



# 요구사항 분석서

**BEE: Be your Eyes and Ears**

**시청각장애인 의사소통**

**보조 시스템**

**Ver. 1.2**

**2019. 06. 15**

**한국외국어대학교**

**융복합 소프트웨어 공학과**

**3 팀 (B E E)**



## 문서정보

구 분	소 속	성 명	날 짜	서 명
작성자	한국외국어대학교	허 훈	2019. 04. 11	
	한국외국어대학교	고용규	2019. 04. 11	
	한국외국어대학교	고도현	2019. 04. 11	
	한국외국어대학교	송무경	2019. 04. 11	
	한국외국어대학교	이윤주	2019. 04. 11	
	한국외국어대학교	김서연	2019. 04. 11	
검토자	한국외국어대학교	김서연	2019. 04. 15	
	한국외국어대학교	김서연	2019. 06. 10	
사용자				
승인자	한국외국어대학교	홍진표		



## 머리말

본 문서는 솔레노이드 액추에이터와 택타일 버튼을 통해 점자 입/출력부를 구현한 스마트 디바이스와 음성인식 기능을 탑재한 모바일 어플리케이션을 활용해 장애인과 비장애인의 의사소통을 돕고, 더 나아가 장애인과 장애인 간의 소통까지 도울 수 있는 의사소통 보조 서비스 BEE: Be your Eyes and Ears 을 제공하는 해당 시스템 구현에 대한 최종 결과를 기술한다.



요구사항분석서: 시청각장애인 의사소통 보조 시스템 (B E E)

1.0	허 훈	2019. 04. 11	초안 작성	
	고용규			
	고도현			
	송무경			
	이윤주			
	검토자	김서연		
1.1	허 훈	2019. 04. 15	초안 수정	
	고용규			
	고도현			
	송무경			
	이윤주			
	검토자	김서연		
1.2	허 훈	2019. 06. 10	1.1 안 수정	
	고용규			
	고도현			
	송무경			
	이윤주			
	검토자	김서연		

## 개정이력

## 목 차

1. 개요.....	7
1.1 목적.....	7
1.2 범위.....	8
1.2.1 STB: Speech to device .....	9
1.2.2 BTS: Braille to application .....	9
1.2.3 사용자 간 채팅 .....	10
1.2.4 사전 검색.....	10
1.3 관련 문서.....	11
1.4 용어 및 약어.....	11
1.5 장비소개 .....	12
2. 연구목표 및 내용.....	16
2.1 개발 동향.....	16
2.2 개발 동기 및 필요성 .....	17
2.3 시스템 구성도 및 기술 개념 .....	20
3. 제품기능 및 기능동작 .....	21
3.1 회원가입 및 로그인.....	21
3.2 Normal / Barrier-free 모드선택 .....	23
3.3 Normal mode 의 STB / BTS 기능 .....	24
3.4 Barrier-free mode 의 어플리케이션 유저 간 채팅 / 사전 검색 기능 .....	27
4. 시스템 요구사항 .....	29
4.1 시스템 인터페이스 요구사항 .....	29
4.2 시스템 요구사항 .....	30
4.2.1 시스템 기능적 요구사항 .....	30
4.2.2 시스템 비기능적 요구사항 .....	31
4.3 사용자 요구사항 .....	31
4.3.1 사용자 기능적 요구사항 .....	31
4.3.2 사용자 비기능적 요구사항 .....	31
4.4 시스템 구현의 제한사항 .....	32
5. Sequence Diagram.....	33
5.1 Sign up & Log-in sequence.....	33
5.2 BEE Application – BEE Device communication sequence .....	33
5.3 BEE Real-time chatting.....	34
5.4 User Flow chart .....	34
6. 시나리오 .....	35
6.1 장애인과 비장애인 간 의사소통 .....	35
6.2 장애인과 장애인 간 의사소통.....	35
6.3 장애인과 비장애인 간 사전 검색 기능을 활용한 온라인 채팅 의사소통.....	36
7. 프로젝트 세부일정 .....	37
8. 팀원 담당업무.....	38



## 표 목 차

[Table 1] 관련 문서 .....	11
[Table 2] 용어 및 약어 .....	11
[Table 3] 시스템 기능적 요구사항 .....	30
[Table 4] 시스템 비기능적 요구사항 .....	31
[Table 5] 사용자 기능적 요구사항 .....	31
[Table 6] 사용자 비기능적 요구사항 .....	31
[Table 7] 편의 시설 설치 지침 .....	32
[Table 8] 프로젝트 세부일정 .....	37
[Table 9] 팀원 담당업무 .....	38

## 그 림 목 차

[Figure 1] A01-1C .....	12
[Figure 2] HC-06 .....	13
[Figure 3] EG-0002 .....	13
[Figure 4] B59 .....	14
[Figure 5] Tactile Button .....	15
[Figure 6] 의사소통 현황 1: 다른 사람의 말을 이해하는 정도 .....	17
[Figure 7] 의사소통 현황 2: 최근 6 개월간 대화 정도 및 대화 상태 .....	18
[Figure 8] 장애유형별 연령대 비중 .....	18
[Figure 9] 장애인가구 월평균 소득 및 지출 .....	19
[Figure 10] 전체 시스템 구성도 .....	20
[Figure 11] BEE 어플리케이션 초기화면 / 로그인 화면 .....	21
[Figure 12] 어플리케이션 기능 선택 화면 .....	23
[Figure 13] 어플리케이션 STT(Speech to text) 및 Bee 디바이스 전송 화면 .....	24
[Figure 14] BEE 디바이스로부터 점자정보를 받아 변환하는 화면 .....	24
[Figure 15] BEE 점자 디바이스 .....	25
[Figure 16] 유저 간 채팅 화면 .....	27
[Figure 17] 사전 검색 기능 화면 .....	27
[Figure 18] Sequence Diagram .....	33
[Figure 19] BEE Application-BEE Device communication sequence .....	33
[Figure 20] BEE Real-time chatting sequence .....	34
[Figure 21] User Flow Chart .....	34



## 1. 개요

본 장에서는 Arduino 와 점자 입/출력 센서로 구성된 스마트 디바이스와 안드로이드 어플리케이션을 이용한 시각장애인 및 청각장애인 의사소통 보조 시스템 BEE (Be your Eyes and Ears)에 대한 목적과 범위, 참고자료 그리고 용어 및 약어 등을 제시한다.

### 1.1 목적

본 프로젝트는 BEE Device 와 BEE Application 을 활용하여 의사소통에 많은 불편을 겪고 있는 시청각 중복 장애인 및 시각/청각장애인들의 의사소통을 기술적으로 보조해줄 수 있는 End-to-End 의사소통 보조 로직을 구축한다.

이를 통하여 구매력이 낮은 장애인분들이 수백만원을 호가하는 값비싼 의사소통 보조기기를 구매하지 않고도, 자신들이 원하는 의사 표현을 상대방에게 원활히 전달할 수 있도록 돕는 보조 의사소통 환경을 구축하는 데에 프로젝트의 목적을 둔다.

