

[Here is, Hear-ease]

청각장애인 부모를 위한

아기 울음소리
감지 및 범주 분류

서울과학기술대학교 데이터청년캠퍼스

권정연 강근희 곽재원 고은아 장민준 신정아

CONTENTS



01

주제 선정



02

데이터



03

모델



04

앱



05

결론

- 1. 주제 선정 배경
- 2. 주제 선정 과정
- 3. 기존어플의 한계와 개발목표

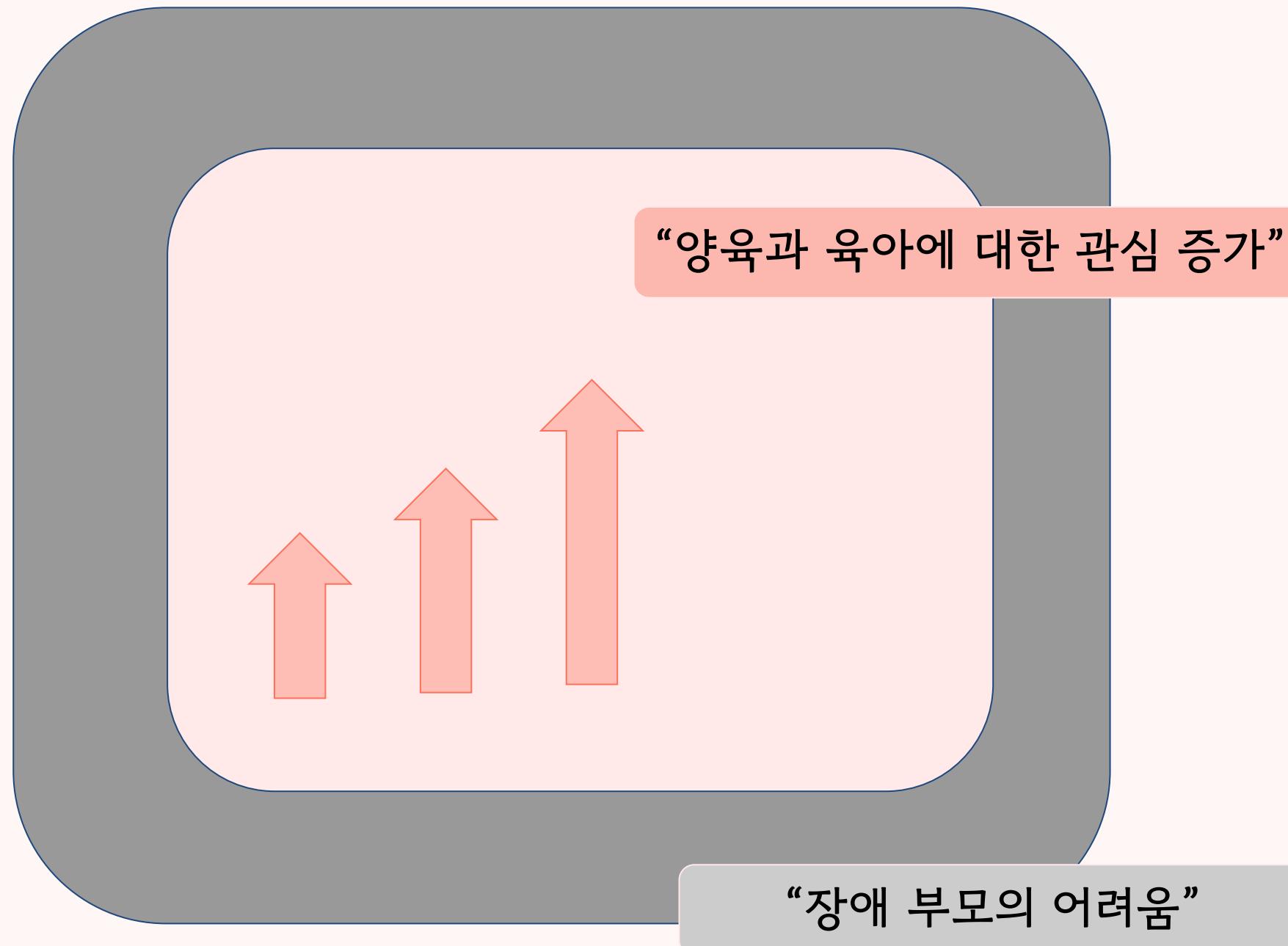
- 1. 데이터 수집
- 2. 데이터 전처리
- 3. 데이터 표준화
- 4. 데이터 제거 및 증강

- 1. 울음소리 분류
- 2. 울음 원인 분류
- 3. 결과 및 검증

- 1. 개요
- 2. 앱 구현

- 1. 달성 현황
- 2. 기대효과 및 발전방향

1. 주제선정 배경



*메트로신문 <키즈 산업 성장세에 육아 콘텐츠 관심 증가>

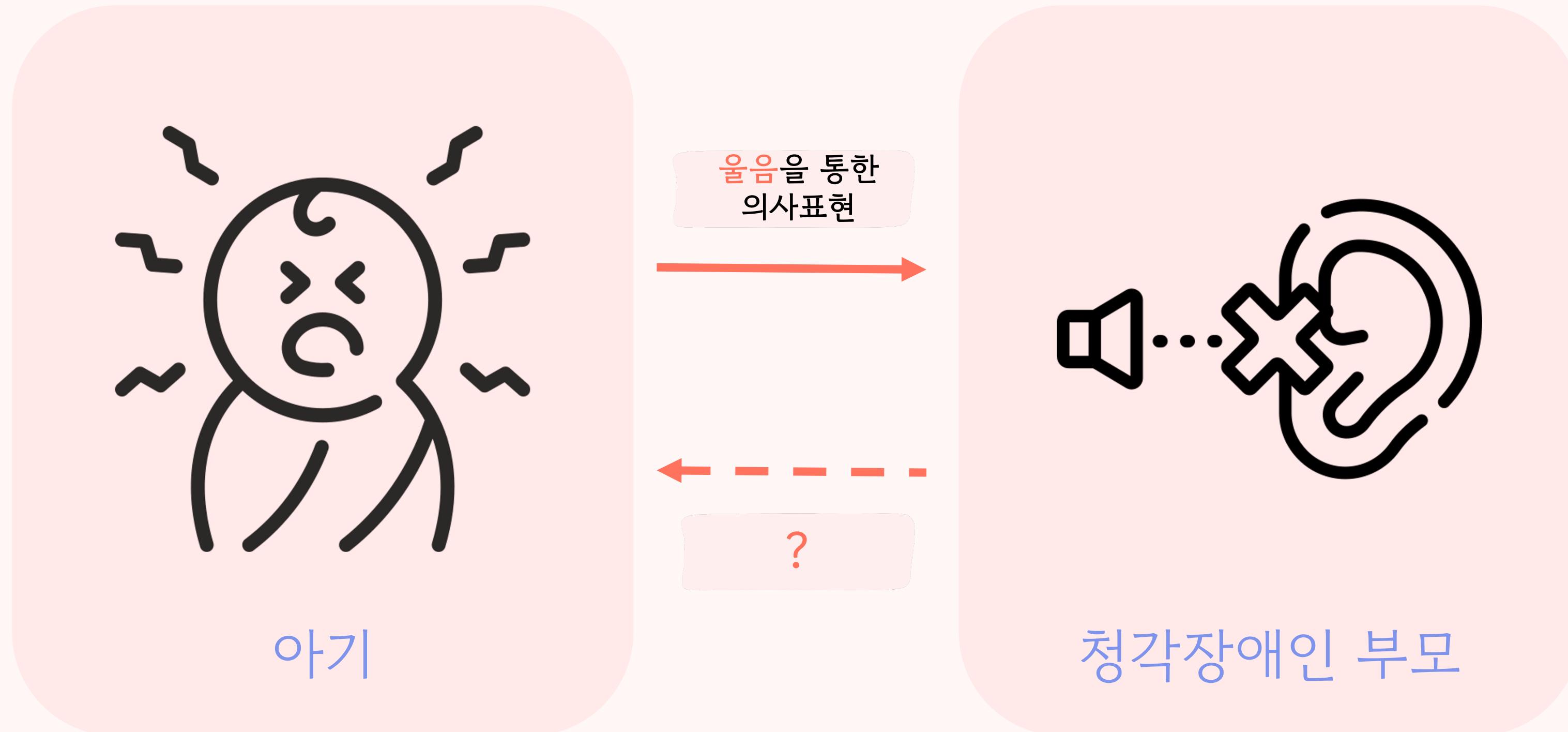
아이 한 명을 위해 온 가족, 지인이 지갑을 연다는 의미의 ‘템포켓’, 금처럼 귀하게 여기게 아낌없이 키운다는 ‘골드키즈’, ‘맘코노미’ 등 유아동 신조어가 등장할만큼 **자녀에게 아낌없이 투자**하는 보육자들이 늘고 있음. 이에 키즈 관련 산업도 큰 성장세를 나타내고 있음.

예전보다 개선됐지만 **여전히 산모 교육이 비장애인 중심으로 맞춰져 있어** ...

그는 많은 청각장애인 엄마들을 만나며 과거보다는 여러 사회적 지원이 많아졌지만 **여전히 부족함을 느끼는 영역을 체감한다고 말했다.**

CBS 노컷뉴스 <"분유 탈때마다 몇번씩 반복"...
장애인에겐 일상이 전쟁인 '출산·육아'>

청각 장애 부모가 겪는 어려움,
아기 울음 소리를 ‘**들을 수 조차**’ 없다는 것.



이는, 아기와의 ‘교감’이 어려워진다는 것.

“아이와의 애착 좌우”

아기의 울음에 즉각 반응해주세요

아기는 자신의 필요한 욕구를 울음으로 표현하는데 엄마가 이를 민감하게 반응해 준다면 아기는 필요한 욕구에 대한 도움을 받을 수 있구나 깨닫게 되지만 엄마가 이를 못 알아차리고 아기의 울음에 민감하게 대처하지 않았다면 아기는 좌절감을 느끼게 되고 많이 울게 되거나, 아예 울지 않는 아기가 되기도 합니다. 이 시기에는 엄마와 애착을 형성해야 하는 중요한 시기이기 때문에 엄마의 반응속도가 아이와의 애착을 좌우하기도 합니다.



“아이의 의사소통 수단”

울음은 아이의 욕구를 표현하는 유일한 의사소통 수단

언어발달의 첫 단계는 ‘울음’이며 아이의 욕구를 표현할 수 있는 유일한 의사소통 수단으로 작용합니다. 아이는 배고플 때, 졸릴 때, 아플 때, 무엇인가 불편할 때, 기저귀를 갈아야 할 때 등 요구가 충족이 되지 않았을 때 울음을 터뜨리곤 합니다.

초보맘에게 가장 힘든 것.. 아기 울음 대처법.
차이의 놀이. <https://www.chaisplay.com/stories/219>

전승혜.(2018.04.12).아이의 울음소리가 벼거울 때, 어떻게 해야 할까요?. 베이비뉴스,
<https://www.ibabynews.com/news/articleView.html?idxno=63754>

결국, 누군가에게는 평범한 일상조차 ‘고비’가 된다는 것.

[기사] 청각장애 부모 “밤에 아기가 울어도 들을 수 없어”

안서연.(2015.07.01).청각장애 부모 “밤에 아기가 울어도 들을 수 없어”. 제주도민일보.
<http://www.jejudomin.co.kr/news/articleView.html?idxno=62504>

양씨는 “밤에 아기가 울어도 울음소리를 들을 수 없었다”며 친정어머니의 도움을 빌릴 수밖에 없었던 당시 상황을 설명했다..

양씨의 이야기를 경청한 김경미 제주여성장애인상담소장은 “어떤 청각장애여성은 아이의 울음소리를 들을 수 없기 때문에 배 위에서 아이를 키웠다는 얘길 들은 적 있다”고 말했다.

[책] 서로 다른 기념일

소행성책방. (2020, September 15). 청각 장애 부부가 아기를 낳으면 생기는 일. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=nZgyvti46gM>

아이에게서 한시도 눈을 뗄 수 없어 밤을 지새우는 날들이 이어졌고,
30분마다 진동이 울리는 휴대폰을 속옷 속에 넣고서야 간신히 잠이 들 수 있었다.



