

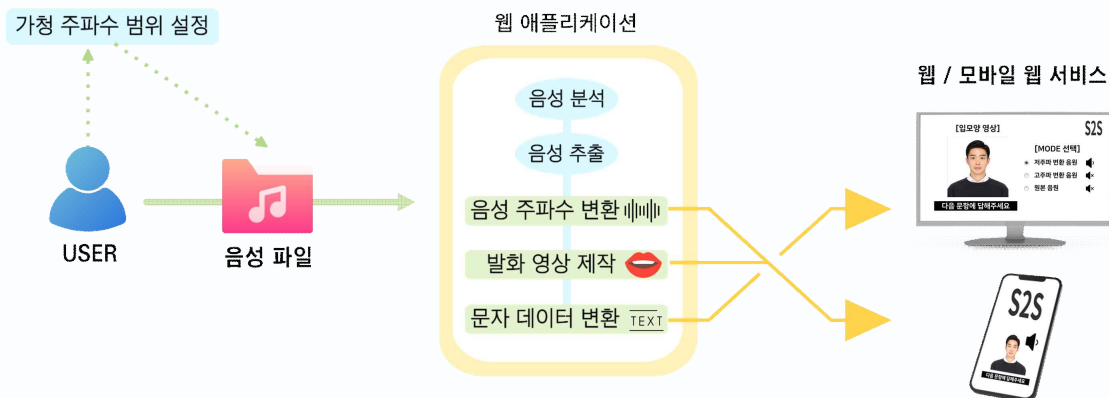
2023년 K-디지털 트레이닝 해커톤 아이디어 개발 기획서

참가팀명		식스센스
제안 아이디어	명칭	S2S (Sound to Show)
	소개	경증 청각장애인들의 청취를 보조해주는 Librosa, Wav2Lip 기반 베리어 프리 서비스
1. 추진배경		청각장애인의 소통 한계 및 보조 서비스 제공의 필요성

※ 'S2S(Sound to Show)' 서비스 요약

본 프로젝트는 경증 청각장애인에게 변환된 음성과 입모양 시각화 영상 및 텍스트를 제공하여, 학업 성취도 및 사회 참여 기회를 증진시키기 위한 서비스인 S2S(Sound to Show)를 제작하고자 한다. 'S2S' 서비스의 흐름은 [그림 1]과 같다.

('S2S' 서비스 구현 데모 영상: <https://youtu.be/R54oZkmOmF4>).

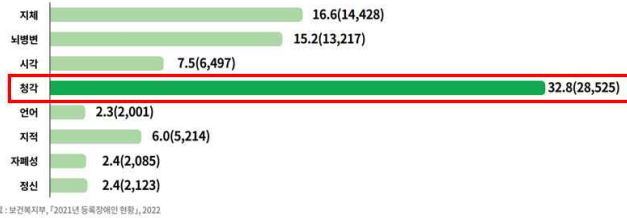


[그림 1] S2S(Sound to Show) 서비스의 구현 구상도

1.1 청각장애인의 증가 추이와 언어 학습의 어려움

- 청각장애인은 청각 기관의 손상으로 인해 의사소통이 제한되어, 일상생활, 교육, 의료, 여가 등 다양한 영역에서 많은 제약을 받는다[1]. 한국 전체 장애 인구 중 청각장애 비율은 16.0%로 지체장애인 다음으로 큰 비중을 차지하며 2011년(10.4%)부터 2022년(16.0%)에 걸쳐 증가해왔다.[2]. 또한, [그림 2]에서 2022년 신규 등록 장애인 중 청각장애인이 가장 높은 비율인 32%를 차지하고 [3], [그림 3]과 같이 난청 진료 환자수 또한 계속 증가하는 추세이다[4]. 하지만, 국내 청각 장애 관련 현행 서비스 및 정책들은 이러한 청각장애 현황에 뚜렷한 해결책이 되지 못하고 있다[5-6].
- 대표적으로 대학수학능력평가의 영어듣기평가의 경우, 중증 청각 장애 수험생은 듣기 평가를 필답 고사로 대체 실시한다[7]. 그러나, 경증 장애를 가진 수험생은 필답시험을 신청하기 위해 허가받는 절차가 까다로워, 청인들과 동일한 환경으로 시험을 보는 불공평을 감수해야 한다[8-9]. 따라서 듣기 평가 시, 경증 청각장애인의 청취를 도와 공정한 시험을 시행할 수 있는 시스템이 절실하다.