본 프로젝트의 단기적 목적은 시청각장애인분들의 삶의 질 개선을 위해 최우선 해결과제인 의사소통 서비스 개선에 있다. 그러나, 장기적으로는 본 프로젝트를 통해 발전시킨 기술을 기존에 장애인분들이 쉽게 사용하지 못했던 스마트 디바이스(e.g. 노트북, 스마트폰, etc.)에 추가 부착함으로써 장애인분들이 보다 더 많은 생활 편의를 누릴 수 있도록 하는 데에 그 목적이 있다.

프로젝트를 진행하기 위해 아래 사항들을 구체적으로 명시하고 구현하도록 한다.

- (1) 점자 정보의 입출력을 위한 BEE Device 를 위한 하드웨어 구성
- (2) 음성 정보의 입출력을 위한 BEE Application 의 작동 방법과 UI
- (3) 점자 정보 변환을 위한 '점자-텍스트' 변환 로직과 해당 로직을 포함하는 API 의 구성



## 1.2 범위

시청각 장애인분들의 의사소통을 보조하기 위한 본 'BEE' 프로젝트는 네 가지 범위의 기능을 제공한다. 그 첫 번째 범위는 Application to device 이다. 이는 Application 을 통해 읽어 들인 음성 정보를 Google Speech API 로 전송하고, Speech API 로부터 반환 받은 텍스트 데이터를 점자 정보로 변환해 Arduino Device 로 Bluetooth 를 통해 전송하는 것이다.

두 번째 범위는 Device to application 으로, Device 를 통해 점자 정보를 입력 받고, 입력 받은 점자 정보를 Application 으로 전송해 점자 정보를 텍스트 정보 혹은 음성 정보로 변환해 Application 의 출력 값으로 사용하는 것이다.

세 번째 범위는 Bee Application 사용자 간 채팅 기능으로, 스마트폰을 사용한 Application 채팅 기능과 앞선 첫 번째, 두 번째 범위를 활용한 Device 를 통해 점자 정보를 입력 받고, 입력 받은 점자 정보를 Application 으로 전송해 점자 정보를 텍스트 정보로 변환해 채팅의 출력 값으로 사용하는 것이다.

네 번째 범위는 사전 검색 기능으로, 스마트폰 사용자가 검색하고 싶은 키워드를 입력하고 해당 키워드의 사전 정보를 제공받는 것이다. 두 번째 범위를 활용한 Device 를 통해 점자 정보를 입력 받고, 입력 받은 점자 정보를 Application 으로 전송해 점자정보를 텍스트 정보로 변환해 사전검색의 출력 값으로 사용하는 것이다.

따라서 본 프로젝트 개발 진행에 있어 해당 범위들을 다음과 같이 정의한다.





### 1.2.1 STB: Speech to device

- Application 을 통한 음성 입력 기능
  - Application 사용자는 Application 과 Application 이 설치된 단말기를 이용해 자신이 전달하고자 하는 음성을 입력할 수 있다.
- Google Speech API 를 통한 Speech-To-Text
  - 사용자가 Application 을 통해 입력한 음성 데이터를 Google Speech API 로 전송하여 그에 상응하는 텍스트 정보를 반환 받을 수 있도록 기능을 제공한다.
- API 를 통한 텍스트의 Text-To-Braille
  - Google Speech API 로부터 반환 받은 텍스트 정보를 API 에 구현되어 있는 Text to braille 로직을 통해 점자 정보로 변환하는 기능을 제공한다.
- Bluetooth 를 통한 점자 정보 전달 기능
  - API 로부터 반환 받은 점자 정보를 Bluetooth 기능을 통해 Arduino device 로 전송하는 기능을 제공한다.
- Device 에 점자 출력
  - 음성으로부터 전환된 점자 정보를 Device 의 Solenoid 점자 출력부를 통해 출력하는 기능을 제공한다.

### 1.2.2 BTS: Braille to application

- Device 를 통한 점자 입력 기능
  - Arduino 를 이용해 device 사용자가 표현하고자 하는 단어 및 문장을 점자 입력부에 입력한다.
- Bluetooth 를 통한 점자 정보 전달 기능
  - 입력 받은 점자 정보를 Bluetooth module 을 통해 Android application 으로 전송한다.
- API 를 통한 점자의 Braille-To-Text
  - 전송 받은 점자 정보를 API 에 구현되어 있는 로직을 통해 텍스트로 전환한다.
- Application display 에 텍스트 출력
  - 점자로부터 전환된 텍스트를 Application display 에 출력하여 점자와 텍스트 간의 의사소통이 가능한 기능을 제공한다.
- Application 에 음성 출력
  - 점자로부터 전환된 텍스트를 Application 이 음성으로 출력하여 점자와 음성 간의 의사소통이 가능한 기능을 제공한다.



### 1.2.3 사용자 간 채팅

- BEE Device 를 통한 점자 입력 기능
  - BEE Device 를 이용해 사용자가 표현하고자 하는 단어 및 문장을 입력한다.
- Bluetooth 를 통한 점자 정보 전달 기능
  - 입력 받은 정보가 점자 정보일 경우에는 Bluetooth module 을 통해 BEE Mobile application 으로 전송한다.
- BEE API 를 통한 점자의 Braille-To-Text
  - 전송 받은 점자 정보를 BEE API 에 구현되어 있는 로직을 통해 텍스트로 변환한다.
- 유저 간 채팅 화면에 텍스트 출력
  - 점자로부터 전환된 텍스트를 유저 간 채팅 화면에 출력하여 온라인 의사소통이 가능한 기능을 제공한다.
- BEE Mobile Application 에 텍스트 출력 / BEE Device 에 점자 출력
  - 상대방이 입력한 텍스트를 스마트폰의 BEE Mobile Application 화면에 출력하고, BEE Device 의 점자 출력부를 통해 출력하는 기능을 제공한다.

### 1.2.4 사전 검색

- BEE Device 를 통한 점자 입력 기능
  - BEE Device 를 이용해 사용자가 검색하고자 하는 단어를 입력한다.
- Bluetooth 를 통한 점자 정보 전달 기능
  - 입력 받은 정보가 점자 정보일 경우에는 Bluetooth module 을 통해 BEE Mobile application 으로 전송한다.
- BEE Mobile Application 에 텍스트 출력 / BEE Device 에 점자 출력
  - 사용자가 입력한 텍스트의 검색 결과를 BEE Mobile Application 사전 검색 화면에 출력하고, BEE Device 의 점자 출력부를 통해 출력하는 기능을 제공한다.