아빠는, 엄마는, 너는 모두 다르다
우리가 서로 달라서 기쁘다

『서로 다른 기념일』을 만난 오늘을 기념하고 싶다. -백준서인
책을 읽으며 아주 여러 번, 진심으로 웃고 웃었다. -이길보라(감독)
우리는 소리 없이도 서로의 세계를 들여다볼 수 있다. -이랑(뮤지컬)



01. 주제 선정

02. 데이터

03. 모델

04. 앱

05. 결론

"

HERE IS, HEAR-EASE

"

청각장애 부모를 위한 아기 울음소리 감지 및 범주 분류

2. 주제 선정 과정

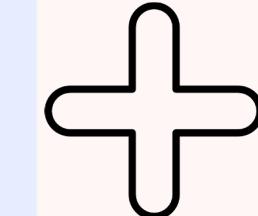
Problem, 아기의 울음을 들을 수 ‘조차’ 없다는 것.

Solution, 아기가 ‘우는지 안 우는지 감지’하고 ‘왜 우는지 파악’하는 것.

울음소리 감지 모델

다양한 소리들 중

“아기 울음소리” 감지



울음소리 범주 분류 모델

아기 울음의

이유 파악 및 분류

3. 기존 어플의 한계

2. 아기의 울음소리를 실시간으로 감지하지 못하여, 아기 울음소리와 다른 음성을 구분하지 못한다.

-> 아기의 울음소리를 **직접 들어야만 대응**할 수 있으며 아기 울음소리와 다른 음성을 구분하지 못하여 **울음 원인 분석에 실패**할 확률이 크다.



<기존 어플>



크라이밍베베

[Here is, Hear-ease] 청각장애 부모를 위한 아기 울음소리 감지 및 범주 분류

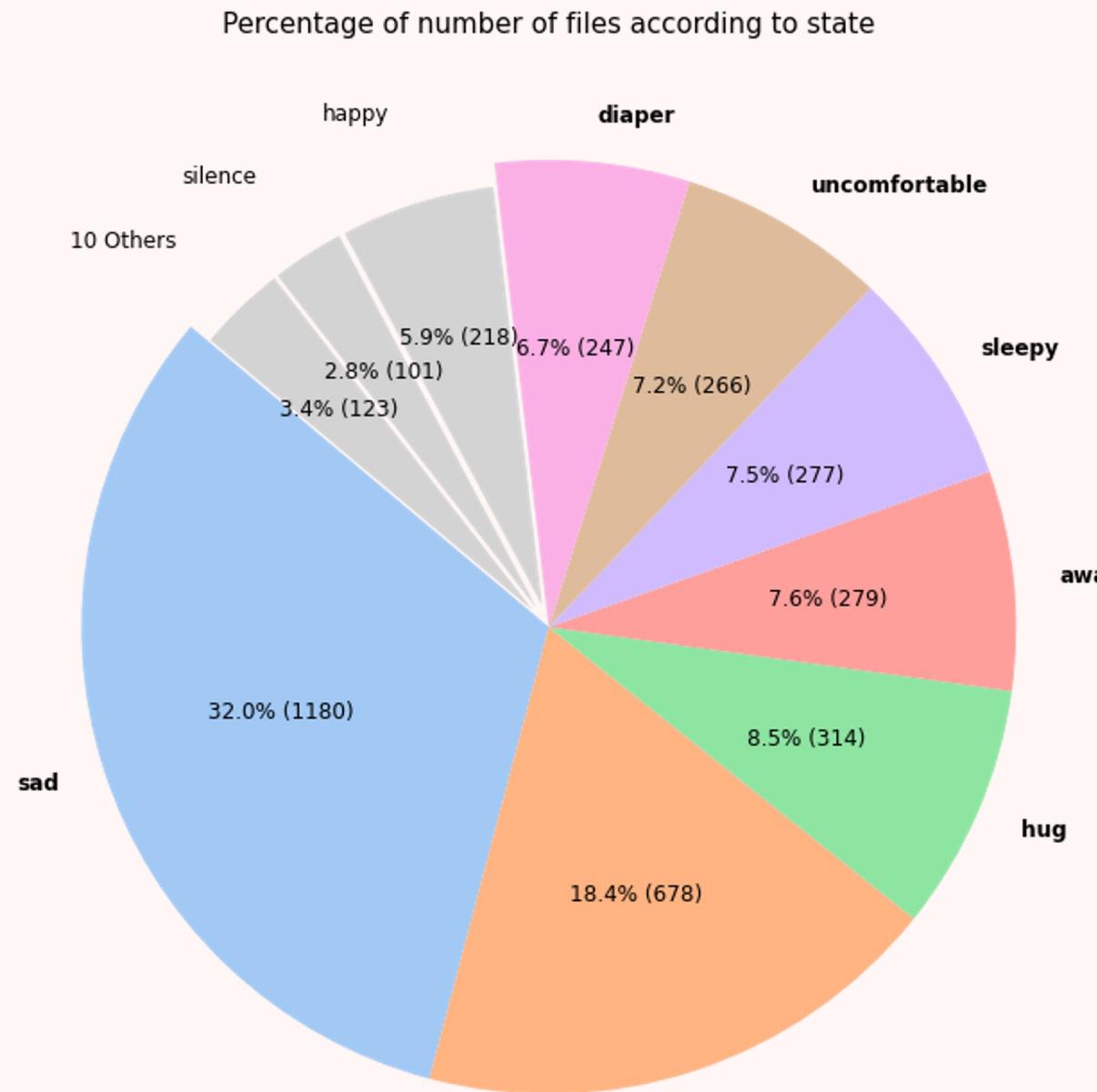
1. 아기가 울기 시작할 때 직접 녹음을 시작해야 하며 10초간 녹음해야 한다.

-> 울음 시작 **시점을 파악하기 어려우며 10초는 상대적으로 길다.**

3. 오직 핸드폰으로만 확인할 수 있다.

-> 어플을 사용하기 위해서는 항상 아기 곁에 있어야 하는 **공간적 제약**이 있다.

1. 데이터 수집



총 3687개

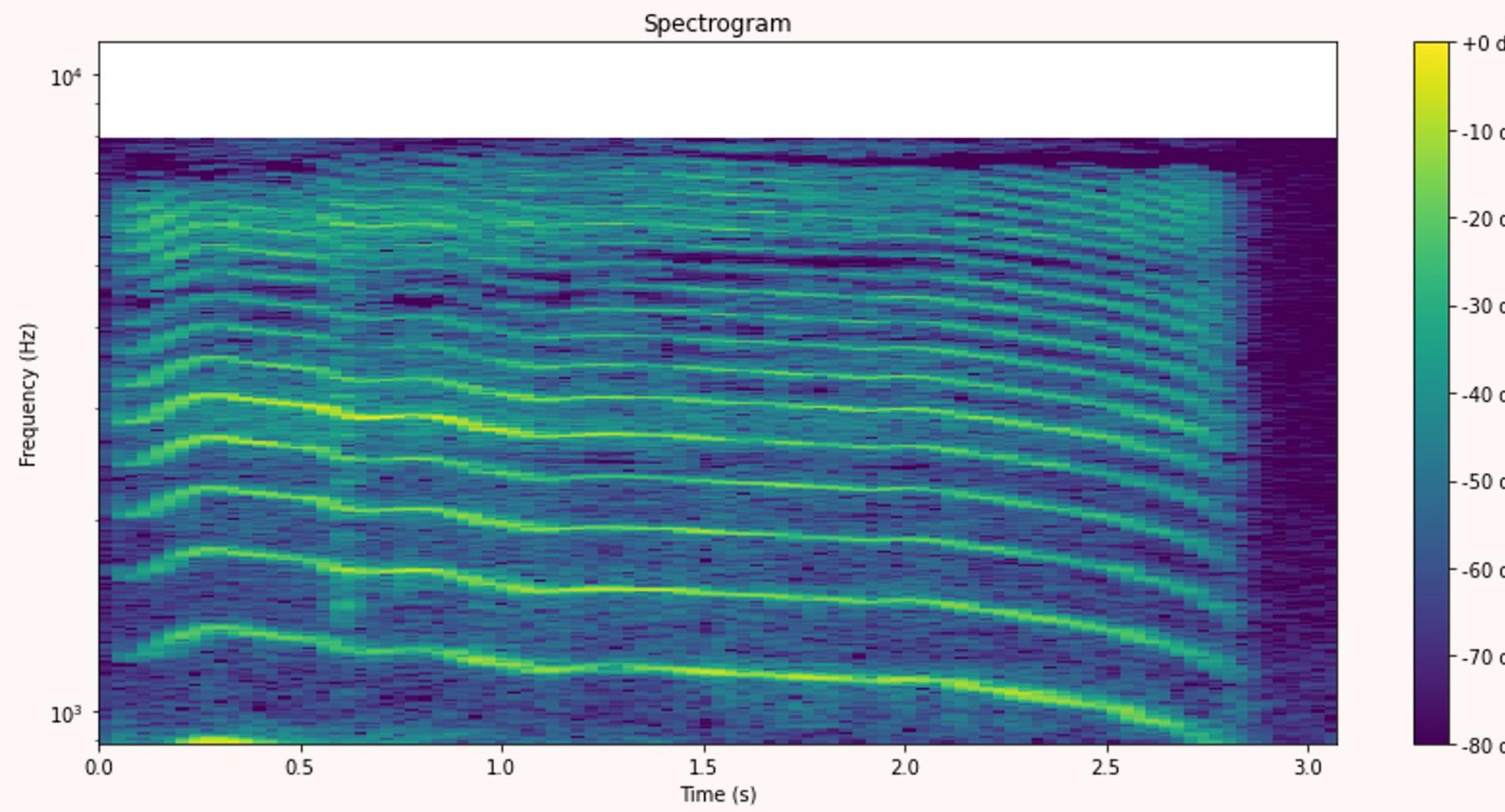
	state	gender	age	source	duration	file
0	belly_pain	m	26	donate_a_cry	6.9	999bf14b-e417-4b44-b746-
1	belly_pain	f	26	donate_a_cry	7	C421C6FE-DFEE-4080-8AEA
2	belly_pain	m	4	donate_a_cry	6.82	d6cda191-4962-4308-9a36-

다양한 state 존재 → 상위 7개(88%)만 사용

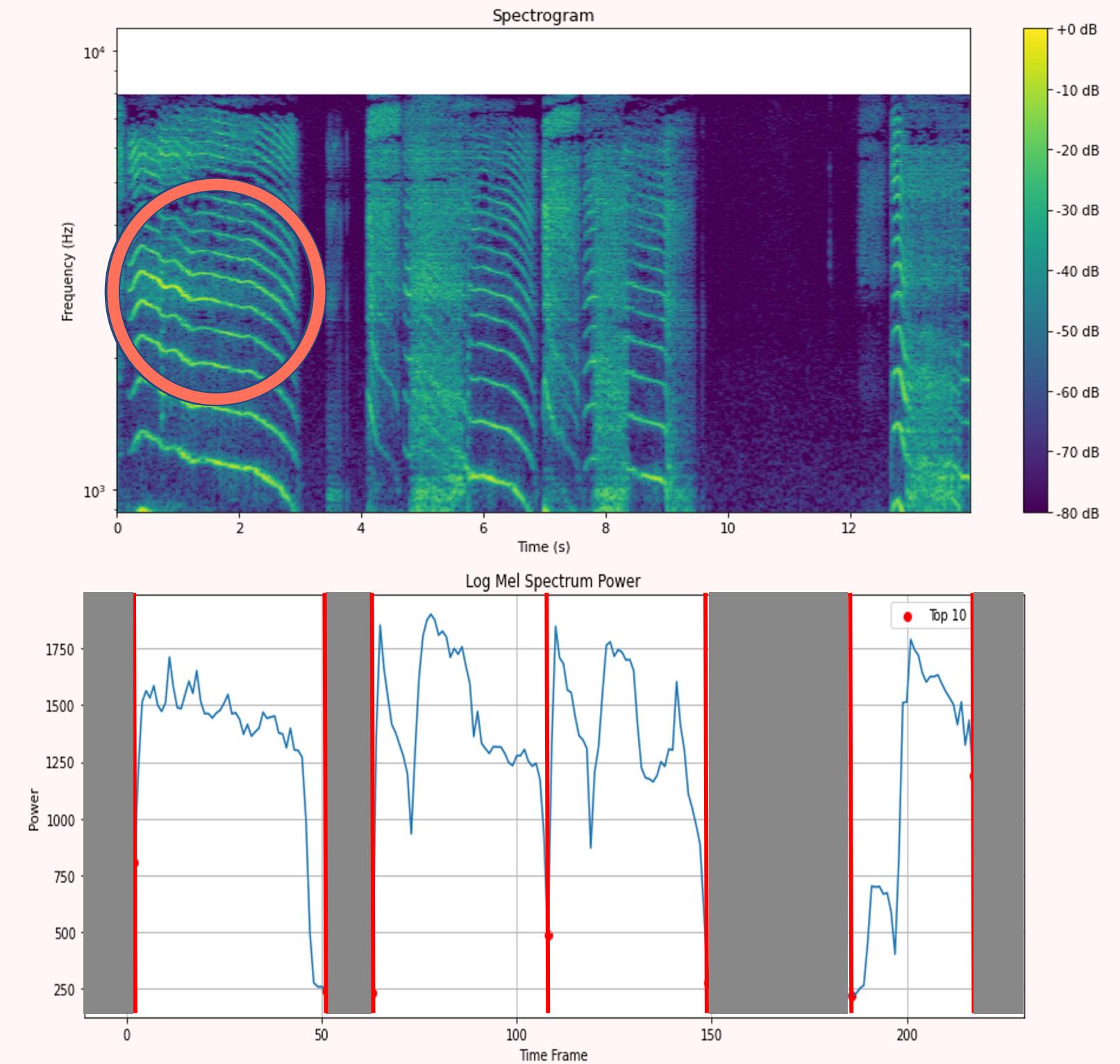
“ 「sad」「hungry」「hug」「awake」「sleepy」「uncomfortable」「diaper」 ”

