

# 음성 제어 기반 시리어스 게임의 설계 및 사용자 경험 연구: 물리 개념의 직관적 인지 및 사용성을 중심으로

## Voice-Controlled Serious Game Design and User Experience: Focusing on Intuitive Understanding of Physical Concepts and Usability

이홍윤<sup>1</sup>, 김나영<sup>2\*</sup>

Hong-Run Li<sup>1</sup>, Na-Young Kim<sup>2\*</sup>

### 요약

본 연구는 성인 학습자를 대상으로, 음성 입력을 활용하여 주파수(Pitch), 진폭(Amplitude), 반사(Reflection) 개념을 직관적으로 탐색하도록 설계한 시리어스 게임 SonicScape의 구현 과정과 사용자 경험을 실증적으로 검증하였다. 시스템은 Unity 환경에서 마이크 입력을 수집한 뒤 FFT 분석을 통해 음성 특징을 추출하고, 음성 교정 인터페이스에서 개인별 주파수 범위를 설정하여 입력을 정규화한다. 플레이어는 단일 씬 내에서 주파수 기반 지형 생성, 진폭 기반 장애물 상호작용, 반사 기반 숨겨진 경로 탐색 메커니즘을 순차적으로 수행하며, 실시간 시각 피드백을 통해 소리의 물리적 특성을 체험적으로 이해하도록 구성하였다. 20대 성인 참여자 15명을 대상으로 약 30분간 게임을 체험한 뒤 5점 리커트 척도의 설문을 실시하고, Flow, SDT, ECL, PL 지표를 기준으로 기술통계와 신뢰도 분석을 수행하였다. 그 결과 참여자들은 높은 몰입과 자기결정성을 보고하였고 지각된 학습은 가장 높게 나타난 반면 외재적 인지부하는 낮게 나타나, 음성 기반 게임화 상호작용이 성인 학습자의 추상 개념 이해와 안정적인 경험 품질 형성에 기여할 수 있음을 시사한다.

핵심어 : 음성 제어, 시리어스 게임, 사용자 경험, 소리 물리 개념, 성인 학습자

### Abstract

This study empirically examined the implementation process and user experience of SonicScape, a voice-controlled serious game designed to help adult learners intuitively explore key acoustic concepts, including pitch, amplitude, and reflection. The system collects microphone input in a Unity environment, extracts vocal features through FFT-based analysis, and normalizes input by calibrating each user's pitch range via a voice calibration interface. Within a single scene, players sequentially engage with three core mechanics: pitch-based terrain generation, amplitude-based obstacle interaction, and reflection-based discovery of hidden paths, supported by real-time visual feedback to facilitate experiential understanding of acoustic properties. Fifteen participants in their twenties completed a 30-minute gameplay session followed by a five-point Likert-scale survey, and descriptive statistics and reliability analyses were conducted using the

1 Game Graphic Design, Hongik University, Sejong, Korea [Graduate Student]

e-mail: polestarclark@hongik.ac.kr

2 Game Graphic Design, Hongik University, Sejong, Korea [Professor]

e-mail: nayoung@hongik.ac.kr (Corresponding author)

Received(January 25, 2026), Review Result(1st: February 20, 2026), Accepted(March 13, 2026), Published(March 31, 2026)



© 2026 The Authors. Published by NCISS.  
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.  
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Flow, self-determination, extraneous cognitive load, and perceived learning measures. The results indicated high levels of flow and self-determination, the highest ratings for perceived learning, and low extraneous cognitive load, suggesting that voice-based gamified interaction can support adult learners' understanding of abstract concepts while maintaining stable experience quality.

Keyword : Voice Control, Serious Games, User Experience, Acoustic Physical Concepts, Adult Learners

## 1. 서론

소리의 전파, 주파수, 진폭 등 물리적 특성은 소리 현상을 이해하고 활용하는 데 필수적인 요소이다. 그러나 이러한 특성은 본질적으로 눈에 보이지 않는 추상적 개념이므로 사용자가 직관적으로 인지하고 이해하기 어렵다는 한계가 있다. 특히 교육 분야에서 소리 개념은 학습자의 오개념이 빈번히 발생하는 영역으로, 실제 물리 현상과 인지 사이의 간극을 줄여줄 실무적인 교수 도구가 필요한 상황이다 [1]. 몰입형 엔터테인먼트와 청각 보조 기술 등의 분야에서도 소리 특성에 대한 이해는 중요하게 다루어지지만, 현재 사용자가 이러한 추상 개념을 직관적으로 인지하도록 돕는 상호작용 수단은 여전히 부족한 실정이다 [2].

