인체 구조 이해와 수술 과정에 크게 기여한다는 것을 발견하였다[16]-[19]. 뿐만 아니라 천문학, 지질학, 사회과학 등에서도 3차원 영상이 학습 도구로 활용되어 학습 대상의 입체적 구조나 공간 관계 인식에 큰 도움을 제공하였다[20],[21]. 특히, 동작 이해가 필요한 수업 분야에서는 3차원 영상의 효과가 더욱 두드러졌다[22]-[26]

2) 2D와 3D의 비교 연구

3차원 영상의 교육적 효과를 분석하기 위해서는 2차원 영상과의 비교가 필요하다. 이에 따라 McIntire 외[27]는 184개 논문을 검토하여 위치거리 판정, 대상 인식-동일성분류, 대상의 공간적 조작, 내비게이션, 공간 이해기억, 학습훈련플래닝 등 6개 분야에서 3차원 영상이 전반적으로 2차원 영상보다 효과적이라는 결론을 내렸다. Shibata 외[28]는 초등학교의 사회과 수업에서 3차원 영상을 활용하여 교육 효과의 차이를 분석하였고, 3D 영상의 장점을 설명하였다. 또한, Hideya와 Toshihisa[29]는 입체영상이 수업 평가나 사회적 존재감에 미치는 영향을 분석하기 위해 2D와 3D를 비교하였다.

3-2 학습 동기 증가와 관련된 선행 연구

3차원 영상이 학습 동기를 증가시키는 데 효과적이라는 다양한 연구 결과들이 보고되어 왔으나, 이를 포괄적으로 다룬 통합적인 연구는 여전히 부족한 상황이다. Smith[30], Kawai 외[31], Tomoaki 외[32]의 연구에 따르면, 3차원 영상은 학습자의 주의를 집중시키고 학습 동기를 유의미하게 향상시키는 데 긍정적인 영향을 미친다. 특히 김형욱 외[33]는 3D 천문 프로그램을 활용한 학습이 초등학교의 과학 학습 동기뿐만 아니라 공간 지각 능력 향상에도 도움을 준다는 결과를 제시하였다. 이러한 연구들은 3차원 영상이 몰입감과 현실감을 제공하여 학습자의 흥미를 유발하고, 더 나아가 학습 동기 강화에 기여할 수 있음을 시사한다. 그러나 영상의 내용과 학습자의 개인적 흥미에 따라 학습 효과가 달라질 수 있으며, 일부 연구에서는 3차원 영상이 항상 학습자의 주의 집중이나 학습 동기를 높이는 것은 아니라는 결과도 나타났다[34]. 따라서 학습 자료의 설계와 구성에 있어 학습자의 관심사와 특성을 고려할 필요가 있다.

3-3 기술 발전과 관련된 선행 연구

입체영상을 인식하는 데는 양안 시차와 운동 시차가 핵심적인 역할을 한다. 전통적인 스테레오 입체영상 기술은 주로 3D TV와 영화에 사용되며, 이 기술은 정해진 시점에서만 양안 시차를 제공한다. 이 한계로 인해 사용자가 고정된 위치를 벗어날 경우 입체감을 제대로 경험할 수 없다는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 스테레오 영상에서 깊이 지도를 추출하고 이를 바탕으로 시점 변화에 따른 새로운 영상을 생성하는 방식이 연구되어 왔다. 이 과정에서 정보가 부족한 영역은 영역 채우기 기법을 이용해 완성한다. 최근에는 디스플레이 기술과 광학 소자의 발전이 홀로그래피와 라이트 필드 디스플레이 같은 고급 입체영상 기술을 가능하게 하였다.

이러한 발전에 힘입어, 플렌옵틱(Plenoptic) 기술 또한 주목받고 있다. 플렌옵틱 기술은 다양한 시점에서 빛을 캡처하고, 이를 통해 여러 서브 이미지를 생성하여 보다 풍부한 3D 이미지를 복원한다. 이러한 기술은 양안 시차와 운동 시차를 모두 지원하여 사용자 경험을 향상시키는 중요한 역할을 한다. 더불어, 딥러닝의 발전은 다양한 시점의 이미지를 학습하여 새로운 시점의 영상을 생성하는 능력을 향상시켰다. 이러한 맥락에서, Neural Radiance Fields(NeRF) 기술의 등장은 특히 주목할 만하다. NeRF는 다수의 2D 이미지에서 3D 장면을 학습하여 고해상도의 신규 시점 이미지를 생성할 수 있는 딥러닝 기반의 모델이다.

이 기술은 이전의 방식들에 비해 더욱 단순화된 프로세스를 제공하며, 장면의 물리적인 밀도와 빛의 산란을 모델링하는 방식을 통해, 보다 사실적인 3D 렌더링을 가능하게 하고, 다양한 개선 알고리즘 개발을 촉진하였다. 이 기술은 본 연구에서 6자유도 입체영상을 생성하는 데에 중요한 역할을 하였고, 입체감과 사용자 경험을 크게 개선했다.

IV. 프로토타입 콘텐츠의 설계 및 구현

4-1 요가 프로그램의 교육적 구성과 시나리오

본 연구에서는 <연구문제 1>에 대응하여, 유치원 등 교육기관에서의 실질적인 교육 효과를 알아보기 위한 유아 콘텐츠 개발과 관련된 다양한 선행 연구를 바탕으로[35]-[38] 입체영상 기반 유아 요가 프로그램 프로토타입(프로그램 명 '굿모닝 요가')을 개발하였다. 이 프로그램은 실제 교육 현장의 요구와 연계하여 1년 동안 지속될 수 있도록 교육 전문가들과의 협력을 통해 완결된 수업용 콘텐츠로 기획되었으며, 교수목표 및 효과는 표 2에, 연간 커리큘럼은 표 3에 나타나 있다.

표 2. 프로토타입 콘텐츠 교수 목표 및 효과

Table 2. Prototype content teaching objectives and effects

| Theme | Let's go to the zoo and have fun by imitating the animals. | |
|---|---|--|
| Target Age Group | 5 to 7 years old | |
| Content | Children will imitate the characteristics of various animals through yoga poses, promoting physical and mental health. | |
| Effect | <ul style="list-style-type: none"> ·Enhances creativity via imitating animal characteristics with body. ·Helps correct improper posture, supporting the development of proper posture and alignment. ·Aids blood circulation and contributes to brain development. ·Promotes emotional stability and concentration through yoga practice. ·Improves balance in growth and development, enhancing both physical and mental well-being. | |
| Characteristics of the Target Age Group | <ol style="list-style-type: none"> 1) A period of increased fine motor activities. 2) Capable of hopping on one foot. 3) Good hand-eye coordination. 4) Able to balance on one foot. 5) Can focus on a single activity for more than 20 minutes. 6) Able to engage in conversations on various topics as experiences broaden. 7) Shows increased prosocial behavior, including imitative actions with peers. 8) Capable of empathizing with and relating to others' emotions. 9) Displays clearer emotional expressions. 10) Enjoys interacting and playing with friends. | |

