

Team MUSE | 김단 & 이한슬



RhyFeel

청각장애인을 위한 멀티모달 음악 번역 플랫폼

25 March 2025



github.com/it-graduation-project

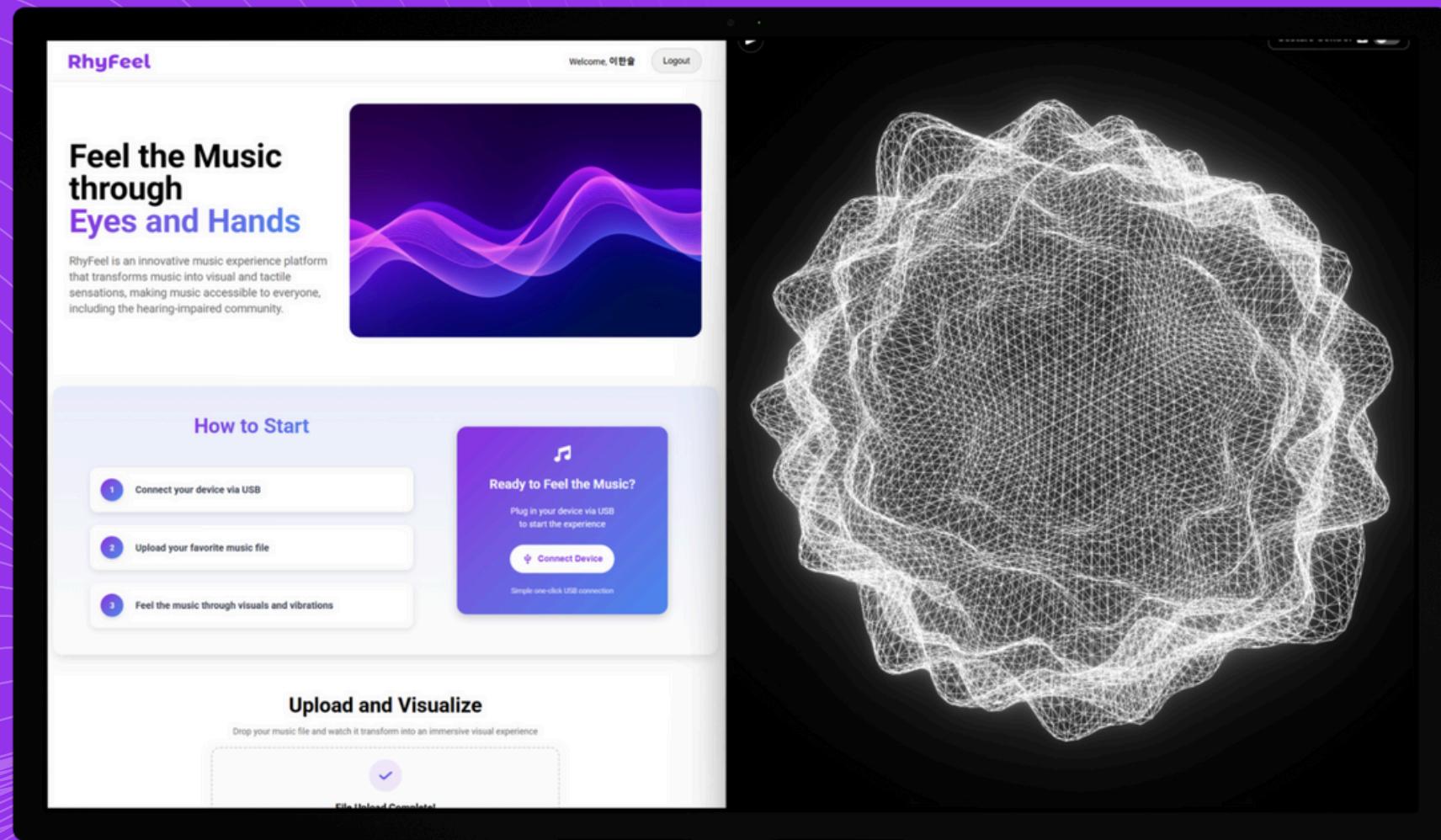
목차

Rhyfeel

- 
1. 프로젝트 소개
 2. 문제 인식과 필요성
 3. 기존 연구 및 기술 동향
 4. 기존 기술의 한계
 5. 개발 목표
 6. 주요 기능 소개
 7. 팀 구성 및 역할
 8. 시스템 아키텍처
 9. 하드웨어 구성
 10. UI 구성
 11. 사용 흐름
 12. 핵심 기술 구현 방식
 13. 기대 효과
 14. 프로젝트 소감

RhyFeel

음악을 실시간으로 분석해 시각적·촉각적 방식으로 전달함으로써,
청각장애인이 음악을 다양한 감각으로 체험할 수 있도록 돋는 멀티모달 음악 번역 플랫폼



문제 인식과 필요성

- 국내 청각장애인 약 **43만 명**
 - 전체 장애 유형 중 **2위**, 신규 등록 기준 **1위**
- “음악이 **불협화음, 조율 안 맞음, 흐릿함, 찌릿함**처럼 들린다.”
- 인공와우 사용자 대다수
 - 소리 방향·음색·음높이 정확한 구분 어려움
- 음악은 감정 표현이자 소통 수단
 - But, 청각장애인은 접근 어려워 음악 커뮤니티에서 **소외됨**



기존 연구 및 기술 동향

애플 '음악 햅틱(Music Haptics)'

- 청각장애·난청 사용자 위한 '음악 햅틱' 기능 발표 (iOS18)
- 텁텁 엔진 활용
→ 음악에 맞춰 텁·텍스처·섬세한 진동 제공
- 애플뮤직·클래식·샤잠 등 앱에서 수백만 곡에 적용
- 전용 메뉴: 햅틱 비트 / 베이스 / 히트곡 / 그루브



기존 연구 및 기술 동향

ETRI '촉각음정시스템'

- 촉각음정시스템
 - 음의 주파수를 진동 패턴으로 변환해 피부에 전달
 - 국악공연 '이음풍류'
 - 비햅틱스 진동 조끼: 음악 박자 전달
 - ETRI 장갑: 국악기 대금 음정 촉각 전달
 - 미디어아트 + 자막 + 수어 해설 함께 제공
- 악기별 음정 변화를 촉각으로 전달한 세계 최초 공연



기존 연구 및 기술 동향

GIST '배리어 프리 미디어 기술'

