

# 가상현실 기반 교육용 국악기 연주 체험 프로그램

김채린, 김규원, 박혜진, 유예원, 오유란

이화여자대학교 컴퓨터공학전공

{hikimrin, kyuwonii, h\_jin14, avttas1325}@ewhain.net, uran.oh@ewha.ac.kr

## VR-based Traditional Korean Musical Instrument Experience for Education

Chae-Rin Kim, Kyu-Won Kim, Hye-Jin Park, Yea-Won You, U-Ran Oh

Dept. of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

### 요약

가상현실은 시·공간을 초월하는 경험이 가능하며 아이들의 몰입감과 학습효과를 높일 수 있어 교육 도구로서의 가치를 인정받고 있다. 정부는 VR 기기를 전국의 초등학교에 보급하고 있지만, 양질의 교육용 실감형 콘텐츠는 부족한 상황이다. 따라서, 본 논문에서는 가상현실 기술을 활용한 국악기 연주 체험 프로그램을 제안하였다. Unity의 물리 엔진과 Oculus의 햅틱 기능을 이용하여 전통 국악기 중 편경을 실감 나게 연주할 수 있도록 가상환경을 구현하였다. 리듬 게임 형식을 적용하여 아이들의 흥미 또한 유발하였다. 이 프로그램을 통해 국악기를 직접 연주하며 해당 국악기에 대한 지식을 자연스럽게 습득할 수 있을 것이라 기대한다.

### 1. 서론

초등교육과정에서 아이들의 흥미와 학습효과를 극대화하기 위해 정부는 다양한 시도를 하고 있다. 그중 VR(Virtual Reality, 가상현실)은 시·공간을 초월하는 경험이 가능하고 아이들의 몰입감과 학습효과를 높일 수 있다는 점에서 교육 도구로서의 가치를 인정받고 있다[1]. 이에 문화체육관광부는 2017년부터 2020년까지 전국 359개 초등학교에 가상현실 스포츠실을 설치하였으며, 2021년에는 전국 100개 초등학교에 추가 설치 예정에 있다[2]. 교육부는 AR(Augmented Reality, 증강현실)과 VR을 비롯하여 첨단 과학기술을 적용한 지능형 과학실을 2024년까지 모든 학교에 구축할 예정이다[3].

VR 기기의 보급과 함께 정부는 교육용 실감형 콘텐츠의 개발에도 지원을 아끼지 않고 있다. 2019년 4월, 정부는 '혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략'의 핵심 산업으로 실감콘텐츠를 선정하며 그 중요성을 강조했다[4]. 그러나 교육용 실감형 콘텐츠는 VR 기기의 보급 속도를 따라잡지 못하고 있다[5][6].

따라서, 본 논문에서는 교육용 실감형 콘텐츠로서 가상현실 기반 국악기 연주 체험 프로그램을 제안하고자 한다. 크기와 희소성 때문에 박물관의 유리 너머로만 접하던 대형 전통 타악기인 편경을 가상현실 속에서 직접 연주하며 국악기에 대한 흥미와 친밀감을 자연스럽게 형성하고 국악기와 관련된 지식 또한 거부감 없이 습득하도록 하였다.

### 2. 관련 연구

실감형 콘텐츠<sup>1</sup>는 학습자가 학습 내용에 몰입하게 하고, 주도적·능동적 학습을 유도함은 물론 학습 내용을 체화하도록 하여 교육 효과를 증진한다[7]. 미국의 교육학자 Edgar Dale의 '학습의 원추 이론'에 따르면 실감형 학습 2주 후 학습자는 학습 내용의 90% 가량을 기억한다. 이는 보고 듣는 디지털 학습(50%)이나 읽고 듣는 아날로그 학습(30%)보다 압도적인 수치이다[8]. 또, 가상현실 교육 소프트웨어 개발 회사인 Eon Reality의 CTO인 Nils Anderson에 따르면 실감형 교육은 아날로그 교육 대비 2.7배 이상의 학습효과가 있다[9].

그중에서도 HMD(Head Mounted Display)를 통해 진행하는 VR 교육은 태블릿 PC를 사용하는 것보다 몰입, 사회적 자의식 수준, 학습 동기 모두 높은 것으로 조사되었다[1]. 이에 따라 본 연구에서도 VR을 활용한 교육용 편경 연주 프로그램을 제작하였다.