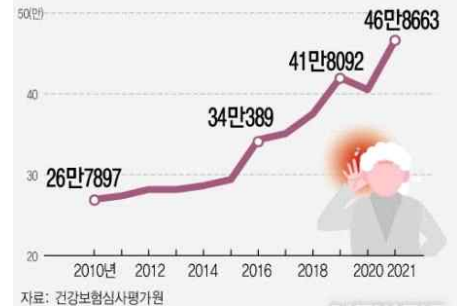
• 장애유형별 (% ,명) 2021



자료: 보건복지부, 「2021년 등록장애인 현황」, 2022

[그림 2] 2021년 새로 등록된 장애 유형별 비중

난청 진료 환자수 추이 단위:명



자료: 건강보험심사평가원

[그림 3] 난청 진료 환자수 추이

- 또한, 청각장애인의 경우 언어 학습의 장벽이 존재한다. 비장애, 시각장애, 청각장애 대학생을 대상으로 테스트한 결과, 그 중 청각장애 대학생의 영어 어휘력(평균 점수)이 가장 낮았으며(20.42 > 19.8966 > 14.4400), 초등 어휘에서 고등 어휘로 갈수록 그 차이가 심화된다(11.6400 > 11.3913 > 4.9200)[10].
- 청각장애 아동의 언어발달 교육에서도 문제점이 드러난다. 중도·고도·최고도 난청이 있는 청각 장애 영유아·아동의 경우에는 발화자의 입모양을 관찰하고 의미를 파악하는 독순 기반의 구화 교육이 반드시 필요하다[11-12]. '장애 대학생 교육 활동 지원 사업'을 통해 청각 장애 대학생은 전문 교육 지원 인력이나 수어 통역 및 문자 통역 서비스를 제공 받을 수 있는 반면, 초·중등 교육에서는 관련 지원이 매우 미흡하다[13].
- 따라서, 본 프로젝트는 청각장애인의 영어 듣기 평가, 언어 학습, 그 외 일상 생활에 활용될 수 있는 청취 보조 시스템을 제작하고자 한다.

1.2 보청기의 한계점과 주파수 변환

- 2015년부터 정부는 보청기 구입 국가보조금을 기존 34만원에서 최대 131만원으로 확대 지원했으나[14], 실 지급을 위해서는 처방전, 세금계산기, 검수확인서 등 복잡하고 번거로운 절차가 또다른 장애물로 작용한다[15]. 국내 난청인구 약 300만 명 중 보청기 보급률은 10%대 중반에 머물고 있을 정도이다[16]. 더욱이 보청기 브랜드 '와이덱스' 에서 진행한 설문조사에 따르면 불편한 착용감, 주변 시선 의식, 가격, 번거로운 관리 등으로 청력 이상을 느끼면서도 착용을 주저하는 등 보청기는 근본적 해결책으로 기능하지 못하고 있는 실정이다[17-18].
- 또한, 청각장애인은 가청 주파수에 따라 구분할 수 있는 단어의 종류가 상이하다[19]. 이를 보완한 소리를 제공하기 위해 다양한 frequency 변환 기술이 적용되고 있다. Frequency composition 기술은 고주파 영역의 소리를 낮은 주파수 대역으로 합성하며, 이를 통해 고주파 청력 상실을 가진 성인들의 자음 인식, 어말 감지, 소음 환경에서 문장 이해력 및 주관적 이점에 긍정적인 영향을 미쳤다[20]. 또한, Frequency transposition 기술은 고주파수 대역의 소리를 낮은 주파수 대역으로 이동시키는 방식이며, 해당 기술을 적용했을 때 어린이들의 음성 인식 능력뿐만 아니라 말하기 능력의 전반적인 개선을 가져올 수 있다[21].
- 따라서, 본 프로젝트는 주파수 변환을 통해 경증 청각장애인의 청취도를 향상시킬 수 있는 서비스를 포함한다.

1.3 수어의 한계점과 청각장애인의 다양한 의사소통 방법

- [그림 4-5]와 같이 보건 복지부 장애인 실태 조사에 의하면, 청각장애인 중 수어 가능자는 단 12.0%에 불과하며, 주 의사소통 방법 중 수화 언어는 2.8%에 그쳐 그 비중이 매우 적다[22]. 즉, 모든 청각장애인이 수화로 소통한다는 생각은 편견이며, 국내 학습 인프라도 미비하며 활용성도

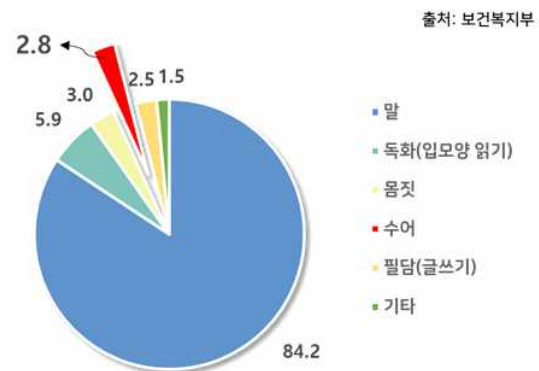
낮아 수어가 청각장애인의 원활한 의사소통 방식이라고 말하기 어렵다[23].

청각장애인의 수어 가능 여부



[그림 4] 청각장애인의 수어 가능 여부

청각장애인의 주요 의사소통 방법 (단위: %)



[그림 5] 청각장애인의 주 의사소통 방법

- 이처럼, 청각장애인의 의사소통 수단은 매우 다양하다. 그 중 독화는 입술의 움직임과 얼굴 표정으로 의미를 파악해, 말 기반 의사 소통에서 난청에 의한 정보 습득 한계를 보완하는 방법이다[24]. COVID-19으로 인한 마스크 착용 의무화로 입모양을 읽지 못하게 되면서 청각장애인의 의사소통이 단절되었을 정도로 독화는 청각장애인에게 큰 중요성을 갖는다[25].
- 따라서, 본 프로젝트는 **입모양 및 텍스트를 제공하여 청각장애인의 청취를 보조하는 서비스**를 포함한다.

2. 개발 목표 및 내용

음성과 주파수 영역을 입력받아 주파수 변환 및 입모양 영상과 텍스트를 출력하는 모바일 웹 서비스 제작

2.1 개발 목표

2.1.1 청각장애인을 위한 청취 보조 서비스 제공

- 사람의 얼굴, 특히 입모양 정보를 확인하지 못하고 음성에만 의지해야 하는 상황(영어 듣기 평가, 청각장애아동의 언어학습 등)에서, 청각장애인의 청취를 돕기 위한 배리어 프리 사운드 서비스 제공을 목표로 한다.
 - 청각장애인에게 잘 들리는 음역대로 변환해주는 **주파수 변환 알고리즘을 개발**한다.
 - 음성을 발화 영상으로 생성해주는 모델을 개발**한다.
 - 실시간으로 음성을 텍스트로 변환**하여 사용자에게 제공한다.
 - 모바일 웹 상에서 서비스**하여 휴대성 및 편리함을 제공해준다.

