

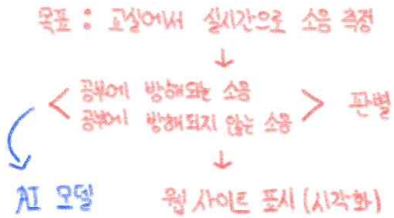
AI 기반 교실 소음 감지 및 자율 학습 환경 웹 시스템 개발

팀 명	미정		참여자수	5명(예정)
팀 원	팀장	2423014 박정민		
	팀원	2423011 김효찬, 2423016 배영민 *1학년 예정		
배 경	▶ 교실 내 자율적인 분위기 속에서 일부 학생들의 소음으로 집중력 저하 발생 ▶ 외부 통제 없이 학습 환경을 유지할 수 있는 보조 시스템의 필요성을 느낌			
목 표	▶ 교실 내 소리 감지 시스템 구축 ▶ 공부에 방해되는 소리 / 방해되지 않는 소리를 구분하는 머신러닝 모델 개발 ▶ 시각적 경고 및 알림을 제공하는 웹 시스템 개발			
사용 기술	▶ 본 프로젝트에서는 교실 내 소음을 실시간으로 분석하여 해당 소리가 "공부에 방해되는 소음" 인지 "방해되지 않는 소음" 인지 판단하는 인공지능 기반의 분류 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 다음과 같은 핵심 기술을 활용하고자 한다. (1) MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) - MFCC는 인간의 청각 특성을 반영하여 소리의 주파수 정보를 추출하는 대표적인 음성 처리 기법이다. - 시간-주파수 영역의 정보를 멜 스케일(Mel-scale) 필터를 적용해 축소·요약하며, 최종적으로 2차원 배열 형태(MFCC Spectrogram)로 CNN 모델의 입력으로 활용된다. (2) ZCR (Zero-Crossing Rate) - ZCR은 오디오 신호가 0을 기준으로 양수와 음수를 얼마나 자주 넘나드는지를 나타내는 값이다. - 키보드 소리, 짧고 날카로운 소리 등은 ZCR 값이 높기 때문에 MFCC로는 분리하기 어려운 "소리의 날카로움"을 보완적으로 판단하는 데 활용된다. (3) CNN (Convolutional Neural Network) - CNN은 이미지나 2차원 데이터를 분석하는 데 특화된 딥러닝 모델로, MFCC로 추출된 2차원 특징 벡터를 입력으로 받거나 MFCC 소리의 패턴을 학습하고 분류한다. - CNN을 이용해 소음을 "방해되는 소리"와 "방해되지 않는 소리"로 실시간 분류한다.			
학습 흐름	데이터 수집	교실 환경에서 다양한 소음을 녹음하여, 소리의 평가(방해되는 소음 / 방해되지 않는 소음)에 따라 라벨링		
	전처리 및 특징 추출	오디오 파일에서 MFCC 및 ZCR을 추출하여 특징 벡터를 생성 후, 이를 CNN 모델에 적합한 형태로 변환		
	데이터 분리	전체 데이터를 학습용(Train), 검증용(Validation), 테스트용(Test)으로 분할		
	CNN 모델 학습	전처리된 데이터를 CNN 모델에 학습시켜 소음의 유형을 분류하는 분류기를 구축		
	모델 저장 및 배포	학습이 완료된 모델(.h5)을 저장한 후 Jetson Nano 환경에서 실행할 수 있도록 배포		
모드별 운영 방법 및 흐름	▶ 본 시스템은 사용 환경에 따라 소음 허용 기준을 다르게 설정할 수 있도록 "운영 모드" 기능을 제공한다. 하나의 모델을 기반으로, 운영 모드에 따라 예측 결과의 "경고 기준(Threshold)"만 변경하는 방식으로 구현하고자 한다.			
	모드	설명	경고 기준 (예시)	
	도서관 모드	매우 조용한 환경 필요	나쁜 소음 확률 > 0.3	
	회의 모드	약간의 소음이 허용되는 환경	나쁜 소음 확률 > 0.5	
	쉬는 시간 모드	소음 허용도가 높음	나쁜 소음 확률 > 0.8	