이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 소리의 가시화와 게임화 메커니즘을 결합한 인터랙티브 게임 SonicScape를 개발하여, 소리의 반사, 주파수, 진폭 등 다양한 특성을 실시간 동적 시각 효과로 변환하여 제공한다. 선행 연구에서는 초등학생 학습자를 대상으로 본 시스템의 교육적 효과와 스캐폴딩의 유효성을 검증한 바 있다 [3]. 해당 연구가 아동의 지식 습득과 동기 부여 측면을 중점적으로 다루었다면, 본 연구는 분석 대상을 성인으로 확장하여 시스템의 인터랙션 설계가 사용자 경험(UX) 품질에 미치는 영향을 실증적으로 검증하고자 한다. 사용자는 게임 속의 실시간 시청각 피드백을 통해 소리와 상호작용함으로써 소리가 환경에서 나타나는 양상을 보다 명확하게 이해할 수 있으며, 이러한 경험은 사용자에게 몰입감과 능동적인 탐색 기회를 제공한다 [2].

본 연구는 사용자 경험(UX)을 중심으로 SonicScape가 사용자에게 제공하는 소리 경험에 어떠한 영향을 미치는지 평가하는 것을 목적으로 한다. 특히 SonicScape가 사용자의 몰입감, 시스템 반응성, 조작 용이성 등을 확보하는 데 어떤 역할을 하는지 살펴보고, 이러한 UX 지향 기능성 게임이 교육 및 소리 상호작용 디자인 분야에서 지닐 수 있는 활용 가능성을 탐구한다. 이를 위해 SonicScape의 설계 및 구현 과정을 상세히 분석하고, 사용자 실험을 통해 도출된 통계 데이터를 바탕으로 그 사용자 경험 효과를 검증하였다. 마지막으로 이러한 연구를 바탕으로 UX 지향 게임 디자인이 기능성 게임 개발과 사용자 경험 평가 분야에서 가지는 학술적 의미를 논의하였다.

## 2. 관련 연구 및 이론

### 2.1 소리의 특성과 시각화의 필요성

소리는 진폭(Amplitude), 반사(Reflection), 주파수(Pitch)와 같은 물리적 특성을 가지며, 이는 소리의 인식과 이해에 결정적인 역할을 한다. 진폭은 소리의 세기를 나타내며 사용자의 주의 집중과 인지에 영향을 줄 수 있다. 반사는 소리가 표면에 부딪혀 되돌아오는 현상으로 방향성과 잔향 이해에 필수적이며, 주파수는 소리의 높낮이를 결정하여 음악 및 음성 분석의 기초가 된다. 그러나 이러한 특성은 본질적으로 불가시적인 청각 정보에 의존하기 때문에 직관적인 파악이 어렵고, 특히 청각적 단서 활용이 제한적인 사용자에게는 인지적 한계가 발생할 수 있다 [4].

## 2.2 게임화된 학습과 소리 기반 상호작용 사례

게임 기반 학습(Digital Game-Based Learning, DGBL)은 학습 동기를 고취하고 사용자의 능동적 참여를 유도하는 데 효과적이다 [2]. 교육용 게임은 복잡한 물리적 정보를 직관적인 인터페이스를 통해 전달함으로써 학습자의 집중력과 문제 해결 능력을 강화하는 데 기여한다 [1]. 특히 소리 인식 교육에 게임화된 접근 방식을 적용하면, 학습자가 불가시적인 소리의 물리적 특성을 유효적으로 탐구할 수 있는 환경을 제공한다 [1]. 소리 기반 인터랙티브 게임의 대표적 사례인 Ayo Dengar는 청각 장애 아동을 위한 사용자 중심 설계(UCD)를 통해 소리 인지 능력과 학습 동기를 크게 향상시켰으며, 이를 통해 인터랙티브 학습의 실무적 가치를 입증하였다 [5]. 또한, One Hand Clapping은 마이크 입력을 통한 실시간 음성 제어 메커니즘을 캐릭터의 이동 및 환경 변화와 연동함으로써, 발성 훈련뿐만 아니라 시각화된 피드백을 통한 음악 및 음향 교육의 새로운 가능성을 제시하였다 [4]. 이러한 선행 사례들은 소리를 핵심 요소로 활용한 기능성 게임이 교육 현장, 특히 소리 인지 훈련 및 특수 교육 분야에서 실질적인 교수 도구로 활용될 수 있음을 시사한다.