2. 데이터 전처리

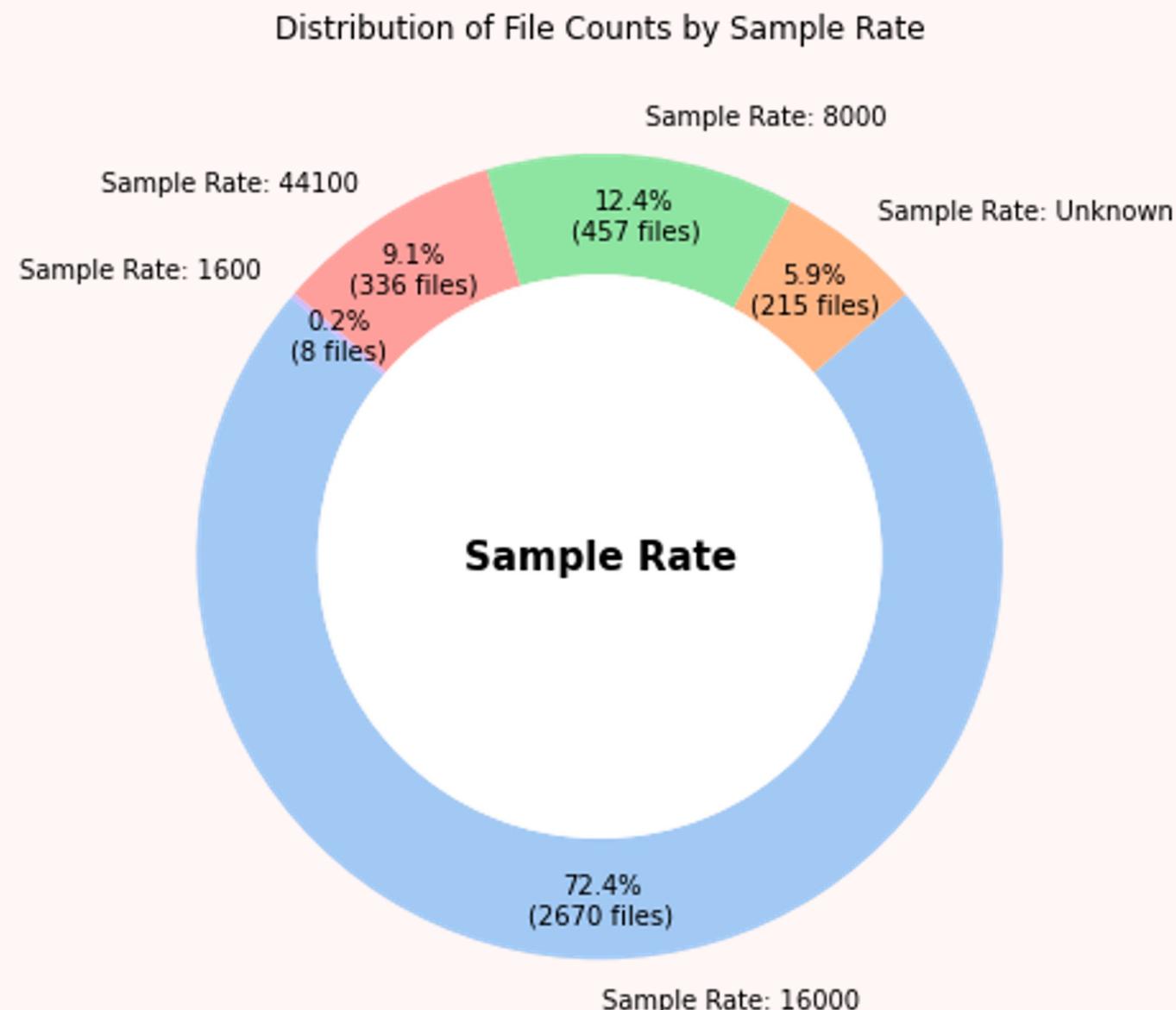
1) 주기대로 음성 분할



각각의 세그먼트는 특징적인 패턴을 포함



3. 데이터 표준화



Sampling Rate를 16000Hz로 통일

2.2 지속시간을 고려한 울음 감지

마이크를 통해 연속적으로 입력되는 아기 울음소리의 파형은 진동수가 많아지다가 급격히 감소하는 패턴을 반복한다. 이는 아기가 우는 중간 중간에 훌쩍거리거나 숨고르기를 하기 때문이다. 따라서 진동수 계산을 통해 결정된 아기 울음 후보 영역 *Candidate_Region*의 지속시간도 고려해야 한다. 다양한 아기의 울음소리를 통계적으로 분석한 결과 *Candidate_Region*이 연속 3번(0.3초) 이상 나타남을 알 수 있었다. 또한 아기가 우는 중간 훌쩍거림 또는 숨고르기로 인해 *Candidate_Region*이 30번(3초) 이상은 연속되지 않음을 알 수 있었다. 즉 *Candidate_Region*이 3번(0.3초)에서 30번(3.0초) 정도는 지속적으로 감지되어야 울음 영역 *Crying_Region*이라고 판단할 수 있다. 그럼 6은 *Crying_Region*을 결정 방법을 나타낸다.

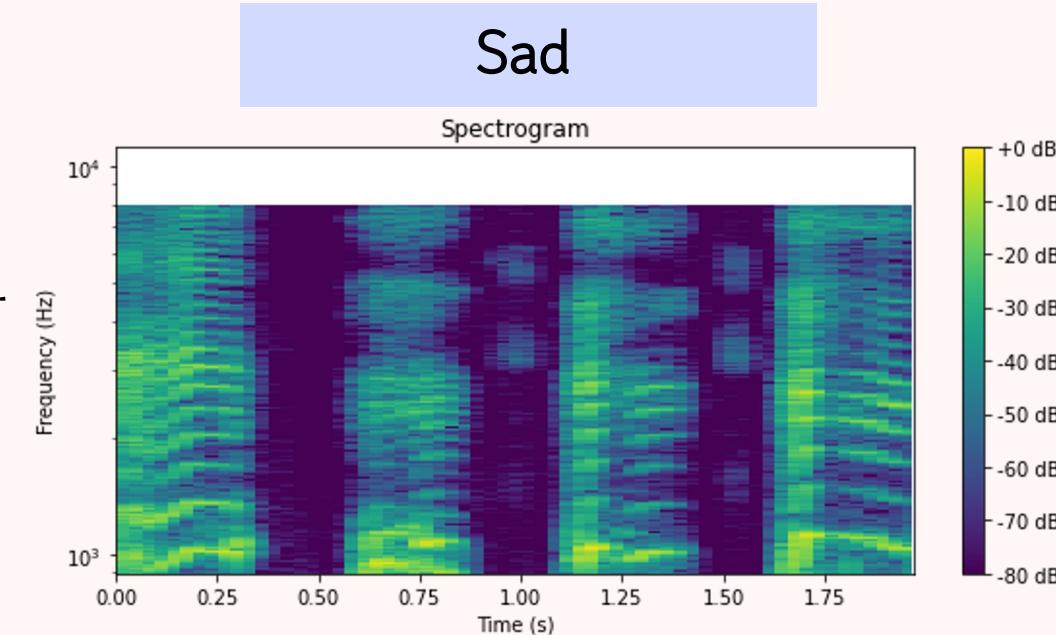
박주건, 외3. "진동수 패턴을 이용한 아기 울음소리 감지 방법." 한국정보처리학회 2010년도 춘계학술발표대회, 2010, pp. 467-470.

평균길이인 2초로 길이 통일

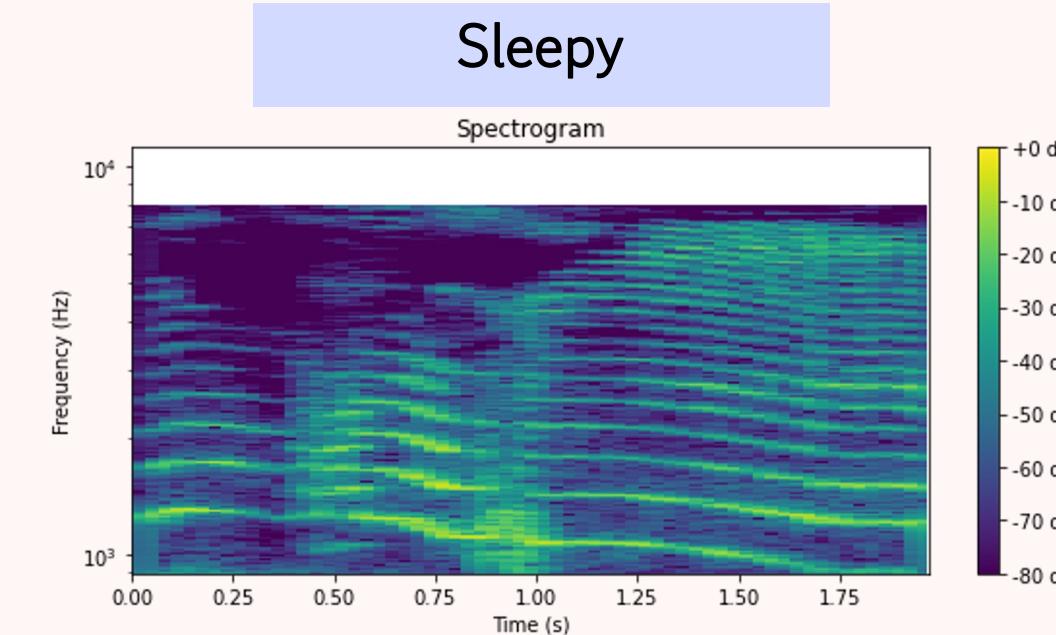
4. 상태에 따른 비교

스펙트로그램의 패턴 존재

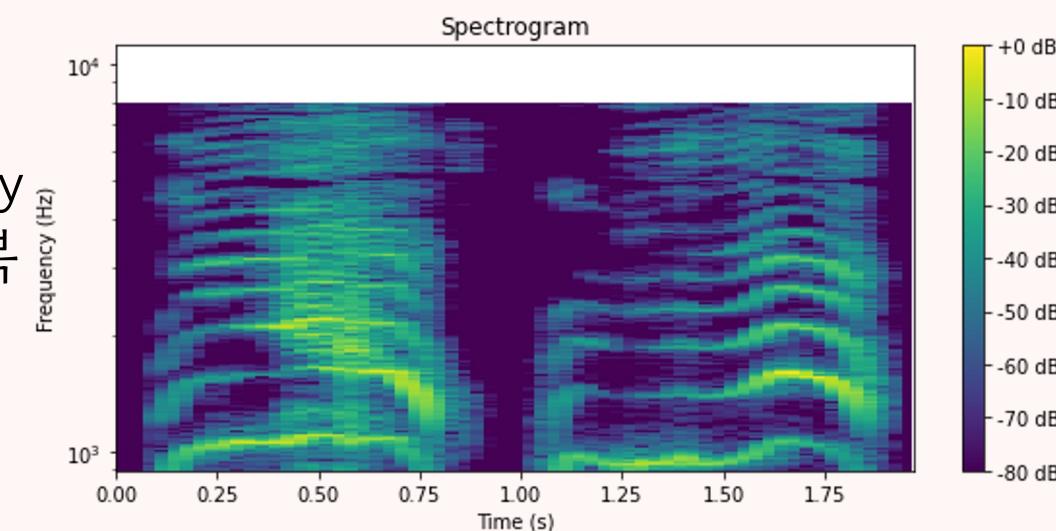
슬플 때는 짧고 높은 파형이 반복되는 패턴을 가진다.