표 3. '굿모닝 요가' 연간 커리큘럼 개요

Table 3. 'Good Morning Yoga' Annual Curriculum Overview

| Month | Theme | Content | Month | Theme | Content |
|---------|----------------------|---|----------|-----------------|--|
| Month 1 | ㄱ ㄴ ㄷ Hangeul | Week 1: Learn Hangeul through Yoga | Month 7 | Nature | Exploring the Ocean |
| | | Week 2: Hangeul Yoga with Music | | | A Trip to the Mountain |
| | | Week 3: Enhance Balance through Hangeul Yoga with Breathing | | | Let's Go on a Picnic and Meet Insects |
| | | Week 4: Whispering to Friends Hangeul Yoga | | | Let's have fun at the zoo!** |
| Month 2 | A B C English | Alphabet Movements for Learning English | Month 8 | Couple Yoga | Shake with Mom~ |
| | | Alphabet Yoga with Music | | | Get Along with Friends~ |
| | | Alphabet Yoga with Breathing | | | Superman with Dad~ |
| | | Sweet Alphabet Yoga with Friends | | | Roll Around with Siblings~ |
| Month 3 | Body Growth I | Stretch the Spine | Month 9 | Game Yoga | Dice Game |
| | | I Can Maintain Body Balance Well | | | Blue Marble Board Game |
| | | I Can Concentrate Well | | | Yoga Tag |
| | | I Will Grow Tall like My Older Sister and Brother | | | Facing Mirrors |
| Month 4 | Body Growth II | Goodbye Constipation~ | Month 10 | Dancing Yoga | Dancing Yoga with Korean Traditional Music |
| | | Good Digestion~ | | | Dancing Yoga with Classical Music |
| | | Sharpening Our Brain~ | | | Dancing Yoga with Children's Songs |
| | | Gentle Body Massage~ | | | Dancing Yoga with A Cappella |
| Month 5 | Mind Growth I | Feeling Happy and Relaxed~ | Month 11 | Story Yoga | Mermaid Princess Underwater Yoga |
| | | Boosting Confidence | | | The Daughter-in-Law's Fart and the Thunderous Fart Story |
| | | Becoming a Courageous Child~ | | | A Day in the Life of an Astronaut |
| | | Being a Responsible Child~ | | | The Strange Zoo |
| Month 6 | Mind Growth II | Cultivating Patience~ | Month 12 | Pilates Yoga | Boosting Balance |
| | | Being a Considerate Friend | | | Strong Tummy, Strong Legs~ |
| | | Goodbye Stress~ | | | Open Your Heart Wide~ |
| | | Being a Positive Thinker~ | | | Beautiful Body, Beautiful Mind |

**Prototype Content subject

본 연구의 입체영상 기반 유아 요가 프로그램의 프로토타입 콘텐츠는 어린이들의 흥미 요소를 고려해 동물을 주제로 한 7월 넷째 주 커리큘럼으로 구성되었다. 각 수업은 타이틀 송 & 댄스, 워밍 요가, 10가지 동물 요가 동작, 그리고 마무리 동작을 포함하고 있다. 이 프로그램은 1주에 2번, 각각 30분 동안 진행된다. 또한, 수업을 위해 제작된 두 개의 영상(영상 1과 영상 2)은 난이도에 차이가 없도록 동일하게 구성되어 학습의 일관성을 유지한다.

4-2 다중 요소 동영상 카메라를 이용한 촬영과 입체영상 생성

본 연구에서는 다중요소 동영상 카메라를 이용하여 유아 요가 프로그램을 촬영하고 CG와 합성된 입체영상을 제작하였다. 시범 콘텐츠 제작에는 1ms 이내로 동기화된 60fps 4K 카메라 16대 시스템 2대를 사용하였다. 시스템은 영상의 정면 및 좌측 45도 측면에 설치되었다.

그림 1은 다중 요소 동영상 카메라의 입체영상 촬영 모습이다.

입체영상 생성은 획득된 다수 요소 영상을 기반으로 입체영상을 생성하는 과정에서는 최근 활발히 연구되고 있는 딥러닝 기반의 시점 생성 기술을 사용하였다. CG 객체와의 합성을 위하여, 1) 다중 요소 영상에 존재하는 객체들에 대한 마스크를 생성하고, 2) 각각의 요소 영상에 대한 가상 카메라를 계산하여, 3) 각각의 가상 카메라별로 마스크를 적용한 CG 객체 애니메이션 영상을 렌더링함으로써 다중 요소 영상 객체에 대하여 가려짐 효과가 적용된 CG 영상을 생성하였다. 4) 다중 요소 영상과 다중 요소 영상별로 생성된 CG 영상을 합성하여, 시점 생성을 위한 최종 다중 요소 영상을 생성하였다. 5) 이를 기반으로 무안경 입체영상 디스플레이에서 재현 가능한 다시점 입체 동영상 콘텐츠를 생성하였다.



그림 1. 다중 요소 동영상 카메라를 사용한 입체영상 콘텐츠 획득
Fig. 1. Stereoscopic video content acquisition with Multi-camera array

그림 2는 입체영상 생성 프로세스 전체를 나타낸 것이다. 그리고 본 연구가 교육기관에서 수업이 실제로 이루어진다는 점을 고려하여 그림 3과 같이 이동 설치를 지원하는 6자유도 입체영상 재생 일체화 디스플레이 시스템을 독자적으로 개발하였다.

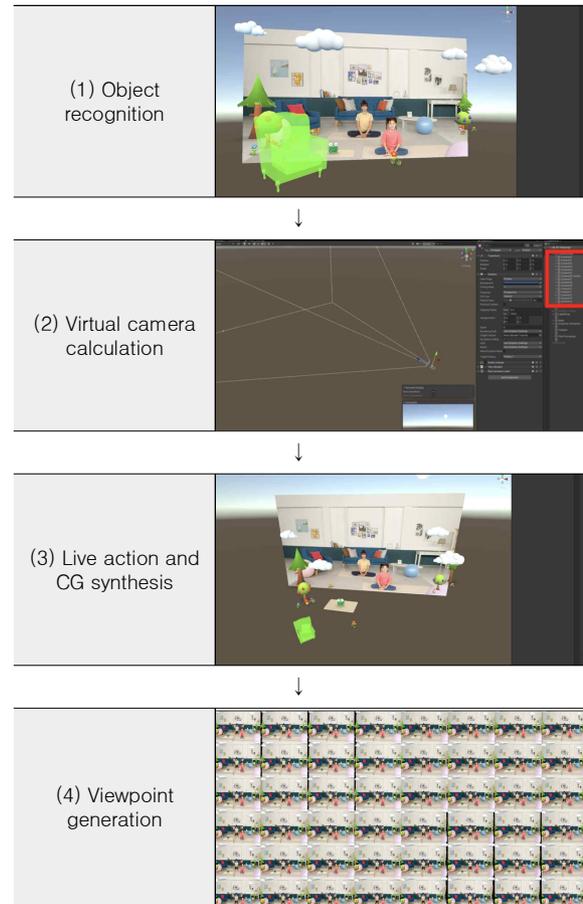


그림 2. 다중요소 동영상 입체영상 생성 프로세스
Fig. 2. Multi-element video stereoscopic image-creation process