## 2.3 선행 연구와의 차별성 및 UX 평가의 지향점

선행 연구는 음성 기반 상호작용 시리어스 게임 SonicScape를 초등학생 학습자에게 적용하고, 스캐폴딩 제공 여부에 따른 학습 성과와 동기, 인지 부하를 중심으로 교육적 효과를 검증하였다. 해당 연구는 아동 집단을 대상으로 지식 검사와 경험 지표를 함께 활용함으로써, 소리 개념 학습에서 음성 상호작용 설계와 보조 전략의 가능성을 제시한 바 있다 [3].

반면 본 연구는 분석 대상을 성인 학습자로 확장하여, 시스템의 보편적 활용 가능성을 사용자 경험(UX) 관점에서 점검하는 데 목적이 있다. 즉 단기적 학습 성과의 비교에 초점을 두기보다, 음성 입력 기반 상호작용이 성인 사용자에게도 직관적이고 안정적인 경험 품질을 제공하는지 실증적으로 확인하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 몰입(Flow) [6][7], 자기결정성(SDT) [8], 외재적 인지 부하(ECL) [9], 지각된 학습(PL)으로 구성된 UX 지표를 중심으로 평가를 수행하며, 주파수, 진폭, 반사에 대응하는 게임 메커니즘 경험이 사용자의 인지 및 정서적 반응에 어떠한 영향을 미치는지

다각도로 분석한다 [10]. 또한 5점 리커트 척도 기반의 설문 데이터를 활용하여 영역별 응답 경향과 평균 수준을 확인함으로써, SonicScape의 상호작용 설계가 성인 사용자에게 제공하는 경험적 완성도와 개선 방향을 도출하는 것을 지향한다.

### 3. 게임 기획 및 상호작용 설계

#### 3.1 게임의 기획 목표

SonicScape의 핵심 목표는 사용자가 소리의 물리적 특성을 직관적으로 이해하고 인지할 수 있는 환경을 구축하는 것이다. 이를 위해 주파수, 진폭, 반사와 같은 핵심 요소를 시각적 정보로 치환하여 제공함으로써 사용자가 소리의 원리와 상호작용 방식을 능동적으로 파악하도록 설계하였다. 사용자는 게임 내에서 '음표 조각'을 수집하는 과정을 통해 각 소리의 특성을 단계적으로 학습하며, 이를 복합적으로 활용하여 문제를 해결하는 총체적 경험을 수행하게 된다.

#### 3.2 내러티브 및 스테이지 구조

본 게임은 에코밸리(Echo Valley)를 배경으로 한 서사적 구조를 가지며, 단일 씬 내부에서 학습 보조 기능을 포함한 게임 메커니즘이 단계적으로 전개되도록 구성하였다. 플레이어는 주파수, 진폭, 반사 개념에 해당하는 세 가지 상호작용을 순차적으로 학습하고, 각 단계에서 제시되는 과제를 해결하면서 최종 목표에 도달한다. 이러한 구성은 소리의 핵심 특성을 단계적으로 체험시키고, 학습 내용을 종합적으로 적용하는 경험을 제공한다.

#### 3.3 핵심 게임 메커니즘 설계

본 연구는 소리의 추상적인 물리적 특성을 직관적인 인터랙션 도구로 구현하고자 다음과 같은 세 가지 핵심 메커니즘을 설계하였다.