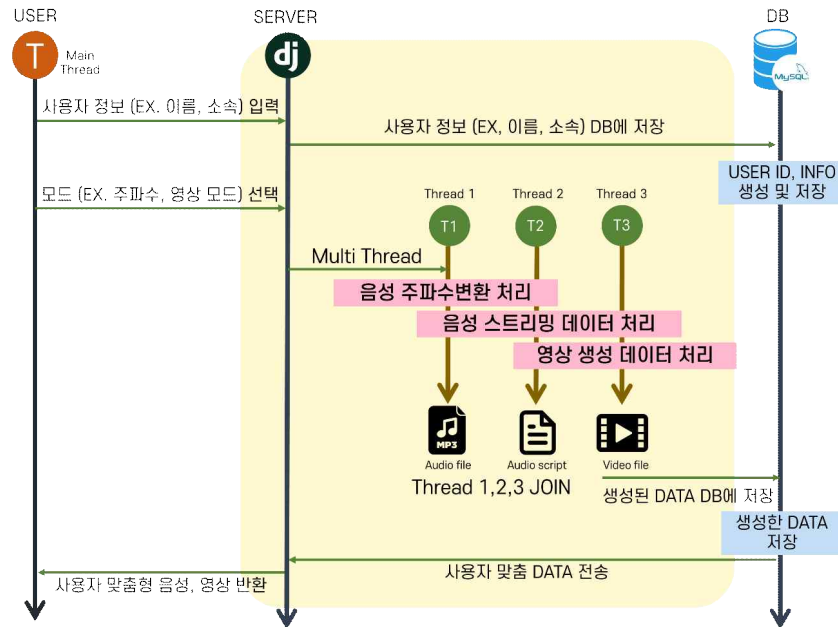
2.2 개발 내용

2.2.1 Service Flow

- 본 계획서가 제안하는 모바일 웹 서비스 'S2S'는 [그림 6]과 같은 흐름으로 작동한다. 이때, 본 Service Flow는 '영어 듣기 평가'의 사례에 적용된 상황으로 가정한다.

1) 사용자 정보 DB 저장

- 사용자는 'S2S'에 접속하여 본인의 이름과, 수험번호를 작성한다. 작성된 데이터는 DB에 저장된다.



[그림 6] S2S(Sound to Show)의 Service Flow

2) 사용자 맞춤형 데이터 생성 (모드 선택)

- 사용자는 'S2S'에 접속하여 모드 선택 창에서 본인에게 맞는 가청 주파수 (저주파수, 고주파수, 주파수 조정)를 선택한다.
- 모드는 가청 주파수 설정, 영상 유무 선택, 텍스트 유무 선택 3 가지로 나뉜다.
- **가청 주파수 설정**
 - 제공되는 TEST 음성을 들으며 고주파수 모드(저주파가 안들리는 경우), 저주파수 모드(고주파가 안 들리는 경우) 중 자신에게 적절한 주파수 모드를 선택할 수 있다. 이때, 두 모드에 적절한 주파수가 없는 경우 영역별로 나뉜 주파수를 추가 제공하여 자신에게 적절한 모드를 선택할 수 있다.
- **영상 유무 선택**
 - 입력된 오디오 데이터를 기반으로 생성한 입모양(안면 전체) 영상의 표시 여부를 결정한다.
- **텍스트 유무 선택**
 - 입력된 오디오 데이터를 토대로 자동 생성한 텍스트 표시 여부를 결정한다. 현재 사례는 영어 듣기 평가의 상황을 가정했으므로, 해당 기능을 제공하지 않는다.

3) 데이터 생성 과정

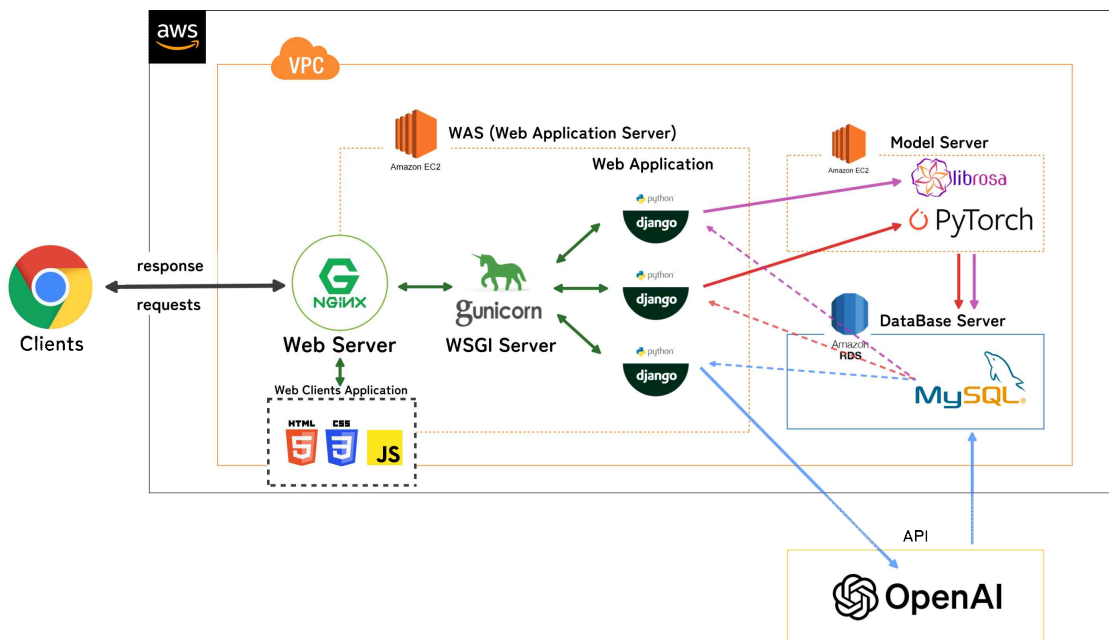
- 데이터 생성은 총 3 개의 스레드로 구성된다. 각 스레드의 기능은 다음과 같다.
- **변환 처리**
 - Librosa 를 거쳐 사용자가 설정한 주파수 영역으로 음성데이터를 시계열 데이터로 변환하고 mel-spectrogram 함수로 변환한 주파수를 제공한다.
- **영상 데이터 생성**
 - 사용자가 입모양 시각화 모드를 선택하면 오디오와 미리 준비한 베이스 영상을 제공받아 Wav2Lip 을 거쳐 발화 영상을 생성한다.