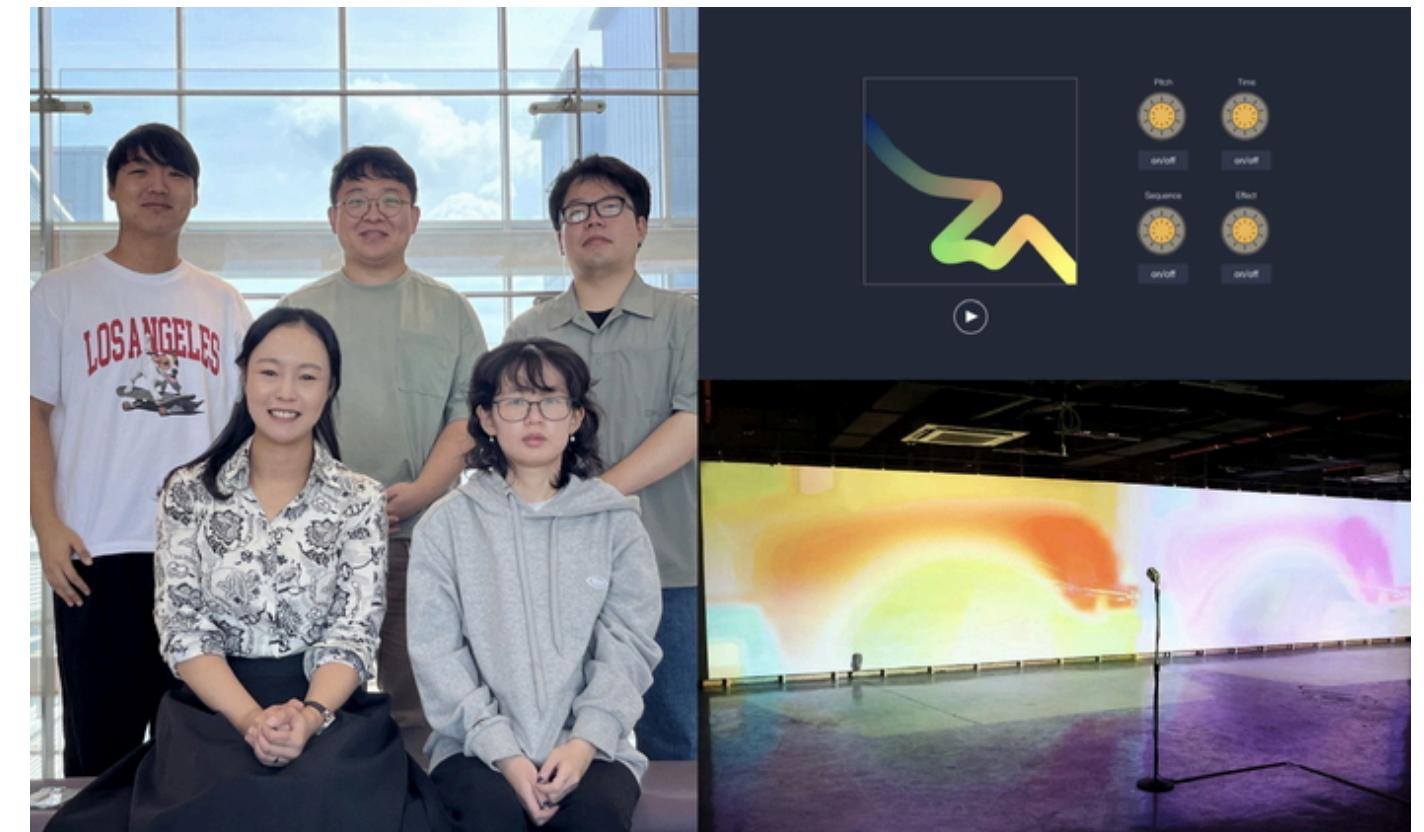
- 상호작용형 음성 동적 시각화 시스템

- AI가 실시간 음성 감지 → 음량 변화 따라 그래픽 생성
- 청각 정보를 시각화해 다감각적 음악 체험 제공

- 비주얼 아트 기반 자동 음악생성 시스템

- 그림·사진을 음악으로 자동 변환
- 픽셀 분포·위치에 따라 음표·리듬 구성

- 무등현대미술관 '광주 센서리엄', 부안 무경계 페스티벌,
지스트 도서관 전시 운영



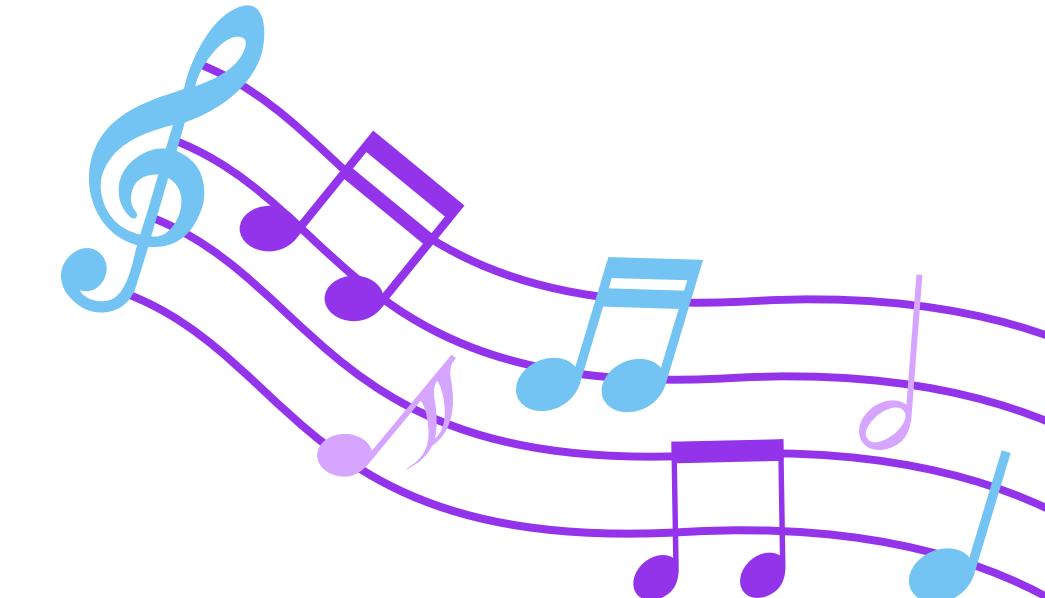
인더렉티브 아트 I / 인더렉티브 아트 II

모든 소리가 움직이는 형체로 변화한다.
GIST 융합기술원 연구진들이 만들어낸
특별한 예술체험

GIST 융합기술원 ▲
위에서부터 김예훈, 윤민석, 이현효, 송은성 교수, 김은영 학생

Festival
날다
etnews.com

기존 기술의 한계



공간에 묶인 기술

- 공연장, 전시관 등 특정 공간에만 설치 가능
- 일상 속에서 지속적으로 사용하기 어려운 구조
- 대부분 연구용 또는 체험용에 그침



전용 장비 의존 및 비용 부담

- 진동 조끼, 특수 장갑 등 고가 하드웨어 필수
- 해외 수입 장비가 많아 접근성 낮음
- 일반 사용자 대상 보급 어려움



단일 감각 중심의 자극

- 대부분 시각 또는 촉각 중 한 감각만 자극
- 감각 간 상호작용 부족 → 음악의 정보가 단편적
- 다채로운 감각 통합 전달의 몰입감 부족



낮은 실시간 반응성 & 상호작용

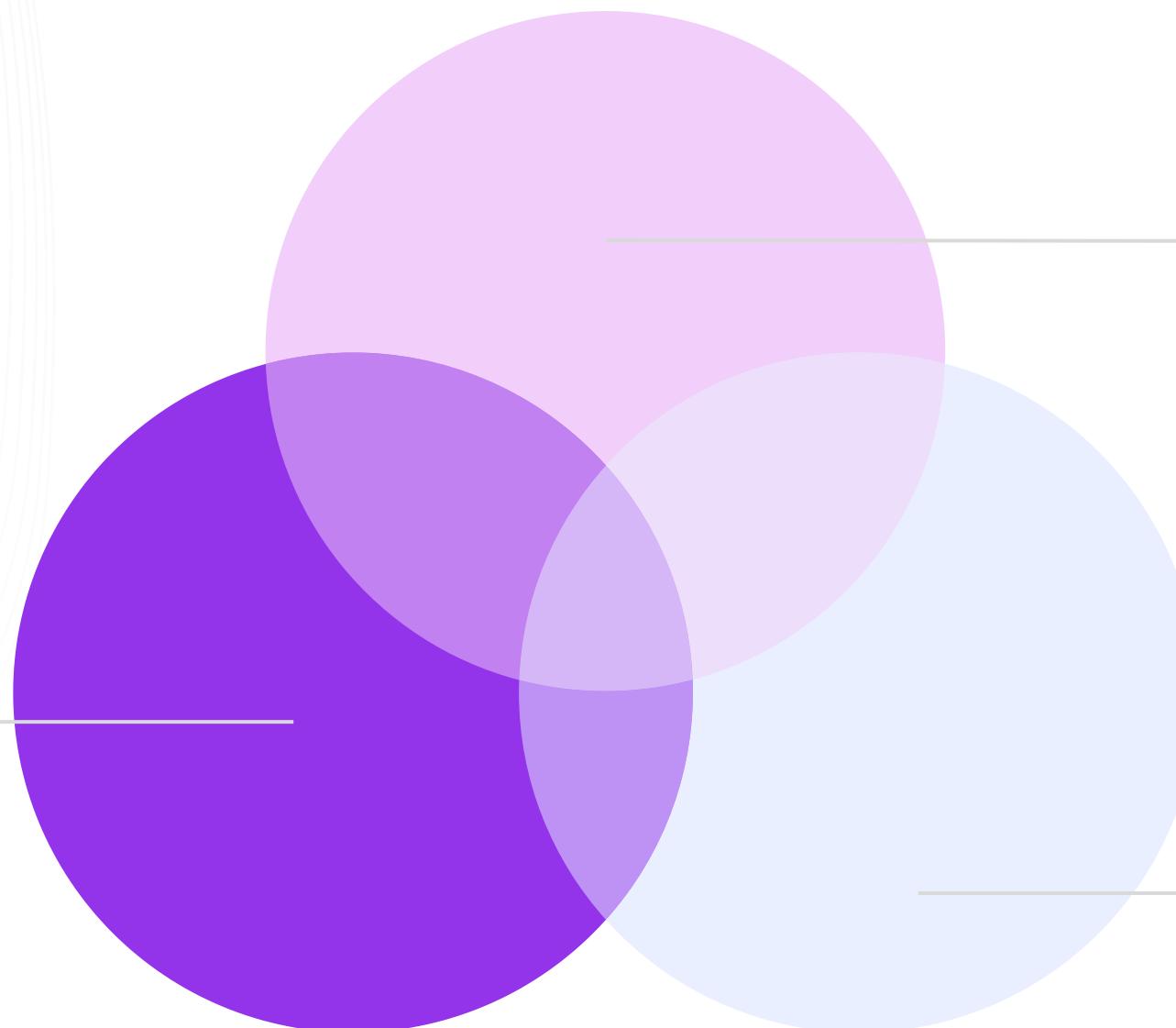