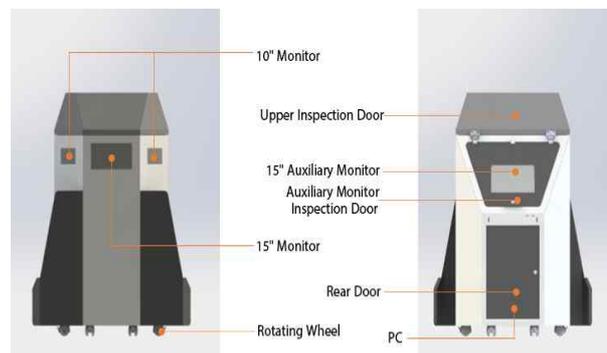


그림 3. 입체영상 재생 일체화 디스플레이 시스템
Fig. 3. Integrated display system for 3D video playback

이 시스템은 10인치와 15인치 모니터를 포함한 다중 화면 구조로 구성되어 있어, 모든 어린이들이 어디에 앉아 있든지 요가 동작을 명확하게 볼 수 있게 하여 수업의 효율성을 높이고 몰입감 있는 학습 환경을 제공한다. 상부 점검 Door, 보조 모니터 점검 Door, 후면 Door를 통해 교사가 쉽게 접근하여 시스템을 조작할 수 있으며, 유지보수 문제도 고려하여 설계되었다. 하부에 내장된 PC는 시스템의 통합적인 제어와 데이터 처리를 담당한다. 또한, 휠과 바퀴가 장착되어 이동이 용이하다.

V. 연구 방법론

5-1 설문지 개발

선행연구에 기반하여 본 연구의 목적에 맞게 개발된 설문지는 예비조사를 통해 신뢰도를 평가하여 재구성하였다.

예비조사는 2023년 11월 1일부터 11월 3일까지 실시되었으며, 유치원, 어린이집 유아 158명을 대상으로 실시하였다. 이 과정에서 일부 문항은 유아의 발달 단계와 이해 능력에 맞지 않아 신뢰도를 만족시키지 못하는 문항을 제외함으로써 연구의 정밀성을 높였다.

본 연구에서 사용된 설문지는 총 11개 문항으로 구성되었으며, 이 중 수업 지각에 관한 문항이 5개, 학습 만족도 4문항, 학습 지속 의향 2문항이다.

설문은 유아들의 발달 단계를 고려하여, 연구자가 질문을 제시하고 유아가 답변하는 과정을 면밀히 관찰해 가면서 연구자가 직접 받아적는 방식으로 설계되었다.

1) 수업 지각 항목 개발

수업의 지각과 관련된 문항은 e-러닝 수업 평가에서 널리 사용되는 '교수 실재감'과 '학습 실재감'의 개념을 기반으로 총 5개 문항으로 개발되었다.

이 개념들은 Swan 외[39] 및 이영은[40]의 연구를 참조하여 본 연구의 목적에 맞게 개발되었으며, 유아가 수업을 어떻게 인지하고 있는지를 평가하는 데 중요한 요소로 활용된다.

유아의 발달 단계를 고려하여, 응답 형식은 3점 척도(상, 중, 하)로 간소화하였다.

2) 학습 만족도 및 학습 지속 의향 측정 항목 개발

학습 만족도 및 학습 지속 의향을 측정하는 문항은 김지심[41], 유평준[42], 이성흠[43]의 연구를 참조하여 학습 만족도 4문항, 학습 지속 의향 2문항, 총 6개 항목으로 개발되었다.

이 문항들은 유아 교육의 학습 효과를 반영하는 중요한 지표로서, 각 문항은 유아의 발달 단계를 고려하여 간결하게 구성되었고, 응답 형식은 3점 척도(상, 중, 하)로 간소화하였다.

3)교사 대상 설문 항목 개발

교사를 대상으로 한 설문은 입체영상을 기반으로 한 유아 요가 프로그램의 현장 적용 가능성을 평가하기 위해 개발되었다.

이 설문은 김미용, 배영권[14]의 선행 연구를 바탕으로 4개의 문항과 실험 과정을 지켜보면서 느낀 점을 기술하는 자유기술 항목으로 구성되어 있으며, 각 문항은 5점 리커트 척도를 사용하였다.

5-2 연구 설정 및 참여 기관

실험은 성결대학교 부속 유치원, 군포 시립 오금동 어린이 집에서 6세와 7세 어린이 총 72명을 대상으로 2023년 11월 27일부터 12월 8일까지 실시되었다. 표 4는 참여 교육기관별 리서치 일정 및 인원 분포를 나타낸 것이다.

5-3 수업 실행

본 연구에서는 이동 설치가 가능한 6자유도 입체영상 재생 일체화 디스플레이 시스템을 활용하여 유아 요가 프로그램의 프로토타입 콘텐츠를 상영하며 요가 수업을 진행하였다.

실험에 참가한 유아들은 주 2회, 각 회당 30분씩 수업에 참여하였다. 디스플레이의 크기와 시청 거리를 고려하여, 각 수업에는 6명의 유아가 참여하였다.

참가자들의 위치는 두 영상 시청 시에도 동일하게 유지되어 연구의 변수 통제를 위한 배치 편향을 최소화하였다. 연구 과정에서 교사와 연구자는 주로 보조적인 역할을 수행하였으며, 영상의 수업 내용은 그림 4와 같다.

표 4. 참여 교육기관별 리서치 일정 및 인원 분포

Table 4. Research schedule and participant distribution for each participating educational institution

| Research Contents | Date | Place | Age and Number of participants |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Implementation of Good Morning Yoga Classes (twice a week, 30 minutes) | 23/11/27 ~ 23/12/08 | A (Anyang-si, Gyeonggi-do), 39people | 20 six-year-olds |
| | | | 19 seven-year-olds |
| | 23/11/27 ~ 23/12/08 | B (Gunpo-si, Gyeonggi-do), 29people | 16 six-year-olds |
| | | | 17 seven-year-olds |
| Analysis of Application in Educational Settings | 23/11/27 ~ 23/12/08 23/11/27 ~ 23/12/08 | 10 teachers | Experience of 52±38 months or more |

| | |
|---|---|
| warm-up yoga (5minutes) | |
| Listen to music and dance freely to loosen up the joints. |  |
| main yoga (20minutes) | |
| <Video 1> 1 movement * 2 minutes = Total of 5 movements (repeated) | <Video 2> 1 movement * 2 minutes = Total of 5 movements (repeated) |
| Bird, Cat, Frog, Butterfly, Grasshopper poses | Dog, Lion, Camel, Cow, Fish poses |
|  |  |
| cool-down yoga (5minutes) | |
| Lie down comfortably and breathe to relax the body and mind. |  |

*Text embedded within the video cannot be displayed in English.

그림 4. 프로토타입 콘텐츠의 굿모닝 요가 1주 프로그램 구성
 Fig. 4. Prototype content of Good Morning Yoga 1-week program



그림 5. 수업 환경과 실제 수업 모습
 Fig. 5. Classroom environment and actual class scene

그림 5는 6자유도 입체영상 재생 일체화 디스플레이 시스템을 활용한 유아 요가 수업의 실제 모습을 보여 준다. 6명의 유아들이 디스플레이에서 제공하는 영상을 보며 동작들을 따라 하고 있다.