- 음성 스트리밍 데이터 처리

- 서버에서 Open-AI-API 를 이용해 음성에서 텍스트를 추출하고, 사용자가 텍스트 표시 모드를 선택하면 화면에 병행 제공한다.

2.2.2 시스템 설계도

- [그림 7]은 'S2S' 서비스의 배포 과정 설계도이다. 'S2S' 서비스는 모바일 웹 서비스에 최적화된 Chrome 브라우저를 클라이언트로 이용한다. 웹 클라이언트 애플리케이션으로는 HTML, CSS, JavaScript, 웹 애플리케이션으로는 Django 웹 프레임워크를 사용한다. 이들은 Gunicorn과 NGiNX를 통해 EC2에서 실행되어 Amazon Web Services를 통해 배포된다. Amazon EC2를 Model Server로 사용해 PyTorch, Librosa를 통해 생성된 데이터를 DB에 저장한다. Open-AI-API에서 생성된 데이터 또한 DB에 저장되며 DB 서버로는 MySQL을 사용한다. 생성된 데이터들은 Amazon RDS에 저장된다. 앞선 과정을 거쳐 'S2S' 서비스가 완성된다.



[그림 7] 'S2S' 서비스의 시스템 설계도

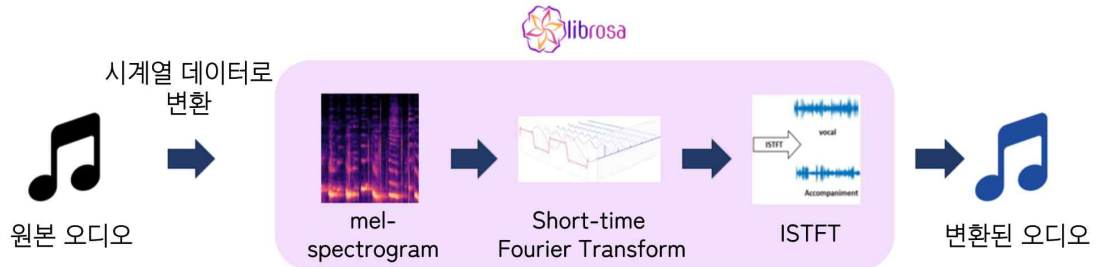
3. 주요 특징 및 핵심 기술

- 가청 주파수에 따른 주파수 변환 기술
- 입력 오디오 기반 입모양 생성 기술
- 실시간 음성 텍스트 변환 (STT, Speech-to-Text) 기술
- 청각장애인 대상 시스템 유효성 설문

3.1 가청 주파수에 따른 주파수 변환 기술

- 청각장애인은 청력 손실에 따라 가청 주파수 영역이 다르다[19]. 일반적으로 저주파 난청, 고주파 난청으로 분류할 수 있는데, 본 서비스는 사용자들로부터 미리 가청 주파수 영역을 입력받아 그에 따른 주파수 변환 음원을 제공한다. 보통 발화 주파수는 160~2,500Hz 내에 주로 분포하며, 2,000Hz의 주파수를 기점으로 청각장애인의 어음 인지 능력이 하락하기 시작한다[19]. 따라서, 고주파 난청에 대해서는 20~1,000Hz(저주파 1), 20~2,000Hz(저주파 2)의 2가지 주파수 영역으로, 저주파 난청에 대해서는 1,000~20,000Hz(고주파 1), 2,000~20,000Hz(고주파 2)로, 총 네가지의 주파수 영역으로 구성한다.
- Librosa 라이브러리를 활용, 입력 받은 음성 파일을 사용자의 가청 주파수 음역대로 변환하는 과정은 [그림 8]과 같다. 우선 입력 받은 음성 파일을 librosa.load 함수를 사용해 시계열 데이터로 바꾼 후, librosa.feature.melspectrogram 라이브러리를 사용하여 mel-spectrogram으로 변환시킨다. 여기