효과	내용
구체적 경험	다감각적 정보를 제공하여 학습자가 사태를 직접 체험할 수 있도록 함.
몰입감	사용자가 자신의 존재와 영향력을 분명히 인식하도록 하면서 학습자의 몰입을 도움.
경험의 공유	VR에서의 활동은 사회적인 측면까지 포함하여 다른 문화를 체험할 수 있는 기회를 제공함.
협동 가능성	타인을 돋기 위해 혹은 자신의 목표 달성을 위해 집단을 형성함(협동학습의 기반)
유연한 환경	학습목표에 맞게 조작화될 수 있는 환경 및 지속적인 업데이트를 통해 최신 정보를 제공함.

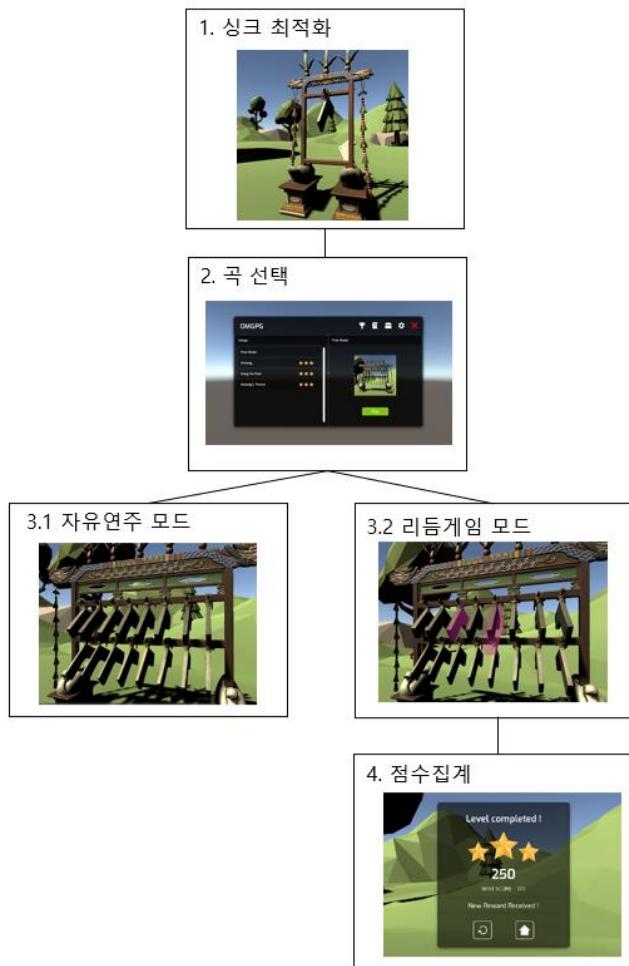
<표 1> VR의 교육적 효과[10]

<sup>1</sup> 몰입감(Immersive), 상호작용(Interactive), 지능화(Intelligent)의 특징을 통해 높은 현실감과 경험을 제공하는 콘텐츠로서 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR), 홀로그램(Hologram) 등이 있음[7]

### 3. 국악기 연주 체험 프로그램

#### 3.1. 사용자 시나리오: 프로그램 흐름 소개

VR 기기를 착용한 사용자가 프로그램을 시작한다. 프로그램이 시작되면 사용자는 배경음악 없이 원하는 음을 자유롭게 연주할 수 있는 '자유 연주 모드'와 리듬 게임 요소가 가미된 '곡 연주 모드' 중 원하는 것을 선택할 수 있다. 후자의 경우 악기 음이 자연스럽게 어우러지도록 전처리된 배경음악이 제공된다. 또, 개개인의 환경에 따라 싱크를 조정할 수 있게 하여 리듬 게임의 채점 오류를 최소화한다. 배경음악 전처리와 싱크 조정 과정은 사용자의 몰입을 돋는다. 이후 사용자는 타겟팅 박스, 판정 효과, 파티클 등 사용자의 플레이를 돋는 여러 기능과 상호작용하며 VR 컨트롤러를 통해 악기를 연주한다. 연주가 끝난 뒤 연주 정확도에 따라 집계된 점수와 리워드를 제공받는다.