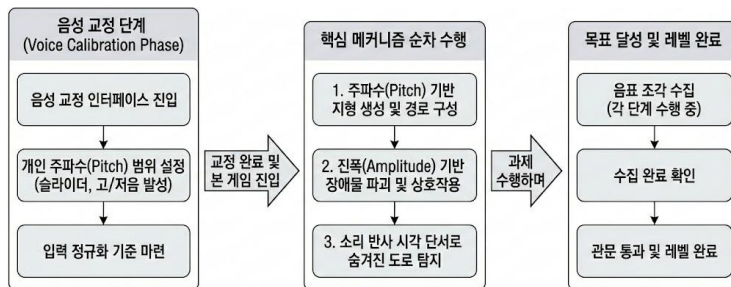
첫째, 주파수 기반의 동적 지형 생성 메커니즘이다. 이는 사용자의 음성 주파수와 진폭 데이터를 실시간으로 분석하여 게임 내 지형을 형성하는 방식이다. 사용자는 목소리의 높낮이를 조절해 캐릭터의 이동 경로를 직접 개척함으로써, 불가시적인 주파수 특성을 공간적 수치로 치환하여 직관적으로 인지하게 된다. 둘째, 진폭에 따른 물리적 상호작용 메커니즘이다. 이는 소리의 진폭을 환경을 변화시키는 파괴력으로 변환한 설계이다. 특정 임계값을 초과하는 진폭이 입력될 때 장애물의 균열과 파괴를 유도하는 시각적 피드백을 제공한다. 이는 물리학의 공진 현상을 모티프로 하여, 소리의 에너지가 환경에 미치는 실질적인 힘을 사용자가 직접 체험하도록 돕는다. 셋째, 소리 반사 원리를 활용한 환경 탐색 메커니즘을 제공하는 것이다. 이는 박쥐와 돌고래가 반사된 소리

정보를 단서로 주변 환경을 파악하는 방식에 착안하여, 어두운 장면에서도 사용자가 발성을 통해 장애물의 위치와 지형의 윤곽을 인지하도록 설계하였다. 구체적으로 시스템은 사용자의 음성 입력을 기반으로 반사에 해당하는 시각적 단서를 생성하고, 이를 경로 탐색과 안전한 이동을 위한 안내 정보로 제시한다. 이를 통해 사용자는 소리 반사 개념을 탐색적으로 이해하고, 게임 내 문제 해결 과정에서 해당 원리를 능동적으로 적용할 수 있다.

### 3.4 게임 플레이 플로우

플레이어는 게임 시작에 앞서 음성 교정 인터페이스에 진입한다. 이 단계에서 슬라이더 조작과 고음 및 저음 발성을 통해 개인의 주파수 범위를 설정하며, 시스템은 설정된 범위를 입력 정규화의 기준으로 사용한다. 이를 통해 발성 특성이 서로 다른 사용자 간에도 입력 해석이 일관되도록 하여, 유사한 게임 경험을 제공하도록 설계하였다.

교정이 완료되면 플레이어는 본 게임에 진입하며, 세 가지 핵심 메커니즘을 순차적으로 수행한다. 첫째, 주파수 입력을 기반으로 지형을 생성하여 이동 경로를 구성한다. 둘째, 진폭 입력을 활용하여 장애물을 파괴하거나 상호작용을 유도한다. 셋째, 소리 반사 원리에 해당하는 시각적 단서를 통해 숨겨진 도로를 탐지한다. 플레이어는 각 메커니즘 단계에서 제시되는 과제를 수행하며 장면에 배치된 음표 조각을 수집하고, 수집을 완료한 뒤 관문을 통과하여 레벨을 완료한다.[그림 1]은 전체 게임 플레이 플로우를 나타낸다.