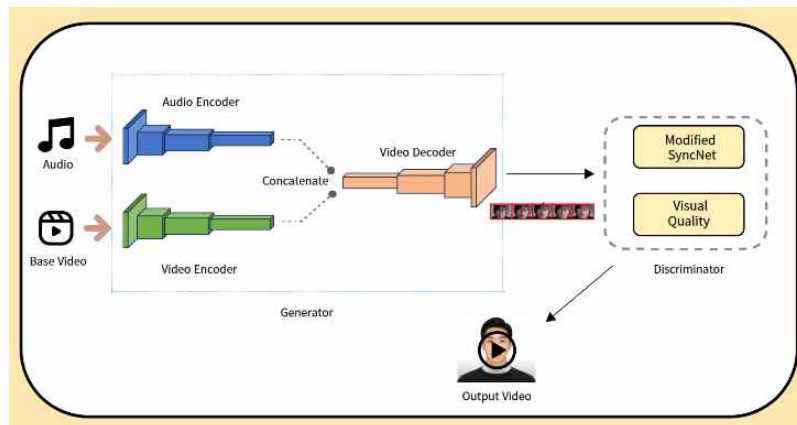
서 mel은 주파수 음역대를 기준으로 데이터의 범위를 지정해주어 해당 음역대에서 벗어난 데이터를 해당 음역대의 데이터로 변환시킨다. 그리고 푸리에 변환 기반의 STFT(short-time-Fourier-transform) 함수를 사용해 mel-spectrogram을 시간과 주파수의 행렬 값으로 바꾼다. 그 후 ISTFT (Inverse-short-time-Fourier- transform) 함수를 사용해서 복소수 스펙트로그램으로 변환하고, soundfile 함수로 이 복소수 스펙트로그램을 음성 파일로 최종 저장해 제공한다.



[그림 8] Librosa를 이용한 주파수 변환 과정

3.2 입력 오디오 기반 입모양 생성 기술

- 이번 단계에서는 원본 음성을 입력 받아 발화 영상을 생성한다.
- 본 시스템은 Wav2Lip을 선택해 청각장애인에게 보다 정확한 입모양 정보를 제공한다. 입모양 생성 기술로 기존에는 LipGAN을 사용했으나, 실제 영상에 적용한 결과 Visual artifact, 움직임 자연성, 정확도 면에서 아쉬움이 있었다. Wav2Lip은 LipGAN 대비 개선된 Discriminator를 거쳐 입술과 오디오 동기화, 비디오 품질을 개선한 후 최종 비디오를 반환하며, 56%의 동기화 정확도를 보였던 LipGAN 대비 91%라는 상당한 개선을 이루었다[26]. Wav2Lip을 활용해 입력된 음성 파일과 Base 얼굴 비디오에 대한 영상을 추출하는 과정은 [그림 9]와 같다.



[그림 9] Wav2Lip 아키텍처

- 서버에서 업로드한 음성 파일과 Base 비디오는 각각 Conv2D 층으로 이루어진 인코더를 거쳐 벡터로 변환된다. 이렇게 변환된 두 벡터들은 concat된 후 비디오 디코더를 통해 발화 영상을 생성한다. 그 후 Discriminator를 거쳐 입술과 오디오 동기화, 비디오 품질을 개선해 최종 비디오를 반환한다. 얼굴 표정 읽기 과제는 얼굴 제시 영역에 따라서 과제 수행도가 다르게 나타나며, 의사소통 정보 획득 측면에서 얼굴을 모두 보여주는 경우와 눈, 또는 입만을 제시하는 것이 다른 결과를 낼 수 있다[27].
- 이에 실제 청각장애인의 음성 주파수와 영상 자료 제공 방식 선호도를 최대한 반영하기 위해 설문을 진행했다. 자세한 내용은 3.4절에서 소개한다.

3.3 실시간 음성 텍스트 변환 (STT, Speech-to-Text) 기술

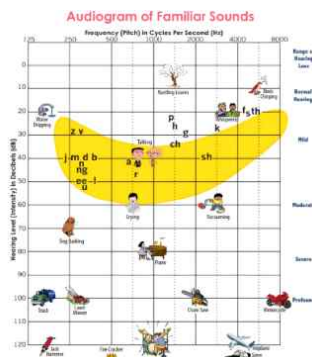
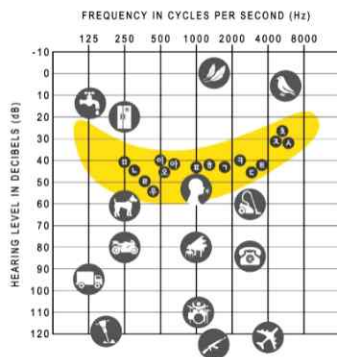
- Open AI API를 활용하여 입력받은 오디오 데이터 전체를 일정 길이의 시간대로 분할한 뒤 텍스트를 추출하고, 각 시간대와 자막을 매핑한 .srt 파일을 저장한다. srt 파일을 토대로, moviepy를 사용해 생성한 자막이 영상과 동기화되도록 삽입한다. 이를 통해 청각장애인의 의사소통에 도움이 되는 서비스를 제공한다.

3.4 청각장애인 대상 시스템 유효성 설문

- 본 프로젝트는 청각장애인에게 적합한 서비스를 제공하기 위해 인천에 위치한 특수학교의 청각장애인 9명을 대상으로 설문을 진행했다. 청각장애인에게 주파수 변환 음성이 원본 대비 언어 변별이 쉬운지를 확인하기 위해 주파수 변환 여부를 알지 못하는 상태에서 어떤 음성이 상대적으로 잘 들리는지 블라인드 테스트를 진행했다. 또한, 입모양 시각화 영상에서는 하관만 보여주는 영상과 얼굴 전체를 보여주는 영상 중, 발화 내용을 더 잘 알아볼 수 있는 영상이 무엇인지 선호도를 알아보았다.