실시간 흐름도	1. 마이크로부터 실시간 오디오 입력 2. MFCC 및 ZCR 특징 추출 3. CNN 모델로 예측 수행 → 예: [좋음 0.25, 나쁨 0.75] 4. 현재 모드의 경고 기준값과 비교 5. 기준을 초과하면 경고 발생, 초과하지 않으면 상태 유지																							
Jetson Nano 사용 이유	<p>▶ 초기에는 Raspberry Pi 기반으로 시스템 구현을 고려하였으나, CNN 모델의 연산 속도, 실시간 오디오 분석 처리 성능 등을 고려했을 때 다음과 같은 이유로 Jetson Nano가 보다 적합하다고 판단하였다.</p> <table><tr><th>항목</th><th>Raspberry Pi</th><th>Jetson Nano</th></tr><tr><td>GPU</td><td>없음 (또는 비디오 출력용)</td><td>NVIDIA 128-core GPU 탑재</td></tr><tr><td>딥러닝 연산 처리</td><td>제한적 (PyTorch/TensorFlow 미지원 또는 속도 느림)</td><td>TensorFlow, PyTorch, TensorRT 최적화 지원</td></tr><tr><td>쉬는시간 모드</td><td>소형 모델만 가능 / 느림</td><td>CNN 모델 실시간 예측 가능</td></tr></table>			항목	Raspberry Pi	Jetson Nano	GPU	없음 (또는 비디오 출력용)	NVIDIA 128-core GPU 탑재	딥러닝 연산 처리	제한적 (PyTorch/TensorFlow 미지원 또는 속도 느림)	TensorFlow, PyTorch, TensorRT 최적화 지원	쉬는시간 모드	소형 모델만 가능 / 느림	CNN 모델 실시간 예측 가능									
항목	Raspberry Pi	Jetson Nano																						
GPU	없음 (또는 비디오 출력용)	NVIDIA 128-core GPU 탑재																						
딥러닝 연산 처리	제한적 (PyTorch/TensorFlow 미지원 또는 속도 느림)	TensorFlow, PyTorch, TensorRT 최적화 지원																						
쉬는시간 모드	소형 모델만 가능 / 느림	CNN 모델 실시간 예측 가능																						
Jetson Nano 기반 시스템 하드웨어 구성	<p>▶ 이 프로젝트를 Jetson Nano 보드 위에서 실시간으로 실행하기 위해 다음과 같은 하드웨어가 필요하다.</p> <table><tr><th>구성품</th><th>용도</th></tr><tr><td>Jetson Nano (4GB 모델)</td><td>CNN 기반 소음 분석 모델을 구동할 메인 보드</td></tr><tr><td>USB 마이크</td><td>교실 내 소음을 실시간으로 녹음</td></tr><tr><td>microSD 카드 (32GB 이상)</td><td>Jetson OS 설치 및 모델 실행 환경</td></tr><tr><td>전원 어댑터</td><td>Jetson Nano 구동용 전원 공급</td></tr><tr><td>Wi-Fi 동글</td><td>패키지 설치, 원격 제어, 데이터 송신 등에 사용</td></tr><tr><td>키보드, 마우스</td><td>초기 설정 및 개발 편의성</td></tr></table>			구성품	용도	Jetson Nano (4GB 모델)	CNN 기반 소음 분석 모델을 구동할 메인 보드	USB 마이크	교실 내 소음을 실시간으로 녹음	microSD 카드 (32GB 이상)	Jetson OS 설치 및 모델 실행 환경	전원 어댑터	Jetson Nano 구동용 전원 공급	Wi-Fi 동글	패키지 설치, 원격 제어, 데이터 송신 등에 사용	키보드, 마우스	초기 설정 및 개발 편의성							
구성품	용도																							
