

# 청각장애인 의사소통 시스템 A.C.E

(Automatic Communication Eye-glasses system)



고정석 유제상 최기주



help

communicate



# 목차

디스플레이 챌린지 공모전



01

아이디어 배경

- 청각장애인에 대한 사회적 문제
- 청각장애인의 의사소통 문제
- 의사소통 부재 해결 아이디어

02

제품개요

- 선행기술 및 해결방안
- 제품 핵심 기능 설명
- 사용 시나리오

03

제품구조

- A.C.E 안경 디자인
- A.C.E 디스플레이 디자인
- A.C.E 어플리케이션 디자인

04-1

구현방법

- 알고리즘 설명
- 기기 개발 방향

04-2

실제 예시

05

기대효과



# 01 아이디어 배경



- 청각장애인에 대한 사회적 문제
- 청각장애인의 의사소통 문제
- 의사소통 부재 해결 아이디어

## 01-1 청각장애인에 대한 사회적 문제

1. 현재 청각장애를 앓고 있는 사람의 수는  
2021년도 기준 43만명 정도 존재

2. 아직까지 청각장애인에 대한 인프라가  
부족함

3. 청각장애인들의 의사소통 문제로 사회적  
불이익을 받고 있음

### '청각장애인'이라는 이유로 채용 면접 취소는 차별

f t v p b m i 0



청각 장애를 가졌다는 이유로 채용 면접을 취소한 건 차별이라는 국가인권위원회 판단이 나왔다.

인권위는 25일 청각장애를 이유로 진정인에게 면접 기회를 주지 않은 홍보대행 전문 중소기업 대표에게 주의 조치와 장애인 인권교육을 하고 유사 사례 재발 방지 대책을 마련할 것을 권고했다고 밝혔다.

진정인 A씨는 지난 1월 인터넷 채용사이트를 통해 입사지원서와 포트폴리오를 제출한 뒤 서류전형에 합격했다는 통지를 받았다. A씨는 지원서에 자신이 청각장애인임을 명시했다.

하지만 다음날 인사담당자가 면접 일정을 알리는 과정에서 청각장애인이라는 사실을 뒤늦게 확인하고 곧바로 면접을 취소했다. A씨는 서류 전형에 합격한 지원자에게 면접 기회조차 주지 않은 건 차별이라며 인권위에 진정했다.

## 01-2 청각장애인의 의사소통 문제

01

의사소통에 어려움을 겪는 장애인



자료: 서울시

02

뉴스기사의 실제 사례

지난해 6월에는 중증 뇌병변 장애인이 서울의 한 주민센터에 방문해 인감증명서 발급을 신청했지만, 담당 공무원이 "의사소통이 불가능해 본인 확인이 어렵다"며 거절해 국가인권위원회가 차별이라는 판단을 내렸다. 또 청각장애인이 법정에서 소통이 어려워 제대로 항변을 하지 못하는 등 일상생활에서 어려움을 겪는 경우가 많았다. 중증 중복 뇌병변 장애인 A

01

### 청각장애인의 처우

의사소통에 어려움을 겪는 장애인 중 많은 인원이 청각장애인이라는 것을 알 수 있다.

02

### 청각장애인에 대한 차별

청각장애인은 다른 종류의 장애인들에 비해서, 의사소통이 원활하지 않아 부당한 대우를 심하게 받고 있다는 사실을 알 수 있다.

## 02 의사소통 부재 해결 아이디어

### 해결방안 마인드맵





# 02

## 제품개요



- 선행기술(현 상황) 및 해결 방안
- 제품 핵심 기능 설명
- 사용 시나리오

## 01

## 선행기술(현 상황) 및 해결 방안



-->대화의 요소로 청각적 요소보다 시각적인 비중이 더 높다.

현재  
상황

현재 청각장애인이 다른 사람의 말을 이해하기 위해 사용하는 방법 중 하나는 립리딩 기술이다. 하지만 립리딩 기술은 상대방의 말을 이해할 수 있지만 뉘앙스나 문맥 파악에는 어려움이 있다.

