JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 26, No. 5, pp. 1305-1315, May. 2025

Check for updates

AI 자세추정을 활용한 체육교육용 엑서게임 '점플'의 디자인 방향 연구

신 수 현*
서울대학교 공학전문대학원 객원교수

Design Directions for the AI Pose Estimation-Based Exergame 'Jumple' in Physical Education

Soohyun Shin*
Visiting Professor, Graduate School of Engineering Practice, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

[요 약]

초등학생들의 신체 활동 감소는 체력 저하와 비만율 증가 등 다양한 문제를 야기하고 있다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위해 AI 자세추정 기술을 기반으로 한 엑서게임 '점플'을 개발하고, 초등학생 71명을 대상으로 그 효과를 검증하였다. 점플은 다양한 전략으로 신체 활동을 유도하는 다섯 가지 미니게임으로 구성되어 있으며, 실험 결과 점플을 사용 할 때 학생들의 재미에 가장 크게 기여한 요소는 '움직임의 자유'와 '경쟁'이었다. 또한 전체적으로 지각된 운동 강도(RPE)는 낮았으나, 익숙하지 않은 신체 부위를 사용하는 게임에서 더 높은 신체 활동 효과가 나타났다. 위 결과를 바탕으로 본 연구는 AI 자세추정을 활용한 엑서게임의 디자인 방향으로, '자유로운 움직임', '경쟁 요소', 그리고 '신체적 도전' 간의 균형을 제안한다.

[Abstract]

The decline in physical activity among elementary school students has led to various concerns, including reduced physical fitness and increased obesity rates among students. To address this issue, this study developed Jumple, an exergame based on AI pose estimation technology, and evaluated its effectiveness on 71 elementary school students. Jumple consists of five mini-games designed to promote physical activity using different strategies. The results showed that the most influential factors contributing to students' enjoyment when playing Jumple were freedom of movement and competition. Although the overall rate of perceived exertion was relatively low, games involving unfamiliar body movements resulted in higher levels of physical engagement. Based on these findings, this study proposes that an effective exergame design using AI pose estimation should strike a balance between freedom of movement, competition, and physical challenge.

색인어 : 엑서게임, 체육교육, AI 자세추정, 인터랙션 디자인, 사용자 경험
Keyword : Exergame, Physical Education, AI Pose Estimation, Interaction Design, User Experience Design

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2025.26.5.1305

Received 06 April 2025; **Revised** 24 April 2025
Accepted 02 May 2025

***Corresponding Author; Soohyun Shin**
Tel: ※ 개인정보 표시제한
E-mail: soohyunshin@snu.ac.kr

Ⅰ. 서 론

초등학생들의 신체 활동은 단순한 운동 이상의 의미를 가지며, 성장 과정에서 필수적인 요소로 작용한다[1]. 그러나 최근에는 학생들의 신체 활동 감소와 디지털 환경의 변화로 인해, 전통적인 체육교육 방식만으로는 충분한 신체 활동량을 거두기 어려운 상황이다[2]. 특히, 코로나19 팬데믹 동안 비대면 수업이 지속되면서 전 세계적으로 학생들의 신체 활동량이 감소하였고, 그 결과 체력이 약화되고 비만율이 급격히 증가하는 현상이 나타났다[3]. 이에 따라 정부는 학교체육을 활성화하기 위해 초등학교 1, 2학년의 신체활동 영역을 분리한 교과를 신설하고 중학교 학교스포츠클럽 활동 시수를 확대하는 등 다양한 정책을 추진하고 있으며[4], 체육 교사들 역시 코로나19 이후 학생들의 신체 활동 부족을 보완하기 위한 새로운 수업 방법 및 교육 도구를 개발하고 있다.

이러한 변화 속에서, 체육 수업에서 '엑서게임(exergame)'을 활용한 교육 방식이 주목받고 있다. 엑서게임은 운동(exercise)과 게임(game)의 합성어로, 게임의 인터랙티브 요소를 활용하여 사용자가 신체 활동을 하도록 유도하는 디지털 게임을 의미한다. 특히, 코로나19 이후 대면 수업이 제한되고 체육 수업에서 디지털 매체의 활용이 확산되면서, 엑서게임은 신체활동을 유도하는 효과적인 방법으로 연구되고 있다.

기존 연구들은 체육교육에서 엑서게임의 효과를 대체로 긍정적으로 평가하고 있다. 엑서게임은 체육교육에서 학생들의 운동 참여를 촉진하고, 협력과 경쟁을 통해 동기를 부여하며, 공간 인지력과 실행 기능을 향상시키는 데 기여할 수 있는 것으로 보고된 바 있다[5]. 또한, 비활동적인 아동이 체육 수업에서 더 오랜 시간 신체활동에 참여하도록 유도할 수 있으며[6], 코로나19 팬데믹 이후 교과 외 신체활동 촉진 도구로서 그 효과성이 입증되었다[7]. 그러나 현재까지의 연구 대부분은 상업적으로 제작된 기성 엑서게임을 체육교육에 적용하는 방식에 집중되어 있으며, 이마저도 특정 엑서게임을 활용했을 때 학생들의 운동 강도나 부가적인 교육효과에 집중한 경향이 있어 엑서게임의 구체적인 디자인 방법에 대해서는 논의가 아직 추상적인 시작 단계에만 머물러 있다.

따라서 본 연구에서는 학생들의 흥미를 유도하면서 운동효과도 강화하는 엑서게임 디자인 방향을 이해하고자 엑서게임 콘텐츠를 디자인하고 프로토타입을 개발하여 초등학생 71명을 대상으로 사용자 실험을 진행하였다. 본 연구에서는 개발한 '점플(Jumple)'은 AI 자세추정을 활용하여 카메라 실시간 움직임에 파악하여 학생들이 신체를 창의적이고 자유롭게 활용하게 하는 5가지 미니 게임으로 구성되어 있다. 각 게임은 학생들에게 재미를 제공하는 다양한 전략으로 신체 활동의 동기를 유발할 수 있도록 디자인되었다.

본 연구의 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

RQ1. 점플의 5가지 게임에서 사용자들은 어떤 재미 요인을 가장 높게 평가하는가?

RQ2. 점플을 경험할 때 사용자의 지각된 운동 강도(RPE)는 어느 정도인가?

RQ3. 참가자들이 가장 재미있다고 평가한 게임과, 가장 운동이 많이 된 게임은 무엇인가?

위 연구 질문에 대한 결과를 바탕으로 논의에서는 첫째, AI 자세추정을 활용한 엑서게임에서 재미와 운동 강도를 각기 강화하는 디자인 전략, 둘째, 이를 통해 운동 강도와 재미의 균형을 위한 디자인 방향에 대한 시사점을 논의한다.

