

한국 전통음악 확산을 위한 체험형 교육 콘텐츠 연구

이민정¹ · 이도현² · 정지윤^{3*}

¹중앙대학교 예술공학부

²중앙대학교 응용예술공학과 석사과정

³중앙대학교 예술공학부 조교수

Interactive Education Content for the Dissemination of Korean Traditional Music

Min-Jeong Lee¹ · Do-Hyun Lee² · Jiyun Chung^{3*}

¹Undergraduate Student, Department of Art&Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 17546, Korea

²Master's Course, Department of Advanced Art&Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 17546, Korea

³Assistant Professor, Department of Art&Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 17546, Korea

[요약]

본 논문은 전통 교육 방식의 수동적 한계를 해결하고 한국 전통 음악 교육을 활성화하기 위해 설계된 상호작용형 디지털 콘텐츠 솔루션을 제안한다. 이를 위해 물리적 칠교놀이 퍼즐, 상호작용형 퀴즈, 최종 가상 연주를 결합하여 능동적 참여를 유도하는 다층적 학습 구조를 개발하였다. 시스템은 실시간 퍼즐 인식을 위해 파이썬(OpenCV)을 활용하며, 유니티 엔진이 사용자 인터페이스를 관리한다. 과제를 성공적으로 완료하면, 언리얼 엔진에서 모션 캡처 데이터로 제작된 몰입형 아바타 공연이 보상으로 제공된다. 20명의 사용자를 대상으로 한 예비 연구에서 높은 만족도가 나타났다. 더 나아가, 상관관계 분석을 통해 시스템 사용성이 교육 효과와 사용자 만족도 모두에 중대한 영향을 미치며, 교육적 성취가 만족도의 핵심 동인임이 통계적으로 검증되었다.

[Abstract]

This paper proposes an interactive digital content solution designed to revitalize Korean traditional music education. It aims to address the passive nature of conventional methods. To foster active engagement, we developed a multilayered learning structure that combines a physical tangram puzzle, an interactive quiz, and a final virtual performance. The system utilizes Python with OpenCV for real-time puzzle recognition, while the Unity engine manages the user interface. Upon successful completion of the tasks, learners are rewarded with an immersive avatar performance, created within Unreal Engine using motion capture data. The results of a pilot study involving 20 users indicated high satisfaction. A correlation analysis statistically verified that system usability significantly impacts both educational effect and user satisfaction and that educational achievement is a key driver of satisfaction.

색인어 : 체험형 콘텐츠, 한국 전통음악, 음악 교육, 한국음악 콘텐츠, 유니티

Keyword : Interactive Content, Korean Traditional Music, Music Education, Korean Music Content, Unity

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2025.26.11.3025>



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 31 August 2025; Revised 10 October 2025

Accepted 28 October 2025

*Corresponding Author, Jiyun Chung

Tel: +82-31-670-3192

E-mail: chungjy@gmail.com

I. 서론

최근 국내외 교육 시장에서는 디지털 전환과 에듀테크의 확산이 세계 교육시장의 성장에 비해 비교적 빠르게 진행되고 있다. 실감형 VR/AR 기술을 접목한 교육 콘텐츠는 학습자의 참여도와 흥미를 높이고 학습 효과를 증진시키는 것으로 보고되며, 글로벌 에듀테크 산업 역시 연평균 성장세를 이어가고 있다[1]. 특히, VR/AR과 같은 몰입형(Interactive & Immersive) 콘텐츠는 학습자의 관심을 유발하고 능동적 참여를 촉진하는 효과적인 도구로 인식되고 있으며, 이러한 흐름은 한국 전통음악 교육에도 새로운 가능성을 제시한다[2].

그러나 이러한 흐름 속에서도 기존 한국 전통음악 콘텐츠들은 주로 시청각 자료 중심의 수동적 감상형에 머물거나, 단순 시뮬레이션으로 구현하는 경우가 많았다. 특히 국립국악원의 360° VR 콘텐츠 활용 사례와 같이 높은 몰입도의 감상 형태의 자료 제시에 집중되어 능동적인 인지적 학습 요소가 부족하다는 한계를 가진다. 또한, 복잡하고 고유한 한국 전통음악의 특성 및 체험적 요소를 디지털로 구현하는 데 어려움을 겪으며 실질적인 능동적 참여를 이끌어내는 데 한계를 보인다.

따라서 본 연구는 이러한 한국 전통음악 콘텐츠의 수동적 한계와 기술 구현의 특수성을 극복하고, 사용자의 능동적 참여를 극대화할 수 있는 새로운 체험형 디지털 교육 콘텐츠의 모델을 설계하고 구현하는 것을 목적으로 한다. 이는 대형 스크린 기반의 공공장소나 전시 환경에서 관람객의 몰입도와 참여를 극대화하기 위한 모델 실증에 중점을 둔다. 특히, 실물 조작 퍼즐, 퀴즈, 가상 공연을 결합한 다층적 학습 구조와 전자식 모션캡처 기술을 활용하여, 한국 전통문화 콘텐츠가 디지털 시대에도 유효하게 유지될 수 있는 기술 구현 방안을 탐색하는 데 중점을 둔다. 또한, 한국 전통음악 콘텐츠의 디지털 전환과 체험형 디지털 교육 콘텐츠의 동향을 검토하고, 철교놀이 퀴즈·공연 연계형 학습 시스템의 설계 및 제작하며, 사용자 평가를 통해 교육적 효과와 한계를 분석한다.

구체적으로 시스템 구현을 위해 Python(OpenCV) 기반의 실시간 물체 인식 기술을 활용하고, Unity 엔진을 통해 사용자 인터페이스 및 퀴즈 진행을 제어하며, Unreal Engine으로 모션캡처 기반의 고품질 시각 콘텐츠를 제작하는 과정을 제시한다. 그 후 개발된 콘텐츠의 사용성 평가를 통해 그 효과를 분석한다. 향후 VR/AR 하드웨어 적용, 인식 기술 고도화, 콘텐츠 다양화 등 발전 방향을 제안한다.