(그림 1) 프로그램 개략도

게임 개발	Unity 3D (2019.4.18f1)	텍스쳐 및 VR 구현
	Visual Studio Code	코드 개발 환경 (C#)
	Oculus Integration	VR 도입
음악	MixPad	악기 음 믹스
	GoldWave	음악 편집
3D 오브젝트	Blender	타겟팅 오브젝트 제작
	3D 그림판	판정 효과 효과 제작

&lt;표 2&gt; 사용한 프로그램

#### 3.2. 가상 악기 구현

가상의 악기 모델을 실제 악기처럼 연주할 수 있게 하기 위해서는 모델이 물리적 성질을 가져야 한다. 본 프로그램에서는 Unity에서 제공하는 물리 엔진을 사용하여 단순 3D 모델에 불과했던 악기를 실제로 존재하는 악기처럼 연주할 수 있도록 하였다.

먼저 모델에 Rigidbody를 추가하여 모델 전체를 중력의 영향을 받는 강체로 설정한 뒤, 편경의 각 돌이 틀에 매달려 있을 수 있도록 joint 컴포넌트를 추가하였다. 이때 joint의 종류는 돌이 줄에 묶여 틀에 매달려 있는 편경의 특징을 고려하여 복합적인 움직임을 보여줄 수 있는 configurable joint로 선택하였고, 매달릴 오브젝트로는 편경 틀 모델을 설정하였다. 또한 조인트의 중심점인 anchor와 회전축인 axis를 y 축 방향으로 설정한 뒤, 현재 좌표에 매달려 있는 상태를 나타내기 위해 x, y, z 모션을 모두 잠금으로 설정하였다. 이러한 과정을 통해 편경의 각 돌이 마치 실제로 틀에 묶여 매달린 듯한 움직임을 보이게 하였다.

마지막으로 각 돌마다 크기와 모양에 맞는 콜라이더를 제작하고, 오브젝트에 충돌이 감지될 때 실행되는 OnCollisionEnter 함수를 사용하여 돌을 타격했을 때 각 음계에 맞는 오디오 소스가 출력되도록 하였다.

#### 3.3. 사용자 상호작용 강화

##### 3.3.1. 타격 강도에 따른 소리 세기

실제 환경에서의 타악기 연주는 타격 강도에 따라 음의 세기 또한 달라진다. 이를 가상 악기에도 적용하여 사용자의 타격 속도를 측정 후 출력되는 음의 세기를 달리하여 더욱 현실감 있는 연주가 가능하게 하였다.

먼저 편경 연주에 사용되는 채인 각퇴 오브젝트의 현재 위치를 Unity 내장함수인 Update를 통해 실시간으로 받아온다. 이를 직전에 받아 두었던 위치와 비교하여 각퇴 오브젝트가 이동한 거리를 계산한 후 Update 함수가 호출되는 시간 간격인 Time.deltaTime으로 나누었다. 이렇게 하면 매 프레임마다 각퇴의 속도를 계산할 수 있고, 악기를 타격한 순간 실행되는 OnCollisionEnter 함수에서 각퇴의 속도 값에 따라, 즉 타격 강도에 따라 오디오 소스의 세기를 조절하여 출력한다.

##### 3.3.2. 햅틱 반응 구현

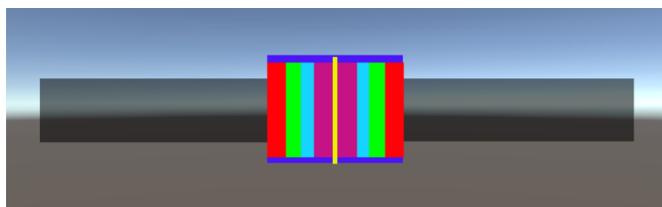
가상환경에서 햅틱 반응의 활용은 상호작용성에 긍정적 영향을 미친다. 이는 햅틱 반응으로 인해 자극된 촉각 정보가 뇌에서 통합되어 가상환경 속에서 풍부한 외부 자극을 얻을 수 있게 도움을 주기 때문이다[11][12].

특히 본 프로그램의 경우 타악기를 실감 나게 연주할 수 있도록 하는 것을 목표로 하므로 악기를 타격하는 작용에 대한 반작용 반응이 중요하다.