본 연구는 엑서게임 프로토타입의 재미 요소와 운동 강도를 종합적으로 분석하여 단순한 신체 활동량 증대를 넘어 학생들의 흥미 유발과 신체 활동 촉진에 기여할 수 있는 디자인 방향을 모색한 점에서 기존 연구와 차별점을 가진다. 이러한 연구 결과는 체육교육 현장에서 실제 적용 가능한 실무적 시사점을 제시하며 향후 교육용 엑서게임 개발에 기여할 것이다.

Ⅱ. 이론적 배경

2-1 엑서게임과 신체활동 증진

엑서게임의 목적은 가상 스포츠, 그룹 피트니스 등 인터랙티브한 디지털 콘텐츠를 통해 신체 활동을 촉진하며, 기존의 좌식 게임 플레이를 보다 활동적이고 건강한 경험으로 전환하는 것이다[8].

엑서게임에는 전신 움직임을 감지하기 위해 다양한 하드웨어 기술이 활용된다. 그 중 카메라를 활용하는 방식으로는 2003년 소니의 아이토이(Eye Toy)가 최초의 상용화된 제품으로, 웹캠을 통해 사용자 영상의 색상 변화를 실시간으로 감지하는 방식으로 동작을 인식하였다[9]. 이후 2010년 마이크로소프트의 키넥트(Kinect)는 적외선 기반 깊이 센서와 RGB 카메라를 활용한 컨트롤러 없는 동작 감지 시스템을 도입하며 기술적 발전을 이루었다[10].

최근에는 키넥트 기술을 기반으로 AI 자세 추정(Pose Estimation) 기술이 발전하여, 별도의 전용 장비 없이도 기본 웹캠만으로 정밀한 동작 인식이 가능해졌다[11]. 특히, API 형태의 라이브러리를 활용하면 별도의 모델 학습 없이도 즉각적인 자세 추정이 가능하며, 이 기술은 다양한 피트니스 및 스포츠 애플리케이션에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 이러한 AI 자세추정 기술을 활용하여, 별도의 디바이스 없이 손쉽게 신체활동에 참여할 수 있는 엑서게임 콘텐츠를 디자인하였다.

엑서게임의 주요 장점은 사용자에게 몰입감을 제공하고, 운동을 자연스럽게 유도한다는 점이다. 사용자는 게임에 집중하는 과정에서 운동을 하고 있다는 사실을 잊고 몰입하게 되

며, 그 결과 신체활동량이 증가하게 된다. 이와 같이 엑서게임이 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과도 다수 존재하며, 특히 노인과 어린이의 신체적·인지적 기능 향상에 효과적이라는 연구가 보고되었다[12],[13]. 뿐만 아니라, 엑서게임은 경쟁 및 협력 요소를 포함한 게임 플레이를 통해 운동 동기를 부여하여 보다 만족스러운 경험을 제공할 수 있다.

이러한 경험을 효과적으로 구현하기 위해서는 실시간 피드백, 보상 시스템, 개인화된 맞춤형 설계 등이 고려되어야 한다. 그러나 엑서게임의 효과에 대한 회의적인 시각도 존재한다. 특히, 엑서게임이 장기적인 운동 습관 형성에 미치는 영향이 제한적이라는 연구가 있으며, 이를 극복하기 위해서는 사용자의 지속적인 참여를 유도할 수 있는 정교한 설계가 필요하다[14].

2-2 체육교육을 위한 엑서게임 디자인 방법

엑서게임을 어떻게 디자인해야하는지에 대한 연구는 많지 않은 편이나 Sinclair 등은 추상적으로라도 엑서게임 디자인의 디자인 원칙을 제시하고 있다[15]. 이들은 엑서게임을 효과적으로 설계하기 위해 운동 효과(effectiveness)와 재미 요소(attractiveness)의 균형이 중요하다고 강조하며, 다음과 같은 설계 원칙을 제시하였다.

먼저 엑서게임의 운동 효과를 극대화하기 위해서는 최소 20분 이상 지속되도록 설계되어야 하며, 최대 심박수의 77~90% 수준을 유지할 수 있어야 한다. 또한, 초보자와 숙련자 모두에게 적절한 난이도를 제공하기 위해 운동 강도를 조절할 수 있는 기능이 필요하며, 운동 기구와 게임 인터페이스가 자연스럽게 연결되어 사용자가 편리하게 신체 활동을 수행할 수 있도록 해야 한다.

한편, 재미 요소를 강화하기 위해서는 도전 과제와 플레이어의 기술 수준 간 균형을 맞추는 것이 중요하며, 실시간 피드백과 보상 시스템을 통해 사용자 동기를 유도하고 게임 참여를 지속시킬 수 있도록 설계해야 한다. 이러한 원칙을 고려할 때, 엑서게임이 체육 교육에 효과적으로 활용되기 위해서는 신체활동을 유도하는 동시에 지속적인 참여를 가능하게 하는 게임적 요소가 적절히 결합되어야 한다.

엑서게임 설계에서 운동 기능 학습을 효과적으로 지원하기 위한 방법에 대해서 Di Tore와 Raiola는 인지적 접근(cognitive)과 환경친화적(ecological) 접근의 조화가 필요하다고 주장하였다[16].

인지적 접근은 운동 학습을 체계적인 과정으로 보고, 동작을 정확하게 습득하는 것을 목표로 한다. 이 접근에서는 운동 동작이 미리 정해진 방식으로 구조화되며, 학습자는 반복적인 연습과 피드백을 통해 기술을 점진적으로 습득하게 된다. 따라서, 이러한 접근 방식의 엑서게임 설계 시에는 정확한 운동 동작을 학습할 수 있도록 정형화된 피드백 시스템과 운동 훈련 요소를 포함하는 것이 중요하다.

표 1. 영상 자세추정 기반 운동 콘텐츠 사례 분석
Table 1. Analysis of AI based physical activity services

Service	Purpose	Exergame design approach
Kaia Health	Fitness training	Cognitive approach
HomeCourt	Sports (basketball) training	Ecological approach
Jumple	Physical education	Ecological approach

반면, 환경친화적 접근은 운동 학습을 정형화된 동작 수행이 아닌, 환경과의 상호작용을 통해 유연하게 적응하는 과정으로 본다. 이에 따라, 환경친화적 엑서게임은 사용자가 환경적 요소를 활용하여 창의적으로 신체를 움직이도록 유도하고, 특정 동작을 강요하기보다 개방적인 운동 경험을 제공하는 방식으로 설계되어야 한다.

본 연구에서는 이러한 이론적 접근을 바탕으로, 최근 AI 기반 자세 추정 기술을 활용한 운동 서비스들을 분석하였다. 그 중 인지적 접근과 환경친화적 접근 방식을 대표하는 사례로 운동 자세 교정을 강조하는 카이아 헬스(Kaia Health)와, 자유로운 신체 활용과 게임 요소를 결합한 홈코트(HomeCourt)를 들 수 있다[17],[18].