3.4.1 주파수 변환 설문

- 사람의 발화는 보통 80~1,280 Hz의 주파수 범위에 속한다[28]. 또한, 경증 청각장애인의 경우 고주파와 저주파를 듣지 못하는 경우로 나뉜다[28]. 따라서, 한국어와 영어 발화 음성을 각각 20~1,000Hz(저주파 1), 20~2,000Hz(저주파 2), 1,000~20,000Hz(고주파 1), 2,000~20,000Hz(고주파 2) 주파수 영역으로 변환하였다. 이렇게 변환한 음성들은 원본 음성과 연속 청취해, 각 음성들 중 언어 변별 순위를 답할 수 있도록 문항을 구성하였다.



발화 문장	
한국어	쌀과 밥통을 싸게 샀어요.
영어	The girl is reading a book.

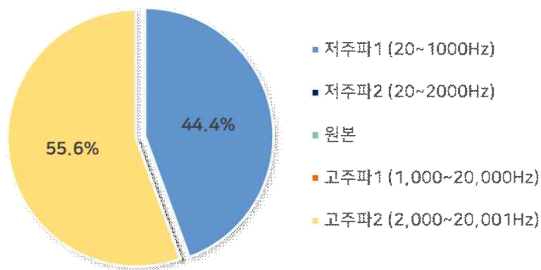
[그림 10] 자음 및 모음의 주파수 (좌: 한국어, 우: 영어)

[표 1] 설문에 사용한 발화 문장

- 설문에 사용한 한국어와 영어 발화 문장은 [그림 10]의 청각장애인 언어 듣기 훈련 애플리케이션 스피치 바나나가 제공하는 자음, 모음 별 주파수를 참고해 생성했다[29]. 주파수가 가능한 고르게 분포된 문장에서 언어 변별이 가능한지를 확인해보고자 [표 1]과 같은 문장을 구성했다.
- 설문 결과, [그림 11]과 같이 한국어 발화에서는 주파수를 변환한 음원들 중 저주파 1(20~1,000Hz)이 44.4%, 고주파 2(2,000~20,000Hz)가 55.6%로, 모두 원본 음원 대비 우수한 언어 변별을 제공했다. 영어 발화에서는 저주파 1(20~1,000Hz)이 22.2%, 원본이 33.3%, 고주파 2(2,000~20,000Hz)가 44.6%로, 고주파 2의 음원만이 원본 음원 대비 우수한 언어 변별을 제공했다.
- 한국어의 주파수 음역대는 약 1,800Hz, 영어의 주파수 음역대는 약 3,000Hz 부근에 위치한다[30]. 즉, 영어가 한국어 대비 높은 음역대에 위치하기 때문에, 한국어 발화와는 달리 고주파수로 변환한 영어 음원이 원본 음원, 저주파로 변환한 음원보다 높은 언어 변별력을 제공한 것으로 사료된다.

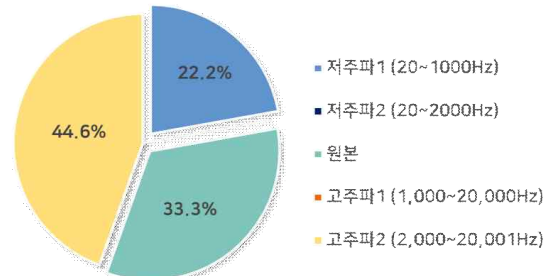
가장 알아듣기 쉬운 음원 (한국어)

총 응답수: 9명 (청각장애인)



가장 알아듣기 쉬운 음원 (영어)

총 응답수: 9명 (청각장애인)



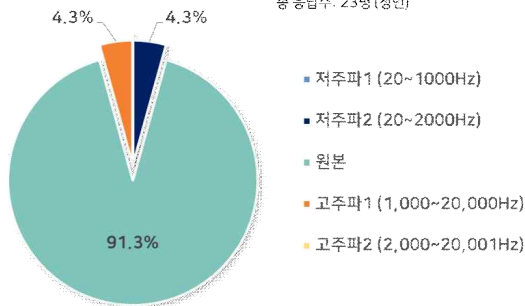
[그림 11] 청각장애인 대상 주파수 변환 음성의 언어 변별력 설문 결과 (좌: 한국어, 우: 영어)

3.4.2 청인 대상 설문

- 본 프로젝트 유효성을 입증하기 위해 청인 23명을 대상으로 같은 내용의 설문을 진행했다.
- 설문 결과, [그림 12]와 같이 원본 음성이 한국어 발화에서는 91.3%, 영어 발화에서는 82.6%로 가장 주파수의 변환 여부가 언어 변별력에 중요한 요소라는 것을 뒷받침한다.

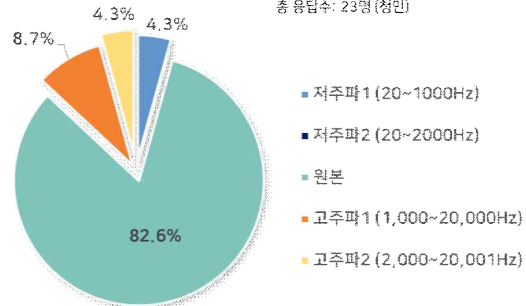
가장 알아듣기 쉬운 음원 (한국어)

총 응답수: 23명 (청인)



가장 알아듣기 쉬운 음원 (영어)

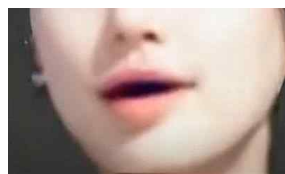
총 응답수: 23명 (청인)