II. 이론적 배경

2-1 체험형 디지털 음악교육 콘텐츠의 사례와 동향

최근 교육부의 ‘디지털 기반 교육 혁신 방안’[3] 및 ‘AI 디지털 교과서 추진 방안’[4]에서 제시되었듯이, 교육현장은 맞춤형 학습, 자기 주도적 성취 경험을 제공하는 에듀테크로써 급격한 전환기에 놓여있다. 이러한 흐름에 따라, 한국 전통문

화 콘텐츠에서도 능동적인 체험을 제공할 모델 개발이 요구된다. 이러한 요구에 대응하는 선행 기술 및 성공 모델을 찾기 위해, 체험형 디지털 교육 콘텐츠의 구체적인 사례를 검토했다.

체험형 디지털 교육 콘텐츠의 사례로는 PianoVision, Fretello, Paradiddle이 있다. 먼저, PianoVision은 AR 및 VR 기술을 활용한 게임화된 피아노 학습 플랫폼이다. 이는 사용자가 실제 피아노 뿐만 아니라 가상의 에어 피아노로 연주할 수 있도록 지원한다. 이 어플리케이션은 사용자가 실제 또는 가상악기로 연주할 때 손 위에 인터랙티브 그래픽을 오버레이 하여 올바른 손의 위치와 음표를 직관적으로 제시한다[5].



그림 1. PianoVision 체험 사진
Fig. 1. PianoVision experience photo

기타 학습 어플리케이션인 Fretello가 개발한 플랫폼 Mirror는 AR 및 AI 기반으로 설계되었다. 이 플랫폼은 사용자가 실제 기타를 연주하는 동안 기타의 위치와 사용자의 손가락 움직임을 실시간으로 파악하여 정확한 연주 방법을 학습할 수 있도록 돕는다[6].

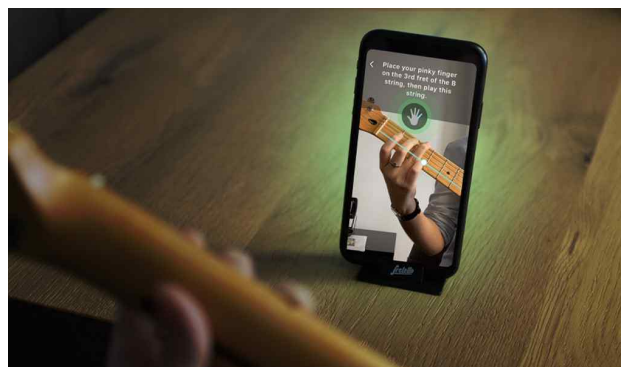


그림 2. Fretello 체험 사진
Fig. 2. Fretello experience photo

Paradiddle는 VR 기반 드럼 연주 어플리케이션으로, 반응형 음악을 통해 가상 드럼 키트에 맞춰 연주함으로써 실제 악기 연주 시 발생하는 공간적 제약을 해소하였다[7].



그림 3. Paradiddle 체험 사진
Fig. 3. Paradiddle experience photo

이러한 선행 사례들(PianoVision, Fretello, Paradiddle)은 디지털 음악 교육이 단순한 콘텐츠 제공을 넘어, AI와 몰입형 기술(VR/AR)을 활용하여 실시간 피드백과 물리적 제약(공간, 악기 소지)을 극복하는 개인화된 체험형 학습으로 진화하고 있음을 보여준다. 이는 학습자의 능동적 참여를 유도하는 성공 모델로서, 기존의 감상 중심 교육에 머물러 있던 한국 전통음악 콘텐츠 개발에 중요한 시사점을 제공한다.

2-2 한국 전통 음악교육의 중요성과 한계점

한국 전통음악 콘텐츠는 고유한 문화적 가치를 지니고 있지만, 현대의 콘텐츠 소비 환경에서 사용자들의 능동적인 체험 기회가 부족한 상황에 직면해 있다. 기존의 콘텐츠는 주로 감상과 이론 중심에 머무는 경향이 강하다[8]. 하지만 학생과 교사를 대상으로 한 조사에 따르면, 학습자의 요구는 한국 전통음악 악기 체험, 연주와 같은 직접적 체험 활동으로 나타난다[9]. 이는 한국 전통음악 교육이 단순히 ‘듣는 것’을 넘어서 ‘해보는 것’으로 전환될 필요성을 보여준다. 온라인 플랫폼을 활용한 수업이 확산은 디지털 매체 활용 가능성을 보여주었으나, 가창과 기악 활동은 가장 적은 비중을 차지하여 체험 결핍이라는 근본적인 한계를 함께 드러냈다[8].

이러한 체험 결핍을 해소하고, 디지털 혁신 요구에 부응하기 위해 국내 전통 공연예술 콘텐츠 시장에서도 기술적 시도가 꾸준히 이어지고 있다. 그림 3은 국립국악원에서 제작한 360° VR 콘텐츠를 자료로 활용하며, 높은 현장감과 시공간 제약을 해소하는 가능성을 보여주었다[2]. 이는 몰입형 콘텐츠가 한국 전통문화의 향유 방식을 혁신할 수 있음을 입증하는 사례이다.

그러나 이러한 실감 기술 기반 콘텐츠는 VR HMD 등 고가 장비 및 물리적 공간 제약과 같은 현실적 비용 문제를 동반하여 콘텐츠의 보편적인 확산에는 한계가 있다[2],[10].