- 음악 반응 속도 느림, 출력 방식 고정
- 사용자 제어 불가, 개인화 불가능
- 개인 선호·입력 반영 어려워 몰입도 저하

개발 목표

Experience music beyond sound.

A multi-sensory platform that lets you feel every beat.

일상에서 누구나
사용할 수 있는 경량 시스템



실시간 반응
+ 사용자 상호작용 중심

시각 + 촉각의 다감각 융합

주요 기능 소개

10ms 단위 실시간 반응

음악 주파수에 맞춰
매 순간 즉시 반응하는 다이내믹 출력

01

시각과 촉각이 동시에

3D 시각화와 진동이
음악에 함께 반응하는 몰입형 경험

02

고가 장비 없이 손목 진동만으로

ESP32와 진동모터만으로
촉각 피드백 구현

03

내가 고른 음악을 감각으로 체험

사용자가 업로드한 음악을
바로 시각·촉각화하여 감각 번역

04

손동작 하나로 음악 조작

웹캠 기반 제스처 인식으로
마우스 없이 재생·정지 제어

05

설치 없이 웹에서 바로 실행

브라우저에서 즉시 실행
장소 제한 없이 누구나 체험 가능

06



팀 구성 및 역할

공동수행

- 전체 기획 및 시스템 구조 설계
- 발표 자료 제작 및 시연 준비

이한슬

Frontend & Hardware

- 프론트엔드 전반 구현
 - UI/UX 설계
 - 음악 업로드, 3D 시각화, 재생 제어 등
- Web Serial 통신 기반 하드웨어 연동 개발
 - 진동모터 제어 및 시각·촉각 동기화
- 하드웨어 디바이스 개발 주도