졸릴 때는 긴 형태의 파형이 보인다.

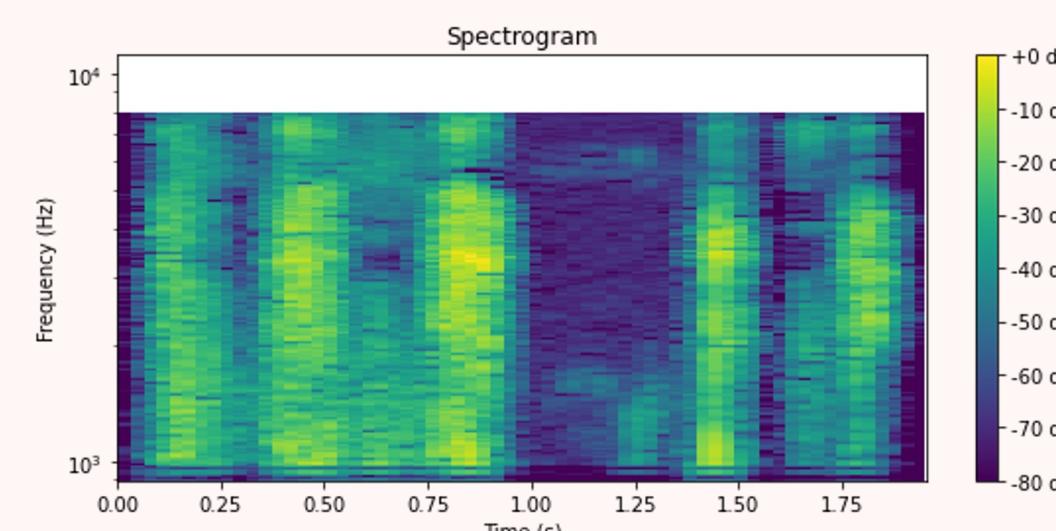


Sad보다는 길지만 Sleepy보다는 짧은 파형이 반복된다.



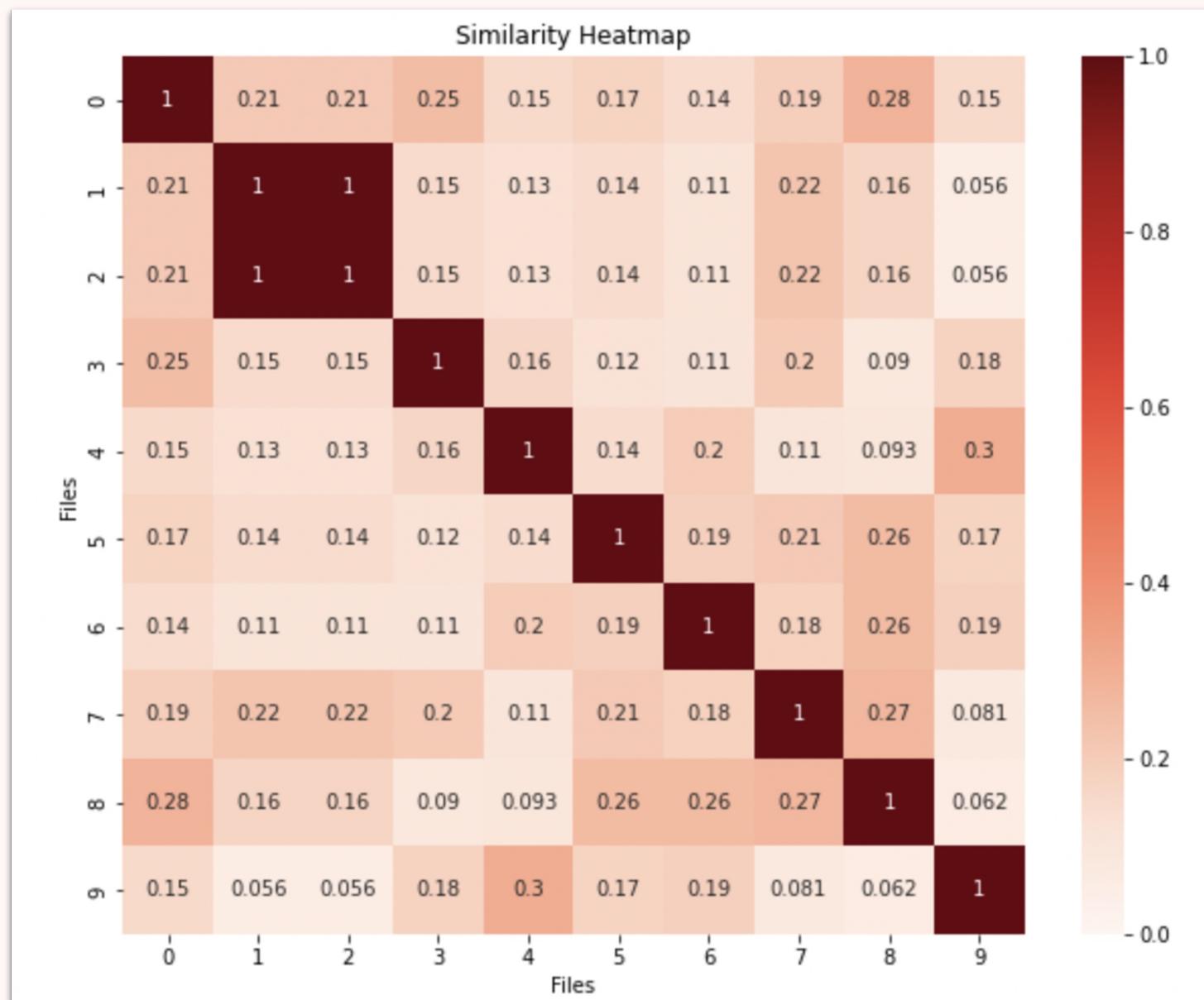
높은 음성이 지속적으로 감지된다.