5-4 관찰 및 설문 조사

2회 30분씩 유아 요가 프로그램의 프로토타입 콘텐츠를 이용한 시범 수업이 끝난 후, 연구팀은 유아들의 수업 참여 경험을 평가하기 위해 설문 조사를 실시하였다. 설문 조사는 연구자가 질문을 제시하고 유아가 답변하는 구조로 이루어졌으며, 유아의 표현 능력에 적합하게 반응을 명확히 기록하기

위해 연구자가 직접 관찰하고 문서화하는 방식을 사용하였다. 또한, 이 프로그램이 실질적으로 교육 현장에 적용될 수 있는지를 조사하기 위해 10명의 유치원 교사를 대상으로 추가적인 설문 조사를 진행하였다.

VI. 분석

6-1 연구 대상

본 연구에서는 총 72명의 유아를 대상으로 실험을 실시하였으나, 2일간 진행된 수업 과정에서 결석자가 발생하여 최종적으로 68명의 데이터를 분석하였다. 표본의 인구사회학적 특성을 살펴보면, 연령별로는 6세가 47.1%, 7세가 52.9%이며, 성별 분포는 남자가 44.1%, 여자가 55.9%로 나타났다. 또한, 교사의 근무 경력 평균은 기술통계를 통해 약 52±38개월로 조사되었다.

6-2 연구 도구

1) 연구 개념의 개념 타당도 분석

본 연구에서는 사용된 변수들의 개념타당도를 평가하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하였다. 분석 과정에서 요인적재치가 0.4 이하인 항목은 연구에서 제외하였으며, 중복되는 요인들은 적재치가 높은 항목으로 재배분하였다. 요인의 추출 기준으로는 고유값 1 이상을 설정하였고, 분석 방법으로는 주성분 분석과 Varimax 직교회전을 사용하였다. 이 분석을 통해 총 3개의 요인이 추출되었으며, 각 요인을 구성하는 항목들 사이에는 판별 타당성이 확인되었다. 요인분석의 적합성을 검토하기 위한 KMO 값은 .726으로, 변수들의 선정이 적절하였음을 나타낸다. 연구에 사용된 변수들의 신뢰도를 검증하기 위해 Cronbach's α를 사용하여 신뢰성 검정을 수행하였다. 신뢰성 검정은 변수들이 동일한 속성을 일관되게 측정하는지, 측정된 속성을 얼마나 정확히 측정하는지, 그리고 측정 과정에서 발생하는 오차의 정도를 평가하는 세 가지 목적을 갖는다. 본 연구에서 분석된 Cronbach's α 값은 .595에서 .799 범위로 나타나, 변수들이 내적 일관성을 가지고 있음을 보여준다. 이는 사회과학 연구에서 일반적으로 사용되는 신뢰도 기준인 0.6 이상을 충족시키는 결과이다.

표 5는 요인분석과 신뢰도 검정 결과를 요약하여 보여준다.

표 5. 요인분석 및 신뢰도 검정 결과 요약
 Table 5. Summary of factor analysis and reliability test results

| Categories | Numbers of Factors | Eigen values | KMO | Cronbach's α Range |
|------------|--------------------|--------------|------|--------------------|
| Results | 3 | ≥1 | .726 | .595 - .799 |

2) 자료 처리

본 연구 자료의 표본 수집은 6, 7세 유아들을 대상으로 편의표본 추출방법을 이용하여 2곳의 유치원에서 다음과 같이 설문 조사를 진행하였다. 본 연구에서는 총 72명의 유아를 대상으로 실험을 실시하였으나, 2일간 진행된 수업 과정에서 일부 결석자가 발생함에 따라 최종적으로 68명의 유아에 대한 데이터만을 분석하였다.

2회의 수업을 모두 마친 후, 설문 조사는 구두로 진행되었으며, 연구자가 유아들의 응답을 듣고 기록하였다. 수집된 자료의 통계분석은 SPSS 24.0 프로그램을 이용하여 표본 특성 분석에는 빈도분석을 이용하였다.

척도의 신뢰도와 타당도를 분석하는 데는 요인분석, 신뢰도 분석을 실시하였다. 실험의 효과를 분석하는 데는 일표본 t-검정을 이용하였고, 연령별, 성별 연구변인들의 차이는 독립표본 t-test를 통해 분석을 실시하였다. 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 설정하였다.

Ⅶ. 연구 결과

7-1 6자유도 입체영상의 교육적 효과 분석

본 연구에서는 6자유도 입체영상의 교육 효과를 평가하기 위해 일표본 t-검정을 실시하였다. 이 통계적 방법은 모집단의 평균이 특정 값과 유의미하게 차이가 있는지를 검정한다. 본 연구의 가설은 다음과 같이 설정하였다:

영가설 (H0): 6자유도 입체영상을 활용한 수업이 유아들의 학습에 유의미한 효과를 미치지 않는다.

대립가설 (H1): 6자유도 입체영상을 활용한 수업이 유아들의 학습에 유의미한 효과를 미친다.

유의 수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하여, p-값이 이보다 작을 경우 영가설을 기각하고 입체영상 기반 요가 수업이 유아들의 학습에 유의미한 효과를 미친다고 해석한다.

일표본 t-검정의 검정 통계량은 다음과 같다.

$$t = (\bar{x} - \mu) / (s / \sqrt{n})$$

\bar{x} : 표본 평균

μ : 가설 모집단 평균

s: 표본 표준편차

n: 표본 크기

학생들의 수업 실험에 대한 연구자의 관찰 결과를 분석한 일표본 t-검정의 결과는 다음과 같다.

1) 수업의 지각

수업의 지각에 관한 일표본 t-검정 결과는 관련 통계량이

표 6에, t-검정 결과가 표 7에 자세히 나타나 있다. 일표본 t-검정의 결과 학습할 내용을 체계적으로 잘 알려 주었다($t=14.330, p=.000^{***}$), 교사의 설명이나 동작이 이해하기 쉬웠다($t=20.958, p=.000^{***}$), 수업 내용이 잘 만들어졌다고 생각한다($t=16.836, p=.000^{***}$), 굿모닝 요가는 재미있고 흥미로웠다($t=29.055, p=.000^{***}$), 종합적으로 수업의 지각에 대한 항목도 긍정적으로 평가되었다($t=23.446, p=.000^{***}$). 개별 항목과 전체 모두에서 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였는데, 이러한 결과는 입체영상을 활용한 수업이 수업 내용의 이해 및 지각에 긍정적인 효과를 미쳤다고 해석할 수 있다.