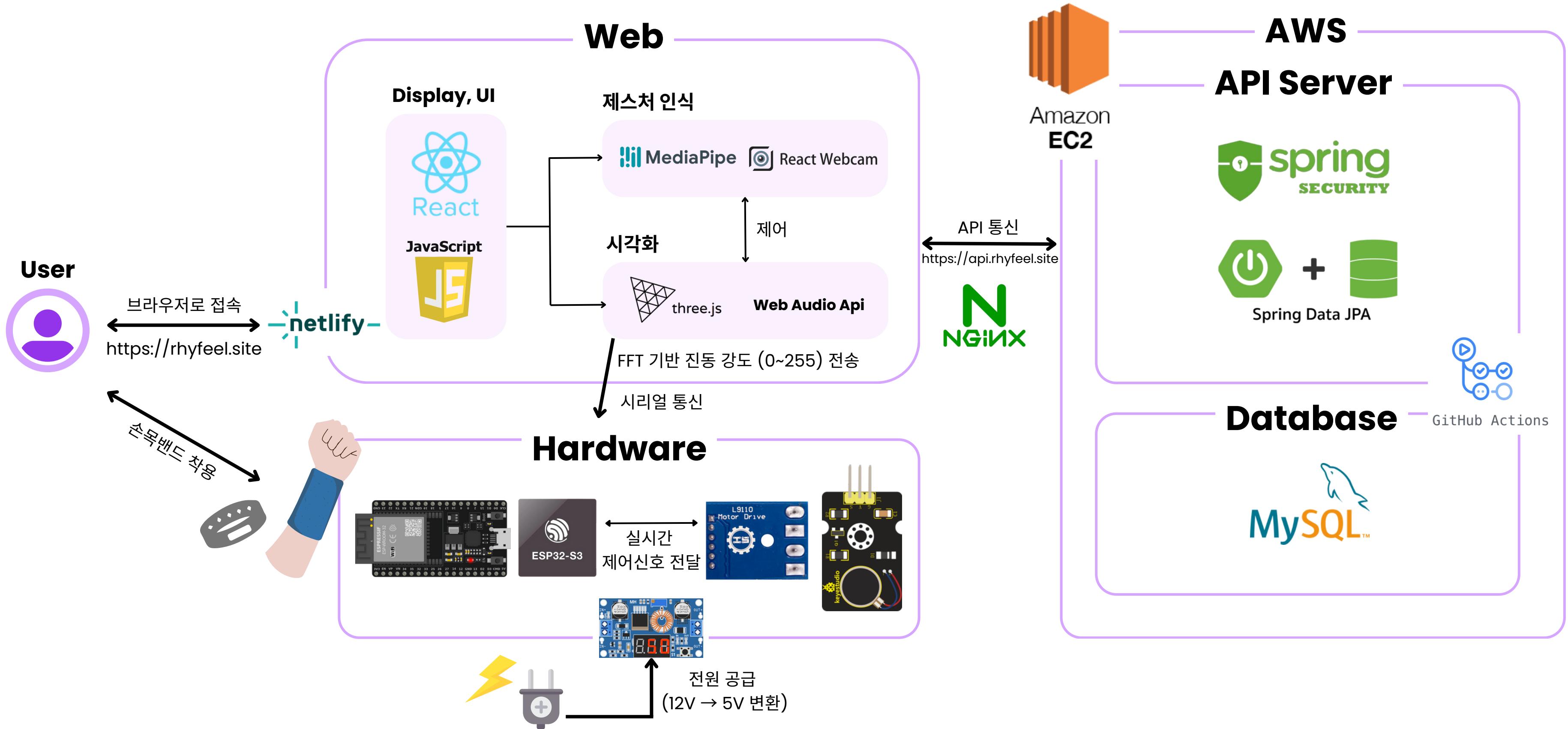
김단

Backend & Hardware

- 백엔드 구현 - 로그인, 음악 업로드 처리, JWT 인증 등
- 프로젝트 배포 환경 구성 및 인프라 관리
 - Netlify(프론트엔드), AWS EC2(백엔드)
- 프론트 기능 보완 및 디버깅 협업
 - 제스처 인식 기반 음악 제어 기능 개발
- 하드웨어 초기 회로 설계 및 모듈 연결 협업



시스템 아키텍처



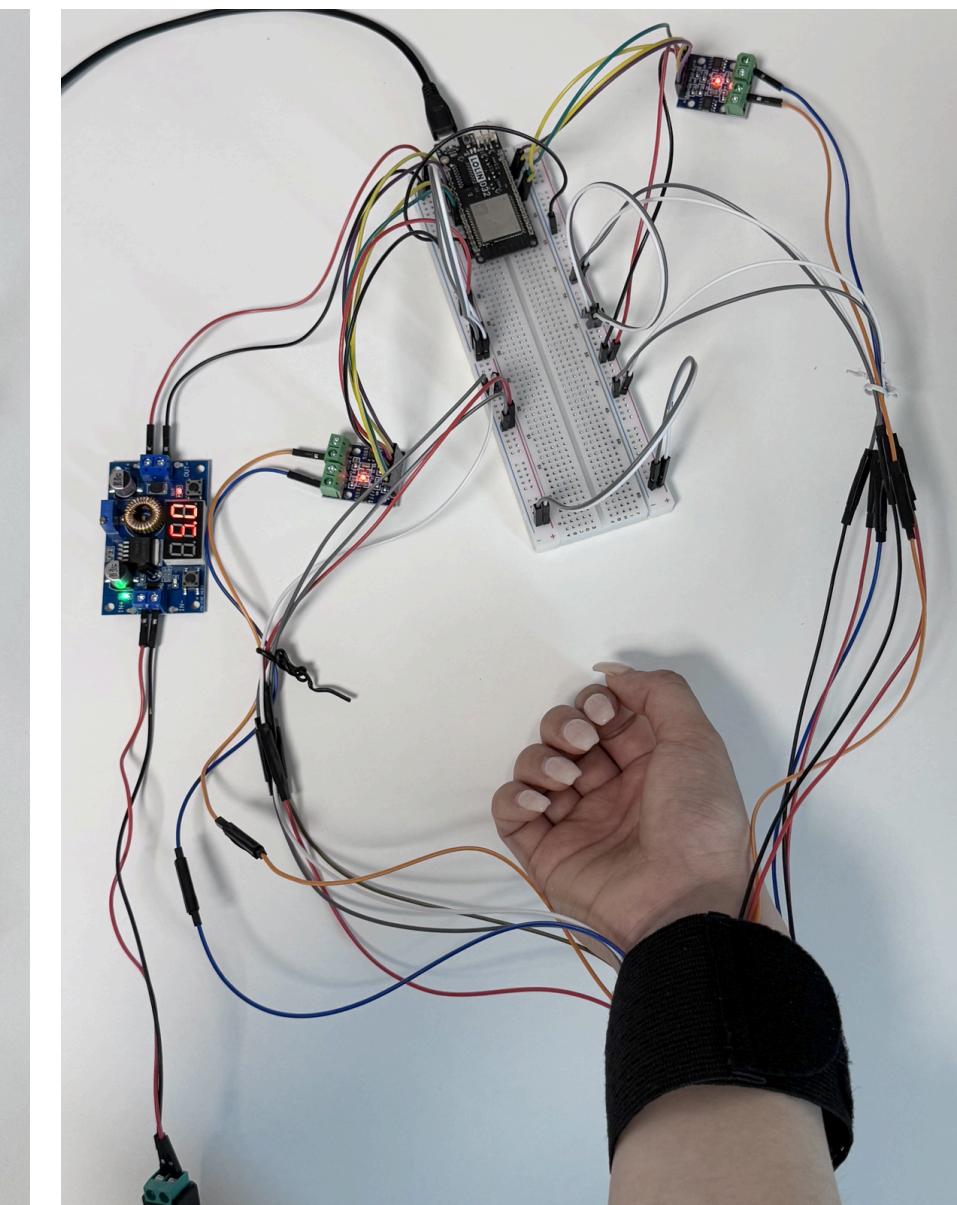
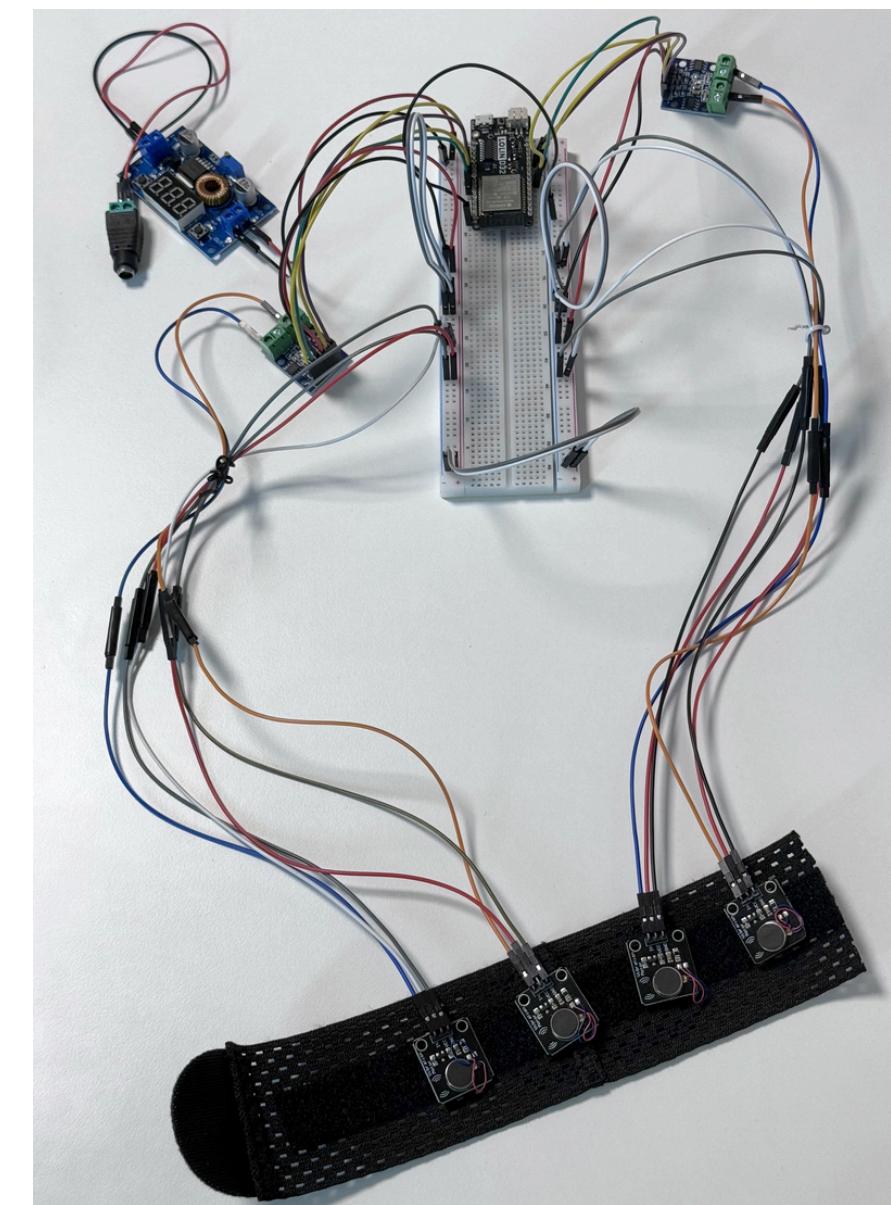
하드웨어 구성