또한, 국립국악원에서도 체험 요소와 멀티미디어를 결합한 교육 프로그램을 운영하고 있으며, 이를 통해 가족 단위와 초·중·고등학생을 대상으로 한 체험 중심 학습에서 참여와 관심을 끌어내었다[11]. 이는 체험형 학습이 한국 전통음악 교육에 긍정적 효과를 가져올 수 있음을 보여준다. 다만, 오프라인 기관



그림 4. 국립국악원 VR 콘텐츠
Fig. 4. National Gugak Center VR content

의 경우 운영 시간, 지리적 접근성, 참여 인원 제한 등의 구조적 제약을 동반하게 된다. 특히 학교에서의 방과 후 교육이나 시도 기관의 연계 프로그램이 활용된다고 하더라도, 시·공간의 제약 없이 균등하고 지속적인 체험 학습 기회를 제공하는 데는 어려움이 있다. 따라서 이러한 오프라인 모델의 접근성 한계를 해소하고 보편적인 학습 환경에서 개별화된 체험 학습을 제공하는 새로운 학습 모델의 개발이 요구된다.

교육정책과 산업 환경에서는 디지털 전환이 가속화되고 있다. 2023년 교육부의 ‘디지털 기반 교육혁신 방안’과 인공지능 디지털 교과서 추진은 맞춤형 학습, 자기 주도적 성취 경험, 학습 데이터 기반 수업을 본격적으로 도입하고 있다[3]. 그러나 ‘AI 디지털교과서 개발 가이드라인’에 따르면, 음악, 미술, 체육 등의 교과는 심미적 감성, 사회·정서 능력과 인성을 함양하는 과목 특성을 고려하여 디지털 교과서 추진 계획에서 제외되었다.

이러한 계획은 음악, 미술 교과가 지닌 심미적 감성 함양, 사회·정서적 능력 개발, (음악의 경우) 실용 중심 교육이라는 고유한 목표를 고려한 결정으로 해석된다. 그러나 AI 기반 맞춤형 학습이 타 교과에 전면 도입되는 교육 환경의 변화 속에서, 전통문화 교육이 아날로그 방식에만 머무를 경우 디지털 네이티브 세대인 학습자들의 관심에서 멀어지고 타 교과와의 ‘디지털 경험 격차’가 발생할 우려가 있다[4]. 따라서 정규 교과서 형태의 디지털화가 어렵다 하더라도, 학습자들이 디지털 환경에서 여전히 전통문화를 매력적으로 느끼고 능동적으로 체험할 수 있도록 보완하는 대안적 콘텐츠 개발이 필수적이다. 이는 민간 및 학계 주도의 접근성 높은 체험형 콘텐츠가, 학교 교육만으로는 충족시키기 어려운 디지털 시대의 교육적 요구와 경험의 격차를 해소할 핵심 대안이 될 수 있음을 시사한다.

한국 전통음악 콘텐츠의 개발은 서양 음악 분야와는 다른 고유의 기술적 특수성을 지닌다. 서양 음악 분야에서는 피아노 및 기타 연주 어플리케이션, 디지털 악보 등 다양한 에듀테크 플랫폼 및 콘텐츠들이 현존하고 있으나, 한국 전통음악은 고유의 음악 체계(율명), 복잡한 시김새와 연주 주법[12], 그리고 악기 고유의 음색 등 보편적 디지털 모델로 구현하기 까다로운 특성을 보인다. 따라서 기존의 체험 결핍 문제, 고가 장비의 제약, 그리고 기술 구현의 특수성을 동시에 해결하고,

학습자의 능동적 참여를 끌어 낼 수 있는 맞춤형 체험 학습 콘텐츠 모델이 필요하다. 본 연구는 구조적 제약을 극복하고, 실질적인 체험 활동을 제공할 수 있는 참여 중심의 콘텐츠 개발을 제안한다.

III. 한국 전통음악 디지털 교육 콘텐츠 제작

3-1 콘텐츠 개요

본 연구 콘텐츠의 기획 의도는 한국 전통음악 교육을 기존의 감상 중심에서 벗어나, 학습자가 직접 참여하고 체험할 수 있는 능동적 학습 환경을 구축하는 데 있으며, 나아가 체험관이나 전시 환경에서 대중의 접근성과 몰입도를 높이는 것을 주요 목적으로 한다. 한국 전통음악 교육은 그동안 음악적 가치와 문화적 의미를 전달하는 데 집중되었으나, 수동적 청취 위주의 방식은 학습자의 흥미를 지속적으로 유지하기 어렵다는 한계를 보였다. 이에 본 연구는 한국 전통음악 교육을 직접 체험하고 경험할 수 있도록 학습자의 단계적 몰입과 학습 효과를 고려하여 도입, 전개, 결말의 구조로 설계했다. 체험형 한국 전통음악 콘텐츠 기술 흐름도는 그림 5와 같다.

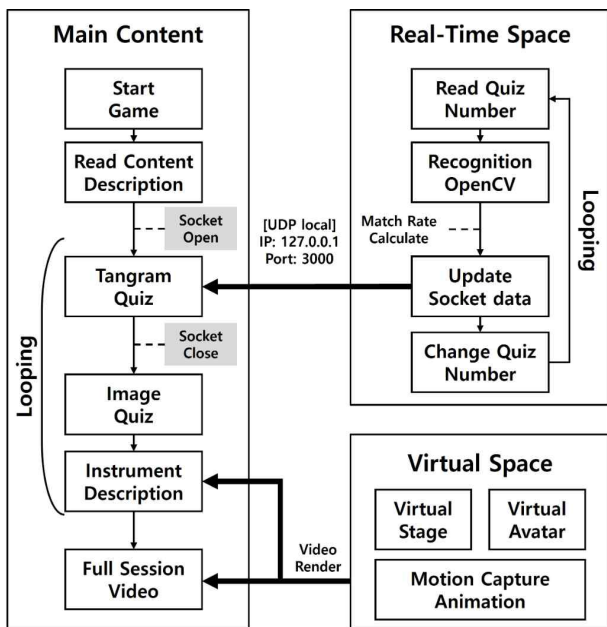


그림 5. 체험형 한국 전통음악 콘텐츠 기술 흐름도
Fig. 5. Interactive Korean traditional music content tech flowchart

먼저 도입 단계에서는 한국 전통음악 악기의 형태를 단순화한 칠교놀이 퍼즐을 화면에 제시한다. 사용자가 퍼즐 조각을 올바르게 조합하면 해당 악기의 이미지가 화면에 나타나며, 이어서 이름을 묻는 사지선다형 퀴즈가 나타난다.