표 6. 일표본 통계량 (수업의 지각)

Table 6. One-sample statistics (perception of the class)

| Items | N | Mean | Standard deviation |
|---|----|------|--------------------|
| Q1(The content to be learned was systematically well-explained.) | 68 | 2.81 | 0.46 |
| Q2(The teacher's explanations and actions were easy to understand.) | 68 | 2.87 | 0.34 |
| Q3(I think the class content was well-structured.) | 68 | 2.81 | 0.39 |
| Q4(Good Morning Yoga was fun and interesting.) | 68 | 2.93 | 0.26 |
| Perception of the class | 68 | 2.85 | 0.29 |

표 7. 일표본 t-검정 (수업의 지각)

Table 7. One sample t-test (perception of the class)

| Items | Test value = 2 | | | | | |
|-------------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------|--|-------------|
| | t | Degree of freedom | p-value (two-sided) | Mean difference | 95% confidence interval for difference | |
| | | | | | Lower bound | Upper bound |
| Q1 | 14.33 | 67 | 0.000*** | 0.80 | 0.7 | 0.92 |
| Q2 | 20.958 | 67 | 0.000*** | 0.86 | 0.79 | 0.95 |
| Q3 | 16.836 | 67 | 0.000*** | 0.80 | 0.71 | 0.9 |
| Q4 | 29.055 | 67 | 0.000*** | 0.92 | 0.86 | 0.99 |
| Perception of the class | 23.446 | 67 | 0.000*** | 0.85 | 0.78 | 0.92 |

*** $p < .001$

2) 학습 만족도

학습 만족도에 대한 일표본 t-검정 결과, 항목들의 평균 분포는 표 8에 나타나고 t-검정 결과는 표 9에 자세히 나타나

있다.

일표본 t-검정의 결과 이해도를 높이기 위한 배려가 적용되어 있었다($t=32.741, p=.000^{***}$), 굿모닝 요가를 통해 요가에 대한 나의 이해도가 향상되었다($t=12.956, p=.000^{***}$), 입체영상을 보며 잘 따라 할 수 있었다($t=14.8, p=.000^{***}$), 학습 결과, 나의 요가 실력이 향상되었다($t=9.832, p=.000^{***}$), 수업의 분량은 적당하였다($t=6.495, p=.000^{***}$), 종합적으로 학습 만족도도 높게 나타났다($t=6.495, p=.000^{***}$).

개별항목과 전체 모든 항목이 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였는데, 이는 입체영상을 활용한 수업이 유아들의 학습 만족도를 높이는 데 기여하였음을 보여준다.

표 8. 일표본 통계량 (학습 만족도)

Table 8. One-sample statistics (learning satisfaction)

| Items | N | Mean | Standard deviation |
|--|----|------|--------------------|
| Q5(Considerations were applied to enhance understanding.) | 68 | 2.94 | 0.23 |
| Q6(My understanding of yoga improved through Good Morning Yoga.) | 68 | 2.79 | 0.50 |
| Q7I was able to follow along well by watching the 3D video.) | 68 | 2.79 | 0.44 |
| Q8(As the result of the learning, my yoga skills improved.) | 68 | 2.69 | 0.58 |
| Q9(The amount of class content was sufficient.) | 68 | 2.5 | 0.63 |
| Learning Satisfaction | 68 | 2.74 | 0.28 |

표 9. 일표본 t-검정 (학습 만족도)

Table 9. One sample t-test (learning satisfaction)

| Items | Test value = 2 | | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------|--|-------------|
| | t | Degree of freedom | p-value (two-sided) | Mean difference | 95% confidence interval for difference | |
| | | | | | Lower bound | Upper bound |
| Q5 | 32.741 | 67 | 0.000*** | 0.94 | 0.88 | 1 |
| Q6 | 12.956 | 67 | 0.000*** | 0.79 | 0.67 | 0.92 |
| Q7 | 14.8 | 67 | 0.000*** | 0.79 | 0.69 | 0.90 |
| Q8 | 9.832 | 67 | 0.000*** | 0.69 | 0.55 | 0.83 |
| Q9 | 6.495 | 67 | 0.000*** | 0.50 | 0.35 | 0.65 |
| Learning Satisfaction | 21.248 | 67 | 0.000*** | 0.74 | 0.67 | 0.81 |

3) 학습 지속 의향

학습 지속 의향에 대한 일표본 t-검정 분석 결과는 항목들의 평균 분포가 표 10에, t-검정 결과는 표 11에 자세히 나타나 있다.

일표본 t-검정 결과, 참가자들은 굿모닝 요가 수업을 다음 주에도 다시 하고 싶다고 응답하였다($t=8.737, p=.000^{***}$).

또한 앞으로도 계속해서 요가 수업을 받고 싶다는 의향을 표시하였다($t=6.406, p=.000^{***}$). 종합적으로 학습자들의 학습 지속 의향이 매우 높게 나타났다($t=8.246, p=.000^{***}$). 개별항목과 전체 모든 항목이 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였는데, 이를 통해 입체영상 수업이 학습자들의 장기적인 참여 의욕을 높이는 데 매우 효과적임을 알 수 있다.

표 10. 일표본 통계량 (학습 지속 의향)

Table 10. One-sample statistics (intention to continue learning)

| Items | N | Mean | Standard deviation |
|--|----|------|--------------------|
| Q10 (I want to have the Good Morning Yoga class again next week.) | 68 | 2.69 | 0.65 |
| Q11 (I want to continue taking Good Morning Yoga classes in the future.) | 68 | 2.54 | 0.70 |
| Intention to Continue Learning | 68 | 2.61 | 0.61 |
| Learning Effect | 68 | 2.72 | 0.36 |

표 11. 일표본 t-검정 (학습 지속 의향)

Table 11. One sample t-test (intention to continue learning)

| Items | Test value = 2 | | | | | |
|--------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------|--|-------------|
| | t | Degree of freedom | p-value (two-sided) | Mean difference | 95% confidence interval for difference | |
| | | | | | Lower bound | Upper bound |
| Q10 | 8.737 | 67 | 0.000*** | 0.69 | 0.53 | 0.85 |
| Q11 | 6.406 | 67 | 0.000*** | 0.54 | 0.37 | 0.71 |
| Intention to Continue Learning | 8.246 | 67 | 0.000*** | 0.61 | 0.46 | 0.76 |
| Learning Effect | 16.241 | 67 | 0.000*** | 0.72 | 0.63 | 0.80 |

*** $p<.001$

위의 실험 결과를 바탕으로 수업의 지각, 학습 만족도, 학습 지속 의향에 대한 지금까지의 분석 결과를 종합적으로 고려해 본 결과, 학습 효과 전체의 t-값은 16.241($p=.000^{***}$)로

나타나 입체영상을 활용한 수업이 유아들의 학습 효과를 실질적으로 향상시켰다는 것을 알 수 있다.

7-2 집단별 입체영상 수업 효과 차이 분석

1) 연령별 입체영상 수업 효과 차이 분석

연령별 그룹 간의 입체영상 수업 효과 차이 분석 결과, 수업의 지각, 학습 만족도 및 학습 지속 의향 모두에서 95% 신뢰수준에서 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 이는 입체영상이 다양한 연령 그룹에 걸쳐 일관된 효과를 제공하며, 특정 연령대에서 더 뛰어난 효과를 보이지 않음을 시사한다.