카이아 헬스는 AI를 활용하여 사용자의 운동 자세를 실시간으로 분석하고 교정하는 피트니스 애플리케이션으로, 스마트폰 카메라를 통해 동작을 감지하여 동작의 개수를 세어 주고나 동작이 틀렸는지 맞았는지 알려주어 보다 정밀한 운동 수행을 유도한다는 점에서 인지적 접근에 더 가깝다고 볼 수 있다.

반면, 홈코트는 농구 훈련을 위한 AI 기반 분석 애플리케이션으로, 사용자의 슈팅과 드리블 등 다양한 동작을 분석하여 퍼포먼스를 평가하고 피드백을 제공한다. 이 서비스는 정형화된 동작 교정보다는 게임화된 인터페이스를 통해 사용자가 자연스럽게 움직이며 기술을 향상시키도록 설계되었다. 홈코트는 즉흥적인 반응과 창의적인 움직임을 강조한다는 점에서 환경친화적 접근 방식과 유사하며, 체육 수업에서 재미 요소와도 잘 연결된다.

본 연구에서는 초등학생의 체육 수업에서 신체 활동을 촉진하고, 운동 경험을 보다 즐겁고 효과적으로 만들기 위해 환경친화적 접근 방식을 중심으로 엑서게임을 디자인하였다(표 1). 즉, 창의적이고 자유로운 움직임을 통해 신체 기능 학습과 운동 수행 향상을 지원하는 방향을 선택하였다.

2-3 체육교육에서 재미 요인

체육교육에서 재미(enjoyment)는 스포츠 참여에서 경험하는 긍정적인 감정 상태로 정의되며, 이는 학생들의 운동 지속성과 체육 수업 참여를 유도하는 주요 동기 요소로 작용한다[19].

Scanlan 외는 기술 숙달, 경쟁, 협력, 자유로운 움직임이 체육 활동에서 재미를 결정하는 주요 요인이라고 제시하였으

며[20], 여정권, 이창섭, 남상우의 연구에서는 초등학생들이 체육 수업에서 경쟁과 관련된 움직임 요소를 재미 요인으로 많이 인식하는 것으로 나타났다[21]. 또한 같은 연구에서 '게임 활동을 해서 재미있다'고 응답한 비율이 가장 높았다.

이창섭, 남상우는 중학생이 체육 수업에서 학생들이 경험하는 재미 요인을 다음과 같이 다섯 가지로 분류하였으며 각 항목을 평가하기 위한 설문지를 개발하였다[22]. 본 연구에서는 위의 평가요인과 설문지를 참고하여 본 연구에 맞는 설문지를 개발하여 연구를 진행하였다.

(1) 신체적·정신적 건강 유지: 운동을 통해 스트레스를 해소하고 활력을 얻으며 건강을 증진하는 요인
(2) 경쟁을 통한 성취감: 스포츠 활동에서의 승리나 기록 경신을 통해 자신감을 느끼고 동기를 강화하는 요인
(3) 쉬움: 체육 수업이 다른 학과목보다 부담이 적고 학업 스트레스에서 벗어날 수 있는 기회를 제공하는 요인
(4) 자유로운 움직임: 체육 수업에서 학생들이 비교적 자유롭게 움직이고 활동할 수 있는 환경을 제공하는 요인
(5) 사회화: 체육 활동을 통해 친구들과 교류하고 협력하며 유대감을 형성하는 요인

Ⅲ. 점플

3-1 점플의 기획 방향 도출

본 연구의 전체 기획 방향은 이론적 배경에서 진행한 문헌 연구 및 사례 조사를 통해 도출되었으며, 수업 현장의 맥락을 보완하기 위해 추가적으로 초등 체육 교사 1인을 대상으로 인터뷰를 실시하였다.

인터뷰를 통해 도출된 주요 어려움은 (1) 학생들의 흥미 유지, (2) 신체 활동 시작의 어려움, (3) 디지털 도구와 교육적 요소의 통합, (4) 기술적 접근성 문제였다.

학생들은 시간이 지남에 따라 체육 활동에 대한 집중력이 저하되거나 반복적인 운동 수행에 쉽게 지루함을 느꼈으며, 교사의 개입 없이도 신체 활동에 대한 흥미를 유지하는 것이 가장 큰 어려움이라고 했다.

또한 체육교사는 다양한 디지털 도구를 체육 활동에 적용해 본 경험도 있었지만 체육 교육의 핵심 교육적 요소가 반영되지 않아 제한적이라는 점도 지적하였다. 아울러, 과거에는 체육교육에 디지털 콘텐츠를 활용하면 일부 학생들은 기기나 인터넷 환경에 대한 접근성이 부족하여 원활한 참여가 어려울 것이라는 우려가 있었지만, 최근 코로나-19 팬데믹을 계기로 많은 학교에서 태블릿 PC를 학생 수만큼 구비하고 있다는 점도 언급되었다.

본 연구에서는 문헌 연구를 통해 도출한 기획 방향과 교사 인터뷰를 통해 확인한 문제점을 바탕으로, 체육 교육용 콘텐츠 '점플'의 구체적인 기획 방향을 설정하였다.

첫째, 먼저 기술적으로는 별도의 장비 없이 카메라만으로 학생들의 움직임을 감지하고 즉각적인 피드백을 제공하는 AI 자세 추정 기술을 적용하기로 결정하였다. 다음 이를 바탕으로 게임의 몰입도와 상호작용성을 높이는 설계 전략을 반영하였다.

둘째, 즉각적인 피드백을 통해 학생들이 자신의 움직임에 대한 반응을 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다. 예를 들어, 점수가 증가하거나 시각적·청각적 피드백이 제공되어 학생들이 지속적으로 도전할 동기를 부여받을 수 있도록 하였다.

셋째, 다양한 신체 움직임을 유도하는 게임 기획을 통해 반복적인 동작 수행에서 오는 지루함을 방지하였다. 단순히 정해진 패턴을 수행하는 것이 아니라, 자유로운 신체 활용이 가능한 게임 디자인을 적용하여 학생들이 창의적으로 몸을 움직일 수 있도록 설계하였다.

넷째, 협력 및 경쟁 요소를 활용하여 사회적 동기 부여를 강화하였다. 학생들이 단독으로 수행하는 게임뿐만 아니라, 다인 플레이가 가능한 게임 모드를 포함하여 친구들과 협력하거나 경쟁할 수 있도록 설계하였다.

3-2 점플의 게임 별 디자인 전략

이러한 설계 방향에 따라 점플의 5가지 미니게임을 개발하였으며, 표 2에는 각 미니게임 별 프로토타입 이미지와 디자인 전략이 제시되어 있다.