Awake



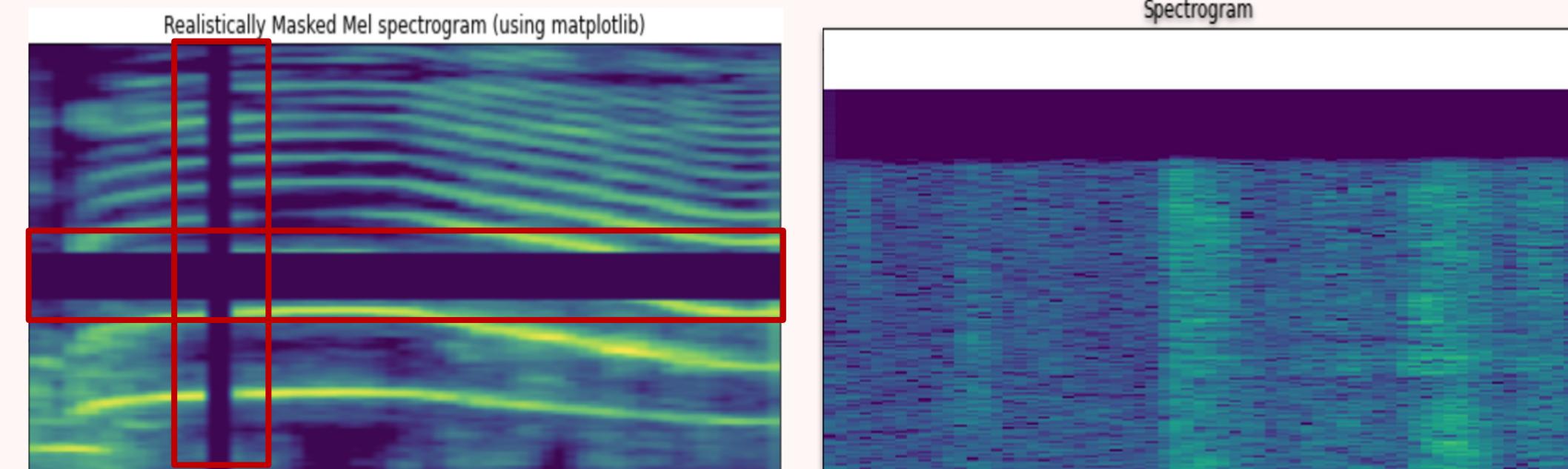
Diaper

5. 데이터 제거 및 증강



유사도 분석 상위 10% → 같은 레이블의 특징을 대표 → 증강

유사도 분석 하위 10% → 같은 레이블의 특징이 없음 → 제거



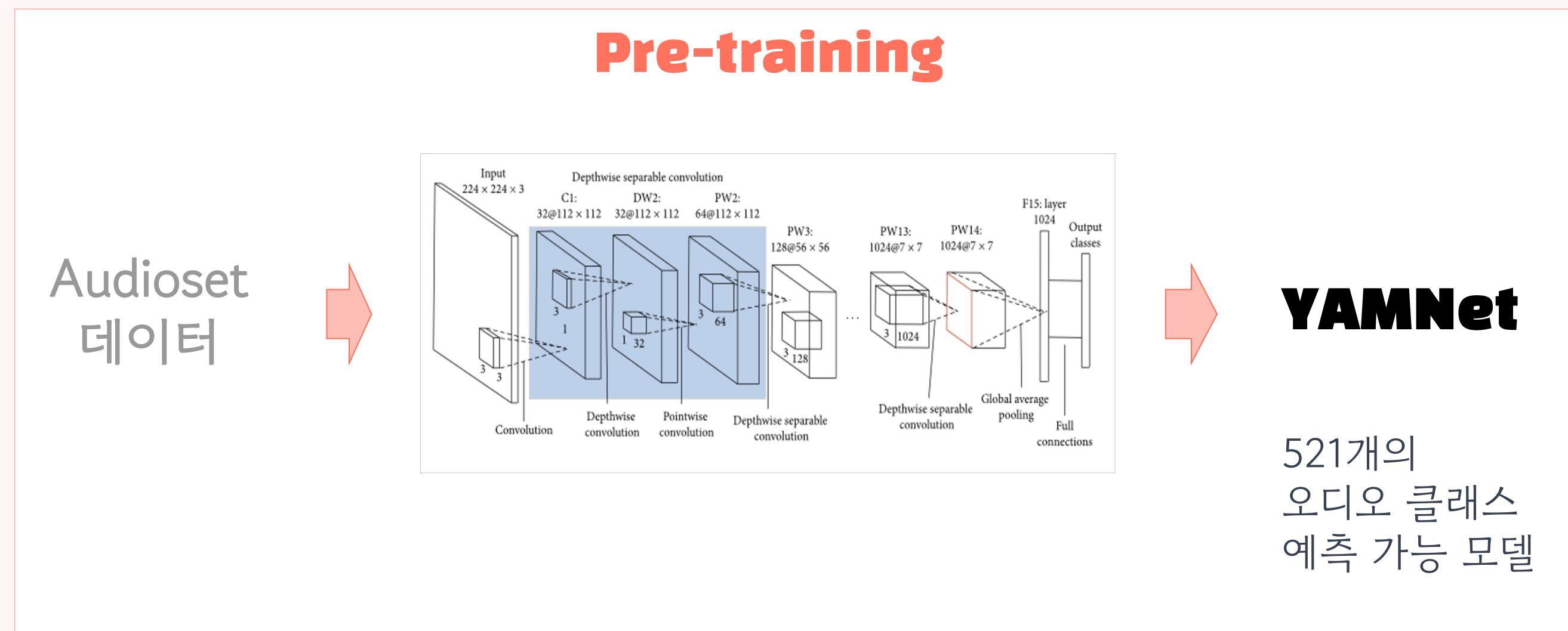
Masking을 통한 데이터 증강

패턴 없는 데이터 제거

1. 울음소리 분류

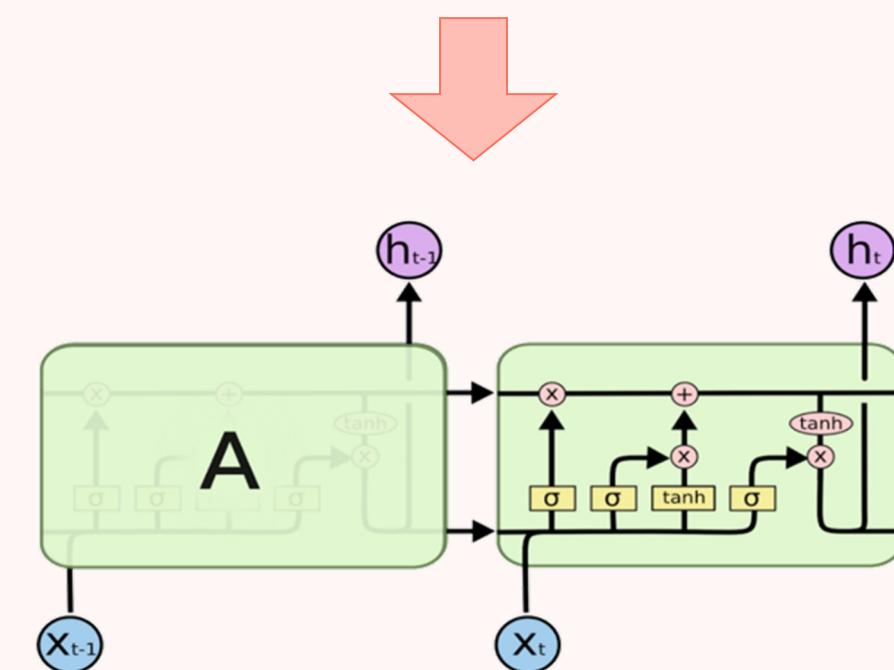
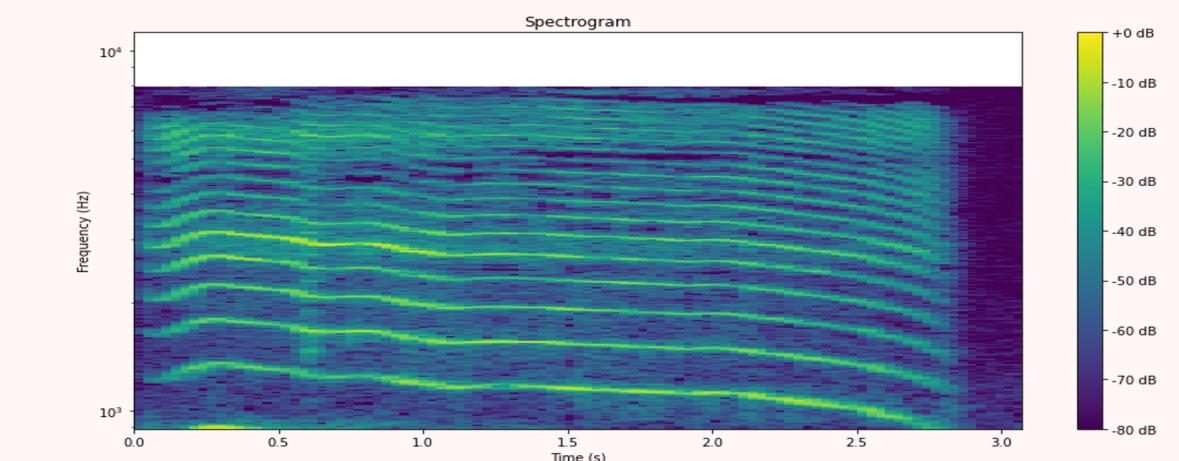
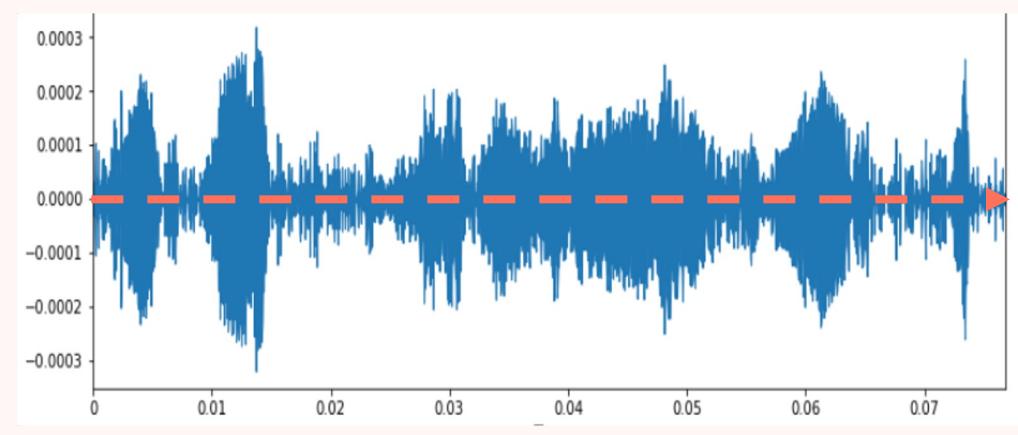
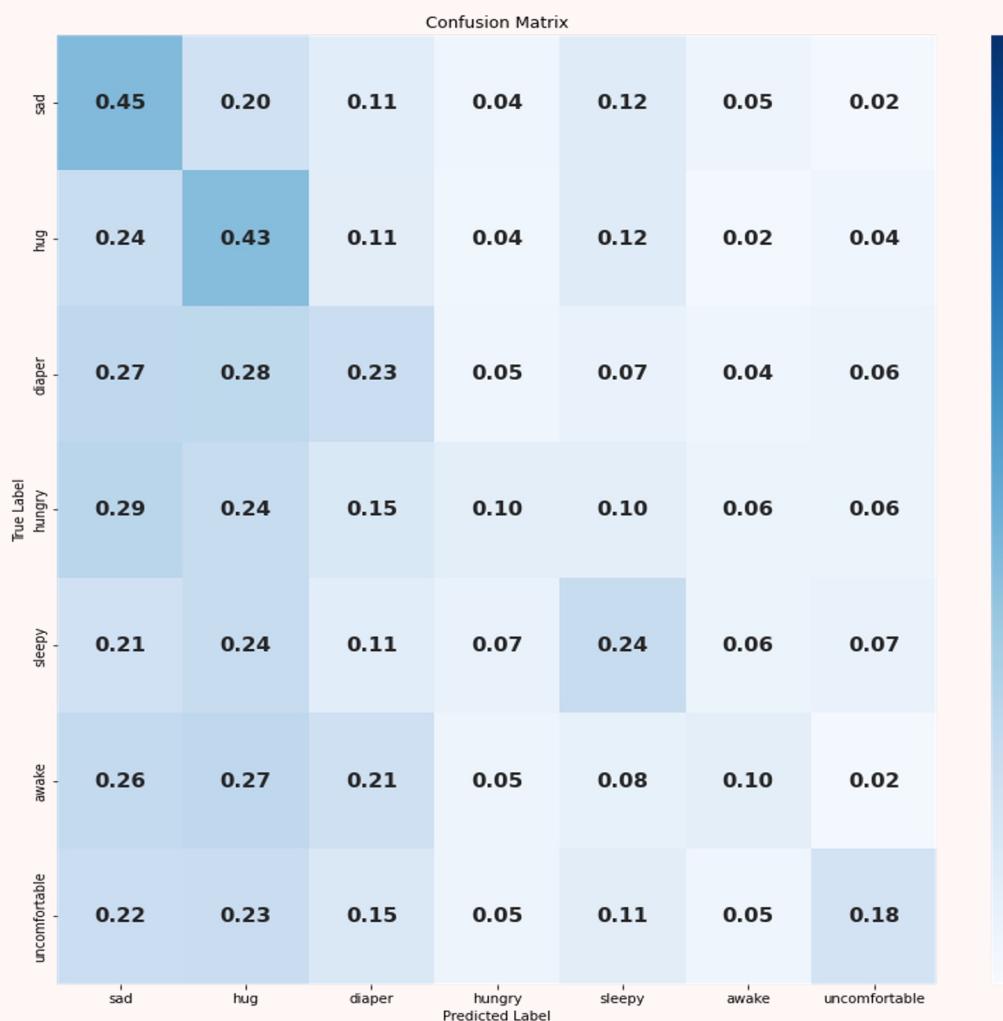
YAMNet (Yet Another Multilabel Convolutional Neural Network)

: Pre-trained 모델(GOOGLE사 제작)