[그림 12] 청인 대상 주파수 변환 음성의 언어 변별력 설문 결과 (좌: 한국어, 우: 영어)

3.4.3 입모양 생성 설문

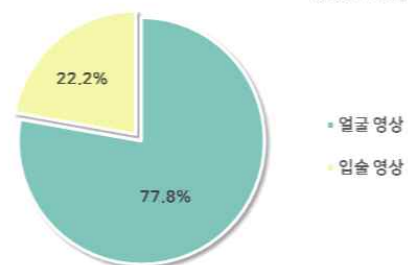
- [그림 13]와 같이 전체 안면과 하관 부위의 경우로 나누어, 청각장애인의 입장에서 두 방식 중 어떤 방식이 발화 내용 이해에 더 도움이 되었는지에 대한 문항으로 구성했다.
- 설문 결과, [그림 14]와 같이 하관에 한정해 입모양을 표현하는 유형보다, 안면 전체를 표시하는 유형의 영상 자료가 77.8%로, 높은 선호도를 보였다. 따라서, 사용자에게 우수한 언어 변별력을 제공했던 전체 안면 영상으로 입모양 시각화 서비스 방식을 선정하였다.



[그림 13] 설문에 사용한 입모양 시각화 종류
(좌: 안면 전체, 우: 하관 부위)

어떤 영상이 문장을 이해하기 쉬운가요?

(총 응답수: 9명)



[그림 14] 입모양 시각화 선호 설문 결과

4. 기대효과 및 활용방안

'S2S' 의 효과와 적용 가능한 산업 분야

4.1 기대효과

• 기술적 측면

- 사용자 맞춤형 주파수 변환 기술은 향후 청각장애인의 상태를 빠르게 진단하고 서비스를 제공함으로써 청각 보조 기술의 기반이 될 수 있다.
- 오디오 파일을 분석하여 안면 영상을 자동으로 생성하는 기술은 청각적 편리함 뿐만 아니라 메타버스, AI 아바타 생성 분야 등에 효율적으로 사용 가능하다.
- 영어 등 서구권 언어에 효과적인 Wav2Lip 기술에 한국어 발화를 추가 학습시켜 보다 정확한 한국어 학습과 서비스를 제공할 수 있다.

• 사회 경제적 측면

- 사용자의 가청 주파수에 따라 변환된 주파수를 제공하고 얼굴 모양 영상, 텍스트를 실시간으로 제공함으로써 청각장애인의 삶의 질을 향상시킨다.
- 보청기 같은 별다른 장치를 구매하지 않고도 더 선명한 음질을 제공함으로써 비용을 절감할 수 있다.

	보청기	S2S
비용 부담이 없는가?	X 100 ~ 300만원	O 무상
관리가 쉬운가?	X 센터 방문 필요	O 전화 및 온라인 문의 가능
접근성이 쉬운가?	X 보조금 신청시 절차 복잡	O 일상 실시간 대화 구현
사용이 편한가?	X 불편한 착용감 감수	O 원격력 사용

4.2 활용방안

[그림 15] 보청기 대비 'S2S' 서비스의 차별성

- 대학수학능력평가 영어듣기평가와 같은 듣기 시험에서 본 서비스를 적용하여 청각장애인들이 청인과 동일한 환경에서 시험에 응시하도록 한다. 이를 통해, 청각장애인들에게 공정한 기회를 제공하고, 정부 기관과의 계약을 통해 수익 창출이 가능하다.
- 아동 학습 도구 (동화구연, 동요 등)에 입모양 영상 서비스를 제공하여 이해도를 높이고 발음 교정 및 학습 효과를 증대시킨다.
- 본 서비스를 도시 인프라에 적용하여 도시 환경에서의 청각장애인 이용 편의성을 증진한다.
- 예를 들어, 본 서비스를 공공기관에 설치하여 직원과 청각장애인 간의 소통을 개선할 수 있다. 이는 청각장애인에게 편리함을 제공할 뿐만 아니라 민원인의 응대 시간을 단축하여 업무 효율을 향상시킨다.

5. 개발 추진 체계

[그림 16] 참조

구분		담당자	5월				6월			
주제 선정		전체								
프로젝트 자료 수집										
관련 기술 학습										
구현	주파수 변환 모델	강진구								
	영상 생성 모델	선경원, 위예진								
	영상 텍스트 기능	강진구, 위예진								
	웹 백엔드	오하늘, 김태수								
	웹 프론트엔드	박세은								
최종 테스트 및 오류 수정		전체								
프로젝트 결과 보고서										