아래에서는 각 게임의 작동 방식에 대해 설명하였다. 사용자가 초기 화면에서 5가지 게임 중 하나를 고르면, 웹캠을 통해 화면에 자신의 모습을 볼 수 있다. 이 때 자신의 몸이 무릎 위까지 보이도록 위치를 조정하면 게임이 시작된다. 또한 게임을 플레이할 동안에는 사용자의 동작 횟수, 경과한 시간 등 사용자의 활동 정보가 화면 상단 양쪽에 표시되고, 게임이 종료되면 결과 및 상세 정보를 확인할 수 있다.

1) 게임 1: 별 터치하기

게임 1의 목표는 가능한 한 빨리 별 10개를 잡는 것이다. 사용자는 화면에 하나씩 나타나는 별을 시간 내에 잡아야 하며, 게임이 끝나면 자신의 기록을 볼 수 있다. 이를 통해 반사신경과 집중력을 높일 수 있다.

2) 게임 2: 모든 풍선 터뜨리기

게임 2의 목표는 주어진 시간 내에 화면에 있는 모든 풍선을 터뜨리는 것이다. 이 게임은 게임 1과 비슷하지만 정확한 움직임보다는 더 많은 신체 움직임을 유도하기 위하여 디자인하여, 신체능력이 부족하거나 소극적인 학생들도 쉽게 참여할 수 있는 점을 염두에 두었다.

3) 게임 3: 배구공 토스하기

게임 3은 실제 스포츠를 하는 것과 유사한 경험을 제공하

고자 한 시도로, 화면 가운데 빨간 선에 배구공이 내려왔을 때 손으로 맞추어 배구 토스 연습을 할 수 있다. 사용자는 목표 지점을 정확히 맞추는 활동을 통해 신체 조정 능력을 향상시킬 수 있으며, 반복적인 동작을 통해 배구 토스 기술을 자연스럽게 익힐 수 있다. 정확도를 3가지 레벨로 알려주어 좀 더 정확도를 높일 수 있게 하였다.

4) 게임 4: 신체 부위 맞추기

게임 4의 목표는 손, 발, 눈, 무릎 등 특정 신체 부위를 무작위로 표시한 원에 해당 부위를 정확히 맞추는 동작을 10회 반복하는 것이다. 게임이 끝나면 시간 기록이 나타나며, 더 빠르게 동작을 수행하여 시간을 단축하는 방식으로 경쟁할 수 있다.

이 게임을 통해 사용자는 민첩성과 정확성을 향상시킬 수 있으며, 전신을 활용해 평소에 사용하지 않는 동작을 수행하게 되어 보다 높은 난이도를 경험할 수 있다.

5) 게임 5: 배구공 토스하기(2인용)

이 게임은 두 사용자가 서로 다른 기기에서 서로의 화면으로 공을 주고받을 수 있다. 사용자는 공을 상대방 화면으로 정확히 전달하는 연습을 통해 협동 능력을 키우고, 공을 성공적으로 넘겼을 때마다 올라가는 점수를 통해 경쟁 요소를 추가하였다. 게임 5는 사회적 상호작용을 통한 재미요인을 염두에 두고 디자인하였다.

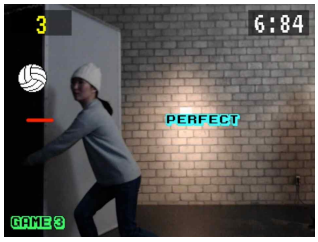
3-3 개발환경과 기술적 구현

점플은 포즈넷(PoseNet)을 활용하여 웹캠을 통해 사용자의 신체 움직임을 실시간으로 감지하고 분석하도록 설계되었다. 포즈넷은 웹캠을 통해 실시간으로 신체의 17개 주요 관절(keypoints)을 감지하며, 이를 게임 내 목표와 연동하여 상호작용을 가능하게 한다[23].

구체적으로 포즈넷으로 사용자의 신체 주요 관절 좌표(예 목, 팔꿈치, 어깨, 무릎 등)를 실시간으로 추출하고, 추출된 관절 좌표를 기반으로, 각 게임별 과제에 따라 특정 좌표의 위치 변화를 감지하고, 이를 게임 내 이벤트로 매핑하는 방식을 적용하였다. 예를 들어, '별 터치하기' 게임에서는 손목 좌표가 화면 상의 별 위치에 도달할 경우 별이 터지는 이벤트가 발생하게 하였다. 이러한 신체 좌표 기반 이벤트 매핑 방식을 통해 사용자의 실제 움직임이 게임 인터랙션에 자연스럽게 연결되도록 설계하였다.

소프트웨어 개발은 파이썬(Python)으로 이루어졌다. 또한, 멀티플레이 기능과 데이터 교환을 위해 파이썬 기반 TCP 소켓 통신을 사용하여 서버와 클라이언트 간 실시간 정보 공유가 가능하도록 구현하였다. 점플의 게임들은 파이인스톨러(PyInstaller)를 통해 단일 실행 파일로 패키징되었으며, 추가 장비 없이 웹캠만으로 체육활동을 수행할 수 있도록 설계되었다.

표 2. 점플의 게임 별 주요 디자인 전략
Table 2. Key design strategy of each game in Jumple

Games	Strategy
 Game 1: Touch the Stars	Encourages fast, easy and precise movment
 Game 2: Pop All the Balloons	Encourages easy, unrestricted. and increased movement
 Game 3: Toss Volleyball	Simulate playing a real sport
 Game 4: Name Body Parts	Encourages full-body movement and more challenging pose
 Game 5: Toss Volleyball (2 players)	Encourages socialization

점플의 초기 프로토타입은 2021년 Augmented Humans 학회에서 사용자 실험 없이 데모 형태로 발표되었으며, 당시 연구는 기술적 구현과 디자인 과정에 초점을 맞추었다[24]. 이후 사용자 실험을 통한 검증에 대한 필요성을 느끼게 되어

본 연구를 진행하였다.

3-4 파일럿 실험

본격적인 사용자 실험에 앞서, 초등학생 3명을 대상으로 파일럿 테스트를 진행하여 게임이 정상적으로 작동하는지와 사용자가 게임 작동 원리를 쉽게 이해할 수 있는지를 확인하였다. 그 결과, 게임은 원활하게 작동하였으며, 사용자가 쉽게 이해하는 것으로 나타났다. 또한, 간단한 소감 조사에서 게임 1과 게임 2가 가장 재미있다는 피드백을 받았으며, 이는 빠른 진행 속도와 점수를 통한 경쟁 요소 때문이라고 하였다.

Ⅳ. 사용자 실험 설계

4-1 연구 참여자

본 연구는 2022년 5월, 서울 소재 초등학교 6학년 학생 91명을 대상으로 진행되었으며, 설문조사 문항에 모두 기입한 71명의 응답이 최종적으로 분석에 활용되었다. 연구 대상은 임의 표집 방식을 통해 선정되었으며, 연령은 11~12세였다. 연구 참가자들의 성비는 남학생 40명과 여학생 31명으로 구성되었다.