따라서 여러 햅틱 반응 중 컨트롤러 진동을 도입하였다. 사용자의 연주를 방해하지 않는 선에서 피드백을 주기 위해 기본 진동 세기를 변수 다양화를 통해 테스트하여 지정하였다. 또한, 피드백의 중첩을 막기 위해 새로운 피드백이 제공될 시 이전 피드백을 종료하게 하였다. 특히 타격 강도에 비례하여 진동의 크기를 다르게 함으로써 가상현실 세계에서의 이질감을 낮췄다. 사용자는 진동 상호작용을 통해 실제 질량을 가진 악기를 타격하는 듯한 느낌을 받을 수 있다.

### 3.4. 게이미피케이션(Gamification) 요소

연주 경험의 게이미피케이션을 위해 리듬 게임의 형식을 취하였다. 편경과 같이 음정을 가진 악기로 플레이하는 리듬 게임은 채점 시 올바른 시점에 타격이 이루어졌는지와 더불어 옳은 돌을 타격하였는지를 함께 고려해야 한다. 음원과 채점 요소들의 성크가 맞는지를 시각적으로 확인하기 위해 사용자의 시야 밖에 (그림 2)와 같은 2D canvas 를 만들어 이용하였다.



(그림 2) 채점을 위한 2D canvas

우선, 곡의 bpm 과 타격 박자의 간격에 맞추어 생성되었다가 일정 속도로 이동하고 사라지는 노트 객체를 만들었다. 이를 바탕으로 노트가 지나는 구간 가운데에 중앙값이 같고 가로 길이가 다른 타이밍 사각형을 4 개 만들었다. 가장 작은 사각형부터 perfect, cool, good, bad 의 채점 영역을 나타내며 타격 시점 시 노트의 위치를 구하는 함수를 호출하여 노트가 어떤 타이밍 사각형 위에 위치해 있는 지에 따라 점수를 차등 부여한다.

음정 채점은 사용자가 선택한 곡의 정답 음이 담긴 정수 배열을 이용한다. 정답 음이 하나씩 지나갈 때마다 지금까지 지나간 노트의 개수를 세는 변수를 증가시킨다. 이를 통해 현재 연주되어야 할 노트가 정답 배열 중 몇 번째 음인지를 나타낼 수 있다.

이후, 정답 음이 일정 박자 동안만 유효하게 하기 위해서 콜라이더를 이용하였다. 가장 큰 타이밍 사각형인 bad 사각형과 동일한 크기의 음정 채점 사각형을 만들고 2D 박스 콜라이더 속성을 부여하였다. 지나가는 노트에도 같은 속성을 부여하였다. 이를 통해 노트와 음정 채점 사각형이 부딪히면 OnCollisionEnter 함수가 호출되어 변수에 현재 연주되어야 할 정답 음을 정답 음 배열로부터 가져와 정수로 저장한다. 이후 노트가 사각형을 모두 지나가면 OnCollisionExit 함수를 호출하여 정답 값을 음수로 바꿔주어 무의미한 타격에 대해서는 채점이

이루어지지 않도록 하였다. 따라서 타격 시 타격한 돌의 인덱스와 현재 정답 음 변수를 비교하여 일치할 때, 정확도 점수에 1 을 곱하여 점수를 최종 점수에 합산한다. 일치하지 않을 시에는 0 을 곱하여 점수를 무효화한다.

## 4. 결론

초등 음악 교과과정에서 단소나 소고처럼 가볍고 널리 보급된 국악기들은 아이들이 쉽게 접하고 연주할 수 있다. 그러나 편경이나 편종 등 무겁고 희소한 대형 국악기들은 그 역사적·문화적·과학적 가치에도 불구하고 직접 연주하는 것은 물론 접하기조차 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 4 차산업혁명 시대의 흐름에 맞게 창의적으로 해결해보고자 가상현실 기술을 사용한 국악기 연주 체험 프로그램을 제안하였다.