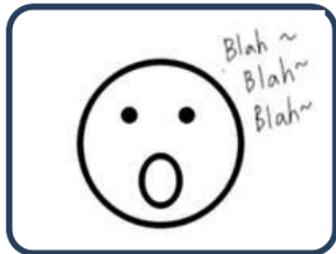
또한 말을 이해하기 위해서는 언어적 요소 말고도 비언어적 요소가 중요하다는 메라비언의 법칙이 알려져 있다.  
(좌측의 그림 참고)

해결  
방안

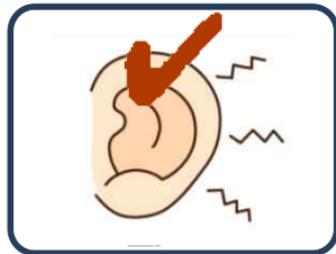
현재의 립리딩 기술의 한계점을 돌파하기 위해 음성인식 센서와 라이프 필드 기술을 이용하여 이에 대한 단점들을 보완할 수 있다.

02

# 제품 핵심 기능 설명



립리딩의 기술과 비언어적 표현(감정, 맥락, 뉘앙스)을 분석하는 기술을 사용한다. 비언어적 표현을 분석해 어떤 상황인지 파악한다. 이후 입술모양을 텍스트로 변환하는 정확도를 올린다.



립리딩 기술을 적용할 때 상대방이 여러명이면 다수의 인원이 번역된다. 목소리 인식을 통해서 원하는 상대만 텍스트로 전환해서 청각장애인이 대화 주제를 쉽게 파악할 수 있도록 도와준다.



카메라가 존재하는 기기를 통해서 청각장애인이 말한 입모양을 분석해서 올바른 입모양과 비교해 청각장애인의 발음교정 시스템을 구축한다.

## 시스템의 방향성

01

STEP 1. 대화상대 고르기  
STEP 2. 입술모양 분석  
STEP 3. 대답하기



의사소통

02

STEP 1. 말하기  
STEP 2. 입술모양 분석  
STEP 3. 피드백



발음교정

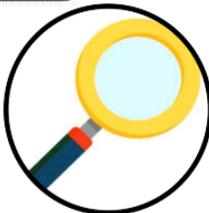
01



**STEP 1. 대화상대 고르기**

청각장애인이 다수의 사람과 모인 장소에서 의사소통을 원하는 상대를 고른다.

02



**STEP 2. 입술모양 분석**

원하는 상대를 고른 후 그 상대를 바라보며 안경에 정확히 입술이 보이도록 위치를 조절한다.

03



**STEP 3. 대답하기**

상대방의 말을 텍스트로 전환을 하여 안경에 표기 후 사용자가 상대방에게 다시 대답을 한다.

03-1

## 사용 시나리오 (의사소통)



03-2

## 사용 시나리오 (발음교정)



01



STEP 1. 말하기

청각장애인이 디스플레이  
화면을 보며 말한다.

02



STEP 2. 입술모양 분석

입술 모양을 관찰 후 실제  
발음의 입술 모양과의  
일치도를 확인한다.

03



STEP 3. 피드백

올바른 단어일 때의  
입술모양과 비교하여  
앱이나 프로그램을  
통해서 피드백을 한다.



# 03

## 제품 구조



- A.C.E 안경 디자인 (Automatic Communication Eye-glasses system)
- A.C.E 디스플레이 디자인
- A.C.E 어플리케이션 디자인