2) 성별 입체영상 수업 효과 차이 분석

성별에 따른 수업의 지각 차이를 평가하기 위해 독립표본 t-검정을 수행한 결과, 몇 가지 항목에서 유의미한 차이가 관찰되었다. 구체적으로, 학습 내용을 체계적으로 잘 전달한 부분에서 여자의 평균이 남자보다 높게 나타났으며 (여자 2.92, 남자 2.67), 이는 통계적으로 유의미하였다($t=-2.309$, $p<.05$). 또한, 교사의 설명이나 동작이 이해하기 쉬웠다는 항목에서도 여자가 남자보다 더 높은 점수를 받았다 (여자 2.95, 남자 2.77), 이 또한 유의미한 결과를 보였다 ($t=-2.231$, $p<.05$). 수업 인식 전반에 대해서도 여자가 더 긍정적으로 평가했으며 (여자 2.93, 남자 2.76), 유의미한 차이를 보였다 ($t=-2.391$, $p<.05$).

그러나 '수업 내용이 잘 만들어졌다고 생각한다'와 '굿모닝 요가가 재미있고 흥미로웠다'는 항목에서는 성별 간 통계적으로 유의미한 차이가 없었다 (각각 $t=-1.406$, $p>.05$ 및 $t=-1.689$, $p>.05$).

학습 만족도에서는 '수업의 분량이 적당하였다'는 항목에서만 여자가 남자보다 유의미하게 높은 평가를 받았다 (여자 2.66, 남자 2.30; $t=-2.388$, $p<.05$). 다른 만족도 관련 항목들에서는 성별 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

학습 지속 의향에서는 모든 항목에서 성별 간 유의미한 차이가 없었음이 관찰되었다. 이는 남성과 여성이 향후 굿모닝 요가 수업을 지속할 의향에 있어 차이가 없음을 시사한다.

이 연구 결과는 성별에 따라 수업 인식과 일부 학습 만족도 항목에서 차이가 존재하지만, 입체영상의 수업에 대한 광범위한 학습 만족도와 학습 지속 의향에는 큰 차이가 없음을 보여준다.

7-3 교사 설문 결과

입체영상을 활용한 교육의 현장 적용 가능성을 평가하기 위해 실시된 교사 설문 결과에 따르면, 교육 콘텐츠는 전반적으로 긍정적인 평가를 받았으며, 특히 동기유발 단계에서 사용했을 때 학생들의 흥미를 효과적으로 증진시켰다. 이 항목에 대한 평균 점수는 $4.62(\pm 0.87)$ 로 높게 나타났다.

또한, 실제 수업과 교수 매체로의 적용에 대해서도 교사들

은 비슷한 수준의 만족도를 보였으며, 이에 대한 평균 점수는 각각 $4.38(\pm 1.04)$ 와 $4.38(\pm 1.19)$ 로 나타났다. 그러나 수업 내용의 이해도 향상에 대한 효과는 상대적으로 낮은 평가를 받았으며, 이에 대한 평균 점수는 $4.38(\pm 1.19)$ 였다.

전체적으로 교사들의 만족도는 $4.44(\pm 0.87)$ 로 높았으며, 이 데이터는 표 12에 기술통계로 자세히 나타나 있다. 설문 결과에 따르면, 6자유도 입체영상 기술을 활용한 수업이 교육 현장에서 유용하게 활용될 수 있음을 보여주며, 특히 학생들의 관심을 유도하고 동기를 부여하는 데 효과적임을 강조한다.

표 12. 교사 만족도 기술통계

Table 12. Teacher satisfaction descriptive statistics

| | N | Minimum Value | Maximum Value | Mean | Standard deviation |
|--|----|---------------|---------------|------|--------------------|
| 1. Can 3D video be utilized as an instructional medium in physical activity classes? | 13 | 2.00 | 5.00 | 4.38 | 1.19 |
| 2. Can this be integrated into and applied to existing yoga classes? | 13 | 2.00 | 5.00 | 4.38 | 1.04 |
| 3. Would using 3D video-based physical activity content in the motivation phase be effective in intriguing students? | 13 | 2.00 | 5.00 | 4.62 | .87 |
| 4. Would classes using 3D video-based physical activity content be effective in helping students understand the class content? | 13 | 1.00 | 5.00 | 4.38 | 1.19 |
| Teacher Satisfaction (Overall) | 13 | 2.50 | 5.00 | 4.44 | .87 |

입체영상을 활용한 교육의 효과성 및 현장 적용 가능성에 대한 교사들의 자유 기술 의견을 분석해 본 결과는 대체로 다음과 같은 내용이 도출되었다.

1. 교육적 효과성: 교사들은 입체영상을 활용한 요가 교육 콘텐츠가 학생들의 동기 유발에 매우 효과적이라고 평가했다. 특히, 동기 유발 단계에서의 사용이 학생들의 흥미를 유발하고, 적극적인 수업 참여를 이끌어 냈다는 긍정적인 반응이 많았다.
2. 현장 적용 가능성: 교사들은 이 기술이 현장에서 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 언급했다. 그들은 기존의 교육 방법과 비교했을 때, 입체영상 기술을 통한 수업이 학습 내용의 이해를 돕고, 보다 생동감 있는 교육 경험을 제공한다고 느꼈다.
3. 학습 만족도: 학생들이 요가 수업을 즐기고 있다는 점에

서 높은 만족도를 나타냈다. 교사들은 학생들이 수업 내용을 재미있어 하며, 특히 입체영상을 통해 제공되는 내용에 더 집중하는 경향이 있다고 서술하였다.

- 4. 학습 지속 의향: 교사들은 입체영상 기술이 학생들의 학습 지속 의향에 긍정적으로 영향을 미칠 것이라고 예상했다. 그리고 학생들이 새로운 형태의 학습 도구에 열정적이라고 얘기했으며, 앞으로도 지속적으로 이 수업이 이루어지기를 희망하였다.

교사들의 응답을 통해, 6자유도 입체영상 기술은 학생들의 학습 동기를 촉진하고, 학습 만족도를 향상시키며, 교육 현장에서의 실질적 적용 가능성이 높다고 판단할 수 있다. 이 기술이 학습 내용의 이해도를 향상시키는 데 있어서는 다소 혼재된 의견이 있지만, 전반적으로는 학생들의 교육 경험을 풍부하게 하고 교육의 질을 개선할 수 있는 유용한 도구로 인식되고 있다. 이러한 연구 결과는 향후 입체영상 기술의 교육적 활용을 더욱 발전시키는 데 중요한 기초 자료가 될 것이다.

VIII. 연구 결과

본 연구는 6자유도 입체영상 기술을 활용하여 유아 요가 프로토타입 콘텐츠('굿모닝 요가' 프로그램)를 개발하고 그 효과를 검증하였다. 성공적으로 구현된 프로토타입은 효과적인 수업을 위해 독자적으로 개발한 입체영상 재생 일체화 디스플레이 시스템을 통해 실제 교육 현장에서 유아들에게 적용되었으며, 이는 유아들의 수업에 대한 만족도와, 학습 지속 의향에 긍정적인 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 프로토타입 콘텐츠의 개발이 연구 목표에 부합했으며, 입체영상의 교육 효과를 입증한 것이라고 할 수 있다.

유치원 교사들을 대상으로 실시한 설문조사를 통해서도 이 기술의 교육 현장 적용 가능성을 확인할 수 있었다. 교사들은 입체영상 기술이 학습 동기 부여 및 수업 내용의 이해도 향상에 기여하며, 교육의 질적 개선을 도모할 수 있다고 인식했다. 또한, 이 기술은 전통적인 교육 방식의 한계를 극복하고 교육적 효과를 증대시키는 중요한 도구로 평가되었다.