먼저, Unity 물리 엔진을 활용하여 가상의 국악기가 실제와 같이 움직이고 작동하도록 하였다. 사용자가 컨트롤러로 악기를 타격하면 그 강도에 따라 악기가 내는 소리의 크기와 악기가 흔들리는 정도가 달라진다. 또, Oculus 햅틱 기능을 이용해 타격 강도에 따라 컨트롤러를 통해 손에 전달되는 진동의 세기도 달라지게 했다. 이를 통해 악기 연주의 현실감을 극대화하여 사용자의 몰입할 수 있도록 하였다. 마지막으로, 게임 형식을 도입하여 사용자가 가상의 악기로 리듬 게임을 플레이할 수 있도록 하였다. 자신이 좋아하는 노래로 악기를 연주할 수 있어 사용자의 흥미를 유발할 뿐 아니라 점점 높은 난이도의 음악을 플레이하며 성취감도 얻을 수 있다. 리워드 형식으로 국악기에 대한 쪽지식을 제공하여 악기와 관련된 지식 또한 자연스럽게 습득할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안하는 프로그램은 확장성 측면에서도 가치가 있다. 먼저, 물리적인 타격으로 음이 발생하는 타악기라면 어떤 악기든지 가상의 악기를 만들어낼 수 있다. 또, 주 멜로디의 계이름만 안다면 전통 음악뿐 아니라 팝송, k-pop, 동요 등 다양한 음악을 연주할 수 있다.

추후 본 프로그램을 보완하여 콘텐츠를 확장할 계획이다. 우선, 서버를 구축하여 랭킹시스템을 추가할 것이다. 이를 통해 아이들의 목표 의식을 강화할 수 있다. 또, 네트워크 기능을 추가할 것이다. 이를 통해 하나의 악기를 동시에 연주하며 경쟁을 하거나 여러 악기를 동시에 연주하며 합주하는 것이 가능해질 것이다.

## 감사의 글

본 프로그램에 사용된 국악기의 3D 오브젝트는 국립국악원으로부터 제공받았습니다.

### 참고문헌

- [1] 최성호, 원종서, "가상현실 교육에서 디바이스의 영향: 몰입, 사회적 자의식 수준, 학습동기를 중심으로", 한국콘텐츠학회 논문지, 제 18 권, 제 1 호, pp.487~492, 2018.
- [2] "가상현실 스포츠실 보급", 국민체육진흥공단, 2021년 3 월 17 일 수정, 2021년 3 월 29 일 접속, <https://www.kspo.or.kr/kspo/main/contents.do?menuNo=200336>
- [3] "'지능형 과학실'로, 과학실의 대변신!", 교육부 블로그, 2020년 8 월 19 일 수정, 2021년 3 월 29 일 접속, <https://blog.naver.com/moeblog/222064793834>
- [4] 과학기술정보통신부, "혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략", pp.20~27, 2019.
- [5] 심연숙, "실감형 콘텐츠의 기술동향과 교육용 콘텐츠로의 적용 방안", 문화기술의 융합, 제 5 권, 제 4 호, pp.315~320, 2019.
- [6] 이지혜, "가상현실 기반교육 활성화 방안에 관한 연구", 한국디자인문화학회지, 제 25 권, 제 1 호, pp.357~366, 2019.
- [7] 범원택, 김자연, 김남주, "VR·AR 을 활용한 실감형 교육 콘텐츠 정책동향 및 사례 분석", 정보통신 산업진흥원 이슈리포트, 제 2019-15 호, 2019.
- [8] Edgar Dale, "Audiovisual methods in teaching.", New York, Dryden Press, 1969.
- [9] 최재홍, "가상현실을 통한 교육과 문화 산업의 미래", FUTURE HORIZON: Summer 2016, 제 29 호, pp.20~23, 2016.
- [10] 김유리, 최미영, "VR 콘텐츠를 활용한 초등 음악 수업의 효과성", 음악교육공학, 제 35 호, pp.1~20, 2018.
- [11] D. S. Pamungkas, and K. Ward, "Electrotactile Feedback System to Enhance Virtual Reality Experience", International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol.8, No. 6, pp.465-470, 2016.
- [12] V. Squeri, A. Sciuitti, M. Gori, L. Masia, G. Sandini, and J. Konczak, "Two Hands, One Perception: How Bimanual Haptic Information Is Combined by The Brain", J. of Neurophysiology, Vol.107, No.2, pp.544-550, 2012.