01

# A.C.E 안경 디자인(의사소통)

감정  
카메라

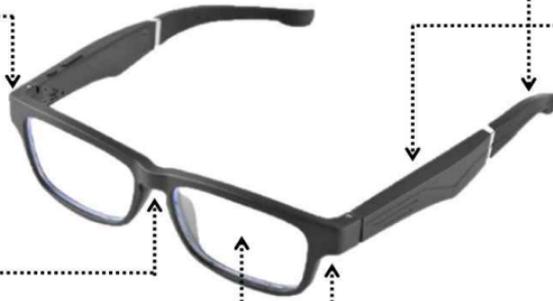
라이트필드 카메라를 이용하여  
상대방의 감정을 구분

립리딩  
센서

상대방의 입술 움직임 및  
입 주변의 미세한 근육  
움직임을 분석함

화면

센서들을 통해 추려진 텍스트를  
화면에 띄워  
사용자가 인식할 수 있게 함



배터리

충전식 배터리를 이용하여  
쉽고 간편하게  
성능을 유지할 수 있음

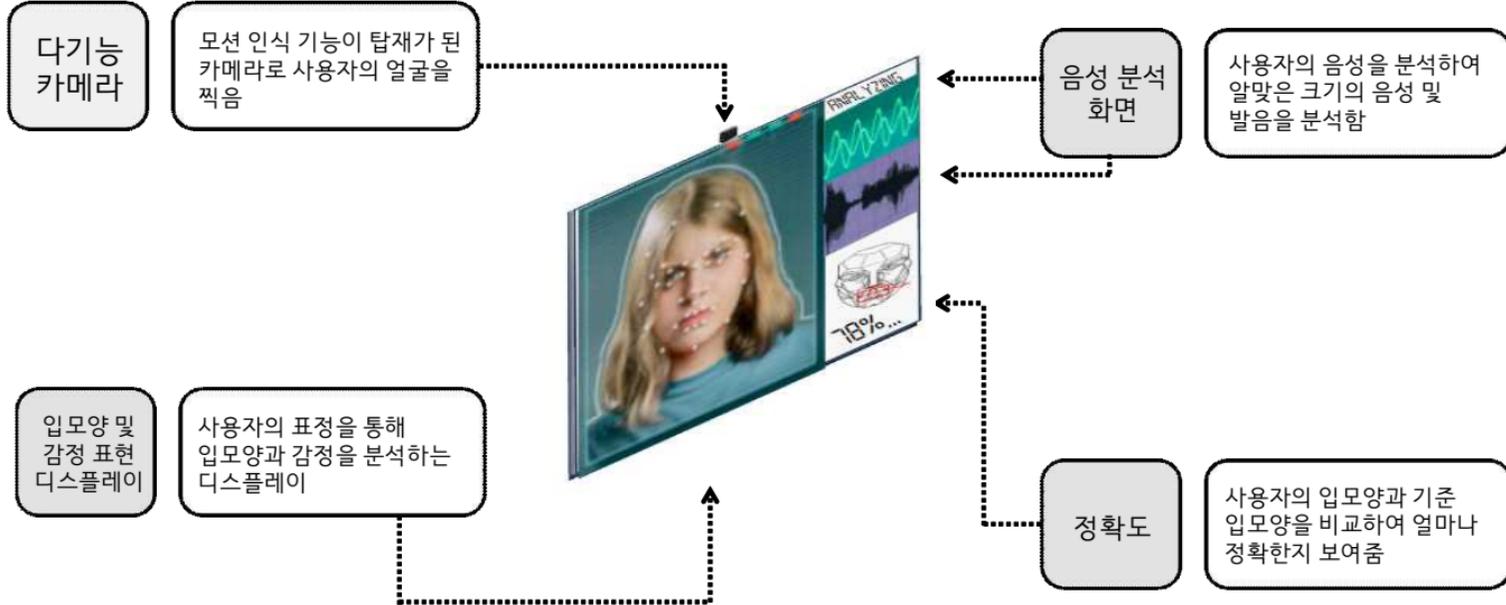
블루투스

디스플레이에 연결하여  
청각장애인이 말을 할 수 있게  
교정을 도와줌

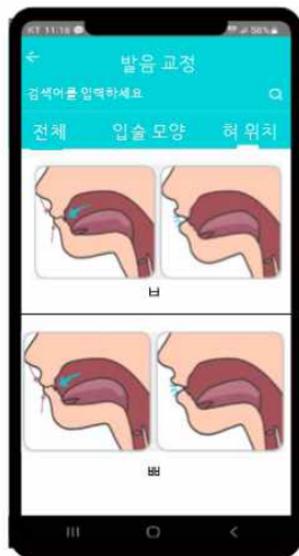
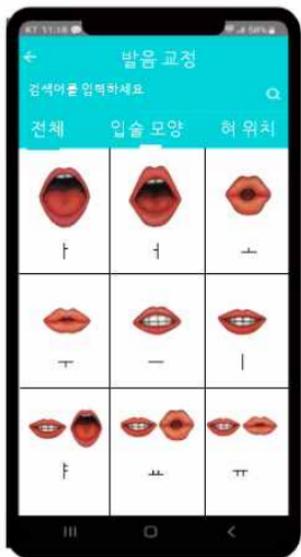
음성 인식  
센서