그러나 이 연구는 실험의 환경적 제약으로 인해 일부 한계를 가지고 있다. 먼저 2D 및 3D 영상을 비교하여 수업 효과를 검증하려 했으나, 디스플레이의 크기와 무게로 인해 이동성이 제한되었고, 유아들이 작은 화면에서 영상을 식별하기 어려워 비교 실험을 진행하지 못하였다. 그리고 유치원 교실의 공간적 제약과 입체영상 장비의 시정 거리 한계로 인해 한번에 6명의 유아만이 실험에 참여할 수 있었다. 이는 영상이 멀리서는 잘 보이지 않아 실험 참가자 수를 제한해야 했던 점에 기인한다. 따라서 향후 기술 발전을 통해 입체영상 디스플레이의 이동성과 화면 크기에 대한 제약이 해소될 경우, 이 연구의 실험을 재검토하여 보다 광범위한 참가자와 다양한 환경에서의 실험이 이루어질 필요가 있다.

이 연구는 6자유도 입체영상 기술을 유아 교육에 적용한 최초의 사례로서 중요한 의미를 갖는다. 특히, 교육 전문가들과의 협력을 통해 실험용이 아닌 완결된 수업용 콘텐츠를 개발하였고, 실제 수업을 위해 독자적으로 개발한 6자유도 입체영상 일체형 디스플레이 시스템의 구축은 본 연구의 또 다른 주요 성과이다. 더욱이, 이러한 기술과 콘텐츠를 활용하여 실제 교육 현장에서 2회에 걸쳐 유아들에게 수업을 진행한 경험은 이 연구가 단순한 기술적 시도를 넘어 실질적인 교육적 적용으로 이어졌음을 보여 준다. 이는 6자유도 입체영상 기술이 유아 교육 분야에서 학습 경험을 향상시키고, 전통적인 교육 방식의 한계를 극복할 수 있는 유용한 도구로서의 가능성을 보여 주는 것이라 할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다. (2022-0-00022, RS-2022-II220022, 초실감 메타버스 서비스를 위한 실사기반 입체영상 공간컴퓨팅 기술 개발)

참고문헌

- [1] S. Na, "Effects of a Yoga Program on Fundamental Movement, Physical Flexibility, and Stress in Children," *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 47, pp. 629-635, February 2012. <https://doi.org/10.51979/KSSLS.2012.02.47.629>
- [2] S. You and K. Kim, "The Effects of Yoga Activities on Young Children's Basic Physical Strength and Daily Stress," *Journal of Children's Media & Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 143-162, March 2010.
- [3] S. H. Lee, The Effects of Kids Yoga Program on Children's Initiative and Self-Regulation, Master's Thesis, Sogang University, Seoul, February 2020.
- [4] M. Choi, Y. Jung, and Y. Oho, "The Impact of Yoga Activity on the Young Children's Happiness and Stress in Childcare Center," *Korea Journal of Child Care and Education*, Vol. 71, pp. 223-241, June 2012.
- [5] G. Kim, "A Study on the Teacher's Awareness of the Difficulty of Physical Activity in Kindergarten and Daycare Center," *Korean Journal of Child Care and Education Policy*, Vol. 11, No. 3, pp. 1-20, December 2017. <https://doi.org/10.5718/kcep.2017.11.3.1>
- [6] I.-S. Jeong, B.-R. Kim, and J.-S. Park, "Exploring the Meaning of Extracurricular Specialized Activity in Early

- Childhood Education,” *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 19, No. 10, pp. 372-384, October 2019. <http://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.10.372>
- [7] B. Joo and S. Kim, “Conditions of Management and Teacher’s Awareness of after School Specialized Physical Activity in Early Childhood Education,” *Early Childhood Education Research & Review*, Vol. 20, No. 6, pp. 167-188, December 2016.
- [8] E. H. Adelson and J. Y. A. Wang, “Single Lens Stereo with a Plenoptic Camera,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 14, No. 2, pp. 99-106, February 1992. <https://doi.org/10.1109/34.121783>
- [9] R. Ng, M. Levoy, M. Brédif, G. Duval, M. Horowitz, and P. Hanrahan, Light Field Photography with a Hand-Held Plenoptic Camera, Stanford University, Stanford: CA, Stanford Tech Report CSTR 2005-02, 2005.
- [10] R. Horstmeyer, G. Euliss, R. Athale, and M. Levoy, “Flexible Multimodal Camera Using a Light Field Architecture,” in *Proceedings of 2009 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP)*, San Francisco: CA, pp. 1-8, April 2009. <https://doi.org/10.1109/ICCPHOT.2009.5559016>
- [11] K. Masuda, Y. Yamanaka, G. Maruyama, and S. Nagai, “Multispectral Imaging with Plenoptic Camera System,” *The Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers*, Vol. 68, No. 4, pp. 291-294, July 2014. <https://doi.org/10.3169/itej.68.291>
- [12] F. E. Ives, “Stereoscopic Photomicrography with High Powers,” *Transactions of the American Microscopical Society*, Vol. 24, pp. 23-26, November 1903. <https://doi.org/10.2307/3220855>
- [13] K. Lenz, Y. Takeshima, and H. Nate, “Poster Presentation in Expressive JAPAN 2021: An Example of Utilizing TeleAgora,” *The Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers*, Vol. 75, No. 6, pp. 716-720, November 2021.
- [14] M. Kim and Y. Bae, “Authoring and Utilization of 3D Content as a Tool of Teaching and Learning for Smart Learning,” *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 12, No. 7, pp. 483-496, July 2012. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.07.483>
- [15] S. Kawamura, Characteristics of 3D Video as Educational Media, Ph.D. Dissertation, Kobe University, Kobe, Japan, 2016.
- [16] P. M. Brown, N. M. Hamilton, and A. R. Denison, “A Novel 3D Stereoscopic Anatomy Tutorial,” *The Clinical Teacher*, Vol. 9, No. 1, pp. 50-53, February 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1743-498X.2011.00488.x>
- [17] A. J. Hilbelink, “A Measure of the Effectiveness of Incorporating 3D Human Anatomy Into an Online Undergraduate Laboratory,” *British Journal of Educational Technology*, Vol. 40, No. 4, pp. 664-672, July 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00886.x>
- [18] B. R. Chen, I. A. Buchanan, S. Kellis, D. Kramer, I. Ohiorhenuan, Z. Blumenfeld, ... and B. Lee, “Utilizing Light-Field Imaging Technology in Neurosurgery,” *Cureus*, Vol. 10, No. 4, e2459, April 2018. <https://doi.org/10.7759/cureus.2459>
- [19] J. Perry, D. Kuehn, and R. Langlois, “Teaching Anatomy and Physiology Using Computer-Based, Stereoscopic Images,” *Journal of College Science Teaching*, Vol. 36, No. 4, pp. 18-23, January/February 2007.
- [20] M. M. Kelly and N. R. Riggs, “Use of a Virtual Environment in the GeoWall to Increase Student Confidence and Performance during Field Mapping: An Example from an Introductory-Level Field Class,” *Journal of Geoscience Education*, Vol. 54, No. 2, pp. 158-164, 2006. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-54.2.158>
- [21] S. H. Mnaath and A. D. Basha, “Descriptive Study of 3D Imagination to Teach Children in Primary Schools: Planets in Outer Space (Sun, Moon, Our Planet),” *Computer Science and Information Technology*, Vol. 1, No. 2, pp. 111-114, September 2013. <https://doi.org/10.13189/csit.2013.010206>
- [22] H. N. Yun, Comparison of Educational Effects of Taekwondo Poomsae in 2D and 3D Images, Master’s Thesis, Kwangwoon University, Seoul, August 2014.
- [23] C.-H. Ju, C.-H. Lim, and J.-H. Park, “Effects of Action Observation Using 3D Stereoscopic Presentation on Coordinated Movement Learning,” *The Korea Journal of Sports Science*, Vol. 28, No. 6, pp. 361-374, December 2019. <https://doi.org/10.35159/kjss.2019.12.28.6.361>
- [24] J. Lee, J. Lee, and B. Goo, “Experiment on the e-Learning of Traditional Dances through the Utilization of Stereoscopic,” *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, Vol. 34, pp. 63-70, 2012.
- [25] B. Umino, J. S. Longstaff, and A. Soga, “Feasibility Study for Ballet e-Learning: Automatic Composition System for Ballet Enchaînement with Online 3D Motion Data Archive,” *Research in Dance Education*, Vol. 10, No. 1, pp. 17-32, 2009. <https://doi.org/10.1080/14647890802697171>
- [26] I. Umata, S. Ito, J. Ogawa, and H. Ando, “Possibilities of Utilizing 3D Images for Music Skill Learning,” *IEICE Technical Report*, Vol. 112, No. 476, pp. 43-46, March 2013.