연구에 참여하기 전, 학생들의 보호자에게 연구 목적, 절차 및 개인정보 보호 조치에 대해 서면으로 안내하였다. 보호자의 동의서를 받은 학생만 연구에 참여할 수 있도록 하였으며, 학생들에게도 연구 목적과 실험 방법을 쉽게 이해할 수 있도록 설명하였다.

참가 학생들은 연구 참여에 대한 물질적 보상을 받지 않았으며, 연구자는 실험 과정에서 학생들이 자발적으로 참여할 수 있고 연구 과정에서 언제든지 참여를 철회할 수 있도록 하였다. 연구 과정에서 학생들의 신상 정보는 익명으로 처리되었으며, 수집된 데이터는 연구 목적 외의 용도로 사용되지 않았다.

4-2 실험 방법

본 연구는 초등학교 체육 수업의 일환으로 진행되었으며, 각 반별로 1시간씩 실험이 이루어졌다. 한 반에 약 20명의 학생이 포함되었으며, 총 5개 반이 연구에 참여하였다. 학생들은 4~5명씩 조를 이루어 한 대의 노트북 컴퓨터를 공유하며 점플을 체험하였다. 연구 시작 전에 연구자는 실험 목적, 방법과 절차에 대해 학생들에게 충분한 안내를 제공하였다.

실험의 절차는 점플의 5가지 엑서게임을 순차적으로 플레이하는 방식으로 진행되었으며, 모든 조가 동일한 순서로 게임을 체험하도록 설계되었다. 각 게임별로 약 7~10분의 플레이 시간이 주어졌다. 연구자는 실험이 진행되는 동안 학생들을 관찰하며 학생들이 게임을 조작하는 과정에서 어려움을 겪을 경우 필요한 안내를 제공하였다.

또한, 학생들이 안전하게 게임을 플레이할 수 있도록 지속적으로 모니터링하였다. 또한 실험 중에는 교사가 연구 과정에 동행하여 안전을 관리하였다. 연구자는 실험이 진행되는 동안 학생들의 반응을 기록하고, 필요 시 안전한 플레이를 돕는 역할을 수행하였다.

게임 플레이가 종료된 후, 연구자는 학생들에게 설문지를 배포하고 응답 방법에 대해 설명하였다. 설문지는 약 15분 동안 개별적으로 작성하도록 하였다. 연구자는 설문 응답 과정에서 학생들이 문항을 이해하는 데 어려움을 겪지 않도록 개별 질문을 받을 수 있도록 하였다.

4-3 연구 도구 및 데이터 수집과 분석

모든 실험이 종료된 후, 연구자는 수집된 데이터를 바탕으로 학생들의 반응을 분석하였으며, 설문 조사 결과를 종합적으로 평가하였다. 설문조사는 학생들이 점플을 플레이하면서 경험한 재미 요소와 운동 강도를 평가하기 위해 체육 교육 재미거리 질문지와 지각된 운동 강도(Rate of Perceived Exertion, RPE)를 포함하여 구성되었다. 연구자는 이를 바탕으로 SPSS 23을 활용하여 평균과 표준편차를 산출하였다.

본 연구는 초등학생을 대상으로 한 특성을 고려하여 설문 문항 수를 최소화하고자, 재미 요인과 운동 강도를 종합적으로 평가하였다. 추가로, 참가자들이 가장 재미있다고 평가한 게임과 운동 효과가 가장 높았다고 평가한 게임을 선정하였으며, 이를 종합 분석하여 점플의 디자인 방향을 제안하였다.

1) 체육 수업 재미거리 질문지

본 연구에서는 점플의 게임 콘텐츠가 학생들에게 제공하는 즐거움 요인을 평가하기 위해 이창섭, 남상우가 개발한 체육 수업 재미거리 질문지를 본 연구의 목적에 맞게 수정하여 활용하였다[22]. 설문 도구는 신체적·정신적 건강 유지, 경쟁을 통한 성취감, 자유로움, 사회화, 4가지 즐거움 요인을 측정하기 위해 설계되었다(표 3).

본 연구에서는 기존 연구에서 제시한 요인 중 쉬움과 관련된 재미 요인이 다른 학과목보다 부담이 적다는 점을 의미한다는 점에서 연구의 초점과 다소 차이가 있다고 판단하여 제외하였다. 각 요인은 5점 척도(1: 전혀 동의하지 않음 ~ 5: 매우 동의함)를 사용하여 평가되었으며, 총 13개의 문항으로 구성되었다. 설문 도구의 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.93으로, 높은 신뢰도를 나타냈다(표 3).

2) RPE

본 연구에서는 학생들의 운동 강도를 평가하기 위해 RPE 척도를 활용하였다. RPE는 사용자가 자신의 운동 강도를 주관적으로 평가하는 방법으로, 운동 중 신체적 노력과 피로도를 간단한 숫자 척도를 통해 측정할 수 있도록 설계되었다[25].

본 연구는 이를 간소화한 CR10(Category-Ratio 10)를 활용하였다[26].

설문지에서 구체적으로 사용된 문구는 "본인이 게임을 하면서 느낀 운동 강도를 0(전혀 힘들지 않다)부터 10(최대한 힘들다)까지의 수치 중 하나로 선택해 주세요."이며, 세부 항목은 표 4와 같다.

표 3. 재미요인 평가를 위한 설문 도구
Table 3. Survey instrument for evaluating factors of enjoyment in physical education

Factor of enjoyment	Survey content
Keeping Physical and Mental Health	Playing Jumple makes me feel refreshed and relieves stress.
	I feel satisfaction or achievement while playing Jumple.
	I can strengthen my body through Jumple.
	Playing Jumple relieves fatigue and makes my body feel lighter.
Achievement through Competition	Competing with my friends in Jumple is fun.
	I feel a sense of achievement through my performance in Jumple.
Freedom	Jumple is enjoyable because it allows me to move my body freely.
	Jumple is fun because it is flexible and not rigid in participation.
	I can enjoy Jumple while wearing comfortable clothing.
Socialization	Jumple teaches me how to compete fairly.
	I can learn how to cooperate with others through Jumple.
	Jumple provides an opportunity to develop leadership skills.

표 4. Borg CR10 지표
Table 4. Borg CR10 scale

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	–
7	Very Hard
8	–
9	–
10	Maximal

표 5. 각 연구 문제 별 연구 결과 요약
Table 5. Summary of research results by research question

Research question	Summary of main results
RQ1: Which fun factors did users rate the highest among the five Jumple games?	Highest fun factors: Freedom of movement (M = 3.71), Competition and achievement (M = 3.47).
RQ2: What was the perceived exertion level (RPE) of users while experiencing Jumple?	Overall RPE average: 2.28 (low).
RQ3: Which game did participants find the most enjoyable and physically demanding?	Game 4: Name Body Parts

V. 연구 결과

5-1 점플의 전반적 재미 요인 분석

체육 활동에서의 즐거움 요인 중 자유와 관련된 즐거움이 평균 3.71(SD=1.02)로 가장 높은 점수를 기록하였다. 그 다음으로 높은 평균값을 보인 요인은 경쟁을 통한 성취감으로, 평균 3.47(SD=1.01)로 나타났다. 반면, 사회적 상호작용과 관련된 즐거움 요인은 평균 2.85(SD=0.99)로 가장 낮은 점수였다.