### 1.3 관련 문서

출판사 및 출처	제목
에이콘	안드로이드 음성 인식 어플리케이션 개발
Google Cloud	Cloud Speech-to-Text document
Digital books	Django로 쉽게 배우는 파이썬 웹 프로그래밍
카오스북	꿀잼 아두이노 놀이터
복두출판사	스마트폰 • 블루투스 • 이더넷 • Wifi 그리고 아두이노
앤써북	아두이노로 만드는 사물인터넷
성안당	(모바일로 배우는) 아두이노 따라하기
새국어생활	점자 규격 표준화 사업의 필요성

[Table 1] 관련 문서

### 1.4 용어 및 약어

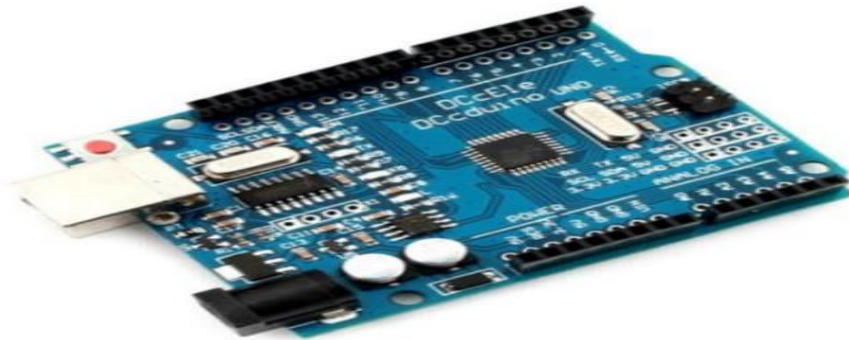
용어 및 약어	풀이
API	Application Programming Interface: 응용 프로그램에서 사용할 수 있도록 기능을 제어할 수 있게 만든 인터페이스
STT	Speech-to-Text: 사람이 말하는 음성 언어를 컴퓨터가 해석해 그 내용을 문자 데이터로 전환하는 처리
TTS	Text-to-Speech: 말소리의 음파를 기계가 자동으로 만들어 내 텍스트를 기계가 스스로 읽는 기술

[Table 2] 용어 및 약어



## 1.5 장비소개

### (1) Arduino Uno R3 호환보드(A01-1C)



[Figure 1] A01-1C

- Power Supply : 5V
- Maximum Input Voltage : 6V ~ 20V
- Digital I/O Pin : 20EA
- Analog Input Pin : 6EA
- I/O Pin Current : 40mA
- 3.3V Pin Current : 50mA
- Flash Memory : 32KB
- SRAM : 2KB
- Clock Speed : 16MHz

## (2) 블루투스 모듈(HC-06)



[Figure 2] HC-06

- 2.4GHz 안테나 내장
- 디지털 2.4GHz 무선통신
- 동작 전압 : 3.3VDC ~ 5.0VDC
- 크기 : 37.3 \* 15.5 (mm)
- 안드로이드 어플과 Arduino 간의 Bluetooth 통신을 위해 Arduino에 직접 장착.

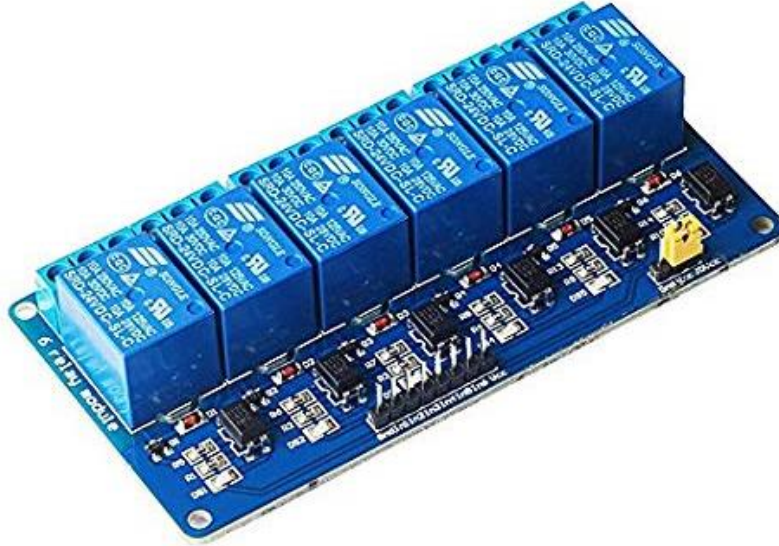
## (3) 솔레노이드 액추에이터(EG-0002)



[Figure 3] EG-0002

- 작동전압 : 4V ~ 12V
- 사용전류 : 4V - 1A / 12V - 2.5A
- 스트로크 : 10mm
- 크기 : 30 \* 13 \* 15 (mm)

## (4) Arduino 6채널 릴레이모듈(B59)



[Figure 4] B59

- 작동전압 : 5V
- 허용부하 : 250VAC/110VDC
- 허용전력 : 800VAC/240W
- 크기 : 135 \* 52.5 \* 18.5 (mm)
- 점자 촉각 셀을 구성하는 솔레노이드 6개가 독립적으로 컨트롤 될 수 있도록 구성



(5) Arduino Tactile Button



[Figure 5] Tactile Button

- 지름 : 12mm
- 입력부 8개의 버튼과 출력부 '다음' 버튼에 사용



## 2. 연구목표 및 내용

본 장에서는 시각장애인 및 청각장애인 의사소통 보조 시스템 BEE(Be your Eyes and Ears) 에 대한 서비스 개요 및 서비스 기능 등을 제시한다.

### 2.1 개발 동향

현재 시각장애인을 위한 점자제품 보조기기 분야에서 한국의 '한소네 시리즈'는 세계 최고의 자리를 유지하고 있다. '한소네 시리즈'는 교육 및 사무용 단말기, 문서전용 단말기 등 기능에 따른 디바이스의 특징이 뚜렷하며 웹 서핑, 폴라리스, MP3 기능 등의 고급 기술까지 접목시키며 우위를 점하고 있다.

그러나 점자를 표현할 수 있는 점자 촉각 셀 기술이 국내에 전무한 실정에서 '한소네 시리즈'는 해당 셀을 일본의 KGS사에서 전면 수입하여 사용하고 있다. 하나 당 가격이 6 만원에 육박하는 점자 촉각 셀로 인해 디바이스의 가격 역시 최소 400 만원에 이르는 등 높은 가격의 문제를 가지고 있다. 또한 '한소네 시리즈'는 시각장애인만을 기기 사용 대상으로 정의하고 있기 때문에, 즉각적인 의사소통 기능에는 특별히 초점을 맞추지 않고 있다. 현재 OCR 을 통해 글자를 인식하는 기능은 일부 시리즈에 포함되어 있지만 음성을 인식하는 기능은 어느 기기에도 제공되지 않고 있다.

따라서 우리는 시청각장애인들이 글자와 음성을 모두 점자로 표현해야 의사소통이 가능하다는 점에서 착안하여, 그들이 대화하는 상대가 원활한 의사소통을 할 수 있도록 음성인식 기능을 탑재한 휴대용 의사소통 보조기기를 개발하여 제공한다.