구성 요소

물품명	개수
ESP32	1
Dual H-Bridge L9110s 모터 드라이버	2
진동 모터 모듈	4
XL4015 강하형 DC-DC 5A 가변 컨버터	1



하드웨어 연결 사진 (손목 밴드 착용 전/후)

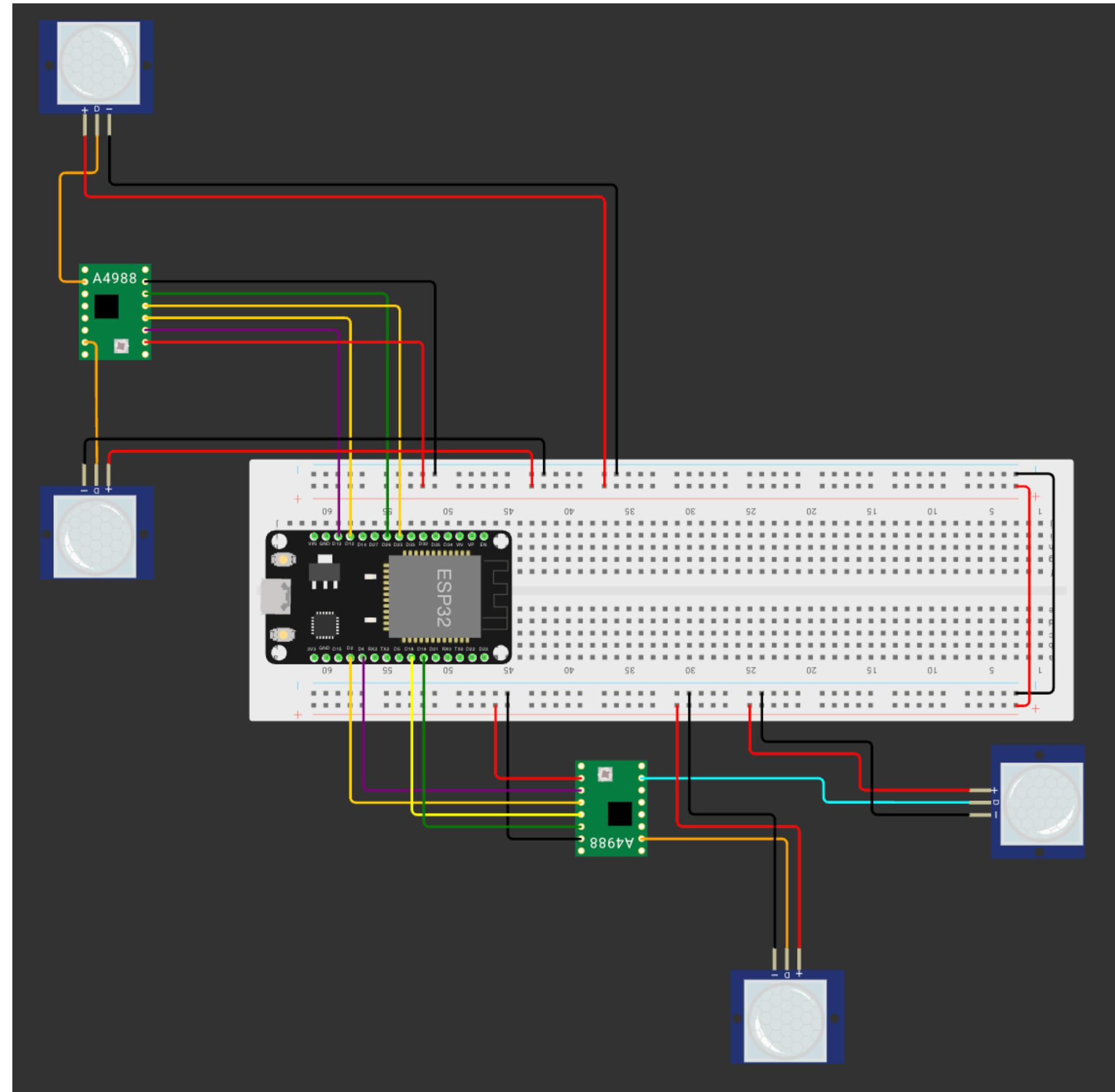


하드웨어 구성



전자 회로도 및 모듈 연결 구조

- **ESP32**를 중앙 컨트롤러로 하여 전체 회로 제어
- 모터 드라이버와 진동 모터 연결
 - 2개의 모터 드라이버가 진동 모터 4개 제어
- 전원 연결
 - 실제 전원 공급은 12V 5A 어댑터 사용
 - **XL4015** 가변 컨버터를 사용해 5V로 전원 공급