2. 울음 원인 분류

1. 이전 시도



KNN: 28.42%

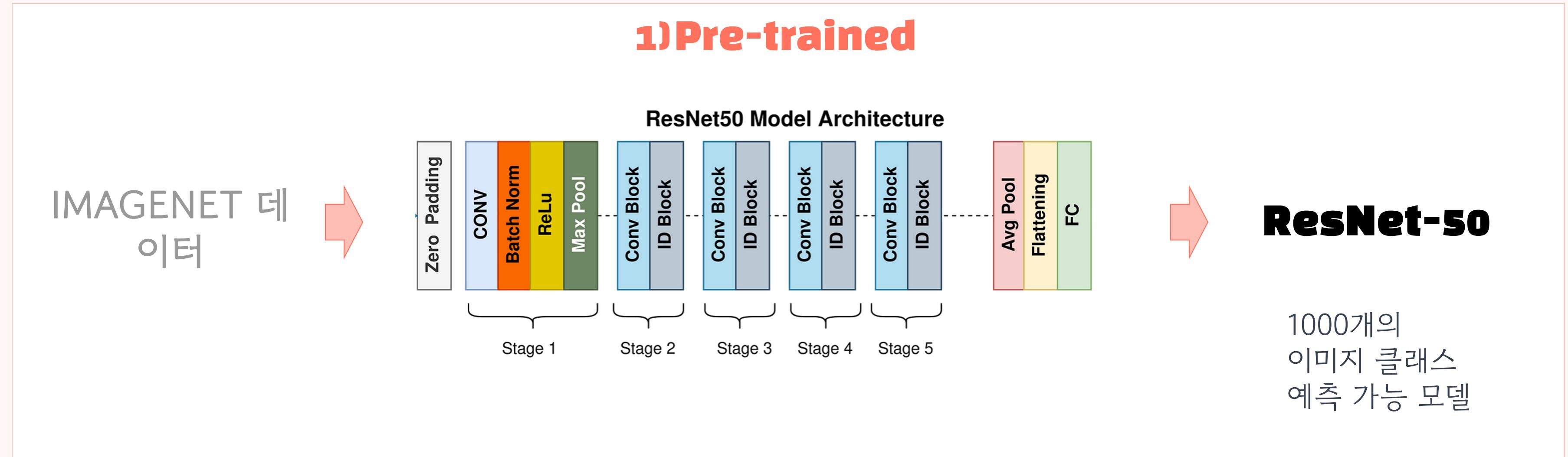
LSTM: 76.23%

CRNN: 84.32%

2. 울음 원인 분류

2. ResNet-50(Residual Network 50)

: Pre-trained + Fine-tuning 모델



2. 울음 원인 분류

2. ResNet-50(Residual Network 50)

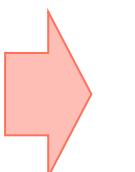
: Pre-trained + Fine-tuning 모델

2) Fine-tuning

ResNet-50 +

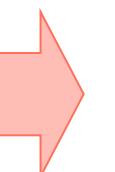
1000개의
이미지 클래스
예측 가능 모델

global average
pooling
Dense layer



Training

batch_size = 32,
steps_per_epoch = 160
epochs = 85



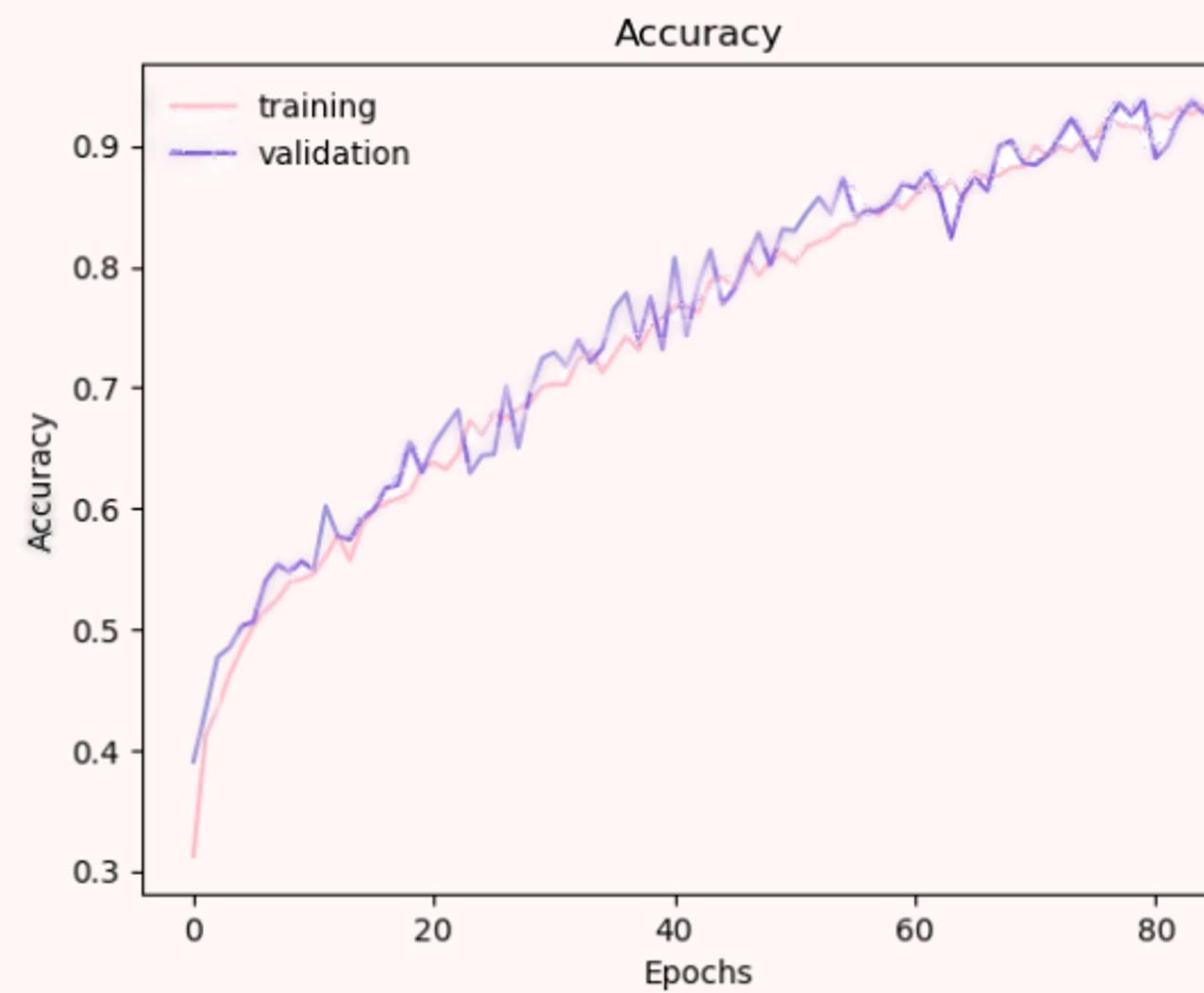
ResNet-50

7개의
스펙트로그램 클래스
예측 가능 모델

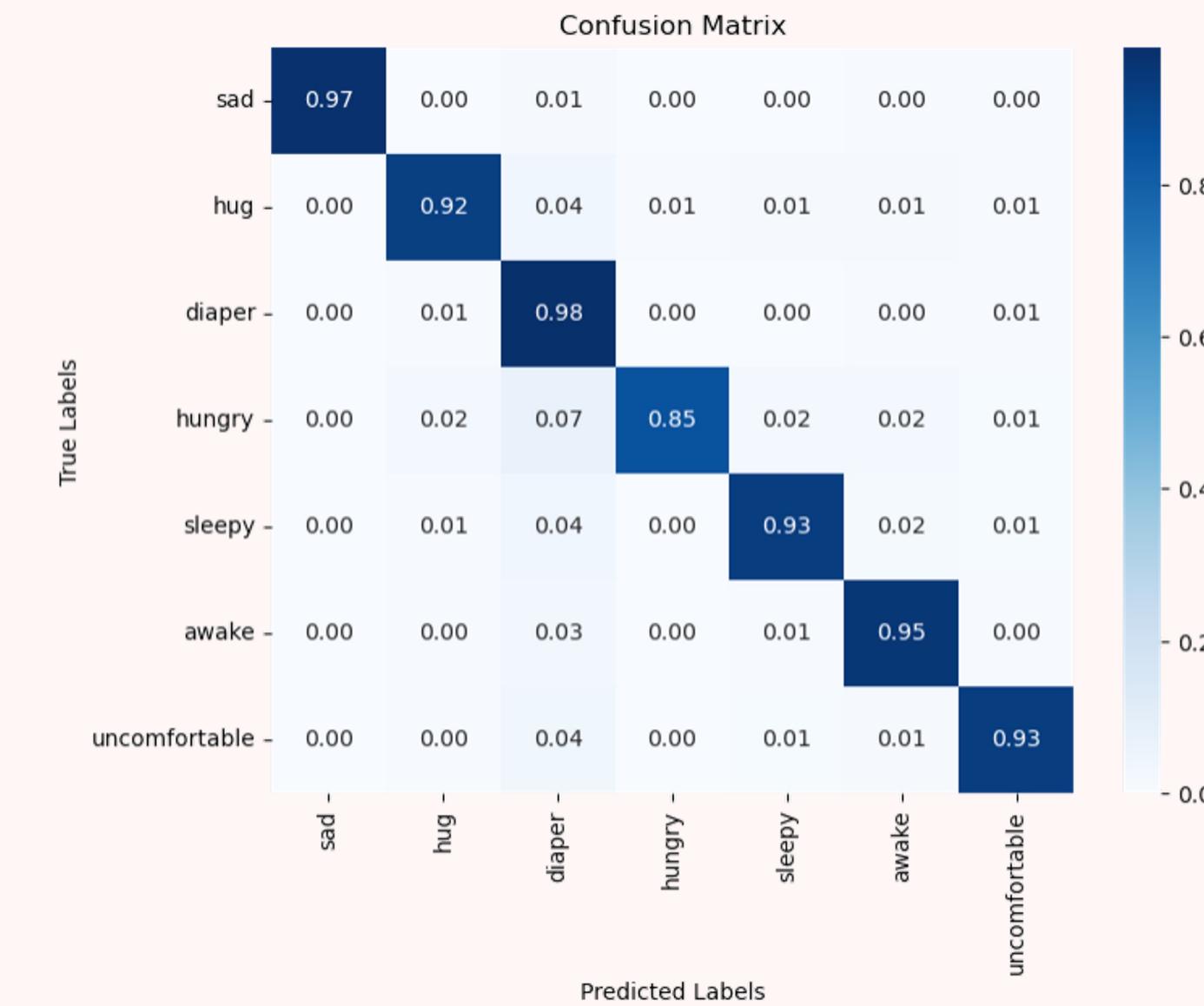


diaper:	0.798
hungry:	0.093
awake:	0.067
sad:	0.022
hug:	0.010
sleepy:	0.006
uncomfortable:	0.001