전개 단계에서는 학습자가 퀴즈 정답을 맞출 경우, 박수 소리와 함께 언리얼 엔진으로 구현된 한복 차림의 아바타가 해

당 악기를 연주하는 장면이 영상으로 재생된다. 본 연구에서는 이러한 과정이 총 세 가지 악기를 대상으로 반복되며 학습자는 “퍼즐-퀴즈-연주 영상”이라는 학습 사이클을 통해 학습자는 인지적 이해와 경험적 체험을 동시에 습득할 수 있다.

마지막으로 결말 단계에서는 앞서 학습한 악기뿐 아니라 종묘제례악에 사용되는 약 11종의 한국 전통음악 악기를, 한복을 입은 아바타들이 합주하는 장면이 제시된다. 이와 함께 실제 종묘제례악 음악이 재생되어 학습자는 한국 전통음악 악기의 개별적 특성과 더불어 전통 합주가 지닌 총체적 맥락을 경험한다.

본 콘텐츠에서 칠교놀이 퍼즐은 단순한 놀이적 요소가 아니다. 한국 전통음악 악기는 서양 악기에 비해 형태와 구조가 다양하고 복잡하여, 초기 학습자에게 시각 및 형태적 어려움을 준다. 칠교놀이는 이러한 악기의 복잡한 형태를 추상적이고 직관적인 조각으로 단순화하여 학습자가 직접 손으로 조작하고 조립하게 함으로써, 악기의 구조적 특징을 ‘해보는 것’을 통해 인지적으로 체험하는 ‘조작적 체험’의 단계로 기능한다.

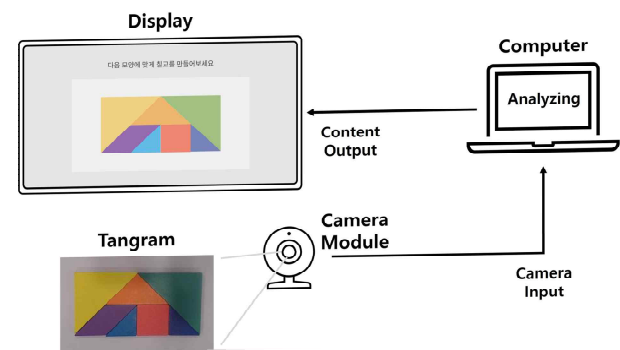
그림 5는 해당 시나리오의 흐름과 기술적 구성을 한눈에 보여주는 도식화이다. 이와 같은 시나리오 구성은 퍼즐 맞추기를 통한 인지적 유입, 퀴즈를 통한 능동적 학습, 연주 영상을 통한 감각적 체험, 합주 공연을 통한 성취와 문화적 이해로 이어지는 학습 경험을 제공하며, 이는 학습자의 참여도와 흥미, 몰입도를 높이고 한국 전통음악 학습의 지속성을 강화하는 데 기여한다.

3-2 칠교놀이 퀴즈

1) 하드웨어 개발

하드웨어 구성은 3가지 요소로 나뉘는데, 퍼즐, 카메라 모듈, 출력 장치이다.

- 퍼즐: 사용자가 직접 조립하는 칠교놀이 형태. 한국 전통음악 악기의 형태를 상징적으로 변형하여 교육적 직관성을 확보한다.
- 카메라 모듈: 일반 USB 웹캠을 사용하였으며, 퍼즐의 패



*The words in the figure are written in Korean because it is intended for Korean users. Translating them into English might lead to a loss of their original intent.

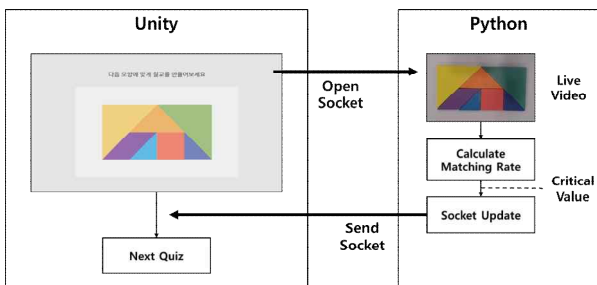
그림 6. 콘텐츠 하드웨어 구성
Fig. 6. Content Hardware Configuration

턴과 배치를 실시간으로 촬영한다.

- 출력 장치: 대형 스크린 및 스피커를 통해 영상과 음향을 동시 출력하여 몰입감을 극대화한다.

2) 소프트웨어 개발

본 시스템은 Python(OpenCV)과 Unity 간의 UDP 통신 구조를 기반으로 구현했다. 구체적으로, 카메라 입력은 Python(OpenCV) 모듈이 수집·분석하여 칠교놀이 퍼즐의 완성 여부를 판별하고, 그 결과를 UDP를 통해 Unity로 송신한다. Unity는 수신된 신호를 상태 기계(state machine)로 처리하여 해당 단계에 대응하는 퀴즈 UI와 피드백(예: 사지선다형 문제 제시, 정답 시 박수 소리 출력 등)을 제어하고, 동시에 Unreal Engine에서 제작된 연주 장면 영상을 재생한다.



*The words in the figure are written in Korean because it is intended for Korean users. Translating them into English might lead to a loss of their original intent.