## 2.2 개발 동기 및 필요성

앞서 설명한 바와 같이, '한소네 시리즈'는 세계적으로 독보적인 점자기기 생산업체로 자리잡아 있다. 해당 제품군에는 웹 서핑, 폴라리스, MP3 기능 등의 고급 기술이 접목되어 사용자에게 여러 생활편의 기능을 제공한다.

하지만 현재 '한소네 시리즈'에는 기기 사용자가 비장애인과 즉각적인 의사소통을 할 수 있는 보조 기능이 존재하지 않는다. 또한 '한소네 시리즈'의 점자기기를 구성하는 점자 촉각 셀은 현재 전적으로 일본에서 수입되고 있는 상황이기 때문에 기기가 고가의 가격대에 형성되고 있으며, 해당 셀을 수리하기 위한 비용 역시 상당한 금액대로 형성되어 있다.

(단위 : 명(%))

구분		선천성 시청각중복 장애인	청각장애 시청각중복 장애인	시각장애 시청각중복 장애인	후천성 시청각중복 장애인	전체
다른 사람의 말을 이해하는 정도	전혀 이해하지 못함	0(0.0)	3(12.5)	0(0.0)	2(8.3)	5(20.8)
	거의 이해하지 못함	1(4.2)	2(8.3)	0(0.0)	2(8.3)	5(20.8)
	어느 정도 이해함	3(12.5)	3(12.5)	0(0.0)	2(8.3)	8(33.3)
	꽤 많이 이해함	1(4.2)	2(8.3)	0(0.0)	1(4.2)	4(16.7)
	전부 이해함	1(4.2)	0(0.0)	1(4.2)	0(0.0)	2(8.3)
전체		6(25.0)	10(41.7)	1(4.2)	7(29.2)	24(100.0)

[Figure 6] 의사소통 현황 1: 다른 사람의 말을 이해하는 정도



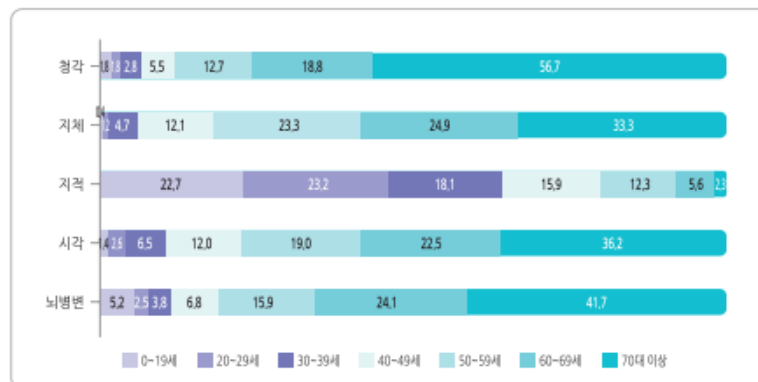
요구사항분석서: 시청각장애인 의사소통 보조 시스템 (B E E)

(단위 : 명(%))

구분		선천성 시청각중복 장애인	청각장애 시청각중복 장애인	시각장애 시청각중복 장애인	후천성 시청각중복 장애인	전체
최근 6개월 간 대화 정도	매일	3(12.5)	5(20.8)	1(4.2)	4(16.7)	13(54.2)
	일주일에 5~6회	1(4.2)	2(8.3)	0(0.0)	2(8.3)	5(20.8)
	일주일에 3~4회	1(4.2)	1(4.2)	0(0.0)	0(0.0)	2(8.3)
	일주일에 1~2회	0(0.0)	1(4.2)	0(0.0)	1(4.2)	2(8.3)
	2주에 1~2회	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	한달에 1~2회	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	거의 하지 않음	1(4.2)	1(4.2)	0(0.0)	0(0.0)	2(8.3)
	전혀 하지 않음	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	전체	6(25.0)	10(41.7)	1(4.2)	7(29.2)	24(100.0)
최근 6개월 간 대화 상대	부모	0(0.0)	1(4.2)	0(0.0)	0(0.0)	1(4.2)
	형제, 자매	1(4.2)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(4.2)
	자녀	0(0.0)	1(4.2)	0(0.0)	0(0.0)	1(4.2)
	친구	2(8.3)	1(4.2)	0(0.0)	5(20.8)	8(33.3)
	이웃	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	자원봉사자	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	활동보조인	0(0.0)	1(4.2)	1(4.2)	1(4.2)	3(12.5)
	의사소통조력자	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	배우자	1(4.2)	1(4.2)	0(0.0)	1(4.2)	3(12.5)
	기타	2(8.3)	5(20.8)	0(0.0)	0(0.0)	7(29.2)
	전체	6(25.0)	10(41.7)	1(4.2)	7(29.2)	24(100.0)

[Figure 7] 의사소통 현황 2: 최근 6개월간 대화 정도 및 대화 상태

장애통형별 연령대 비중 (%) 2016

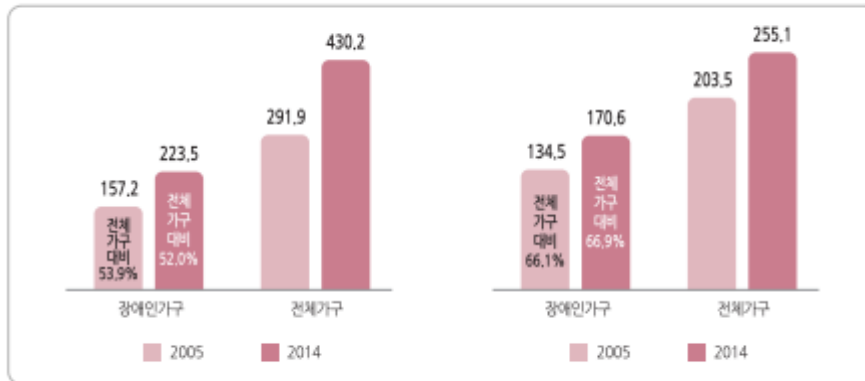


• 주 1 : 장애유형은 합계가 큰 상위 5개만 비교  
 2 : 장애유형 연령대별 비중(%) = (장애유형별 해당 연령대 / 장애유형별 인구) × 100  
 • 자료 : 보건복지부, 「등록장애인현황」, 2016

[Figure 8] 장애유형별 연령대 비중



● 가구 월평균 소득액(만원) 2005, 2014 ● 가구 월평균 지출액(만원) 2005, 2014



• 자료 : 보건복지부 · 한국보건사회연구원, 『장애인 실태조사』, 2006, 2015. / 통계청, 『연간 및 4/4분기 가계동향』, 2006, 2015.