5-2 지각된 운동 강도(RPE) 분석

표 4는 점플 플레이 중 즐거움 요인과 RPE에 대한 기술 통계 결과를 나타낸다. RPE의 평균값은 2.28(SD=2.24)로 나타났다. 이는 RPE 척도에서 2점이 '거의 힘들지 않음'을 의미하는 점을 고려할 때, 점플이 학생들에게 높은 운동 강도를 요구하기보다는 가벼운 신체 활동으로 인식되었음을 보여준다.

5-3 가장 재미있었던 게임과 가장 운동이 된 게임

학생들이 가장 재미있었다고 평가한 게임과 가장 운동이 되었다고 인식한 게임을 조사한 결과, 가장 재미있다고 선택한 게임은 '게임 4: 신체부위 맞추기'(n=24)로 나타났으며 학생들이 가장 운동량이 많다고 평가한 게임 역시 '게임 4: 신체부위 맞추기'로 나타났다(n=60). 가장 재미있었던 게임의 경우 게임 4에 이어 게임 1과 게임 2도 각 11표와 19표를 받았으나, 가장 운동이 된 게임의 경우 압도적으로 게임 4가 높았다.

본 연구의 즐거움 요인 및 RPE 분석은 71명의 데이터를 기반으로 진행되었으나, 가장 재미있었던 게임과 가장 힘들었던 게임 응답의 경우 총 75명의 데이터가 수집되었기 때문에 해당 분석에서는 75명을 기준으로 하였다.

5-4 정성적 피드백 요약

설문에서는 주관식으로 게임에 대한 전체적인 평을 수집하였다. 학생들의 피드백을 분석한 결과, 점플 콘텐츠는 전반적으로 긍정적인 반응을 얻었지만, 몇 가지 개선이 필요한 점도 확인되었다. 먼저, '게임 1: 별 터치하기'의 경우 빠른 반응 속도를 요구하고 전략적으로 움직이는 요소가 있어 흥미롭게 받아들여졌으나, 일부 학생들은 게임이 너무 짧아 도전 욕구를 충분히 자극하지 못한다고 응답했다. '게임 2: 모든 풍선 터뜨리기'는 실패할 가능성이 낮고 단순한 동작으로 인해 부담 없이 즐길 수 있다는 평과 풍선을 터뜨릴 때의 효과음과 애니메이션이 즐거움을 더해준다는 긍정적인 의견도 있었다. '게임 4: 신체부위 맞추기'는 다양한 신체 부위를 활용해야 한다는 점에서 가장 신체적으로 활동적인 게임으로 인식되었으며, 가장 재미있다는 긍정적인 피드백이 많았다. 하지만 일부 학생들은 특정 신체 부위가 잘 인식되지 않아 원활한 게임이 어려웠다고 말하였다.

표 6. 재미 요인과 RPE의 기술적 통계 결과
Table 6. Descriptive statistics results of enjoyment factors and RPE

	Mean	SD
Total enjoyment factors	46.25	11.06
Keeping physical and mental health	3.33	0.97
Achievement through competition	3.47	1.01
Freedom of movement	3.71	1.02
Socialization	2.85	0.99
RPE	2.28	2.24

표 7. 학생들이 재미있었다는 게임과 가장 운동이 되었다고 한 게임
Table 7. The game perceived most enjoyable and as the most physically demanding by the students

	Most fun	Most exercise
None	4	4
Game 1: Touch the Stars	11	3
Game 2: Pop All the Balloons	19	3
Game 3: Toss Volleyball	8	3
Game 4: Name Body Parts	24	60
Game 5: Toss Volleyball (2 players)	9	2
Total	75	75

Ⅵ. 논의 및 디자인 개선 방향

6-1 점플의 재미요인 및 운동 효과 분석

점플의 전체 플레이 경험에서 '자유로운 움직임'이라는 재미 요인이 가장 높은 점수를 받은 것은, 게임이 정해진 동작을 강제하기보다는 화면에 나타난 다양한 요소를 중심으로 학생들이 자유롭게 동작하도록 유도했기 때문으로 보인다.

특히, 다양한 신체 부위를 활용해야 하는 '게임 4: 신체 부위 맞추기'는 이러한 자유로운 움직임의 특성을 극대화하여 가장 재미있으면서도 운동 효과가 큰 게임으로 선정되었다. 이는 점플이 학생들의 자발적이고 다양한 신체 움직임을 성공적으로 유도하며, 이러한 특성이 엑서게임 플레이의 재미를 결정하는 중요한 요소임을 시사한다.

또한, 경쟁과 성취감에 기반한 재미 요인 역시 높은 평가를 받았다. 점수 기록 및 갱신 기능이 학생들에게 효과적인 동기부여 요소로 작용한 결과, '게임 1: 별 터치하기'와 '게임 2: 모든 풍선 터뜨리기'는 빠른 반응 속도와 목표 달성을 요구하는 특성으로 인해 초기 파일럿 테스트에서 큰 관심을 끌었다. 그러나 약 30~40분 동안 5가지 게임을 모두 체험한 후, 학생들은 도전적인 신체 활동을 요구하는 게임 4를 더욱 재미있게 평가하였다. 이는 시간이 지나면서 난이도가 낮은 게임은 흥미가 감소하는 반면, 다양한 신체 움직임과 경쟁, 성취를 포함한 게임이 지속적인 흥미를 유지하는 데 더 효과적임을 보여준다. 실제로, 5가지 게임을 모두 경험한 학생들이 마지막까지 반복해서 선택한 게임이 바로 게임 4였다는 점도 이를 뒷받침한다.

또한, 점플의 전체적인 RPE는 낮은 편이었으나, 게임 4가 가장 높은 운동 효과를 보인다는 점은 다양한 신체 부위를 활용한 동작 수행하이 운동 효과에 기여할 수 있음을 시사한다.

전체적으로 학생들은 게임을 즐겁게 체험하였으나, 관찰 결과 개인별 반응에는 차이가 나타났다. 일부 학생은 빠른 반응 속도를 요구하는 '게임 1: 별 터치하기'에 대해 높은 흥미를 보인 반면, 다른 학생들은 다양한 신체 부위를 활용할 수 있는 '게임 4: 신체 부위 맞추기'를 더 흥미롭게 평가하였다. 또한 RPE 평가에서도, 동일한 게임을 체험하였음에도 일부 학생은 낮은 강도를 느낀 반면, 다른 학생들은 높은 운동 강도를 보고하는 등 개인 간 인지 차이가 관찰되었다. 이러한 결과는 미니게임에 대한 학생들의 선호도와 신체 활동 경험이 다양함을 보여주며, 향후 엑서게임 설계 시 다양한 신체 활동 패턴과 반응을 수용할 수 있는 콘텐츠 구성이 필요함을 시사한다.