그림 7. 파이썬&유니티 UDP 통신 시스템 도식화
Fig. 7. Python to Unity UDP system diagram

이와 같은 구조를 채택한 이유는 다음과 같다. 첫째, Python(OpenCV)은 퍼즐 인식과 같은 영상 처리에 있어 가볍고 안정적인 성능을 제공하며, UDP를 통한 데이터 전송은 실시간성을 보장한다. 둘째, Unity는 사용자 인터페이스, 상호작용 제어, 오디오 재생을 통합 관리할 수 있어 교육용 인터랙티브 콘텐츠 제작에 적합하다. 셋째, Unreal Engine은 고품질의 아바타 애니메이션과 연주 장면 구현에 강점을 가지고 있어, 사전에 제작된 영상 자산을 Unity 환경에 삽입함으로써 시각적 몰입도와 런타임 안정성을 동시에 확보하였다.

따라서 본 시스템은 그림 5와 같이 인식(Python/OpenCV), 신호 전달(UDP), 제어 및 표현(Unity)의 다층적 구조를 기반으로, 모듈화·확장성·안정성을 모두 고려한 설계를 실현하였다. 이러한 설계는 향후 한국 전통음악 악기 종류 확대, 퀴즈 난이도 조정, 상호작용 요소 추가 등 다양한 교육 콘텐츠로의 확장을 용이하게 한다.

3-3 버추얼 연주 구현

가상 무대 및 악기 구현은 학습자가 실제 공연 현장에 있는 듯한 몰입감을 느끼도록 설계했다. 단순한 시각 자료 제시에 그치지 않고, 한국 전통음악 공연의 공간적·문화적 맥락을 체험적으로 전달하는 데 중점을 두었다.

1) 버추얼 무대 구현

본 연구에서는 3D 에셋을 기반으로 가상 무대 환경을 구현하였다. 이때, 한국문화정보원(KCISA, Korea Culture Information Service Agency)에서 제공하는 에셋을 참고하였고, 수원화성 공간 구조를 참조하여 배경을 설계하고, 이를 학습 목적에 맞게 수정·보완하였다. 예를 들어, 불필요한 세부 구조는 단순화하고 주요 무대 영역과 조명 효과는 강조하여, 공연 공간이 시각적으로 명확하게 인지될 수 있도록 하였다. 이러한 과정은 단순한 배경 제시를 넘어 학습자가 ‘전통 공연이 열리는 장소’에 실제로 있는 듯한 현장감을 강화하였다.

2) 버추얼 악기 구현

악기 구현은 실제 한국 전통음악 악기의 형태와 비례를 충실히 반영하고 있는 공공에셋을 활용하여 교육용으로 직관성과 현실감을 동시에 제공한다. 그러나 일부 악기는 제공 자료가 부족하거나 세부 표현이 미흡했기 때문에, 직접 모델링하여 보완하였다. 예를 들어 태평소는 별도로 모델링하여 적용하였으며, 이 과정에서 텍스처 보정과 디테일링을 통해 사실성을 강화하였다. 결과적으로 대부분의 악기는 KCISA 에셋을 기반으로 하되, 직접 제작한 모델과 병행하여 보다 완성도 높은 가상 악기 환경을 구현할 수 있었다.

3) 버추얼 아바타 구현

연주 장면은 전자식 모션캡처 장비를 활용하여 실제 인체 동작 데이터를 기반으로 제작하였다. 특히, 연주자의 미세한 손가락 움직임과 악기 조작을 포착하기 위해 전자식 모션 캡처 글러브(glove) 또는 정밀 마커를 사용하여 손가락 움직임, 팔의 궤적, 상체의 자세 등 세밀한 동작을 사실적으로 기록할 수 있었으며, 이러한 데이터는 아바타 애니메이션의 기초가 되었다. 이후 Unreal Engine에서 모션 데이터를 수정하여, 실제로 아바타가 한국 전통음악 악기를 연주하는 듯한 자연스러운 장면을 구현하였다. 이 과정에서 특정 악기의 연주 동작과 일치하도록 손목 회전이나 손가락 각도를 세밀히 조정



그림 8. 전자식 모션캡처 장비를 활용한 데이터 획득 모습
Fig. 8. Capturing data using electronic motion capture

함으로써 현실감을 강화하였다. 음향 구현에 있어서는, 가상 공간에 구현된 악기 예셋에 고품질의 한국 전통음악 음원 라이브러리를 맵핑하여 영상이 재생될 때 악기의 소리가 일관된 전통적 미감을 전달하도록 설계하였다.

아바타의 의상은 한국 전통성을 반영하기 위해 한복을 적용하였다. 단순히 모델을 입히는 수준을 넘어서, 리깅(rigging) 작업을 통해 아바타가 연주하더라도 치마가 자연스럽게 움직이도록 제작하였다. 이는 학습자가 단순히 아바타의 움직임만 보는 것이 아니라, 그림 8과 같이 한복과 함께 연주 장면을 경험하도록 설계한 것이다.



그림 9. 가상 공간에서의 아바타 연주 장면
Fig. 9. Avatar performance in virtual space

이와 같은 가상 공간 구현 과정은 학습자의 몰입도를 높이는 과정으로, 칠교놀이 퍼즐 조작 및 퀴즈 해결이라는 능동적인 참여를 통해 가상 공연에 진입하는 보상 기반의 체험을 제공한다. 본 연구에서의 가상 공간은 단순한 비주얼 구현이 아니라, Python(OpenCV) 기반의 실물 조작과 디지털 피드백이 실시간으로 연동되는 교육적 몰입 강화 장치로 기능하며, 이는 국립국악원의 360° VR 콘텐츠 등 수동적 감상형 콘텐츠와 명확히 구별되는 본 연구의 차별점이다. 즉, 학습자는 ‘실물 조작과 인지적 흥미, 능동적 학습과 문화적 맥락 이해, 가상 공간 체험을 통한 학습 지속’ 순으로 긍정적 학습 경험을 얻는다.