[Figure 9] 장애인가구 월평균 소득 및 지출

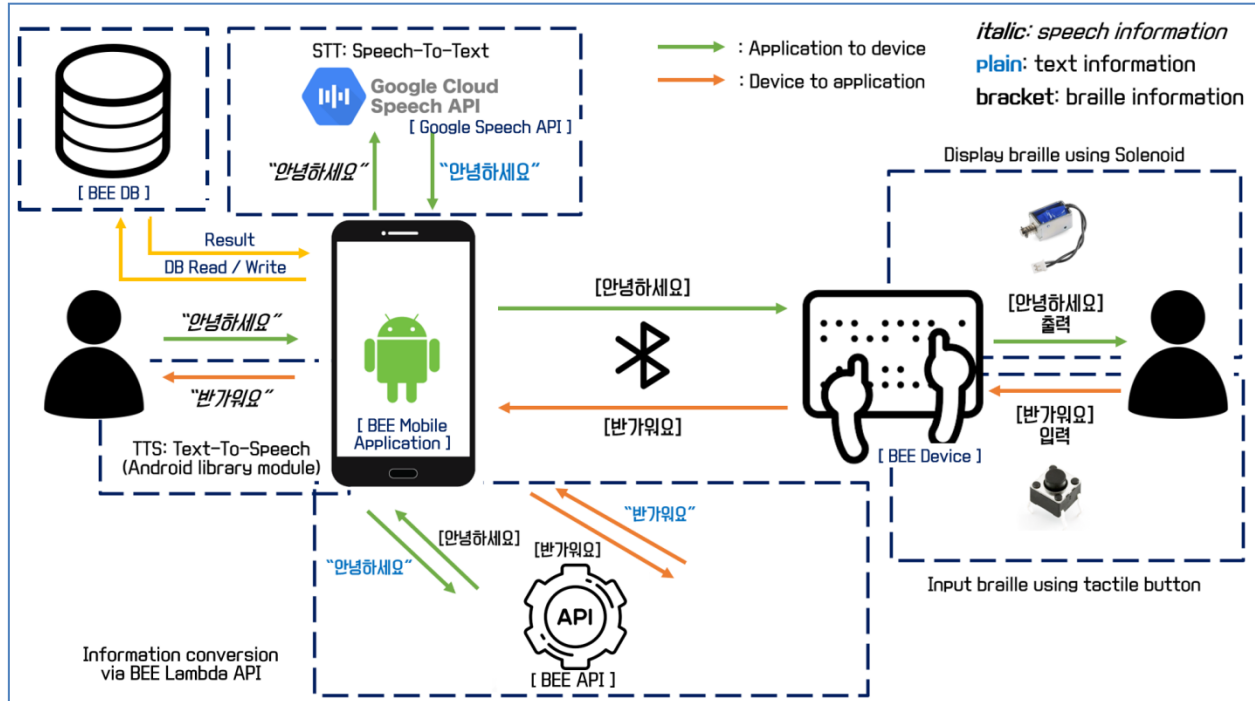
이처럼 다양한 점자기기가 존재함에도 불구하고 시청각장애인과 비장애인의 의사소통에는 상당한 어려움이 존재한다. 또한 시각/청각장애인의 연령대가 대 다수 고령으로 분포되어 있는 점을 보아 점자기기의 고급기술이 장애인분들에게는 상대적으로 중요시되지 않을 것이라고 생각해 볼 수 있다.

마지막으로 장애인 전체가구에 비해 현저히 떨어지는 경제적 상황으로 미루어 보아 시각 / 청각 / 시청각장애인이 비장애인과 혹은 장애인 간 실제적인 의사소통이 가능하도록 보조할 수 있고, 현존하는 기기들보다 상대적으로 저렴하게 구매할 수 있는 점자기기의 개발이 필요함을 알 수 있다.

이에 우리는 Application 을 통해 전달한 음성데이터를 Device 의 점자 출력부를 통해 인식할 수 있고, Device 의 점자 입력부를 통해 전달한 점자 정보를 Application 에서 음성 혹은 문자 정보로 인식할 수 있는 저가의 양방향 의사소통 보조 시스템을 구축하여 시각 / 청각 / 시청각장애인들이 겪고 있는 근본적 문제해소를 위한 서비스를 제공하고자 한다.