상대방의 음성을 텍스트로  
변환하여 사용자가 상대방의  
말을 쉽게 이해할 수 있음

## 02 A.C.E 디스플레이 디자인(발음교정)

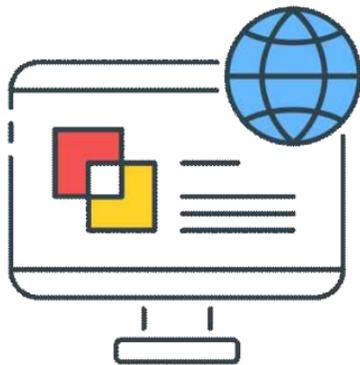


### 03 A.C.E 어플리케이션 디자인



발음  
피드백

사용자의 디스플레이에서 전달받은 데이터를 딥러닝을 이용해 분석 후 이와 관련된 피드백 및 앞으로의 발음 방향성을 제시한다.



# 04-1

## 구현방법



- 알고리즘 설명
- 기기 개발방향

## 01-1 의사소통 알고리즘

## STEP 1. 입술모양 분석

01

같이 모여있는 상황에서 대화를 원하는 상대를 찾고 그 상대방의 입술을 A.C.E의 카메라를 통해 관찰해서 입술의 모션을 분석하도록 한다.

## STEP 2. 비언어적 표현 분석

02

STEP 1의 입술모션을 분석한 데이터와 같이, 비언어적 표현 분석인 감정, 맥락, 뉘앙스를 이용해서, 어떤 상황에 있는지 분석하도록 한다.

## 립리딩 알고리즘

STEP 1. 입술모양 분석



STEP 2. 비언어적 표현 분석



STEP 3. 상황 파악



STEP 4. 텍스트로 번역

03

## STEP 3. 상황 파악

메라비언의 법칙의 주된 핵심인 시각적인 정보가 높기 때문에, STEP 2의 데이터를 이용해서 어떤 상황인지 분석하고, 이를 토대로 STEP 1의 입술모양 데이터를 통해서 립리딩의 정확도를 높인다.

04

## STEP 4. 텍스트로 번역

STEP 3에서 립리딩을 통해서 분석한 데이터를 텍스트로 번역을 한 이후 A.C.E의 디스플레이에 텍스트를 비춘다.

## 01-2 발음교정 알고리즘

### STEP 1. 입술모양 감지

01

들리지가 않아 발음에 어려움을 느끼는 사용자에게 발음에 해당하는 입술 모양과 혀 모양을 보여줌으로써 카메라를 통해 비춰지는 자신의 입술모양과 비교하여 발음을 내기 위한 정확성을 높임

### STEP 2. 목소리 감지

02

앞에서 흉내낸 입술모양과 디스플레이의 혀모양, 위치를 바탕으로 사용자가 목소리를 내고 이를 감지한다.

### 의사소통 알고리즘

STEP 1. 입술모양 감지



STEP 2. 목소리 감지



STEP 3. 앱을 통한 판단



STEP 4. 피드백을 제공

03

### STEP 3. 앱을 통해 판단

이용자의 목소리가 실제 발음과 일치하는지 판별한다. 이때 정확한 진단을 위해 목소리의 판단 기준을 높이고, 입술모양의 형태 감지 판단을 후 순위로 미룬다.

04

### STEP 4. 피드백 제공

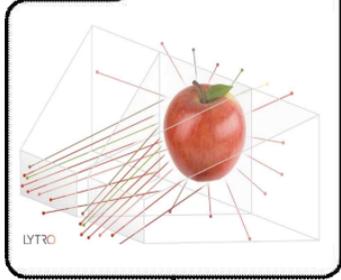
STEP 3에서 립리딩을 통해 학습 데이터를 분석하여 발음교정에 대한 피드백 제공 및 정확한 발음에 대한 교육을 제공해준다.