[그림 1] 게임 플레이 플로우

[Fig. 1] GamePlay Flow

## 4. 게임 시스템

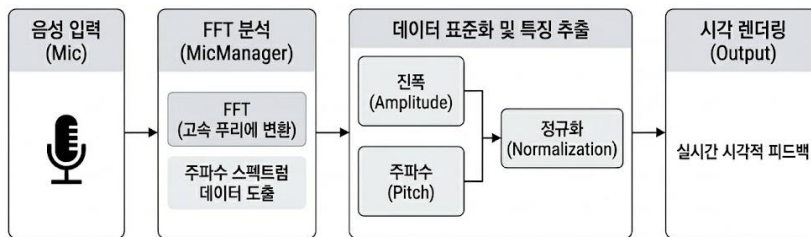
### 4.1 게임 시스템 구조 및 음성 처리 모듈

본 연구에서 개발한 SonicScope는 Unity 엔진을 기반으로 구현되었으며, 시스템은 음성 입력 처

리 모듈, 게임 로직 모듈, 시각 렌더링 모듈의 세 부분으로 구성된다. 전체 데이터 흐름은 사용자의 음성 입력(Input)이 마이크를 통해 수집된 뒤 FFT 기반 분석 단계(FFT)를 거쳐 특징값을 산출하고, 이를 게임 로직(Logic)의 제어 변수로 매핑한 다음, 시각적 피드백(Output)으로 출력되는 구조로 설계하였다.

음성 입력 처리는 통합 마이크 입력 모듈인 MicManager를 중심으로 이루어진다. MicManager는 Unity Microphone API를 통해 실시간 음성 신호를 수집하고, FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여 주파수 스펙트럼 데이터를 산출한다. 이후 스펙트럼 기반 특징 추출을 통해 주파수와 진폭을 계산하며, 추출된 값은 정규화 과정을 거쳐 게임 로직에서 안정적으로 활용 가능한 제어 수치로 변환된다. 정규화된 주파수와 진폭은 지형 생성, 장애물 파괴, 기믹 작동 등 사운드 기반 상호작용을 정밀하게 제어하는 핵심 입력 변수로 사용된다.[그림 2]와 같이 음성 입력 처리 및 데이터 흐름을 설계하였다.

시각 렌더링은 Unity URP 기반 2D 렌더 파이프라인으로 구현하였다. 장면은 전경, 중경, 배경, 캐릭터 레이어로 구성되며, 레이어별 조명과 패럴랙스 스크롤링을 적용하여 공간감을 강화하였다. 이러한 렌더링 구조는 게임 로직에서 계산된 제어 변수의 변화를 실시간으로 반영함으로써, 사용자가 소리의 물리적 특성을 즉각적으로 탐색하고 이해하도록 지원한다.



[그림 2] 음성 입력 처리 및 데이터 흐름

[Fig. 2] Voice Input Processing and Data Flow

## 4.2 실시간 소리 시각화 시스템

본 절은 4.1절에서 산출한 실시간 음성 특징값을 기반으로, 추상적인 소리의 물리적 성질을 Unity URP(Universal Render Pipeline) 환경에서 직관적인 시각 피드백으로 변환하는 방식을 설명한다. SonicScape의 시각화 시스템은 입력 단계에서 도출된 주파수와 진폭을 정규화한 뒤, 이를 게임 로직의 제어 변수로 매핑하여 화면 연출과 상호작용 결과로 출력한다.

또한 본 시스템은 통합 제어를 위해 MicManager에서 처리된 실시간 데이터를 모든 시각화 메커니즘이 공유하도록 설계하였다. 이를 통해 주파수 기반 지형 생성, 진폭 기반 장애물 파괴, 에코

기본 경로 탐색이 동일한 입력 체계 안에서 일관된 반응을 제공하며, 사용자는 하나의 조작 방식으로 서로 다른 물리 개념을 연속적으로 탐색할 수 있다.

#### 4.2.1 주파수 기반 지형 생성

주파수 기반 지형 생성 메커니즘은 사용자의 음성 주파수를 지형의 형상 변화로 변환하여, 소리의 높낮이를 공간 구조로 체감하도록 설계되었다. MicManager는 마이크 입력 신호에 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용해 주파수 스펙트럼을 산출하고, 인간 음성 대역인 80Hz에서 1100Hz 범위에서 우세한 피크 값을 검출하여 주파수를 추정한다. 추정된 주파수는 정규화 과정을 거쳐 지형 생성에 활용 가능한 제어 수치로 변환된다.

생성된 제어 수치는 LineRenderer의 곡선 형태에 반영되어 지형 윤곽을 실시간으로 갱신하며, 동시에 2D 콜라이더를 동기화하여 물리 충돌을 가능하게 한다. 이로써 사용자는 자신의 음성으로 직접 생성한 지형 위를 이동하며, 주파수 변화가 공간의 기복과 이동 경로에 미치는 영향을 즉각적으로 확인할 수 있다. [그림 3]은 주파수 기반 지형 생성의 실행 화면이다.