UI 구성

Login/signUp

Navbar

RhyFeel

Feel the Music through Eyes and Hands

RhyFeel is an innovative music experience platform that transforms music into visual and tactile sensations, making music accessible to everyone, including the hearing-impaired community.

Hero

How to Start

- 1 Connect your device via USB
- 2 Upload your favorite music file
- 3 Feel the music through visuals and vibrations

HowToStart

Upload and Visualize

Drop your music file and watch it transform into an immersive visual experience

Drag and drop your music file here
or
Browse Files

Supported formats: MP3, WAV, FLAC (Max 20MB)

FileUpload

KeyFeatures

Key Features

Music Tactilization
Feel music through haptic vibrations and tactile feedback

Music Visualization
See music through dynamic real-time visual effects

Gesture Control
Control and interact with music using intuitive hand gestures

Music Tactilization

Feel music beyond sound. Our haptic system converts musical elements into distinct tactile sensations, ensuring an immersive multi-sensory experience for everyone, including the hearing-impaired.

- Deep Bass as Powerful Vibrations
- Melody Translated into Rhythmic Pulses
- Dynamic range as intensity variation

Footer

RhyFeel

Experience music beyond sound. A multi-sensory platform that lets you feel every beat.

[GitHub](#) [daninld@sookmyung.ac.kr](#) [gkstmf578@sookmyung.ac.kr](#)

© 2025 RhyFeel. All rights reserved.

ActionPopup

You have already uploaded a music file

Uploading a new file will erase the current analysis. Do you want to continue?

Cancel **Replace File**

Welcome, 이한솔

Login

Email: example@email.com

Password: Enter your password

Login

Don't have an account? [Sign up](#)

Sign Up

Name: Enter your name

Email: example@email.com

Password: Enter your password

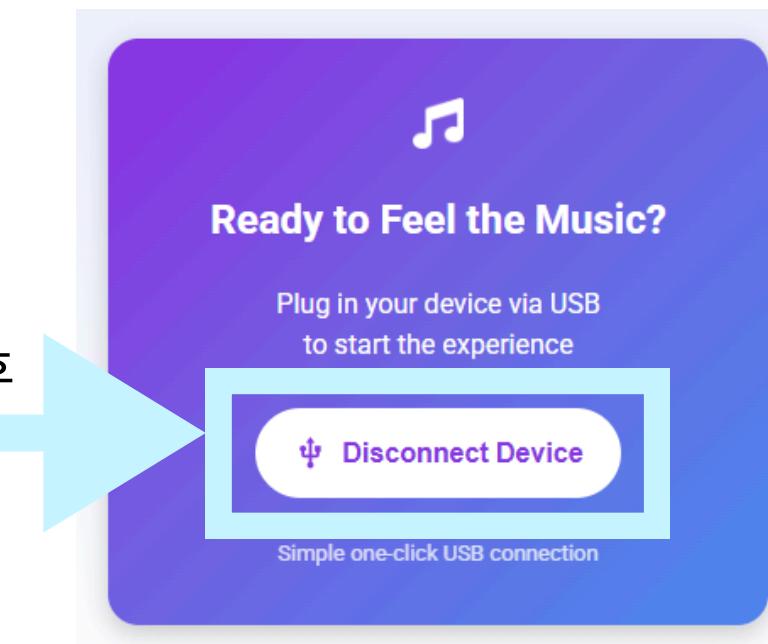
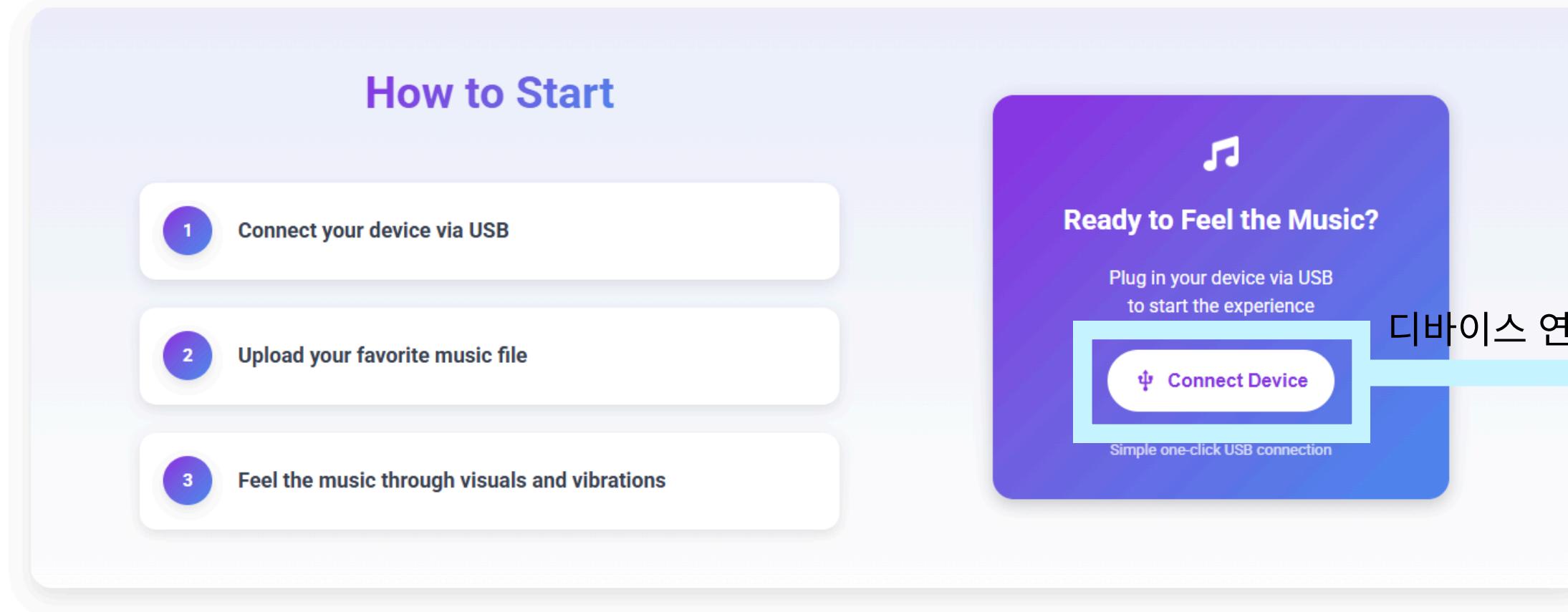
Confirm Password: Confirm your password