Jetson Nano (4GB 모델)	CNN 기반 소음 분석 모델을 구동할 메인 보드																							
USB 마이크	교실 내 소음을 실시간으로 녹음																							
microSD 카드 (32GB 이상)	Jetson OS 설치 및 모델 실행 환경																							
전원 어댑터	Jetson Nano 구동용 전원 공급																							
Wi-Fi 동글	패키지 설치, 원격 제어, 데이터 송신 등에 사용																							
키보드, 마우스	초기 설정 및 개발 편의성																							
마이크 사양	<p>▶ 본 프로젝트에서는 교실 내 소음을 실시간으로 녹음하고 분석하기 위해 USB 마이크를 사용하며, 다음과 같은 성능을 갖춘 마이크를 선택하고자 한다.</p> <p>▶ 이와 같은 성능의 USB 마이크를 사용하면 MFCC 및 ZCR 기반의 정확한 소리 분석이 가능하며, Jetson Nano에서의 실시간 처리에도 적합하다.</p> <table><tr><th>항목</th><th>권장 사양</th><th>설명</th></tr><tr><td>샘플레이트</td><td>16kHz 이상</td><td>- 샘플링 레이트가 높을수록 소리의 세부 정보 포착이 가능함 - 16kHz는 음성 분석에 충분하며, 44.1kHz는 정밀 분석에 적합</td></tr><tr><td>비트 깊이</td><td>16-bit 또는 24-bit</td><td>- 대부분의 마이크는 16-bit 기본 제공</td></tr><tr><td>지향성</td><td>무지향성</td><td>- 교실 전체 소음 감지에 적합</td></tr><tr><td>신호대 잡음비 (SNR)</td><td>60dB 이상</td><td>- 노이즈가 적고 깨끗한 소리 수집 가능. MFCC 분석 정확도에 중요</td></tr><tr><td>감도</td><td>-45dB ~ -30dB</td><td>- 감도가 높을수록 작은 소리도 잘 감지</td></tr><tr><td>연결 방식</td><td>USB Type-A</td><td>- 젯슨나노에서 인식 가능하며, 별도 오디오 인터페이스 없이 사용 가능</td></tr></table>			항목	권장 사양	설명	샘플레이트	16kHz 이상	- 샘플링 레이트가 높을수록 소리의 세부 정보 포착이 가능함 - 16kHz는 음성 분석에 충분하며, 44.1kHz는 정밀 분석에 적합	비트 깊이	16-bit 또는 24-bit	- 대부분의 마이크는 16-bit 기본 제공	지향성	무지향성	- 교실 전체 소음 감지에 적합	신호대 잡음비 (SNR)	60dB 이상	- 노이즈가 적고 깨끗한 소리 수집 가능. MFCC 분석 정확도에 중요	감도	-45dB ~ -30dB	- 감도가 높을수록 작은 소리도 잘 감지	연결 방식	USB Type-A	- 젯슨나노에서 인식 가능하며, 별도 오디오 인터페이스 없이 사용 가능
항목	권장 사양	설명																						
샘플레이트	16kHz 이상	- 샘플링 레이트가 높을수록 소리의 세부 정보 포착이 가능함 - 16kHz는 음성 분석에 충분하며, 44.1kHz는 정밀 분석에 적합																						
비트 깊이	16-bit 또는 24-bit	- 대부분의 마이크는 16-bit 기본 제공																						
지향성	무지향성	- 교실 전체 소음 감지에 적합																						
신호대 잡음비 (SNR)	60dB 이상	- 노이즈가 적고 깨끗한 소리 수집 가능. MFCC 분석 정확도에 중요																						
감도	-45dB ~ -30dB	- 감도가 높을수록 작은 소리도 잘 감지																						
연결 방식	USB Type-A	- 젯슨나노에서 인식 가능하며, 별도 오디오 인터페이스 없이 사용 가능																						