3. 결과 및 검증



〈딥러닝 모델 적용〉



Accuracy: 93.34%

F1-score: 0.93432

01. 주제 선정

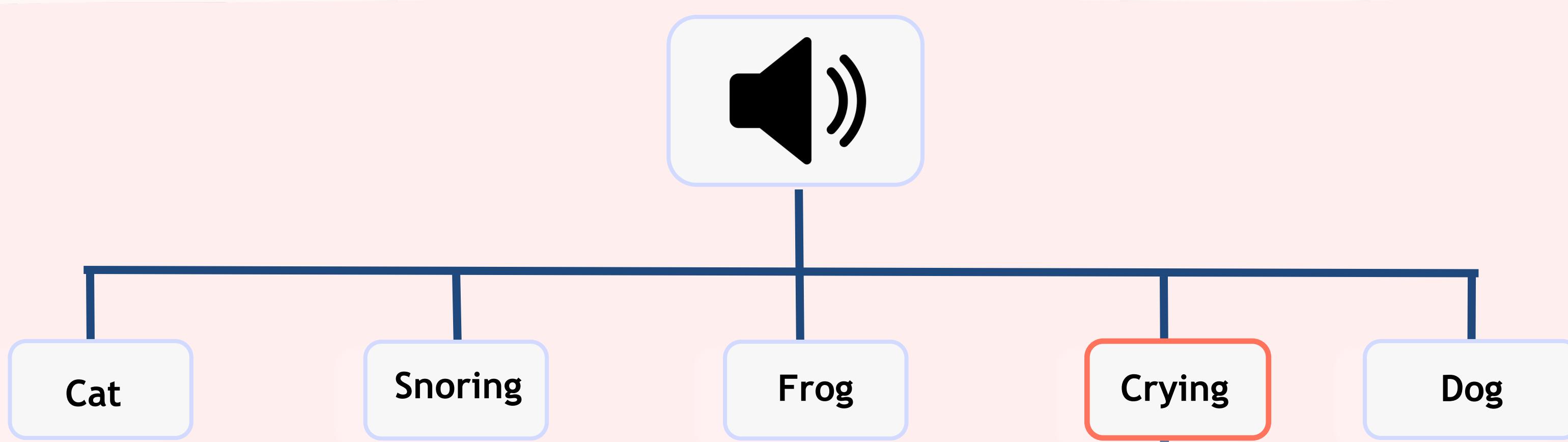
02. 데이터

03. 모델

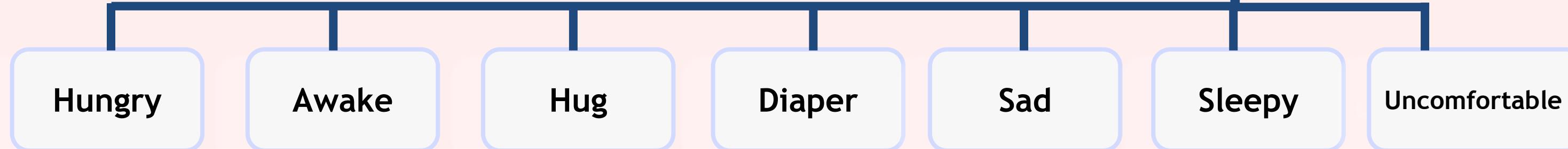
04. 앱

05. 결론

1 울음소리 감지 YAMNet



2 울음 원인 분류 ResNet-50



01. 주제 선정

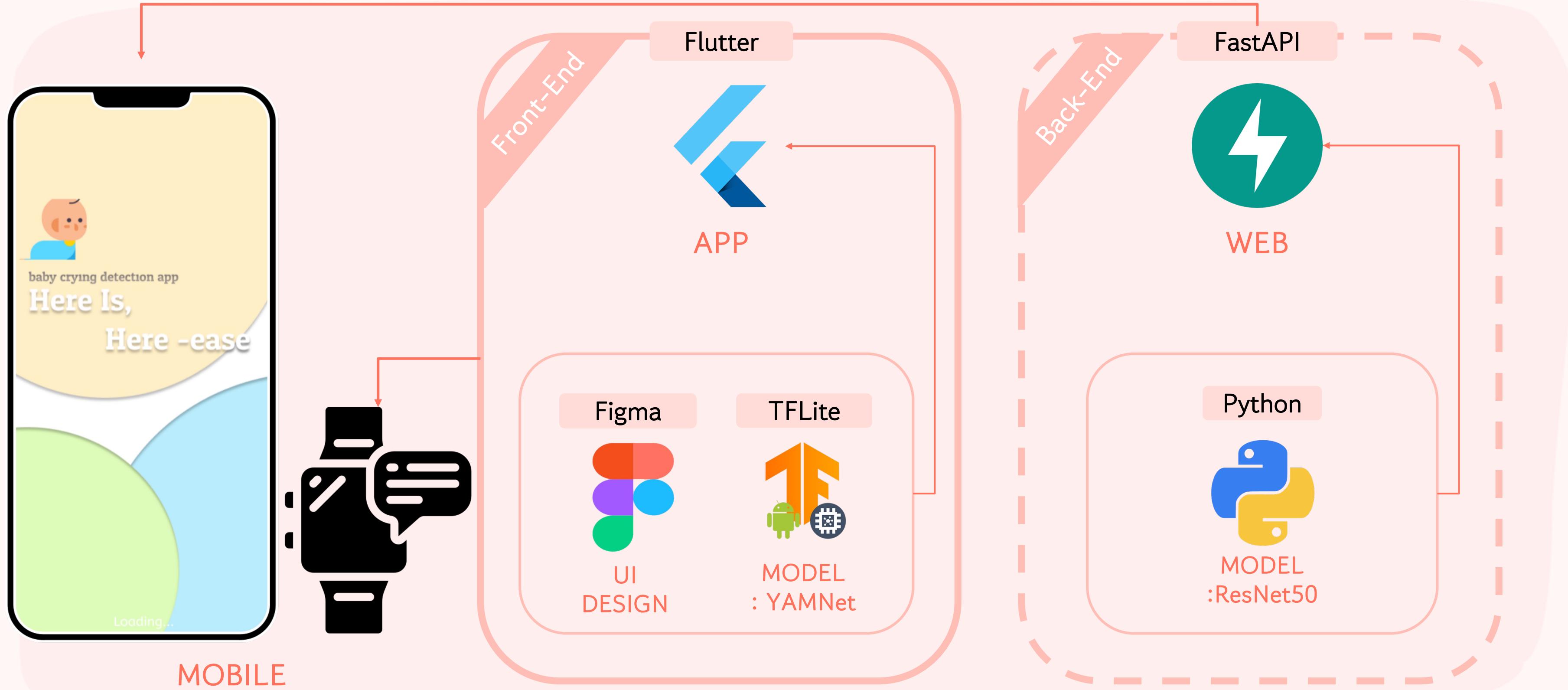
02. 데이터

03. 모델

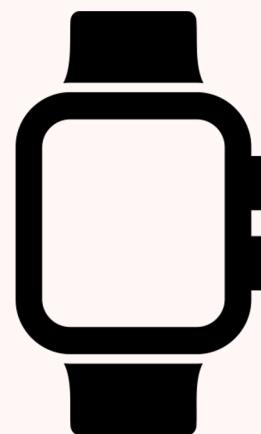
04. 앱

05. 결론

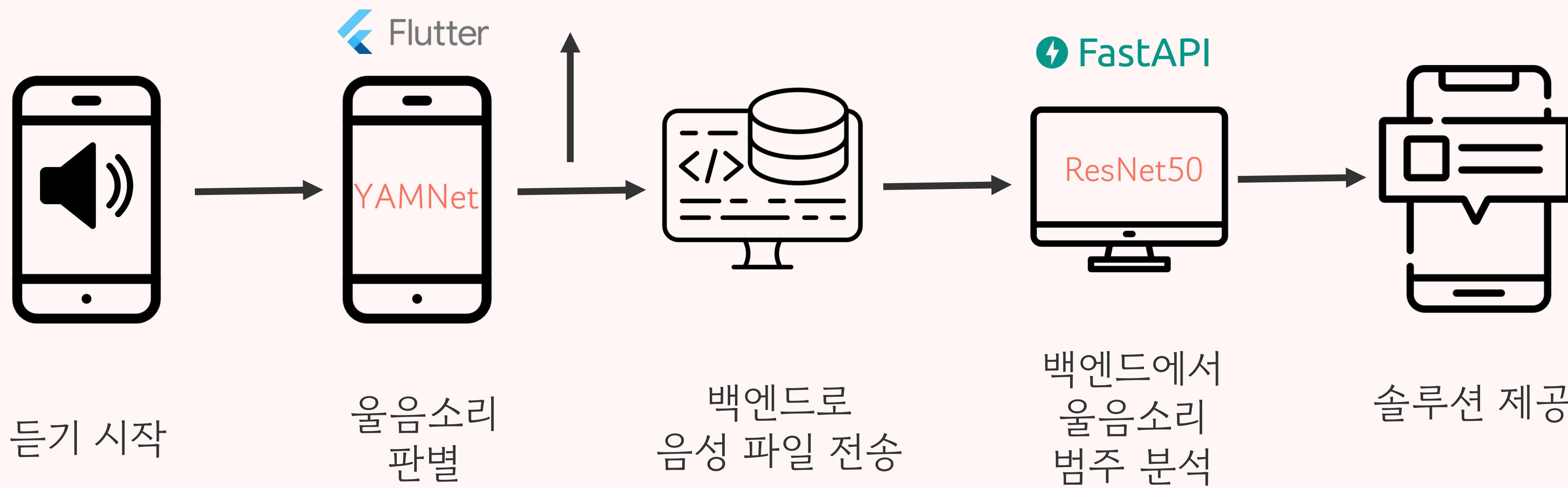
1. 개요



1. 개요



사용자에게
알림 전송



01. 주제 선정

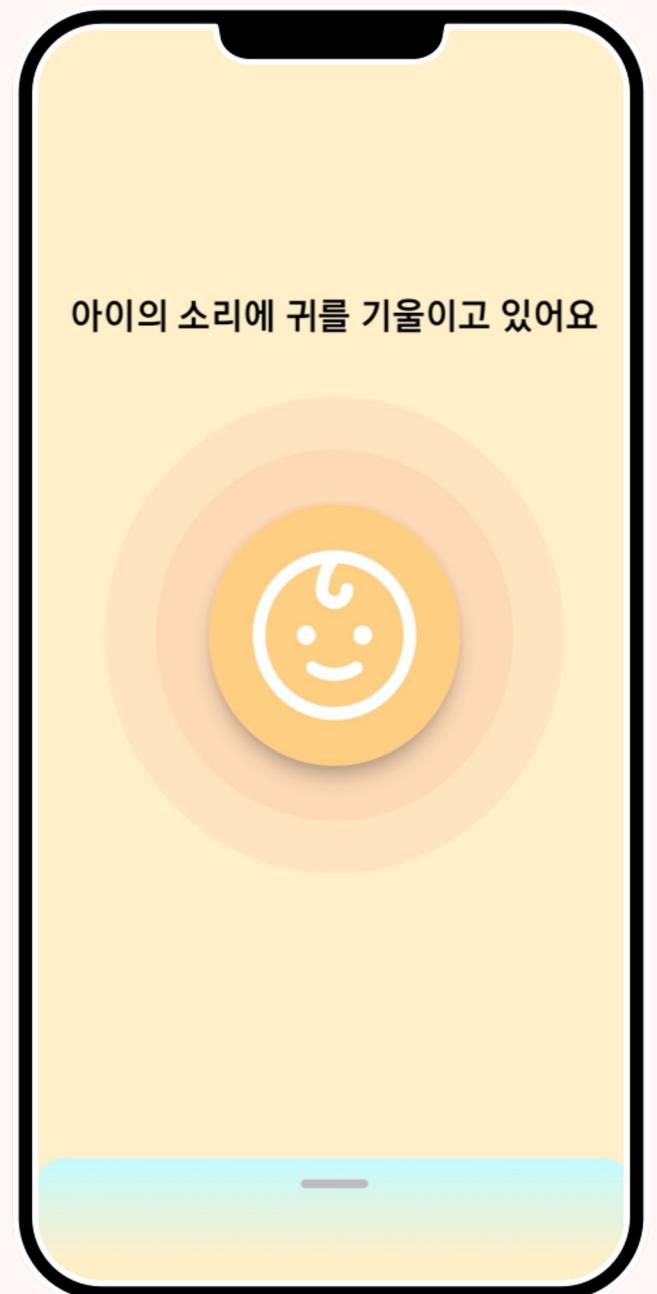
02. 데이터

03. 모델

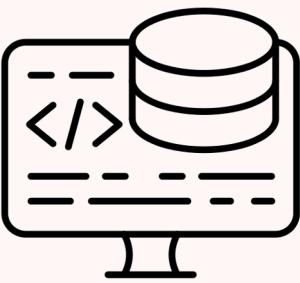
04. 앱

05. 결론

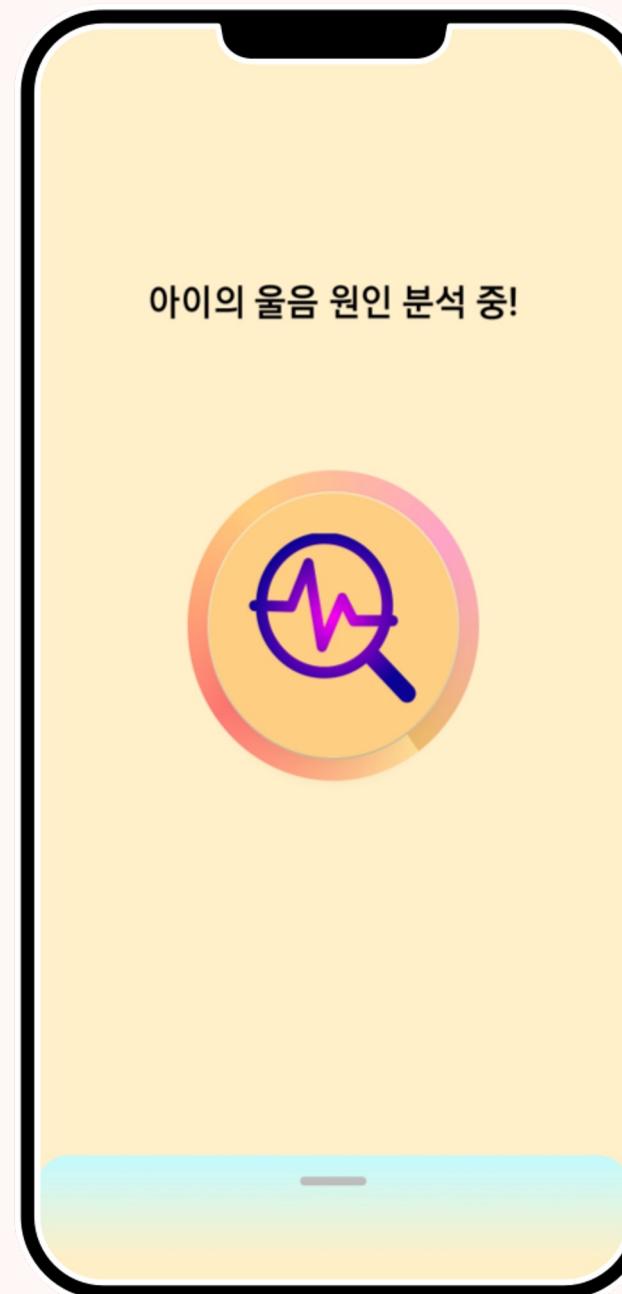
2. 앱 구현



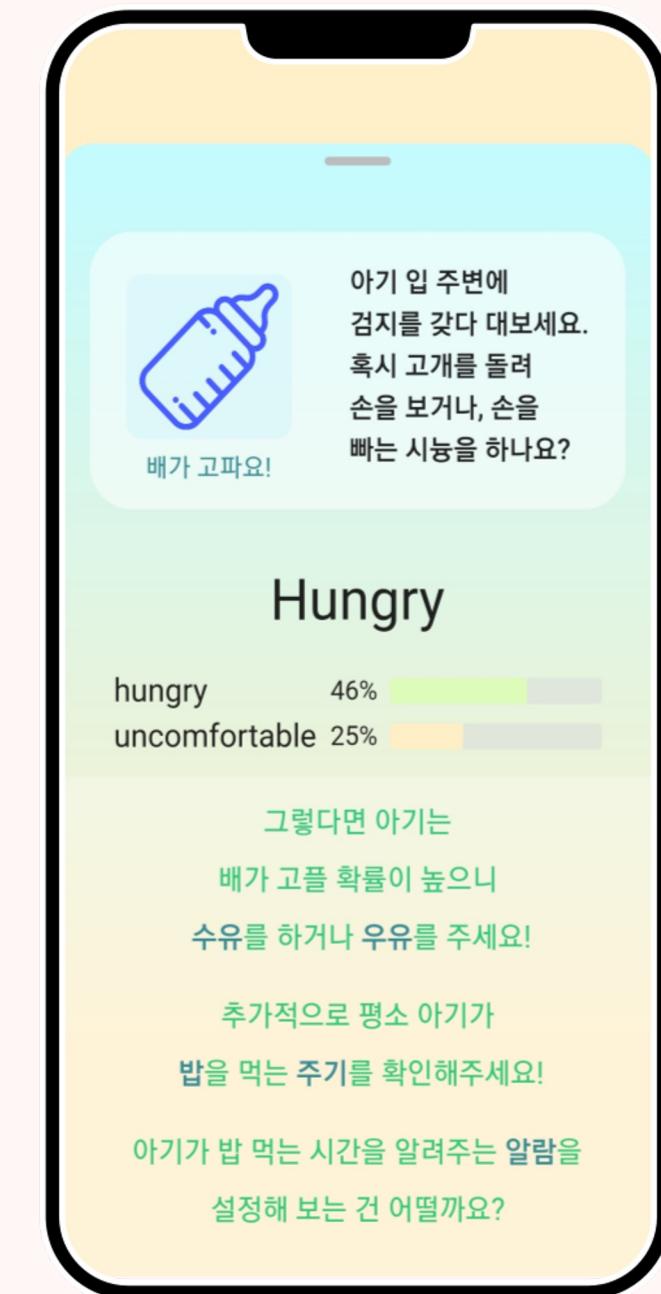
백엔드로
전송



앱으로
전송



울음 원인 분석



솔루션 제공

듣기 시작 & 울음소리 판별

[Here is, Hear-ease] 청각장애 부모를 위한 아기 울음소리 감지 및 범주 분류