## 2.3 시스템 구성도 및 기술 개념

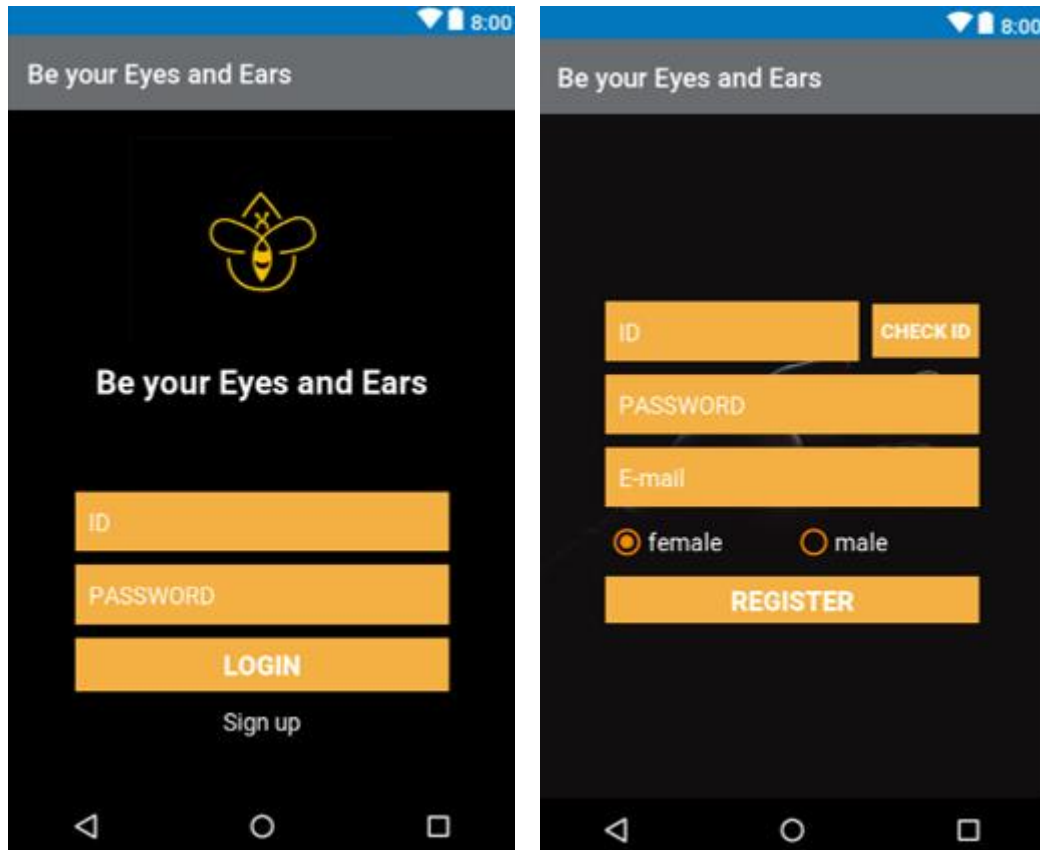


[Figure 10] 전체 시스템 구성도



### 3. 제품기능 및 기능동작

#### 3.1 회원가입 및 로그인



[Figure 11] BEE 어플리케이션 초기화면 / 로그인 화면

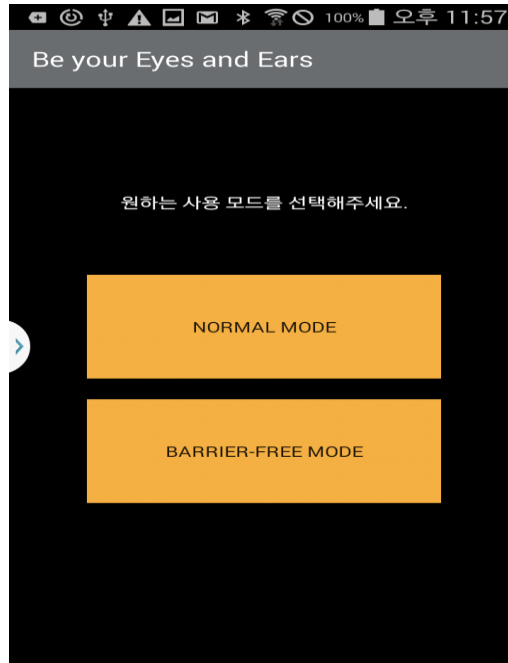


## 1. Select Activity로그인 서비스

- ① 어플리케이션 첫 화면에서 사용자가 자신의 Email과 Password를 입력하고 Login 버튼을 누르면 해당 정보는 Google Firebase 데이터베이스로 전송된다.
- ② Firebase 데이터베이스는 사용자가 입력한 정보가 데이터베이스에 존재하는지 확인한다.
- ③ 해당 정보가 데이터베이스에 등록 되어있는 것으로 확인되면 로그인 요청을 받아들이고, BEE Mobile Application의 첫 번째 액티비티인 Select Activity로 이동되어 Normal / Barrier-free 모드를 선택할 수 있게 된다.



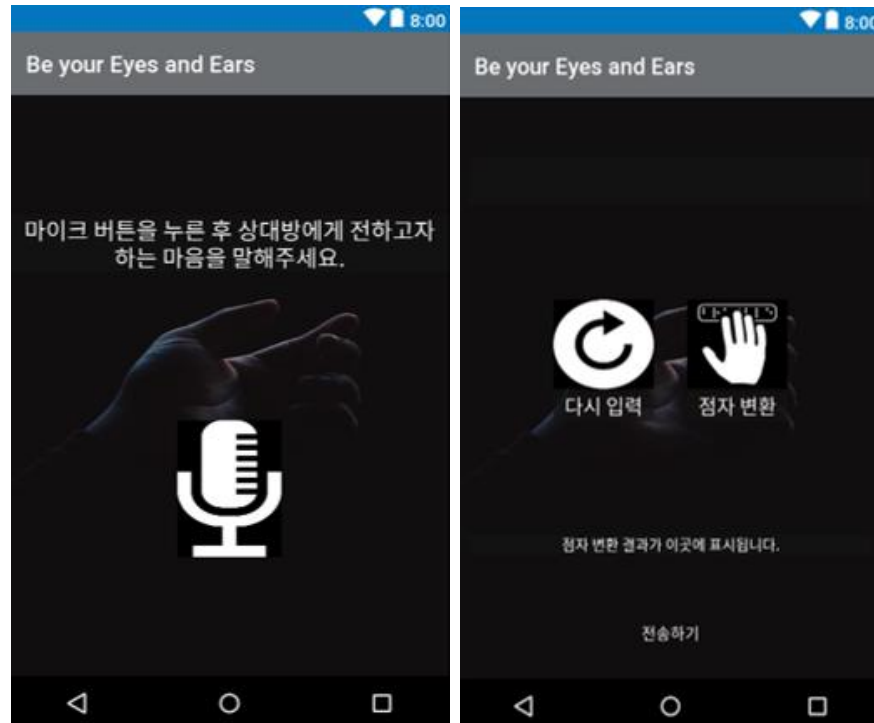
### 3.2 Normal / Barrier-free 모드선택



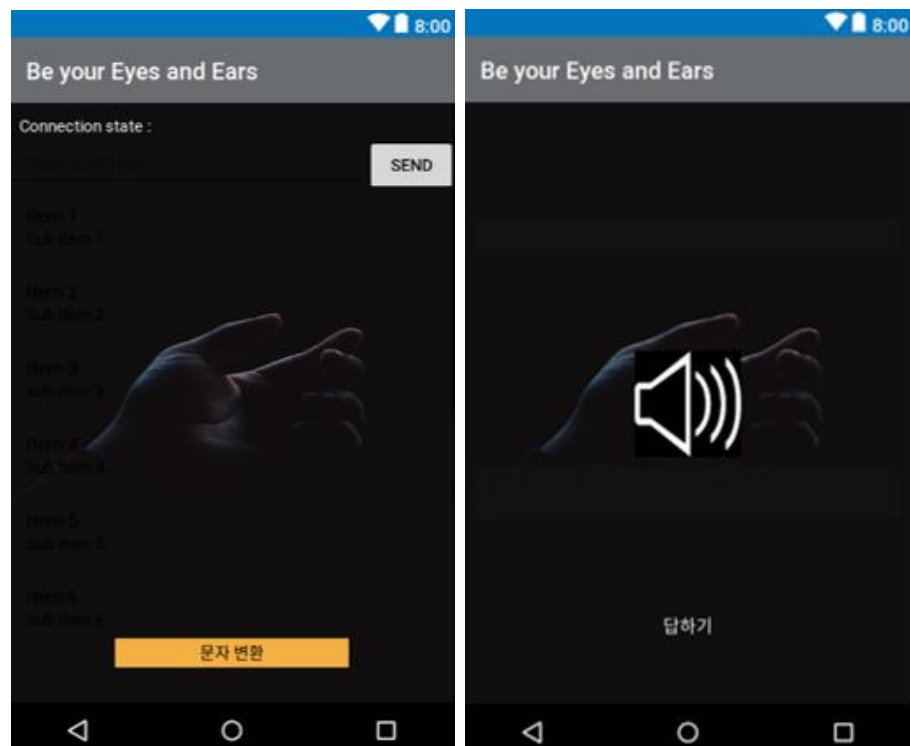
[Figure 12] 어플리케이션 기능 선택 화면

1. Normal mode 서비스: 사용자가 Select Activity의 'NORMAL MODE' 버튼을 누르게 되면 블루투스 연결을 통해 BEE Device와 음성-점자 간 소통을 할 수 있는 근거리 통신 기능을 제공한다.
2. Barrier-free mode 서비스: 사용자가 Select Activity의 'BARRIER-FREE MODE' 버튼을 누르게 되면 BEE Device와 BEE Mobile Application을 함께 사용할 수 있는 원거리 통신 기능을 제공한다. 원거리 통신 기능 뿐만 아니라 BEE Device를 활용해 인터넷 서비스를 이용할 수 있도록 돕는 보조적 기능 또한 제공한다.