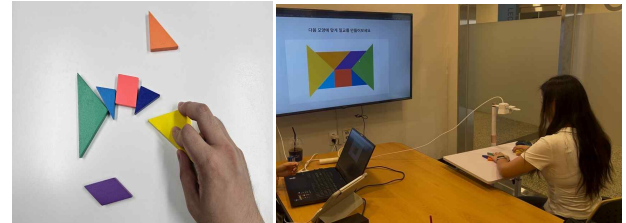
IV. 사용성 평가 및 결과

4-1 참여자 구성 및 평가 방법

본 연구에서 제안한 콘텐츠의 사용성 및 교육적 효과를 검증하기 위해 사용성 평가를 수행하였다. 평가는 20대 대학생 20명을 대상으로 진행하였으며, 참여자들에게 체험 교육용 콘텐츠를 체험 후 설문 조사를 통해 콘텐츠 사용성 평가 참여자들의 국악 콘텐츠 경험 빈도를 조사한 결과 80%(16명)가 ‘연 1회 이하’로 접한다고 응답하여, 대부분 한국 전통음악에 대한 사전 경험이 적은 집단으로 구성되었음을 확인했다.

참여자들은 본 연구에서 개발한 체험형 교육콘텐츠를 체험한 후 사용성 평가에 참여했다. 사용성 문항은 콘텐츠의 주요

평가 항목인 ▲한국 전통음악에 대한 사전 인식, ▲콘텐츠 조작 및 인터페이스, ▲교육적 효과 및 학습 경험, ▲콘텐츠 만족도 및 흥미 유발의 네 가지 범주로 구성되었으며, 각 문항은 리커트 5점 척도(1점: 전혀 그렇지 않다, 5점: 매우 그렇다)를 사용하여 측정했다. 또한, 콘텐츠의 강점과 개선점에 대한 구체적인 의견을 수렴하기 위해 자유 서술형 질문을 포함했다.



*The words in the figure are written in Korean because it is intended for Korean users. Translating them into English might lead to a loss of their original intent.

그림 10. 콘텐츠를 체험하는 장면

Fig. 10. A experience scene

4-2 정량적 평가 결과

1) 항목별 기술 통계

수집된 데이터를 바탕으로 각 평가 범주별 평균과 표준편차를 산출했으며, 결과는 표 1과 같다. ‘한국 전통음악에 대한 사전 인식’은 평균 2.63점으로, 참여자들이 평소 국악을 다소 생소하게 느끼고 있었음을 보여준다. 반면, 콘텐츠 체험 후 평가한 세 항목에서는 모두 4점 이상의 높은 점수를 기록했다. 특히 ‘콘텐츠 조작 및 인터페이스’ 항목의 평균이 4.59점으로 가장 높아, 사용자들이 콘텐츠를 매우 직관적이고 쉽게 이용했음을 알 수 있다. ‘교육적 효과’(M=4.09)와 ‘만족도 및 흥미 유발’(M=4.01) 항목 역시 높은 점수를 기록하여, 콘텐츠가 학습 목표를 효과적으로 달성하고 사용자에게 긍정적인 경험을 제공했음을 보여준다.

정량적 평가를 위해 설문 문항을 콘텐츠 조작 및 인터페이스, 교육적 효과 및 학습 경험, 콘텐츠 만족도 및 흥미 유발, 국악에 대한 사전 인식의 네 가지 항목으로 분류하여 분석했다. 평가 분류 항목별 평균 및 표준편차는 다음 표 1과 같다.

표 1. 사용자 평가 분류 항목별 평균 및 표준편차(5점 척도 기준)

Table 1. Mean and standard deviation by user evaluation category (5-point scale)

Category	Mean(M)	Standard Deviation (S.D.)
Prior Awareness	2.63	1.21
Content Operation & Interface	4.59	0.67
Educational Effect & Learning Experience	4.09	0.85
Satisfaction & Interest Arousal	4.01	0.92

2) 주요 변인 간의 상관관계 분석

콘텐츠의 사용자 경험을 구성하는 주요 요인들 간의 통계적 관계를 규명하기 위해 피어슨(Pearson) 상관관계 분석을 실시했다. 분석 결과는 표 2와 같다.

표 2. 주요 변인 간의 상관관계 분석

Table 2. Correlation analysis of key variables

Category	Prior Awareness	Content Operation & Interface	Educational Effect & Learning Experience	Satisfaction & Interest Arousal
Prior Awareness	1	0.229	0.089	0.046
Content Operation & Interface	0.229	1	0.76	0.704
Educational Effect & Learning Experience	0.089	0.76	1	0.849
Satisfaction & Interest Arousal	0.046	0.704	0.849	1

분석 한 결과는 ‘콘텐츠 조작 및 인터페이스’는 ‘교육적 효과’($r=.760$) 및 ‘만족도’($r=.704$)와 통계적으로 유의미한 강한 정적(+) 상관관계를 보였다. 이는 사용자가 콘텐츠를 쉽고 직관적으로 조작할수록 교육적 효과와 만족도 역시 높게 평가하는 경향이 있음을 의미한다.

특히, ‘교육적 효과 및 학습 경험’과 ‘만족도 및 흥미 유발’($r=.849$) 사이에는 매우 강한 정적 상관관계가 나타났다. 이를 통해 학습자가 체험을 통해 지식을 효과적으로 습득했다고 느낄 때, 콘텐츠 자체에 대한 만족감과 흥미가 비례하여 크게 향상된다는 점을 통계적으로 확인할 수 있었다. 반면, ‘사전 인식’은 다른 변인들과 유의미한 상관관계를 보이지 않아, 기존 국악 지식수준과 관계없이 콘텐츠 자체의 설계가 사용자의 긍정적 경험에 직접적인 영향을 미쳤음을 나타낸다.