01. 주제 선정

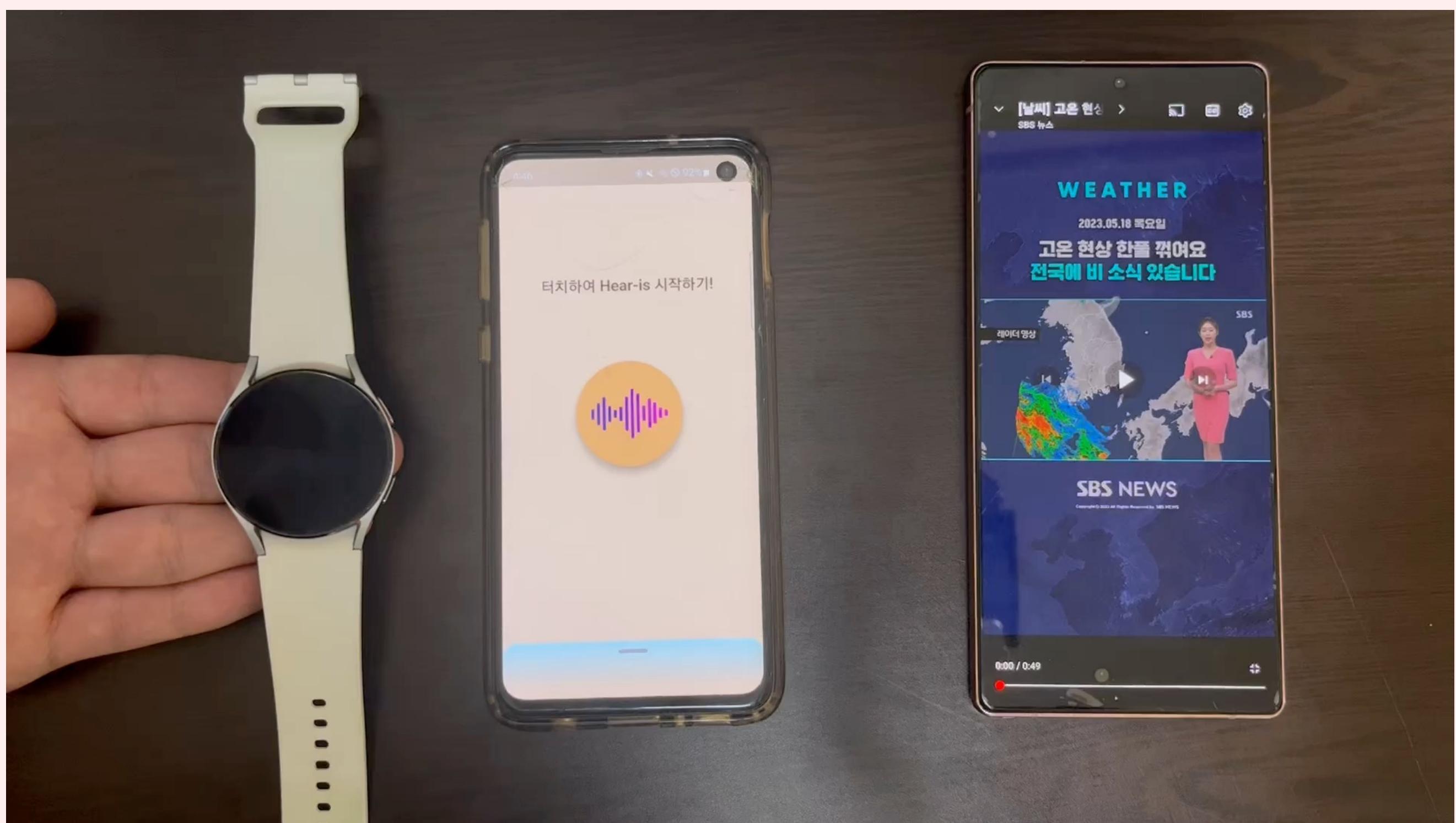
02. 데이터

03. 모델

04. 앱

05. 결론

3. 시연 영상



[Here is, Hear-ease] 청각장애 부모를 위한 아기 울음소리 감지 및 범주 분류

01. 주제 선정

02. 데이터

03. 모델

04. 앱

05. 결론

1. 개발 목표 달성 현황

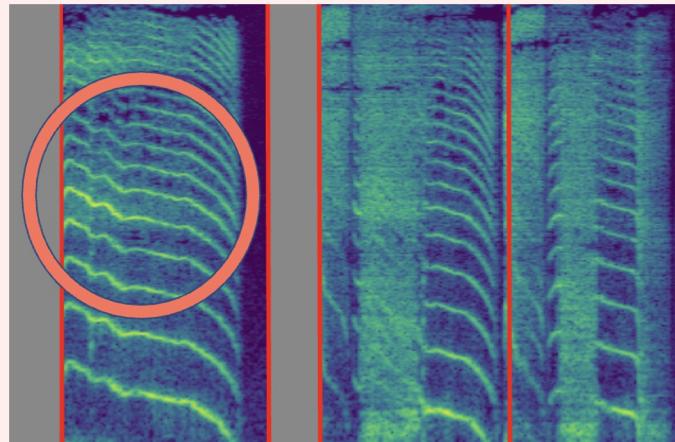
기존 앱

직접 울음 시작 시점부터
10초간 녹음을 수행

실시간 감지 불가능 &
다른 음성과 구분 불가능

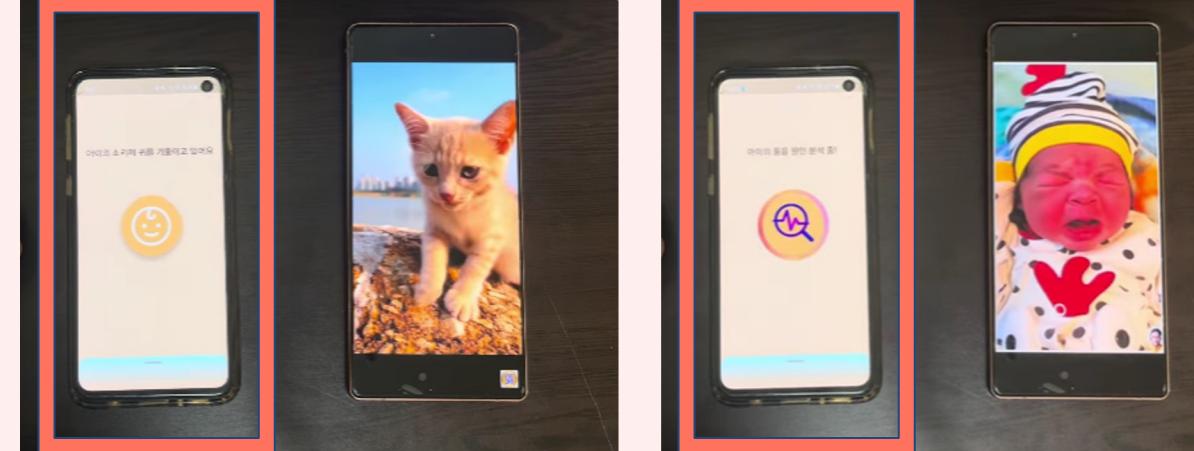
울음 여부를
핸드폰으로만 확인 가능

Here is,
Hear-ease



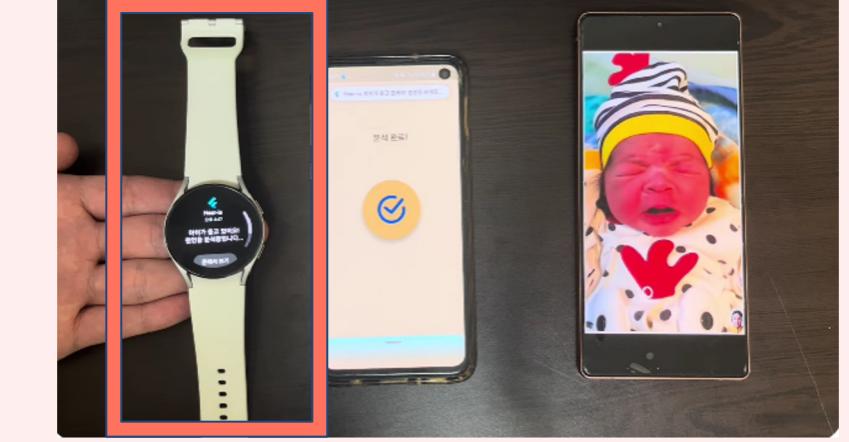
자동으로 울음 시작 시점부터
2초간 녹음 수행

감지 ✕



아기의 울음소리를 실시간으로 감지
& 아기 울음 소리에만 반응

감지 ○



웨어러블 디바이스에서도
확인 가능함

01. 주제 선정

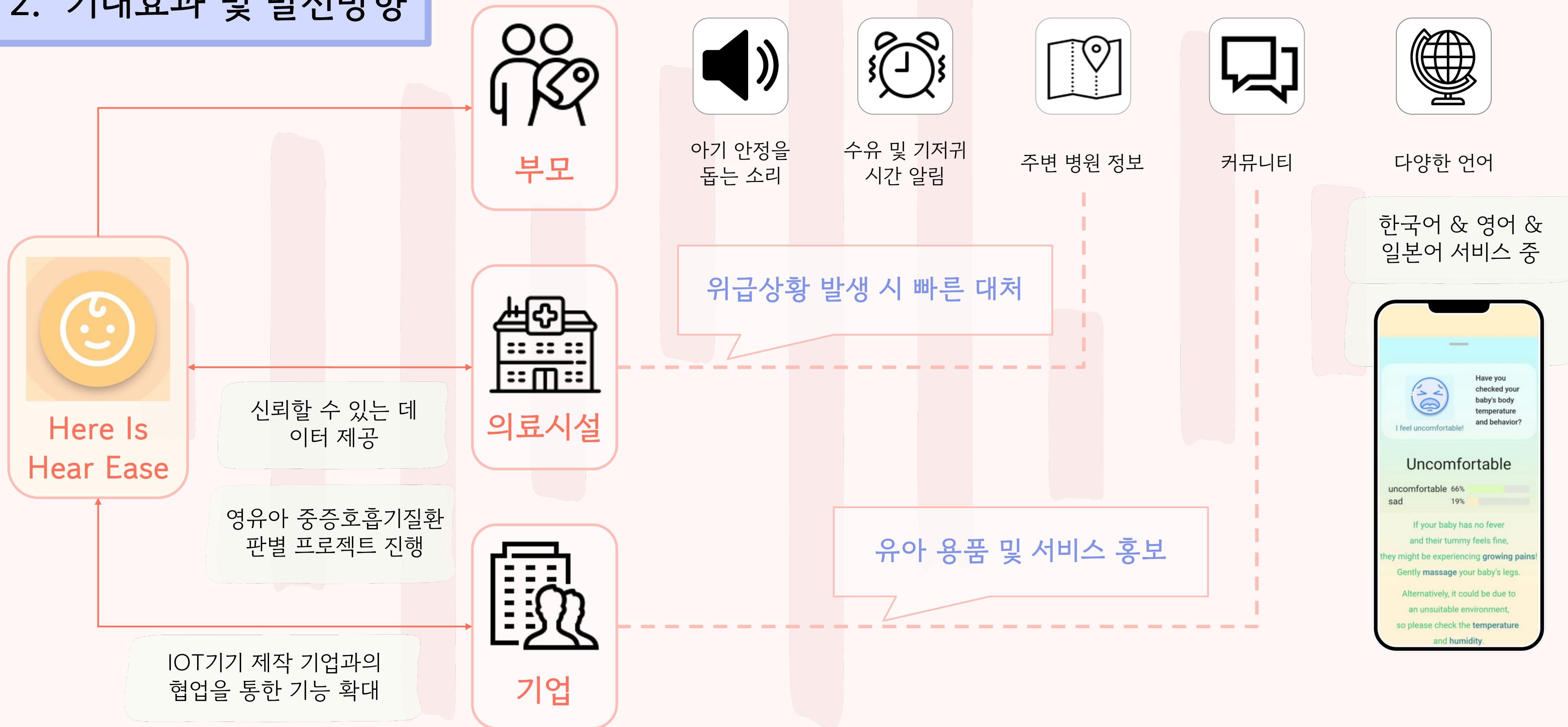
02. 데이터

03. 모델

04. 앱

05. 결론

2. 기대효과 및 발전방향



[Here is, Hear-ease] 청각장애 부모를 위한 아기 울음소리 감지 및 범주 분류

“**기술을 통한 사회적 복지 실현**”

감사합니다

발표를 들어주셔서 감사합니다 :)