01



1. AR 기술  
(핀미러, 핀틸트 기술)

02



2. 라이트필드  
카메라 및  
마이크로 LED  
디스플레이

03



3. 공진형 유연  
압전센서 기술

02

기기  
개발 방향

## 02-1 AR 기술(핀미러, 핀틸트 기술)

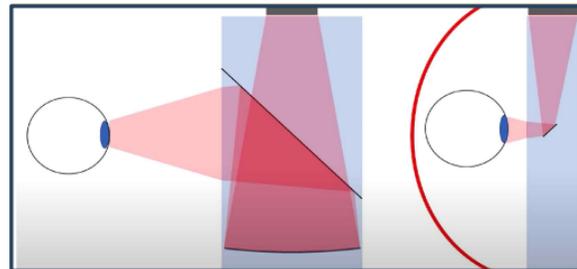
	01 버드베스타입 Birdbath Type	02 EPE타입 주로 DOE HOE LOE
01 구조	상	하
02 내구성	상	하
03 양산성	상	중하
04 렌즈부 두께	하	중상
05 폼팩터	하	중상
06 이미지	상	하
07 광효율	상	하
08 투과율	하	상

### 02 핀미러 기술

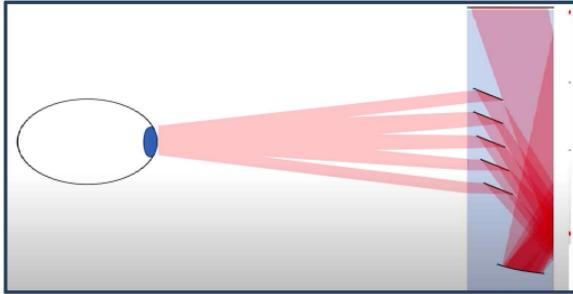
이전에 개발된 기술들은 빛 번짐, 투과율이 낮고, 렌즈의 두께가 두꺼운 문제들을 가지고 있고, 이러한 기술들의 공통적인 문제점으로 오랜시간 사용할 수 없다는 문제점을 가지고 있었다. 하지만 letinar회사의 핀미러 기술의 핵심인 핀홀효과를 이용하면, 기존 기술들의 문제를 해결하고 오랜 시간이 착용가능하다. 또한 핀미러의 기술 단점은 볼 수 있는 시야각이 작다는 단점이 존재한다.

### 01 선행기술

버드베스구조는 렌즈의 두께는 두껍고 투과율이 좋지 못하다는 단점이 있어서 오래 사용하지 못하고, EPE구조는 내구성과 광효율이 좋지 못하다는 단점 때문에 오래 사용하지 못하는 공통적 단점이 존재한다. 이 공통적인 단점으로 인해서 현재 AR기술이 활성화되지 못하고 있다.



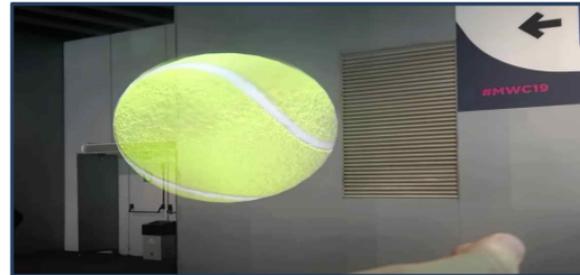
## 02-1 AR 기술(핀미러, 핀틸트 기술)



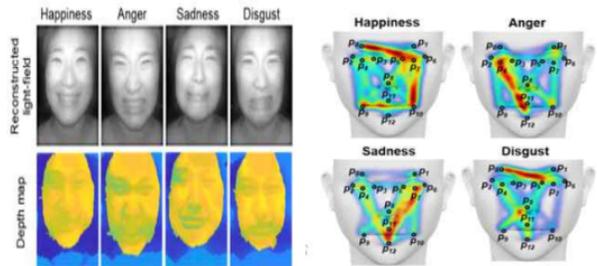
### 03 핀틸트 기술

핀미러의 기술의 문제점은 시야각이 좁다는 점과 간섭이 일어나는 단점을 가지고 있다. 이 단점을 보완하기 위해서 핀미러와 콜리메이터가 서로 겹치지 않게 되어서 간섭현상을 해결할 수 있게 됩니다. 각 구멍마다 빛을 반사하는 거울을 설치하여 구멍의 개수를 늘려 시야각이 좁다는 문제점을 해결함과 렌즈의 두께, 투과율 문제들을 모두 해결이 가능하게 된다.

### 04 개선된 사진



## 02-2 라이트 필드 카메라 및 마이크로 LED 디스플레이



### 01 라이트 필드 카메라

라이트필드는 3차원 공간에서 반사되는 빛의 세기와 방향을 시각적으로 왜곡이 없는 완전 입체 실감 영상을 시청할 수 있게하는 기술이다. 다만 카메라의 조명 환경에 따라 3차원 재구성 정확도가 떨어진다는 단점이 있다. 이 기술의 단점을 보완하기 위해 근적외선 영역의 수직 공진형 표면 발광 레이저광원과 근적외선 대역필터를 사용하였다. 이렇게 획득한 3차원 얼굴 이미지로부터 표정을 구분할 수 있었고 이전보다 높은 정확성을 보였다.