- [27] J. P. McIntire, P. R. Havig, and E. E. Geiselman, "Stereoscopic 3D Displays and Human Performance: A Comprehensive Review," *Displays*, Vol. 35, No. 1, pp. 18-26, January 2014. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2013.10.004>
- [28] T. Shibata, Y. Ishihara, K. Sato, and R. Ikejiri, "Utilization of Stereoscopic 3D Images in Elementary School Social Studies Classes," *Electronic Imaging*, Vol. 29, pp. 167-172, 2017. <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2017.5.SDA-372>
- [29] H. Matsukawa and T. Nishimori, "The Effect of 3D Video on Course Evaluation and Social Presence," *Japan Journal of Educational Technology*, Vol. 38, No. Suppl., pp. 25-28, December 2014. <https://doi.org/10.15077/jjet.KJ00009846848>
- [30] S. Smith, "Integrating Computer-Generated Stereoscopic Models into an Introductory Design Course," *Engineering Design Graphics Journal*, Vol. 68, No. 3, pp. 6-13, 2004.
- [31] T. Kawai, D. Atsuta, Y. Tomiyama, S. Kim, H. Morikawa, R. Mitsuya, and J. Häkkinen, "Disparity Modifications and the Emotional Effects of Stereoscopic Images," in *Proceedings of 2014 IS&T/SPIE Electronic Imaging Science and Technology Symposium*, San Francisco: CA, 901115, February 2014. <https://doi.org/10.1117/12.2042376>
- [32] T. Sato, T. Mizuno, K. Takeda, O. Kobayashi, and A. Misawa, "Development of the Stereoscopic Flight Simulator and the Learning Effect of It," *Journal of JSEE*, Vol. 60, No. 6, pp. 118-123, 2012. https://doi.org/10.4307/jsee.60.6_118
- [33] H. U. Kim, S. J. Jeong, S. R. Jeong, and S. Y. Mun, "Effects of Science Classes Using 3D Planetarium Program on Elementary School Students' Science Learning Motivation and Spatial Perception," *School Science Journal*, Vol. 12, No. 1, pp. 37-48, February 2018. <http://doi.org/10.15737/ssj.12.1.201802.37>
- [34] Q. Ji, J. Tanca, and S. Janicke, "Does 3D Increase the Enjoyment Experience? A Comparative Experiment on the Psychological Effects of 3D," *3D Research*, Vol. 4, No. 4, 2, December 2013. [https://doi.org/10.1007/3DRes.04\(2013\)2](https://doi.org/10.1007/3DRes.04(2013)2)
- [35] B. K. Kim, S. Kim, and J. Y. Lim, "Exploratory Study of Design Principles for Classes and Digital Tools to Prevent Social-Emotional Learning Problems in Elementary Digital Based Education," *Journal of Educational Technology*, Vol. 39, No. 3, pp. 679-715, September 2023. <https://doi.org/10.17232/KSET.39.3.679>
- [36] J. Kim and Y. Noh, "A Study on the Effects of Virtual Contents Experience Attribute on Flow, Satisfaction and Behavioral Intention: Focused on the AR, VR, Metaverse Contents," *Culture and Convergence*, Vol. 44, No. 5, pp. 165-183, May 2022. <https://doi.org/10.33645/cnc.2022.5.44.5.165>
- [37] M. Yun and H. Suh, "Young Children's Narrative about Smart Media," *Korean Journal of Early Childhood Education*, Vol. 41, No. 3, pp. 269-291, May 2021. <http://doi.org/10.18023/kjece.2021.41.3.011>
- [38] J. Lee, M. Na, and S. Lim, "A Study on Children's Play with Media Contents - Focusing on In-Depth Interviews with Early Childhood Teachers," *Culture & Convergence*, Vol. 45, No. 5, pp. 1071-1085, May 2023. <https://doi.org/10.33645/cnc.2023.05.45.05.1071>
- [39] K. P. Swan, J. C. Richardson, P. Ice, D. R. Garrison, M. Cleveland-Innes, and J. B. Arbaugh, "Validating a Measurement Tool of Presence in Online Communities of Inquiry," *e-Mentor*, No. 24, April 2008.
- [40] Y.-E. Lee, "The Effect of Learning Presence on Learning Outcomes of Remote Classification by University Students -Focusing on the Medium Effect of Learning Immersion-," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 19, No. 8, pp. 59-73, August 2021. <http://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.8.059>
- [41] J. Kim, The Structural Relationship Between Presence and the Effectiveness of e-Learning in the Corporate Setting, Ph.D. Dissertation, Ewha Womans University, Seoul, February 2009.
- [42] P. You, "Reflections on the Components of eLearning Assessments and Assessment Standards," *The Journal of Training and Development*, Vol. 9, pp. 73-94, 2003.
- [43] S. Lee, "Dimension Classification and Questionnaire Design Criteria for Reaction Evaluation of Educational/Training Programs," *Journal of Educational Technology*, Vol. 21, No. 3, pp. 187-214, September 2005. <https://doi.org/10.17232/KSET.21.3.187>



방미향(Mi-Hyang Bang)

1987년 : 고려대학교(문학사)

2004년 : 서강대학교

언론대학원(언론학석사)

2012년 : KAIST

문화기술대학원(공학박사)

1987년~2021년: 금성출판사 R&D 이사

2024년: 성결대학교 파이데이아학부 조교수

※ 관심분야 : 메타버스(Metaverse), 에듀테크(EduTech), 실감형 콘텐츠(VR Contents) 등