4-3 정성적 평가 결과

1) 긍정적 평가

서술형 응답을 분석한 결과는 다음과 같다. 사용자들은 특히 두 가지 측면에서 높은 만족도를 보였다. 첫째, 칠교놀이 퍼즐을 통한 학습과 상호작용이다. “모양만 먼저 만들고 맞춰본 후에 실제 악기 사진을 보며 맞추는 것이 재밌었다”, “칠교놀이를 잘 모르는 한국 전통음악 악기 모양을 만들어보며 모양 기반으로 감각적으로 악기를 이해할 수 있다는 부분이 재밌었다”는 의견은 게임화된 교육 요소가 효과적으로 작용했음을 보여준다. 둘째, 콘텐츠의 시각적 및 청각적 완성도에 대한 호평이다. “단체연주 시각효과가 인상 깊었다”, “마지막에 나온 합주 장면을 통해 우리 한국 전통음악의 아름다운 소리의 조화를 볼 수 있어 좋았다”와 같은 의견을 통해, 몰입감

있는 연출이 사용자 경험을 크게 향상시켰음을 확인할 수 있었다.

개선 요청사항으로는 ‘콘텐츠의 다양성 확대’와 ‘상호작용성 강화’가 주로 제기되었다. “더 많은 악기가 추가되면 좋겠다”, “캐릭터가 다양했으면 한다”는 의견과 함께, “악기 소리를 먼저 듣고 퀴즈를 푸는 방식”이나 “직접 악기를 연주해보고 싶다”는 피드백을 통해 더 능동적인 참여에 대한 높은 요구를 확인할 수 있었다.

4-4 사용자 평가 종합 결과

본 연구의 인터랙티브 콘텐츠에 대한 사용자 평가 결과, 조작 편의성, 교육적 효과, 만족도 등 대부분의 항목에서 긍정적인 평가를 확인했다. 특히, 콘텐츠의 직관적인 인터페이스가 교육적 효과와 만족도에 통계적으로 유의미한 영향을 미친다는 상관관계를 통해, 체험형 콘텐츠 설계에 있어 사용성의 중요성을 실증적으로 입증했다.

다만 본 사용성 평가는 20명의 소규모 인원을 대상으로 한 콘텐츠 사용성에 대한 연구로서, 분석 결과를 일반화하는 데에는 한계가 있다. 이는 개발된 시스템의 초기 사용성을 검증하고 기능적 개선 방향을 도출하는 데 목적을 둔 파일럿 테스트의 성격을 가진다.

이러한 한계에도 불구하고, 본 연구는 실물 조작(인지적 유입), 퀴즈(능동적 학습), 가상 공연(감각적 체험)으로 이어지는 다층적 학습 모델의 현장 적용 가능성과 교육적 잠재력을 확인했다는 점에서 초기 연구로서 의의를 가진다. 향후 연구에서는 표본을 확대하고 다양한 연령층을 포함하여 본 학습 모델의 효과성을 심층적으로 검증하고, 사용자가 직접 연주에 개입하는 등 상호작용성을 더욱 강화하는 방향으로 콘텐츠를 고도화할 필요가 있다.

V. 결 론

본 연구는 한국 전통음악 교육의 수동적 한계를 극복하고 학습자의 참여를 유도하기 위하여, 칠교놀이 퍼즐과 퀴즈, 그리고 가상연주를 결합한 다층적 학습 콘텐츠를 설계·구현하고 사용성을 검증하였다. 사용자 평가 결과, 콘텐츠의 조작 편의성($M=4.59$), 교육적 효과($M=4.09$), 만족도($M=4.01$) 등 모든 항목에서 높은 점수를 획득했으며, 특히 교육적 효과와 만족도 간의 매우 강한 정적 상관관계($r=.849$)를 통계적으로 확인했다. 이는 본 연구가 제안하는 ‘인지적 유입-능동적 학습-감각적 체험’으로 이어지는 다층적 학습 모델이 학습자의 긍정적 경험을 유도하는 데 실질적으로 유효함을 시사한다. 이러한 접근은 기존의 일방향적 감상형 콘텐츠를 넘어, 학습자의 능동적 참여를 통해 교육 효과를 극대화하는 새로운 방법론을 제시한다는 점에서 의의가 있다.

기술적으로는 Python(OpenCV)의 실시간 인식 모듈, Unity 제어 환경, 그리고 Unreal Engine 기반의 고품질 시각 자산

을 결합하여 학습 환경의 안정성과 몰입도를 동시에 확보하였다. 이러한 접근은 교육적 차원에서 다음과 같은 기여를 한다. 첫째, 한국 전통음악 교육이 교실 수업과 시청각 자료에 의존하던 기존 방식에서 벗어나 학습자가 직접 참여하고 결과를 확인할 수 있는 인터랙티브 학습 환경을 제시하였다. 둘째, 퍼즐과 퀴즈를 결합한 학습 구조는 게임적 요소를 포함하여 학습자에게 흥미와 도전 의식을 부여하였다. 셋째, 본 연구의 사용자 평가에서 확인되었듯이, 학습자가 지식 습득(교육적 효과)을 명확히 인지할수록 콘텐츠에 대한 만족도가 비례하여 향상된다는 점을 실증적으로 입증했다. 이는 단순한 지식 전달을 넘어, 학습 성취감을 시각적·청각적 보상(가상 연주)과 연결하는 본 콘텐츠의 설계가 학습 몰입도와 지속성을 높이는 핵심 요인임을 보여준다.