### 02 마이크로 LED 디스플레이

마이크로 LED는 마이크로 단위(5~100 $\mu$ m)의 초소형 LED를 기판 위에 이어 붙이는 디스플레이이다. 이 디스플레이는 각각의 픽셀이 개별적인 마이크로 스케일 LED로 구성되어 있다.

기존의 OLED나 LCD 디스플레이와는 다르게 각 픽셀이 독립적으로 발광할 수 있으므로, 보다 정확한 색상 표현과 높은 명암비를 주는 장점이 있고, 자체 발광 디스플레이라 백라이트가 필요 없어 경량화가 쉽게 될 수 있다. 또한 초소형 단자로 휘어짐, 깨짐, 경량화 등에서도 유리하다



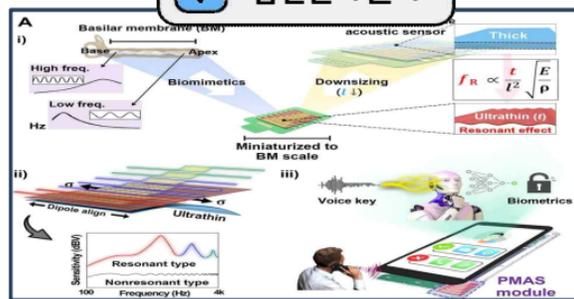
## 02-3 공진형 유전 압전센서

초박막 압전막은 인간 달팽이관의 기저막을 묘사한 것입니다. 이 박막은 다중 공진 주파수를 대역 제어 가능하게 합니다. PMAS의 공진 주파수는 대부분의 음성 스펙트럼을 인식하도록 조정되었습니다. 저품질 인자를 갖는 고분자 막(Q 선택도)는 PMAS의 공진 대역폭을 넓혀서(24~26) 전체 음성 주파수 범위를 커버할 수 있습니다.