6-2 체육교육을 위한 엑서게임 디자인 방향 도출

본 연구를 통해 AI 자세추정 기술을 활용한 체육교육용 게임의 디자인 방향을 다음과 같이 도출할 수 있었다. 초등학생

체육교육에서 재미를 유도하는 엑서게임 콘텐츠는 '자유로운 움직임'과 '경쟁 및 성취감'이라는 재미 요인, 그리고 적절한 운동 강도의 균형을 고려해야 한다. AI 자세추정 기술이 별도의 기기 없이 웹캠만으로 신체의 다양한 부위를 인지할 수 있다는 점을 활용하면, '게임 4: 신체 부위 맞추기'를 응용한 다양한 게임 콘텐츠 개발이 가능할 것으로 보인다.

또한, 점플의 구체적 개선점으로는 동작 인식 기술의 부정확으로 인해 가끔 원활한 플레이가 어려운 점이 있다. 이를 개선하기 위해, AI 모델의 학습 데이터셋에 다양한 체형과 동작 샘플을 추가하거나, 인식 오차 범위를 보완할 수 있는 정확도 게이지, 위치 가이드 라인과 같은 UI 보조 요소를 추가하는 방향을 고려할 수 있다.

그리고 여러 사람이 함께 플레이할 수 있는 기능이 단일 게임에만 적용된 점이 있다. 학생들이 가장 재미있고 운동도 된다고 한 게임 4를 여러 사람이 플레이할 수 있도록 만든다면 더 높은 흥미와 운동 효과를 기대할 수 있을 것이다.

향후에는 플레이어가 지속적인 도전감을 느낄 수 있도록 난이도를 점진적으로 증가시키고, 학생들 간에 기록을 비교할 수 있도록 기록 저장 기능을 강화하는 등의 개선이 필요하다. 예를 들어, 난이도 조절을 위해서는 게임 진행 시간이 길어질수록 목표 위치를 더 빠르게 이동시키거나, 더 복잡한 신체 부위를 조합하여 요구하는 방식으로 난이도를 조정할 수 있다. 학생 개인별 최고 기록이나 평균 점수를 저장하고, 이를 친구들과 비교할 수 있는 랭킹 시스템을 추가하는 방식을 통해 성취감을 지속적으로 자극할 수 있다.

또한, 신체 움직임을 기반으로 하는 게임이라는 특성상, 사용자의 안전성도 함께 고려되어야 한다. 점플의 경우, 2인 플레이가 가능한 '게임 5: 배구공 토스하기(2인용)'은 서로 다른 공간에서 독립적으로 진행되기 때문에 물리적 충돌 위험은 크지 않지만, 상대방 화면에 집중하는 과정에서 과도한 움직임이 발생할 가능성이 있다. 따라서 향후 2인 플레이 모드를 설계할 때에는 플레이 시작 전 충분한 활동 공간을 확보하고, 주변 장애물을 정리하도록 안내하는 기능을 추가하여 보다 안전한 체육활동 환경을 조성할 필요가 있다. 또한, 게임 시작 전 짧은 튜토리얼 영상이나 '안전 수칙 알림 팝업'을 제공하여, 학생들에게 안전 행동을 자연스럽게 인지시키는 방안도 고려할 수 있다.

이와 같이 제시된 디자인 방향은 체육 수업의 참여도와 운동 동기를 크게 향상시킬 것으로 기대된다.

Ⅶ. 결 론

본 연구는 AI 자세추정 기술을 활용한 체육교육용 엑서게임점플을 개발하고, 초등학생을 대상으로 재미 요인과 RPE를 분석하여 향후 디자인 방향을 도출하는 데 목적이 있었다. 연구 결과, 가장 두드러진 재미 요인은 '자유로운 움직임'과 '경쟁 및 성취감'으로 나타났으며, 학생들이 가장 재미있고 운동 효과가 크다고 응답한 게임은 다양한 신체 부위를 활용하고 경쟁 및 성취감 요소를 포함한 게임 4였다. 이러한 결과를 토대로, 초등학생 체육교육에서 재미를 유도하는 엑서게임 콘텐츠는 '자유로운 움직임'과 '경쟁 및 성취감'이라는 핵심 재미 요인과 적절한 운동 강도의 균형을 고려해야 한다는 디자인 방향을 제시하였다.

본 연구의 한계는 분석이 평균 및 표준편차 중심으로만 이루어져 있어 t-test, 상관분석 등의 통계적 검증이 미흡한 점이다. 이는 초등학생을 대상으로 동일한 체험 환경을 제공하는 체육 수업 맥락에서 연구가 진행되었기 때문이며, 실험군과 대조군 간 비교나 사전-사후 비교를 통한 통계적 차이 검증이 구조적으로 어려웠다. 이에 따라 본 연구는 기술통계와 주관식 응답 분석을 통해 학생들의 반응 특성을 간접적으로 파악하는 데 중점을 두었다. 향후 연구에서는 다양한 집단을 설정하여 보다 정교한 통계 분석을 병행함으로써, 체육교육용 엑서게임의 효과성을 체계적으로 검증할 필요가 있다.

또한 본 연구는 자체 개발한 엑서게임 콘텐츠를 대상으로 진행된 탐색적 연구로, 제3자에 의한 외부 검증이 이루어지지 않았다는 한계가 있다. 향후 연구에서는 외부 전문가 평가를 통한 추가 검증을 통해 객관성을 확보해야한다.

향후 연구 방향으로는, 첫째, 초등학생뿐만 아니라 중·고등학생 및 성인을 대상으로 한 유사 실험을 통해 연령별 차이를 비교할 필요가 있다. 둘째, 단기적인 재미와 운동 강도 평가에 그치지 않고, 장기적인 학습 효과 및 운동 습관 형성에 미치는 영향을 분석하는 연구가 진행되어야 한다.

본 연구의 결과는 향후 엑서게임 설계자, 교육자, 연구자들에게 운동 강도와 재미 요소를 균형 있게 조정하는 구체적인 설계 기준을 제공함으로써, 체육교육의 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구가 진행되는 동안 점플의 기획과 프로그래밍을 함께 해주신 조재경 연구원님께 깊이 감사드립니다. 또한, 실험 환경을 제공해 주시고 연구가 원활하게 진행될 수 있도록 지원해 주신 장경환 선생님과 조언을 해주신 김성우 교수님께도 진심으로 감사의 말씀을 전합니다.