[그림 3] 지형 생성

[Fig. 3] Terrain Generation

#### 4.2.2 진폭 기반 장애물 파괴 효과

진폭 기반 장애물 파괴 메커니즘은 음성 진폭을 에너지의 크기로 해석하고, 일정 임계값을 초과할 때 장애물이 붕괴하는 시각적 피드백을 제공하도록 설계되었다. 시스템은 정규화된 진폭이 설정된 임계값을 초과하는 순간, 전체 화면 후처리 셰이더(Full-screen Post-processing Shader)를 활성화하여 충격파 형태의 연출을 생성한다.

해당 효과는 진폭에 비례하여 충격파의 반경과 강도가 조절되며, 화면의 UV 왜곡을 동반하여 소리 에너지에 의한 공진과 파괴 현상을 강조한다. 이를 통해 사용자는 진폭의 증감이 물리적 결과로 이어지는 과정을 시각적으로 확인할 수 있다. [그림 4]는 진폭 기반 장애물 파괴 효과를 보여

준다.

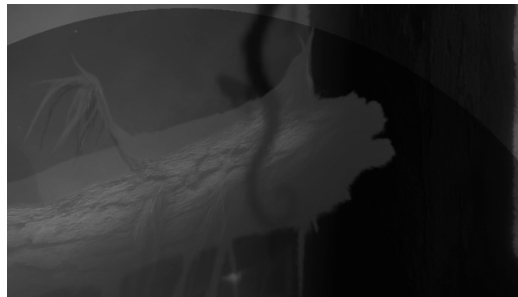


[그림 4] 장애물 파괴  
[Fig. 4] Obstacle Destruction

#### 4.2.3 에코 기반 경로 탐색 시스템

에코 기반 경로 탐색 메커니즘은 숨겨진 경로 정보를 단계적으로 노출함으로써 사용자의 탐색을 유도하도록 설계되었다. 구현은 다중 카메라와 RenderTexture 기법을 활용하여, 메인 화면 레이어와 숨겨진 경로 레이어를 분리 렌더링한 뒤 셰이더 단계에서 혼합 출력하는 방식으로 구성하였다.

경로의 노출 정도는 사용자의 음성 입력과 연동되며, 특히 진폭 값에 따라 셰이더의 알파(Alpha) 채널을 제어하여 경로가 점진적으로 드러나도록 설계하였다. 이 과정은 에코를 통한 공간 탐색이라는 메타포를 강화하며, 사용자가 발성 강도를 조절하면서 정보를 획득하는 능동적 탐색 경험을 제공한다. [그림 5]와 같이 에코 기반 탐색 메커니즘을 구현하였다.



[그림 5] 에코 기반 탐색  
[Fig. 5] Echo-Based Navigation

## 5. 결과 및 분석

### 5.1 실험 개요 및 측정 도구의 신뢰도

본 연구는 SonicScape 초기 프로토타입의 사용자 경험을 확인하기 위해 20대 성인 참여자 15명

을 대상으로 사용자 실험을 수행하였다. [그림 6]은 실험에 사용된 SonicScape의 대표 게임 플레이 화면이며, [그림 7]은 마이크 입력 기반 상호작용이 이루어지는 실험 환경과 장비 배치를 나타낸다. 실험 절차는 사전 안내, 약 30분간의 게임 체험, 사후 설문조사 순으로 진행되었다. 설문 문항은 몰입감, 자기결정성, 외재적 인지부하, 지각된 학습으로 구성하였으며, 모든 문항은 5점 리커트 척도를 사용하여 측정하였다.

수집된 설문 자료는 SPSS 26.0을 활용하여 기술통계 분석을 수행하였다. 또한 측정 도구의 내적 일관성을 검증하기 위해 Cronbach의  $\alpha$  계수를 산출하였다. 분석 결과, 몰입감은 .88, 자기결정성은 .85, 외재적 인지부하는 .78, 지각된 학습은 .91로 확인되었다. 이를 통해 본 연구에서 사용한 측정 도구가 전반적으로 높은 신뢰도 수준을 갖추었음을 확인하였다.