다만 본 연구는 몇 가지 명확한 한계를 지닌다. 첫째, 현재 콘텐츠에서 제안한 방식은 정교한 학습모델 보다는 기술구현 중심의 3종의 악기와 단일 학습 플로우를 중심으로 구현 제시에 가깝다는 한계가 있다. 둘째, 학습플로우에서 칠교놀이(능동적 참여)와 가상연주(수동적 감상)간의 단계별 상호작용 수준에 차이가 존재한다. 칠교놀이 퍼즐과 퀴즈가 인지적·조작적 측면에서 능동적인 참여를 유도한 반면, 버추얼 연주 단계는 모션 캡처 기반의 고품질 공연을 감상하는 ‘수동적 체험’에 가깝다. 본 연구에서는 이 가상 연주를 ‘학습 완료에 대한 감각적 보상’으로 설계하였으나, 학습자가 악기의 생김새와 개괄적인 연주 모습을 확인하는 것 이상으로, 운지법을 익히거나 직접 연주를 체험하는 데는 한계가 명확하다. 실제로 이러한 한계는 사용자 평가 과정에서도 “직접 악기 소리를 내보는 등 상호작용을 강화해달라”는 구체적인 피드백을 통해 확인되었다. 이는 현재의 감상형 보상 모델을 넘어, 학습자의 직접 개입을 강화하는 방향으로의 확장 가능성을 명확히 시사한다.

따라서 향후 연구에서는 이러한 한계를 보완하여, 가상 연주 단계를 체험형 콘텐츠의 단순한 감상을 넘어선 ‘능동적 심화 학습’ 단계로 고도화할 필요가 있다. 예를 들어, VR·AR 기술을 접목하거나, 센서 기반의 실시간 연주 상호작용(예: 손가락 움직임 추적을 통한 운지법 연습)을 도입하여 사용자의 직접적인 개입을 강화하는 방향으로 연구를 심화할 것이다.

종합하면, 본 연구는 Python-UDP-Unity 구조와 Unreal 제작 자산을 결합하여 퍼즐-퀴즈-영상 연계형 학습 콘텐츠를 구현함으로써 한국 전통음악 교육의 새로운 가능성을 제시하였다. 이는 본 연구가 제안한 다층적 학습 모델이 단순한 기술적 시도를 넘어, 디지털 시대에 맞는 효과적인 전통문화 교육의 검증된 청사진(blueprint)이 될 수 있음을 보여준다. 향후 후속 연구와 기술적 고도화를 통해 디지털 시대에 적합한 전통문화 교육 모델로 발전할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] KISTI. Asti Market Insight [Internet]. Available: <https://repo>

sitory.kisti.re.kr/handle/10580/18021.

[2] H.-S. Kim and Y.-S. Park, “Expansion and the Future of Traditional Performing Arts through Technology - Focused on the Production and Application of Gugak VR at the National Gugak Center -,” *Journal of the Korean Music and Education*, Vol. 49, No. 49, pp. 45-74, June 2020.

[3] Ministry of Education. AI Digital Textbooks Usher in an Era of 1:1 Personalized Education [Internet]. Available: <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=95261&lev=0>.

[4] Ministry of Education. Digital-Based Education Innovation Plan [Internet]. Available: <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=72769&boardSeq=94551&lev=0>.

[5] VRDB. PianoVision [Internet]. Available: <https://vrdb.app/game/pianovision/5271074762922599>.

[6] Fretllo. Mirror: Revolutionizing Guitar Learning with Augmented Reality [Internet]. Available: <https://fretllo.com/news/mirror-revolutionizing-guitar-learning-with-augmented-reality/>.

[7] STEAM. Paradiddle [Internet]. Available: <https://store.steampowered.com/app/685240/Paradiddle/>.

[8] J. M. Park, “The Operating Conditions and Tasks of Elementary Online Korean Traditional Music Education in an Untact Age,” *Music and Reality*, No. 61, pp. 341-366, January 2021. <https://doi.org/10.35441/MNK.61.3.4.341>

[9] S.-H. Heo and H.-R. Kim, “The Actual Conditions of Music Education in Elementary, Middle, and High Schools and Students’ Demands for Gugak Classes”, *The Society of Study for Korean Music Education*, Vol. 16, No. 2, 317-340, 2022.

[10] S. M. Lee, “Development and Application of Korean Traditional Music Education Program Using Metaverse Platform,” *Journal of Music Education Science*, No. 59, 151-167, April 2024. <http://dx.doi.org/10.30832/JMES.2024.59.151>

[11] H. J. Shin and Y. E. Lee, “Analysis and Development of Educational Programs for Traditional Korean Music Related Museums - Focusing on the National Gugak Center Gugak Museum -,” *Journal of Ewha Music Research Institute*, Vol. 28, No. 1, pp. 45-81, March 2024. <https://doi.org/10.17254/jemri.2024.28.1.002>

[12] I. Kim, “A Case Study on Digital Transformation in Education: Focusing on International Cases,” *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, Vol. 19, No. 5, pp. 111-124, October 2024.



이민정 (Min-Jeong Lee)

2022년~현 재: 중앙대학교 예술공학부 학부과정

※ 관심분야 : 체험형 콘텐츠(Interactive Content), 한국음악(K-Music), 교육 콘텐츠(Education Content)



이도현 (Do-Hyun Lee)

2025년 : 중앙대학교 컴퓨터예술학부 (공학사) 졸업

2025년~현 재: 중앙대학교 응용예술공학과 석사과정

※ 관심분야 : 합성(Compositing), 디지털 휴먼(Digital Human), 디지털 이미지(Digital Image)



정지윤 (Jiyun Chung)

2011년 : 이화여자대학교 디지털미디어학부(디지털미디어석사)

2018년 : 이화여자대학교 융합콘텐츠학과 (공학박사)

2020년~2023년: 성균관대학교 글로벌융합학부 강사

2021년~2023년: 성균관대학교 인공지능혁신융합대학사업단 선임 연구원

2023년~2024년: 세종대학교 메타버스융합대학원 조교수

2024년~현 재: 중앙대학교 예술공학부 조교수

※ 관심분야 : 인공지능 콘텐츠(AI Content), 메타버스(Metaverse), 인공지능 교육, K-pop, 데이터 분석 등