참고문헌

[1] J. Lim, "Relationship of Participation in Exercise on Elementary Schoolers' Physical Self-Efficacy, Ego-Resilience, and Satisfaction with School," *Korean Journal of Elementary Physical Education,* Vol. 21, No. 4,

pp. 103-116, 2016.

[2] Chosun Ilbo. Korean Students' Physical Activity at the Lowest Level Worldwide... Government Expands Physical Education [Internet]. Available: https://www.chosun.com/national/education/2023/12/26/lfzidgzrxfftbm7gitktg2tlia/

[3] K. Yomoda and S. Kurita, "Influence of Social Distancing During the COVID-19 Pandemic on Physical Activity in Children: A Scoping Review of the Literature," *Journal of Exercise Science & Fitness,* Vol. 19, No. 3, pp. 195-203, July 2021. https://doi.org/10.1016/j.jesf.2021.04.002

[4] Korea Ministry of Education, School Health Portal. 2024 Major Initiatives for Student Health Promotion [Internet]. Available: https://www.schoolhealth.kr/web/bbs/selectnewbbslist.do?bbsid=&lstnum1=4789&pageindex=1&datagbn=&search

[5] A. Pavlovic, L. F. Defina, B. L. Natale, S. E. Thiele, T. J. Walker, D. W. Craig, ... and H. W. Kohl, "Keeping Children Healthy During and After COVID-19 Pandemic: Meeting Youth Physical Activity Needs," *BMC Public Health,* Vol. 21, 485, March 2021.

[6] V. A. Fogel, R. G. Miltenberger, R. Graves, and S. Koehler, "The Effects of Exergaming on Physical Activity Among Inactive Children in a Physical Education Classroom," *Journal of Applied Behavior Analysis,* Vol. 43, No. 4, pp. 591-600, December 2010. https://10.1901/jaba.2010.43-591

[7] T. Juliantine, E. Setiawan, H. Jumareng, R. A. Gani, and A. Asnaldi, "Do Fundamental Movement Skills, Physical Activity and Enjoyment Among Inactive Student During the COVID-19 Era Improve After Exergame?," *Journal of Physical Education*, Vol. 33, No. 1, 2022. https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v33i1.3327

[8] South Dakota Department of Health. What Is Exergaming? [Internet]. Available: https://healthysd.gov/what-is-exergaming

[9] A. Elberse and Y. E. Moon, Sony EyeToy, Harvard Business School Case 505-024, July 2004.

[10] Z. Zhang, "Microsoft Kinect Sensor and Its Effect," *IEEE MultiMedia*, Vol. 19, No. 2, pp. 4-10, February 2012. https://doi.org/10.1109/mmul.2012.24

[11] Z. Cao, T. Simon, S.-E. Wei, and Y. Sheikh, "Realtime Multi-person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields," *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),* Honolulu: Hi, pp. 1302-1310, July 2017. https://doi.org/10.1109/cvpr.2017.143

[12] H. B. Eun, "Effects of Exergame on Cognitive Function in the Elderly: A Systematic Review and Meta-Analytical Approach," *Asian Journal of Physical Education and Sport Science*, Vol. 12, No. 2, pp. 135-145, 2024.

[13] J. R. Best, "Exergaming in Youth," *Zeitschrift für Psychologie*, Vol. 221, No. 2, pp. 72-78, January 2013. https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000137

[14] A. Macvean and J. Robertson, "Understanding Exergame Users' Physical Activity, Motivation and Behavior Over Time," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems,* pp. 1251-1260, April 2013. https://doi.org/10.1145/2470654.2466163

[15] J. Sinclair, P. Hingston, and M. Masek, "Considerations for the Design of Exergames," in *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques,* Australia and Southeast Asia, pp. 289-295, December 2007. https://doi.org/10.1145/1321261.1321313

[16] P. A. Di Tore and G. Raiola, "Exergame-Design and Motor Activities Teaching: An Overview of Scientific Paradigms on Motor Control," *Mediterranean Journal of Social Sciences*, Vol. 3, No. 11, pp. 119-122, November 2012.

[17] Kaia Health. Kaia Health - AI-Powered Digital Therapeutics for Musculoskeletal and Chronic Conditions [Internet]. Available: https://www.kaiahealth.com

[18] HomeCourt. HomeCourt - The Future of Basketball Training [Internet]. Available: https://www.homecourt.ai

[19] A. C. Garn and D. J. Cothran, "The Fun Factor in Physical Education," *Journal of Teaching in Physical Education,* Vol. 25, No. 3, pp. 281-297, 2006. https://doi.org/10.1123/jtpe.25.3.281

[20] T. K. Scanlan, P. J. Carpenter, M. Lobel, and J. P. Simons, "Sources of Enjoyment for Youth Sport Athletes," *Pediatric Exercise Science,* Vol. 5, No. 3, pp. 275-285, 1993. https://10.1123/pes.5.3.275

[21] J. K. Yeo, C. S. Lee, and S. W. Nam, "An Analysis of Enjoyment Factors of Physical Education Class in Elementary School," *Korean Journal of Physical Education,* Vol. 44, No. 3 pp. 315-327, 2005.

[22] C. S. Lee and S. W. Nam, "A Development of Questionnaire on Sources of Enjoyment and Worry in Physical Education Class of Middle School," *The Korean Journal of Physical Education,* Vol. 42, No. 3, pp. 161-173, 2003.

[23] G. Papandreou, T. Zhu, L.-C. Chen, S. Gidaris, J. Tompson, and K. Murphy, "PersonLab: Person Pose Estimation and Instance Segmentation with a Bottom-Up, Part-Based, Geometric Embedding Model," in *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)*, Munich, Germany, pp. 269-286, 2018.

[24] S. Shin, J. Cho, and S.-W. Kim, "Jumple: Interactive

Contents for the Virtual Physical Education Classroom in the Pandemic Era," in *Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2021,* Rovaniemi, Finland, pp. 268-270, February 2021. https://doi.org/10.1145/3458709.3458964

[25] G. Borg, *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*, 1th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

[26] J. Scherr, B. Wolfarth, J. W. Christle, A. Pressler, S. Wagenpfeil, and M. Halle, "Associations Between Borg's Rating of Perceived Exertion and Physiological Measures of Exercise Intensity," *European Journal of Applied Physiology,* Vol. 113, No. 1, pp. 147-155, 2013. https://doi.org/10.1007/s00421-012-2421-x

신수현(Soohyun Shin)

2011년 : 이화여자대학교 시각정보디자인 (미술학사)
2015년 : Rhode Island School of Design (예술학 석사)
2021년 : 서울대학교 (디자인학박사 - 정보디자인, 인터페이스디자인)
2015년~2016년: 마이크로소프트 인터랙션디자이너
2019년~현 재: 성균관대학교 디자인학과 강사
2025년~현 재: 서울대학교 공학전문대학원 객원교수
※관심분야 : human-AI interaction, human-AI co-creation, 정보디자인, 인터랙션디자인