[그림 16] 서비스 개발 추진 체계

참고 문헌

- [01] Panzer, K., Park, J., Pertz, L., & McKee, M. M. (2020). Teaming together to care for our deaf patients: Insights from the deaf health clinic. *Journal of the American Deafness and Rehabilitation Association*, 53(2), 60-77.
- [02] 보건복지부, 「장애인현황」, 2022, 2023.06.08, 시도별, 장애유형별, 성별 등록장애인수
- [03] 천호성, "국민 5.2%가 등록 장애인이다...청각·뇌병변 장애 늘어", 한겨레, 2023년 4월 19일, <https://www.hani.co.kr/arti/society/rights/1088518.html>
- [04] 백영미, "일상된 마스크...가벼운 난청도 소통 불편 "뭐라고?" ", 뉴시스, 2022년 5월 26일, https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20220525_0001885387
- [05] Park, J. H. (2012). A study on the formation process of interpersonal relationship of youths with hearing impairment with hearing people -Focusing on invisible disability, communication coping strategy, disability identity formation-. Master's thesis, Seoul National University.
- [06] Park, J. H. (2015). Deaf and hard of hearing people's lives and conceptualizations of disabilities. Paper presented at the 2015 spring conference of Korea Academy of Disability and Welfare.
- [07] 에이블뉴스, "청각장애학생 내신 영어듣기 필답 대체 '혼선'", 보다센터, https://boda.or.kr/News/news.php?tmenu=&smenu=&fmenu=&style=&tsort=38&msort=60&board_code=13&board=13&category_name=&key=&page=&mode=detail&no=80702
- [08] 한국장총, "경증 청각장애 학생 영어듣기평가 강요, 정당한 편의제공 못받아", 한국장애인단체총연맹, http://kodaf.or.kr/bbs/board.php?bo_table=B12&wr_id=128&sf1=wr_1&stx=1
- [09] 박지원, "청각장애학생에게 '듣기평가' 강요... "보청기 사용하면 된다?"", 소셜포커스, <https://www.socialfocus.co.kr/news/articleView.html?idxno=10350>
- [10] 임정완 and 박정란. "시각 및 청각 대학생의 영어어휘력 조사" *영어교과교육* 8, no.2 (2009) : 121-143.doi: 10.18649/jkees.2009.8.2.121
- [11] 에이블뉴스, "청각장애 영유아·아동 재활복지서비스 지원해야", 에이블뉴스, 2010년 1월 23일, <http://www.ablenews.co.kr/news/articleView.html?idxno=25482>
- [12] 박혜진 and 배소영. "청각장애 유아의 어휘 발달" *Communication Sciences and Disorders* 8, no.1 (2003) : 66-81.
- [13] 박정현, 정은경, 강기영 and 박원진. "청각장애인을 위한 의사소통 지원 서비스의 문제점과 개선방안에 대한 전문가 인식 연구: 수어통역 및 문자통역을 중심으로" *특수교육저널:이론과 실천* 21, no.4 (2020) : 1-29.doi: 10.19049/JSPED.2020.21.4.01
- [14] 김동호, " '131만원' 정부 지원 보청기 보조금, 대상자와 신청 절차 TIP ", 서울경제, 2018년 1월 1일, <https://www.sedaily.com/NewsView/1RU9CFQ8RB>
- [15] 이미연, "보청기 가격 부담 줄이는 국가 보조금 인상, 지원금 수령기준부터 방법까지의 모든것", 이투데이, 2016년 1월 7일, <http://www.e2news.com/news/articleView.html?idxno=87991>
- [16] 문선희, "노인성 난청 환자 늘지만 보청기 착용은 10%대", e-의료정보, 2023년 4월 24일, <http://m.kmedinfo.co.kr/news/articleView.html?idxno=78106>
- [17] 배지영, "불편한 착용감, 주변 시선 의식 때문에 보청기 착용 주저", 백세시대, 2022년 9월 21일, <https://www.100ssd.co.kr/news/articleView.html?idxno=91134>
- [18] 경기일보, "한국은 보청기 보급률이 가장 높다? 비싼 보청기 가격이 보급률 가로막아", 경기일보, 2017년 5월 3일, <https://www.kyeonggi.com/article/201705030920738>
- [19] 이아람, 이환호.(2021).노인성 난청의 저주파수와 고주파수 청력손실의 차이에 따른 어음인지능력.한국언어치료학회 학술발표대회 논문집,0,73-75.
- [20] Salorio-Corbetto, M., Baer, T., & Moore, B. C. (2017). Evaluation of a frequency-lowering algorithm for adults with high-frequency hearing loss. *Trends in hearing*, 21, 2331216517734455.
- [21] Smith, J., Dann, M., & Brown, P. M. (2009). An evaluation of frequency transposition for hearing-impaired school-age children. *Deafness & Education International*, 11(2), 62-82.
- [22] 우승호, "청각장애 수험생에게 수능이란", 이투데이, 2023년 3월 10일, <http://www.earnews.org/news/articleView.html?idxno=266>
- [23] 원성옥.(2017).우리나라 수어 교육 실태와 개선 방안.새국어생활,27(2),0-0.
- [24] 남형도, "'입모양' 가리는 마스크...청각장애인은 너무 힘들다", 머니투데이, 2021년 10월 15일, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2021101416333060404>
- [25] 이종섭, "청각장애인에 학습권 길 터준 '립뷰마스크'", 경향신문, 2020년 5월 21일, <https://m.khan.co.kr/national/national-general/article/202005211630001#c2b>
- [26] Prajwal, K. R., Mukhopadhyay, R., Namboodiri, V. P., & Jawahar, C. V. (2020, October). A lip sync expert is all you need for speech to lip generation in the wild. In *Proceedings of the 28th ACM International Conference on Multimedia* (pp. 484-492).
- [27] 서유경, 서중현 and 안성우. (2016). 청각장애학생들의 정서표현어휘 이해능력과 얼굴표정 읽기능력의 관계 탐색. *특수아동교육연구*, 18(4), 1-19.
- [28] Lee, Je-Hyun, Kim, Ji-Hye, Kang, Gu-Tae, & Jung, Dong-Keun. (2013). Vocal Exercise System Using Electrolottography. *Journal of Sensor Science and Technology*, 22(2), 156-161. <https://doi.org/10.5369/JSS.2013.22.2.156>
- [29] <https://apps.apple.com/us/app/speech-banana-korean/id1515178776>
- [30] 김병현. 주파수 대역폭을 이용한 영어 학습 시스템 및 방법. KR20070103095A, 2007.10.23.