웹 페이지 예상도

AI 기반 교실 소음 분석 시스템



3가지 모드 제공

1. 도서관 모드
2. 회의 모드
3. 쉬는시간 모드

공부에 방해되는 소음 : 빨간색
=> 공부에 방해되지 않는 소음 : 주황색
조용한 상태 : 초록색

* 강의시간은 자동 측정 OFF → 시간표는 DB에 저장 or 성적표 웹 연결
ex) 요일, 시작 시간, 종료 시간
AI 시스템이 현재 시간과 비교

시각적 피드백 제공 : 실시간 소음 정도 변화 표현

차트를 활용하여 시간별 소음 변화 그래프 표시

- 추가로 현재 dB를 실시간으로 표시하여 단숨 소리의 크기가 어떨지 표시

웹 페이지 구현

1. 로그인 / 회원가입

학생용 ☒ 교사용 ☐ 관리자용 ☐

ID PW Login => 일반 로그인

회원가입

Google
Naver
Kakao

Social Login

권한 확인

2. 시각적 상태 표시

로그인 정보

사이드바 실시간 상태 시간별 차트 게시판

현재 모드 출력 ← 도서관 모드 ☒ 도서관 모드 ☐ 회의 모드 ☐ 쉬는시간 모드

소음 정도에 따라 ← 소음의 정도가 과할수록 경고를 문자로 표시!

문구 출력

현재 소음 상태 ←

색상 구별

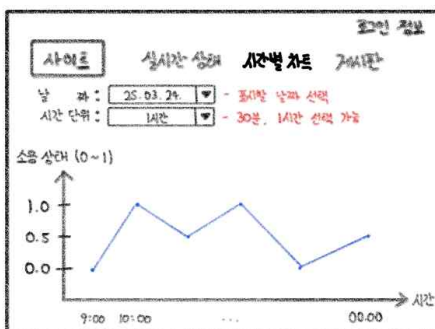
dB를 참고용

현재 페이지의 굵게 처리

권한 확인 후 관리자에게만 보이게 설정

조용한 상태 약간 소음 큰 소음

3. 시간별 소음 정도 차트



해당 시간 단위로 평균을 내어 3가지 상태로 분류

- 0.0 ~ 0.3 : 조용함
- 0.31 ~ 0.7 : 공부에 방해되지 않는 소음
- 0.71 ~ 1.0 : 공부에 방해되는 소음

4. 피드백 게시판

로그인 정보

사이드바 실시간 상태 시간별 차트 게시판

→ 검색 범위 → 검색할 검색

→ 게시판 리스트

<< < 1 2 3 4 5 > >>

→ 페이지네이션

사용자들이 기능에 대한 의견과 제보할 수 있는 게시판

각 게시글 댓글 기능 제공

프로젝트 계획표

팀원	팀장	2423014 박정민	전체 프로젝트 예상 기간	25.04.01. ~ 25.08.31.
	팀원	2423011 김호찬, 2423016 배영민, 1학년(미정)		

항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
AI 학습 및 개선																								
데이터 수집 및 준비																								
다양한 상황의 교실 소음 녹음																								
방해/비방해 라벨링 후 라벨 데이터 저장																								
특징 추출 및 전처리																								
ZCR, MFCC, MFCC 스펙트로그램 추출																								
정규화, 노이즈 제거 등 전처리																								
AI 모델 학습 및 평가																								
머신러닝 알고리즘 선정 및 학습																								
모델 평가 및 반복 테스트																								
웹 시스템 구현																								
웹 기획 및 구조 설계																								
전체 웹 기능 구조도 및 흐름 설계																								
사용자 인증 및 권한 분리																								
일반 회원가입 및 로그인 구현																								
소셜 로그인 구현(Google, Naver, Kakao 등)																								
권한 구분(학생 / 교수 / 관리자)																								
관리자 기능 및 모드 설정																								
소음 상태 시각화 대시보드																								
소음 상태에 따라 색상 변경																								
시간표 DB 연동 -> 수업 시간 제외 처리																								
피드백 기능(게시판 및 알림)																								
게시판 글 작성/조회/삭제, 댓글 기능																								
교수 알림 기능 (지속된 큰 소음 시 자동 전송)																								
소음 기록 차트 시각화																								
시간대별 소음 로그 저장 및 차트 시각화																								
통합 및 마무리																								
시스템 통합 및 기능 연결																								
AI 모델과 웹 연동 (실시간 예측 반영)																								
모드 설정 (AI 판단 기준 자동 적용)																								