[그림 6] 실험에 사용된 SonicScape 게임 플레이 화면

[Fig. 6] Gameplay Screenshot of SonicScape Used in the Experiment



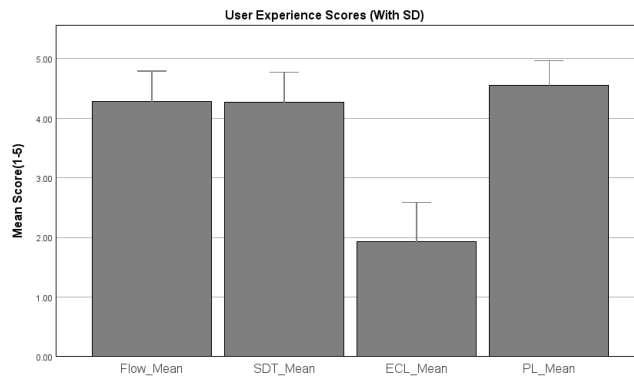
[그림 7] 마이크 입력 기반 플레이 실험 환경

[Fig. 7] Experimental Setup for Microphone-Based Play

## 5.2 영역별 사용자 경험 분석

본 절에서는 5점 리커트 척도로 수집한 사용자 경험 설문 자료를 대상으로 기술통계 분석을 수행하였다. 기술통계는 평균(M)과 표준편차(SD)로 제시하였다. 분석 결과, 몰입감은  $M=4.28$ ,  $SD=0.511$ 로 나타났으며, 자기결정성은  $M=4.27$ ,  $SD=0.503$ 으로 확인되어 전반적으로 높은 수준의 몰입과 자율성 경험이 보고되었다. 지각된 학습은  $M=4.56$ ,  $SD=0.411$ 로 네 지표 중 가장 높게 나타나, 참여자들이 게임 경험을 통해 학습적 이해나 개념 파악이 촉진되었다고 인식했음을 시사한다.

반면 외재적 인지부하는  $M=1.93$ ,  $SD=0.657$ 로 낮게 나타났다. 이는 과제 수행 과정에서 불필요한 정보 처리 부담이나 조작상의 혼란이 상대적으로 크지 않았음을 의미하며, 사용자 경험 측면에서 상호작용 구조와 안내 정보가 과도한 인지적 부담을 유발하지 않도록 설계되었을 가능성을 보여준다. 종합하면, 참여자들은 SonicScape 체험 과정에서 높은 몰입과 자율성을 경험하고 학습 효과를 긍정적으로 평가하는 동시에, 외재적 인지부하는 낮게 지각한 것으로 나타났다. 사용자 경험 지표의 구체적인 평균과 표준편차는 [그림 8]과 같다.



[그림 8] 사용자 경험 지표의 평균(M)과 표준편차(SD)

[Fig. 8] Means (M) and Standard Deviations (SD) of User Experience Measures

## 6. 고찰 및 결론

### 6.1 연구 결과 요약 및 시사점

본 연구는 음성 제어 기반 시리우스 게임 SonicScape를 대상으로, 성인 학습자의 사용자 경험 (UX) 관점에서 소리 개념 인지에 미치는 영향을 실증적으로 검토하였다. 사용자는 게임 플레이 과정에서 음성 입력을 통해 주파수와 진폭을 조절하며 환경과 상호작용하고, 반사 개념에 기반한 탐

색 메커니즘을 통해 어두운 환경에서 지형 윤곽과 장애물, 숨겨진 경로 단서를 파악하도록 설계되었다. 즉, 소리의 주요 물리적 특성인 주파수, 진폭, 반사를 시각적 피드백과 게임 과제로 연결하여 개념 이해를 지원하였다.

실험 결과, 참여자들은 전반적으로 높은 몰입감과 자기결정성을 보고하였으며, 특히 지각된 학습에서 가장 높은 평가가 확인되었다. 이는 음성 기반 상호작용이 사용자의 능동적 탐색을 유도하고, 추상적인 소리 개념을 직관적으로 해석하도록 돕는다는 점을 시사한다. 또한 외재적 인지부하가 낮게 나타난 결과는, 안내 시스템을 포함한 인터랙션 구조가 불필요한 정보 처리 부담을 과도하게 증가시키지 않으면서도 학습 관련 경험을 강화할 수 있음을 보여준다.