### 3.3 Normal mode 의 STB / BTS 기능

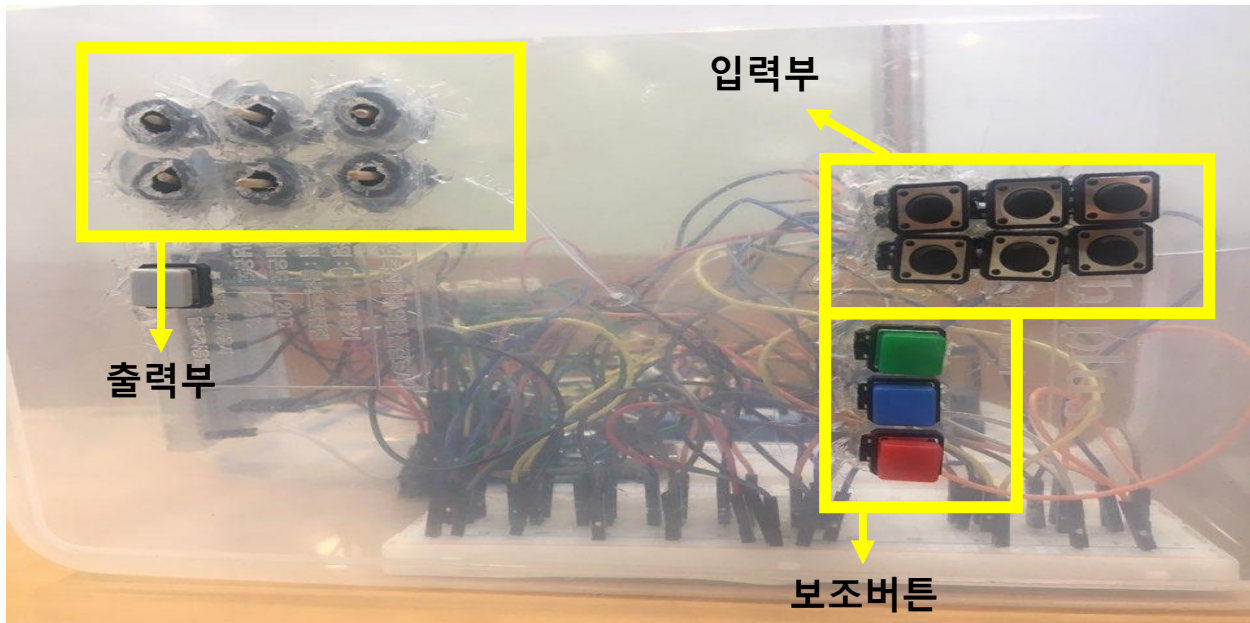


[Figure 13] 어플리케이션 STT(Speech to text) 및 Bee 디바이스 전송 화면



[Figure 14] BEE 디바이스로부터 점자정보를 받아 변환하는 화면





[Figure 15] BEE 점자 디바이스

## 1. STB(Speech to braille) 서비스

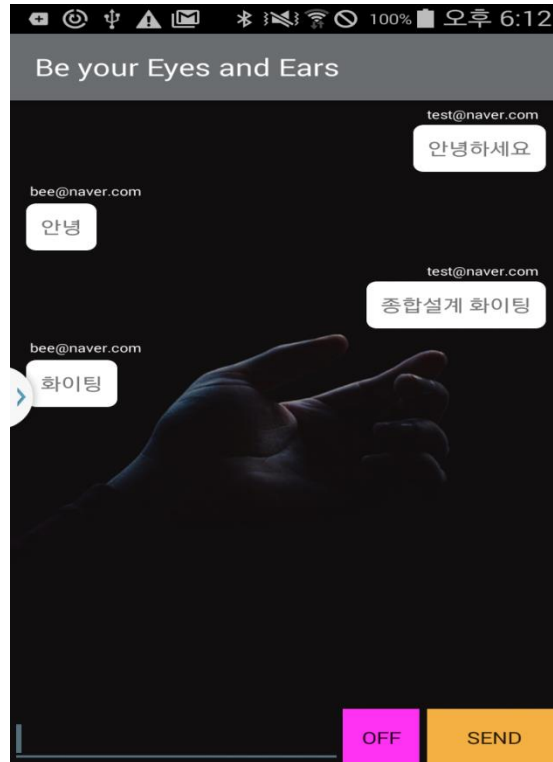
- ① 사용자가 Bluetooth Activity에서 연결하고자 하는 기기를 선택하면, 해당 기기와 블루투스 연결이 활성화되게 되고, 사용자 음성을 입력할 수 있는 STT Activity로 어플리케이션 화면을 이동시켜준다.
- ② 이동된 화면에서 마이크 아이콘을 누르게 되면 Google speech API가 활성화되고, 사용자가 음성을 입력하면 해당 음성은 문자로 변환되어 화면에 보여진다.
- ③ 사용자는 음성으로부터 변환된 문자를 디스플레이를 통해 확인할 수 있고, 해당 화면에서 '다시 입력' 아이콘을 선택할 시, 다시 음성을 입력할 수 있는 STT Activity로 사용자 화면을 이동시켜준다.
- ④ 3번과 동일한 화면에서 '다시 입력'이 아닌 '점자 변환' 아이콘을 선택할 시, 화면에 나타난 점자 정보가 BEE API를 거쳐 점자로 변환되게 된다. 이후, 블루투스와 연결된 디바이스의 점자 출력부에 해당 내용을 점자정보로 제공할 수 있다.
- ⑤ BEE Device의 출력 부 하단의 버튼을 누를 시에 출력부를 통해 변환된 점자정보를 확인할 수 있다.