### 알고리즘



### 압전센서 원리



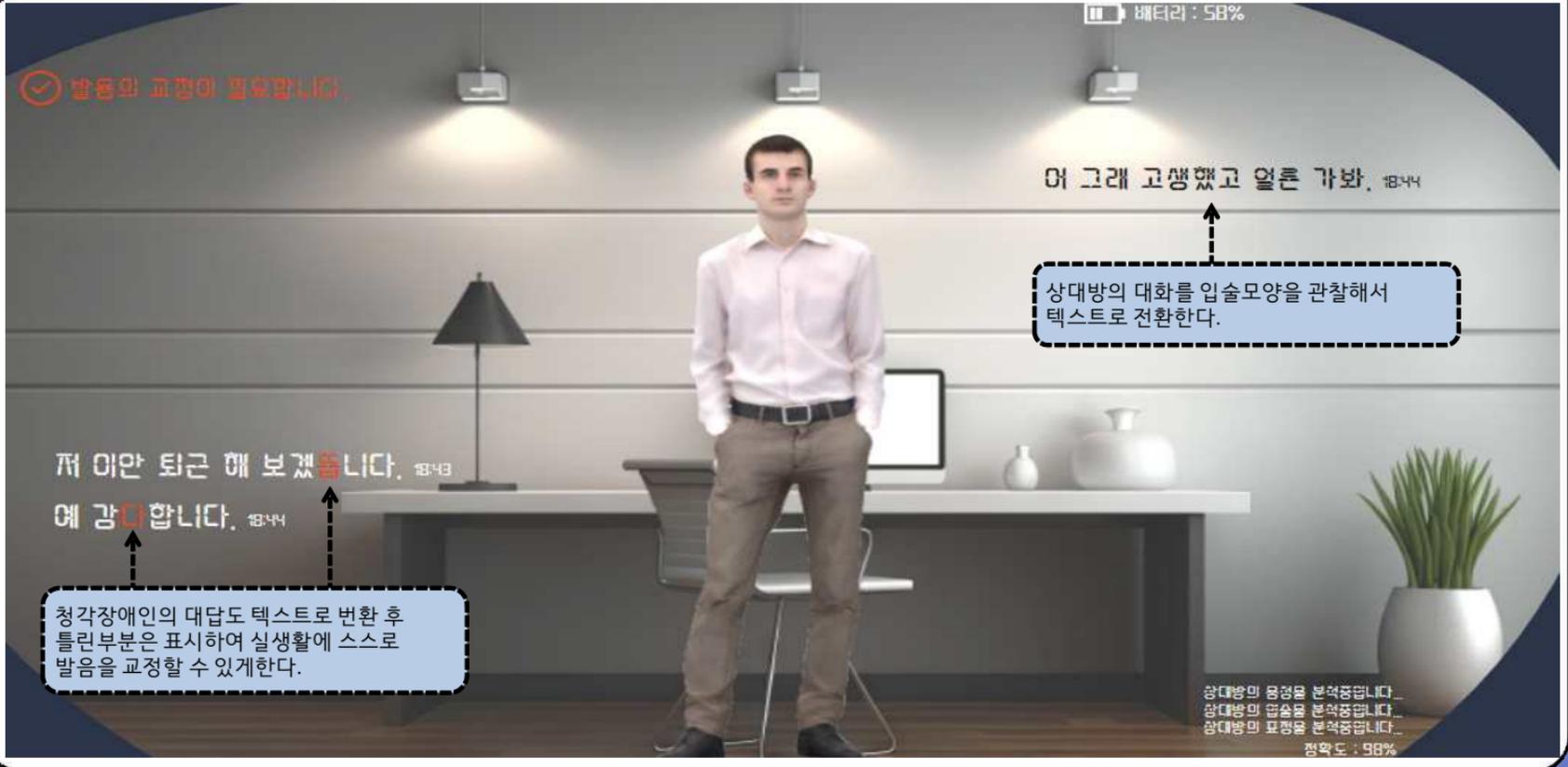


# 04-2

## 실제 예시



- A.C.E 시점
- 디스플레이 시점 - 1
- 디스플레이 시점 - 2



배터리 : 58%

발음의 교정이 필요합니다.

어 그래 고생했고 얼른 가봐.

상대방의 대화를 입술모양을 관찰해서 텍스트로 전환한다.

저 이안 퇴근 해 보겠습니다.  
에 감사합니다.

청각장애인의 대답도 텍스트로 변환 후 틀린 부분은 표시하여 실생활에 스스로 발음을 교정할 수 있게한다.

상대방의 음성음 변역중입니다.  
상대방의 입술모양 변역중입니다.  
상대방의 표정 변역중입니다.  
정확도 : 98%

청각장애인의 말한 음성과 올바른 음성의  
표본 데이터를 비교하여 일치도를 확인한다.



얼굴의 오른쪽이 실제 본인, 왼쪽이 표본  
데이터를 비교해서, 완벽한 발음에서의  
입술을 일치시키도록 한다.

선택하신 발음 : ㅏ

19:45



입술 모양



아래의 입술 모양과  
혀의 위치를 확인해주세요

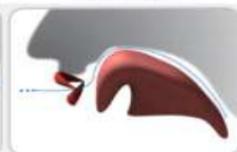
발음을 분석중입니다...



혀 위치



정면



측면



혀의 위치를 2D로 확인하는 보조자료를 통해  
정확한 발음을 낼 수 있도록 한다.



# 05

## 기대효과

# 기대 효과

01

## 의사소통의 부재 해결 가능

- 일반인과 청각장애인이 서로 소통을 하려면 수화 또는 필담 등의 **다른 방법을 이용**해야 한다.
- A.C.E를 통해 동일하게 말을 함으로써 **원활한 의사소통이 가능**하게 된다.

02

## 청각장애인의 사회적 인식을 개선할 수 있다.

- 청각장애인들도 일반인과 같이 대화를 할 수 있으며 **정상적인 생활**을 할 수 있는 사람으로 인식이 된다.
- 또한 정상적으로 생활을 함으로써 사회의 일부분으로 스며든다.