Sign Up

Already have an account? [Login](#)

사용 흐름

Step 1. USB로 디바이스 연결



디바이스 연결 전후

사용 흐름

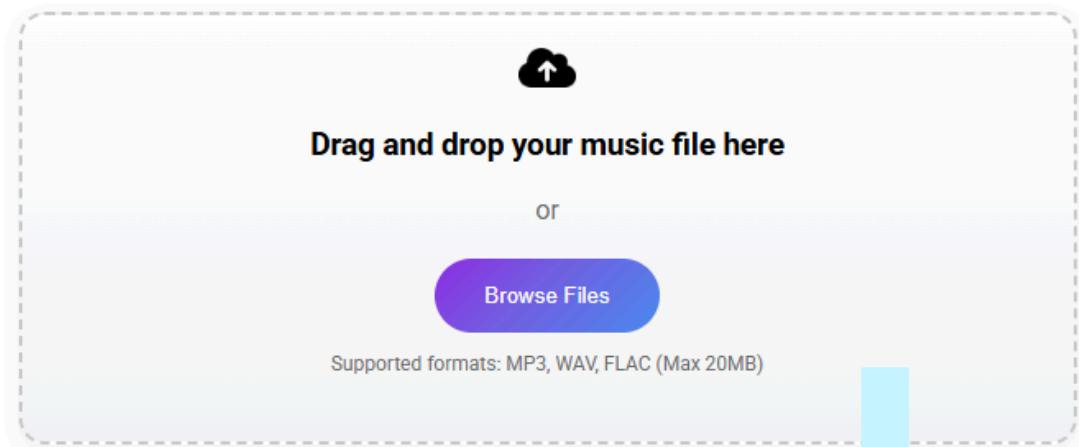
Step 3. 시작·촉각으로 음악 감상

Step 4. 제스처로 재생·정지 제어

Step 2. 음악 파일 업로드

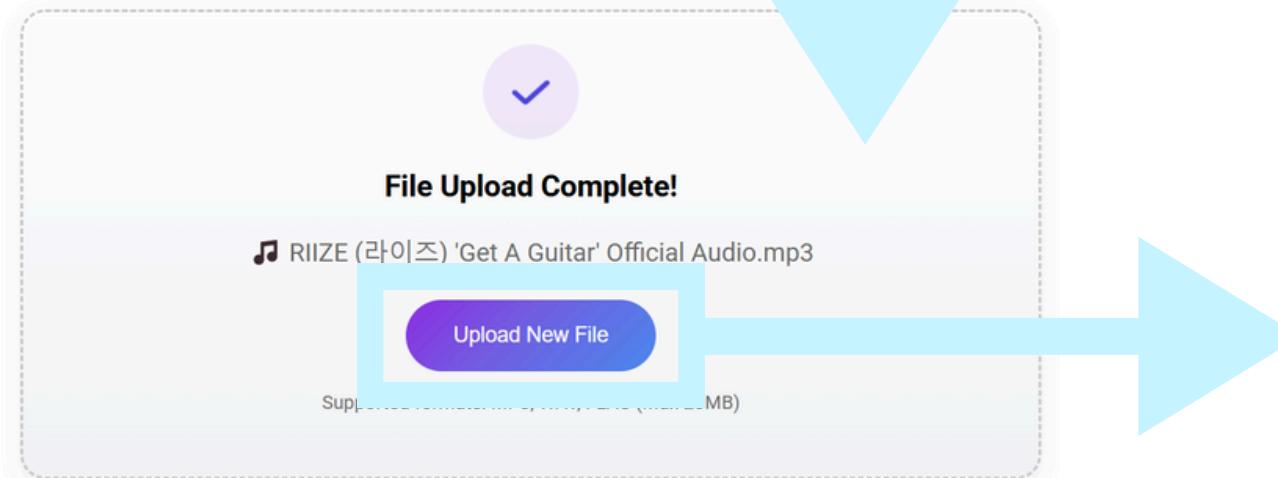
Upload and Visualize

Drop your music file and watch it transform into an immersive visual experience

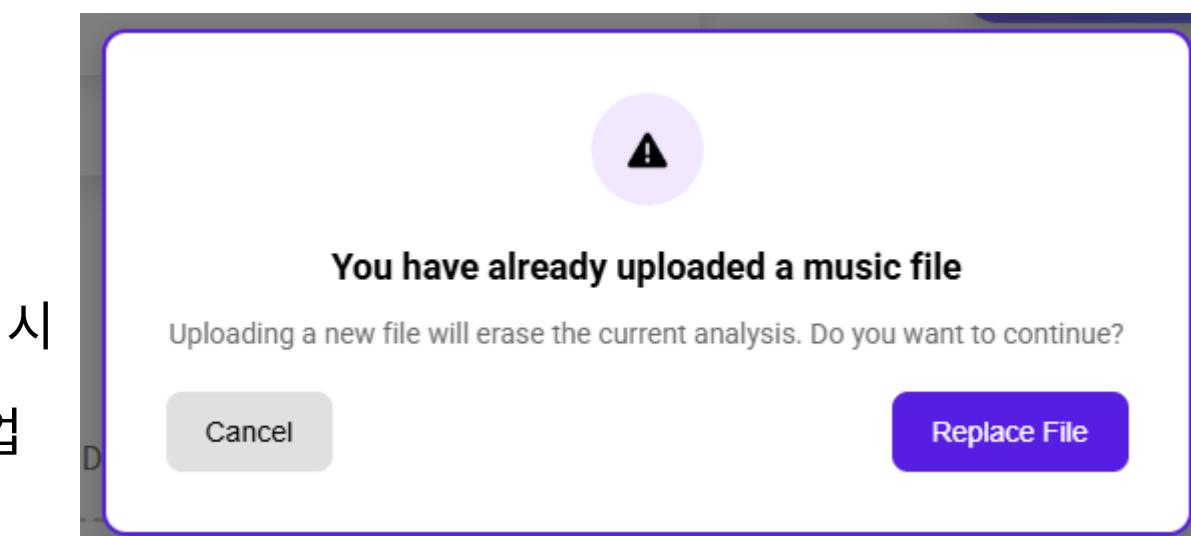
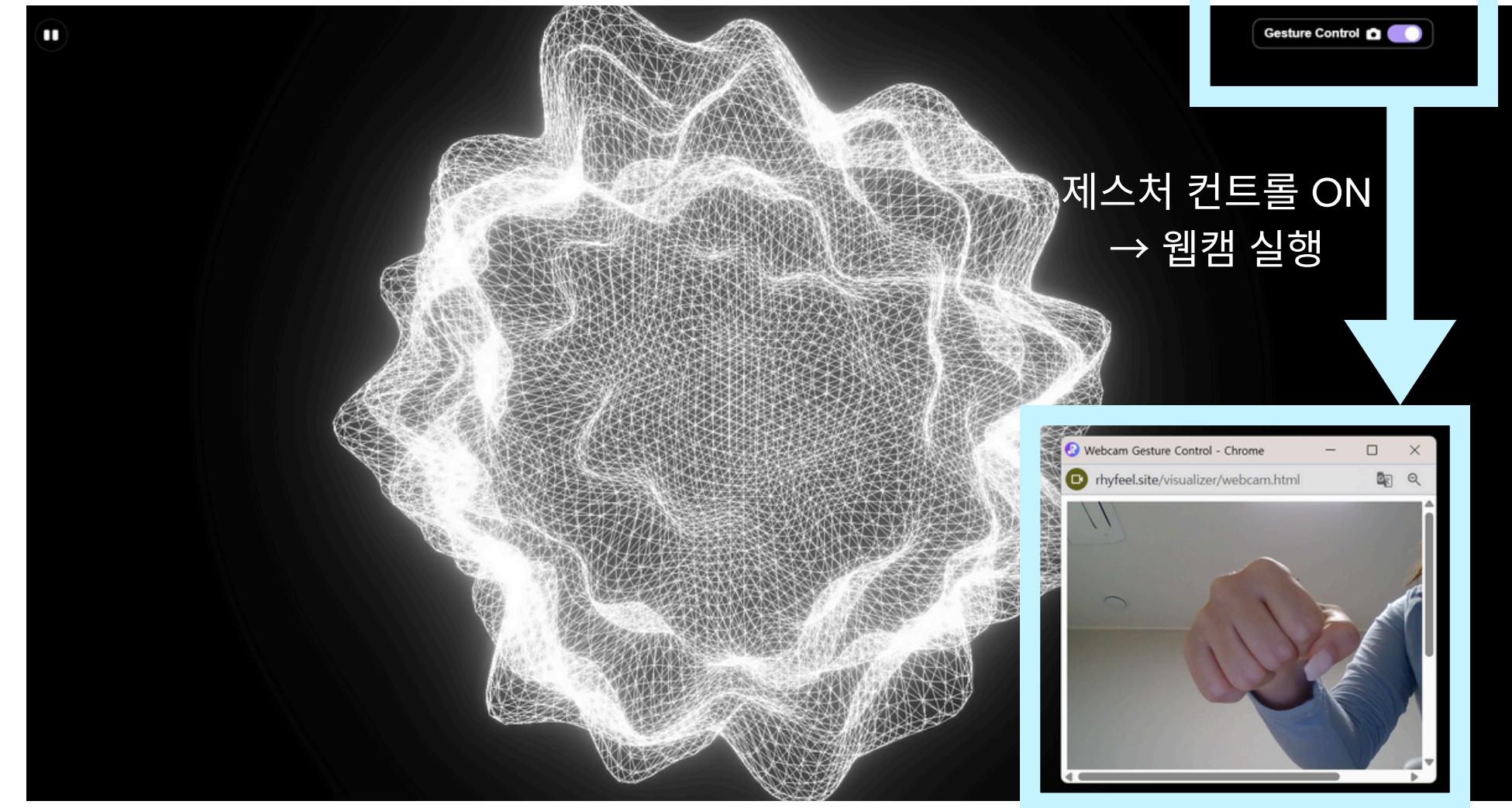


Upload and Visualize

Drop your music file and watch it transform into an immersive visual experience



새 음악 업로드 시
또는 알림 팝업



RhyFeel

핵심 기술 구현 방식

음악 주파수 분석

01. **Web Audio API의 `AudioContext`, `AudioAnalyser` 활용**
- 주파수 데이터를 **Web Serial API**로 **ESP32**에 전송
- 업로드된 파일을 분석해 평균 주파수 추출 (10ms 단위)
- 추출값은 시각화 & 진동 출력의 입력값으로 사용

3D 시각화

02. **Three.js**로 이코사헤드론 3D 모델 생성
- **vertex shader**에서 Perlin Noise + 주파수로 표면 변형
- 오브젝트 크기·형태가 음악에 따라 실시간 변화

촉각 진동 출력

03. **주파수 데이터를 Web Serial API로 ESP32에 전송**
- **ESP32**가 진동모터 제어 → 손목에 리듬 진동 제공
- **시각화와 동일 주기**로 진동 출력하여 완전 동기화

제스처 컨트롤

04. **MediaPipe Hands**로 웹캠에서 손 모양 실시간 인식