종합하면, SonicScape는 주파수, 진폭, 반사 개념을 음성 입력과 실시간 시각 피드백으로 연결함으로써 성인 학습자의 개념 이해를 지원할 수 있음을 확인하였다. 이는 게임화된 음성 상호작용 인터페이스가 추상 개념 전달에 효과적인 매개로 기능할 수 있으며, 향후 시리얼스 게임 및 인터랙티브 학습 시스템 설계에서 음성 입력을 교육적 상호작용 자원으로 확장 적용할 수 있음을 시사한다.

## 6.2 연구의 한계점 및 향후 과제

본 연구는 20대 성인 참여자 15명을 대상으로 단일 조건 사후 평가 설계를 적용하여 SonicScape의 사용자 경험을 검토하였다. 표본 규모가 제한적이므로 결과의 일반화에 한계가 있으며, 참여자의 연령대가 20대로 한정되어 학습 배경이 특정 집단에 편중되었을 가능성도 존재한다. 또한 측정이 자기보고식 설문에 주로 의존하였기 때문에, 실제 수행 지표나 학습 성취와의 대응 관계를 충분히 확인하지 못했다는 제약이 있다.

후속 연구에서는 표본을 확장하고, 전통적 학습 방식에 기반한 대조 조건을 포함한 비교 실험을 통해 교육적 유효성을 보다 엄밀하게 검증할 필요가 있다. 아울러 안내 시스템을 학습 보조 기능의 형태로 고도화하고, 성인 학습자를 대상으로 해당 기능이 게임 UX에 미치는 영향을 체계적으로 분석함으로써 상호작용 설계와 피드백 연출을 개선하고 시스템을 최적화하고자 한다.

## References

- [1] P. Wouters, C. van Nimwegen, H. van Oostendorp, and E. D. van der Spek, "A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games," *Journal of Educational Psychology*, vol. 105, no. 2, pp. 249-265, May 2013, doi: 10.1037/a0031311.
- [2] D. B. Clark, E. E. Tanner-Smith, and S. S. Killingsworth, "Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Review of Educational Research*, vol. 86, no. 1, pp. 79-122, Mar. 2016, doi: 10.3102/0034654315582065.
- [3] M. Che, H. Li, Z. Chen, Q. Li, and N. Kim, "Voice-Interactive 2D Serious Game with Three-Tier Scaffolding for Teaching Acoustics in Primary Schools: A Randomized Comparison of Knowledge, Motivation, and Cognitive Load," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 21, Art. no. 11761, Nov. 2025, doi: 10.3390/app152111761.
- [4] S. Fortuna, "Embodiment, Sound and Visualization: A Multimodal Perspective in Music Education," *Zbornik Radova Akademije Umetnosti*, vol. 5, pp. 120-131, Jan. 2017, doi: 10.5937/ZbAkUm1705120F.
- [5] F. Rina, A. S. Abadi, and S. Huda, "Serious Game Design of Sound Identification for Deaf Children Using the User Centered Design," *Telematika: Jurnal Telematika dan Teknologi Informasi*, vol. 19, no. 3, pp. 397-408, Oct. 2022, doi: 10.31315/telematika.v19i3.7979.
- [6] M. Csikszentmihalyi, *Beyond Boredom and Anxiety: Experiencing Flow in Work and Play*, Jossey-Bass, 1975.
- [7] P. Sweetser and P. Wyeth, "GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games," *Computers in Entertainment (CIE)*, vol. 3, no. 3, pp. 3-3, July 2005, doi: 10.1145/1077246.1077253.
- [8] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being," *American Psychologist*, vol. 55, no. 1, pp. 68-78, Jan. 2000, doi: 10.1037/0003-066X.55.1.68.
- [9] F. G. Paas, J. J. G. Van Merriënboer, and J. J. Adam, "Measurement of Cognitive Load in Instructional Research," *Perceptual and Motor Skills*, vol. 79, no. 1, pp. 419-430, Aug. 1994, doi: 10.2466/pms.1994.79.1.419.
- [10] H. L. O'Brien and E. G. Toms, "What Is User Engagement? A Conceptual Framework for Defining User Engagement with Technology," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 59, no. 6, pp. 938-955, Apr. 2008, doi: 10.1002/asi.20801.