03

## 지속적인 금전적 손해가 줄어든다.

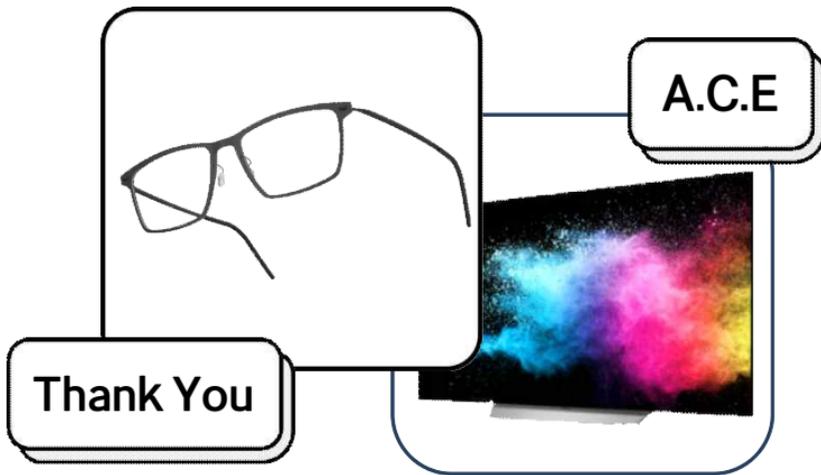
- 청각장애인이 보다 정상적인 생활을 하기 위해 인공와우 등 보조기구를 지속적으로 사용하는데 **비용이 만만치 않다**.
- A.C.E를 사용함으로써 **비용 절감**에 도움을 준다.



# 참고문헌

- 네이버 블로그, <https://m.blog.naver.com/>, VOICESTYLER, <[믹스보이스/두성/고음잘내는법] 모음발성과 순수모음>, 2016-02-06
- 네이버 블로그, <https://m.blog.naver.com/>, 영어치료사 케빈강, <한국식 영어발음 '이' 소리의 삽입>, 2017-08-08
- 네이버 블로그, <https://m.blog.naver.com/>, 포토앤아트, <라이트로 일룸 여기서 잠깐! 라이트 필드란?>, 2017-02-23
- 네이버 포스트, <https://m.post.naver.com/>, 링거애니, <자음은 무엇일까요? 우리말 한글의 철자와 소리 제대로 이해하기>, 2020-12-16
- 삼성 디스플레이, <https://news.samsungdisplay.com/>, <[디스플레이 심층 탐구] 3D 디스플레이 기술 원리 ②>, 2020-09-17
- LG 디스플레이 뉴스룸, <http://news.lgdisplay.com/>, <가상현실의 진화 - (3) 마이크로 LED, OLED, OLEDoS, OLED>, 2017-04-12
- 서울신문, <https://www.seoul.co.kr/news/>, 최영권, <'청각장애인'이라는 이유로 채용 면접 취소는 차별>, 2022-07-25
- 세계일보, <https://www.segye.com/newsView/>, <서울시, 장애인 언어 소통 '차별의 벽' 허문다>, 2020-09-23
- 월드몰, <https://world-mall.co.kr/>, <다이나믹 마이크>
- 유튜브, <https://www.youtube.com/>, 안될과학, <AR시대가 반드시 오는 이유 (레티널 하정훈 CTO) [AR글래스 2/2]>, 2022-12-10
- 토비소프트 ai, <https://tobesoft.ai/>, <토비소프트>
- 티스토리, <https://nonghyup1004.tistory.com/>, 변화관리 컨설턴트, <메라비언의 법칙>, 2022-09-04
- HEE SEUNG WANG, SEONG KWANG HONG, JAE HYUN HAN, YOUNG HOON JUNG, HYUN KYU JEONG, TAE HONG IM, CHANG KYU JEONG, BO-YEON LEE, GWANGSU KIM, CHANG D. YOO, KEON JAE LEE, 'Biomimetic and flexible piezoelectric mobile acoustic sensors with multiresonant ultrathin structures for machine learning biometrics', Vol.7 No.7, Science Advanced, 2021-02-12
- letinar, <https://letinar.com/>, <letinar>
- Sang-In Bae, Sangyeon Lee, Jae-Myeong Kwon, Hyun-Kyung Kim, Kyung-Won Jang, Doheon Lee, Ki-Hun Jeong, 'Machine-Learned Light-Field Camera that Reads Facial Expression from High-Contrast and Illumination Invariant 3D Facial Images', Vol.4 No.4, ADVANCED INTELLIGENT SYSTEMS, 2021-12-16

# 감사합니다 :)



고정석 유제상 최기주