- 손 펼침 → 재생, 주먹 → 정지
- 마우스·키보드 없이 제스처만으로 음악 제어

기대 효과

청각장애인의 음악 감상 확대



- 시각·촉각을 결합한 시스템으로 리듬과 감정을 체감
- 청각 없이도 음악을 '경험'할 수 있는 새로운 방식 제시

사회적 포용과 디지털 접근성 증진



- 정보 소외 계층을 위한 공공·문화 경험 확대에 기여
- 접근이 어려웠던 청각정보를 누구나 체감할 수 있도록 구현

멀티모달 감각 기술의 가능성 제시



- 감각 통합 기술의 활용성과 확장 가능성을 보여줌
- 청각 중심 음악을 시각·촉각으로 재해석한 몰입형 사례

보편적 음악 감상 환경 구축



- 장애 유무와 상관없이 누구나 즐길 수 있는 감각 시스템
- 직관적 제어와 간편한 사용 방식으로 **유니버설 디자인** 실현

프로젝트를 마치며



김단

IT공학전공 2012375

이번 프로젝트를 통해 백엔드 개발과 제스처 인식, HW-SW 연동, 그리고 서버 인프라 구축과 배포 환경 구성까지 경험하며 전체 시스템이 원활히 동작하도록 설계하고 협업하는 실무에 가까운 경험을 쌓을 수 있었습니다. 복잡한 시스템을 하나의 흐름으로 연결하는 과정에서 서비스 설계에 대한 통찰도 함께 얻을 수 있었습니다. 특히 관심 있는 주제를 팀원과 함께 디벨롭해 나가며, 기술적인 성장뿐 아니라 문제 해결 능력도 함께 키울 수 있었던 값진 시간이었습니다.



이한솔

IT공학전공 2015899

주제 선정부터 기술 선택까지 모든 걸 스스로 결정해야 했던 과정은 쉽지 않았지만, 그만큼 주도적으로 몰입할 수 있어 흥미로웠습니다. 특히 처음 접한 하드웨어는 낯설고 어려웠지만, 시행착오를 겪으며 기술적 시야를 크게 넓힐 수 있었습니다. 기획부터 배포까지 하나의 프로젝트가 완성되는 흐름을 직접 경험하며 실무 감각을 익힐 수 있었고, 팀원과 함께 문제를 조율하고 해결해나가는 과정에서 협업의 본질을 체감하며 한층 성장할 수 있었습니다.



THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Do you have any questions?