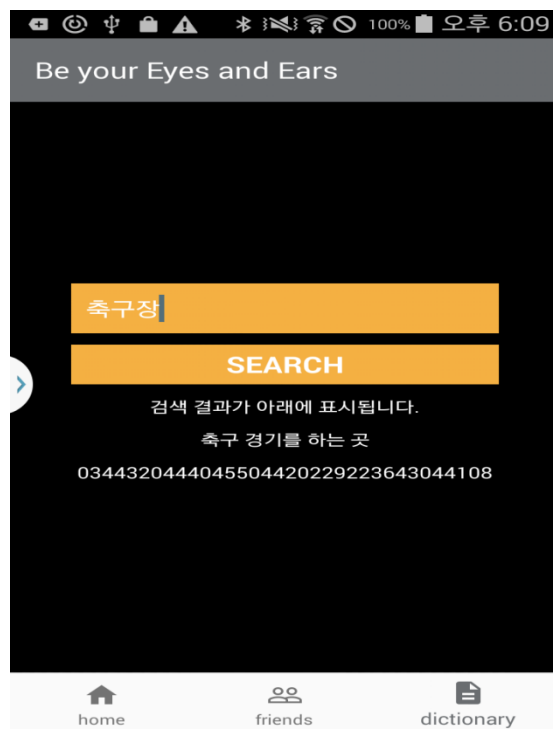
## 2. BTS(Braille to speech) 서비스

- ① 블루투스로 BEE Mobile Application과 연결된 BEE Device의 점자 입력부를 통해 하나의 셀을 완성하면 'Enter'(초록색버튼)을 누른다. 하나의 점자 정보 입력이 완료되면 'Send'(파란색버튼)을 눌러 점자정보를 완성한다. 모든 점자 정보의 입력이 완료되면 다시 'Send'(파란색버튼)을 눌러 점자정보를 전송한다. 점자 버튼을 잘못 누른 경우 'Backspace'(빨간색버튼)을 눌러 현재 입력중인 점자 셀을 초기화한다.
- ② 점자정보 전송을 하게 되면 블루투스 소켓을 통해 해당 정보가 BEE Mobile Application으로 전송이 된다. 이후, Mobile Application에서는 "상대방으로부터 메시지를 수신하였습니다."의 메시지를 확인할 수 있다.
- ③ 이후, TTS Activity에서 BEE Device 사용자가 전송한 점자정보를 문자로 확인할 수 있고, 추가적으로 "음성으로 듣기" 아이콘을 선택할 시 Android 내 TTS Library를 통해 해당 메시지를 음성으로 확인할 수 있다.

### 3.4 Barrier-free mode 의 어플리케이션 유저 간 채팅 / 사전 검색 기능



[Figure 16] 유저 간 채팅 화면



[Figure 17] 사전 검색 기능 화면



## 1. STB(Speech to Braille)와 BTS(Braille to speech)를 사용한 유저 간 채팅 기능

### 1.1 어플리케이션 유저 간 채팅

- ① Tab Activity에서 채팅 아이콘을 선택하게 되면, BEE Mobile Application에 회원으로 가입된 유저의 리스트를 보여준다.
- ② 해당 리스트에서 채팅을 원하는 유저를 선택할 시, 해당 유저와 채팅을 할 수 있는 채팅 액티비티로 사용자 화면을 이동시켜준다.
- ③ 이동된 화면에서 BEE Device를 활용하여 점자를 이용한 채팅을 진행할 수 있다.
- ④ 또한 비장애인은 BEE Mobile Application을 사용하여 유저 간 채팅을 사용할 수 있다.

### 2. 어플리케이션 사전 검색

- ① Tab Activity에서 사전 검색 아이콘을 선택하게 되면, 유저가 검색하고자 하는 단어를 입력할 수 있는 검색 창을 보여준다,
- ② 해당 검색 창에 BEE Device를 이용해 키워드를 입력하게 되면, 입력한 키워드에 대하여 사전에 검색된 내용을 사용자 화면에 보여준다.

## 4. 시스템 요구사항

본 장에서는 B.E.E Arduino device 와 B.E.E Application 을 이용해 비장애인과 시청각장애인의 의사소통 그리고 더 나아가 장애인 간 의사소통에 도움을 줄 수 있는 의사소통 보조 시스템을 시스템 요구사항과 사용자 요구사항을 구분하여 기술한다. 또한 본 프로젝트인 Be your Eyes and Ears 의 제한 사항과 한계점에 대해 추가적으로 기술한다.

### 4.1 시스템 인터페이스 요구사항

본 프로젝트에서 B.E.E Application 은 App 을 사용하는 사용자에게 서비스 튜토리얼을 제공한다. 서비스 튜토리얼은 사용자가 B.E.E App 을 활용하여 B.E.E device 를 지닌 상대방과 의사소통하는 방법을 설명하고, 그 방법을 익힐 수 있게 도와준다.

사용법을 익힌 후에는 직관적인 인터페이스를 통해 App 의 사용이 가능하도록 설계한다. 사용자는 마이크 버튼을 눌러 자신이 원하는 음성을 App 에 입력할 수 있으며, 이후 사용자가 입력한 음성 데이터를 텍스트로 변환한 결과를 App 에 display 시켜준다. 사용자는 해당 결과를 확인한 후 음성 데이터를 다시 입력할지, 혹은 해당 텍스트 정보를 점자 정보로 변환할 것인지 선택할 수 있게 된다.

B.E.E device 로부터 받은 상대방의 의사 정보 역시 사용자가 원하는 포맷으로 받아볼 수 있게 된다. 즉, 시각장애인의 경우, 상대방의 점자 정보를 음성으로, 청각장애인의 경우 상대방의 점자 정보를 텍스트로 받아볼 수 있게 되는 것이다.

B.E.E device 의 경우 Device 사용자의 편의를 최대한 고려하여 설계하도록 한다. 시청각장애인이 기존에 사용하던 점자의 모양을 그대로 참조하여 입력, 출력부를 설계하며, 이외의 추가적인 편의 기능을 제공하기 위해 'Enter', 'Backspace', 'Next' 등의 기능을 수행하는 버튼을 추가한다.



## 4.2 시스템 요구사항

### 4.2.1 시스템 기능적 요구사항

Req. ID	상세 내용	비고
SFR_001_A	B.E.E App 에서 음성을 입력하면 Google Speech API 와 통신하여 Text 를 반환 받을 수 있어야 한다.	
SFR_001_B	B.E.E App 은 반환 받은 Text 를 B.E.E Web Server 에 송신하여 그에 맞는 점자 정보를 반환 받을 수 있어야 한다.	
SFR_001_C	B.E.E App 은 Bluetooth module 을 이용하여 점자 정보를 B.E.E device 에 전송할 수 있어야 한다.	
SFR_001_D	B.E.E App 은 Bluetooth module 을 이용하여 B.E.E device 로부터 점자 정보를 수신할 수 있어야 한다.	
SFR_001_E	B.E.E App 은 device 로부터 수신 받은 점자 정보를 B.E.E Web server 에 송신하여 그에 맞는 Text 를 반환 받을 수 있어야 한다.	
SFR_001_F	B.E.E App 은 B.E.E Web server 으로부터 수신 받은 Text 를 화면에 출력해줄 수 있어야 한다.	
SFR_001_G	B.E.E App 은 B.E.E Web server 으로부터 수신 받은 Text 를 음성으로 출력해줄 수 있어야 한다.	
SFR_002_A	B.E.E device 는 Bluetooth module 을 이용하여 B.E.E App 으로부터 점자정보를 수신할 수 있어야 한다.	
SFR_002_B	B.E.E device 는 B.E.E App 으로부터 수신 받은 점자 정보를 출력부에 점자로 출력할 수 있어야 한다.	
SFR_002_C	B.E.E device 는 점자 입력부에 사용자로부터 점자를 입력 받을 수 있어야 한다.	
SFR_002_D	B.E.E device 는 Bluetooth module 을 이용하여 사용자의 점자 입력 정보를 B.E.E App 에 전송할 수 있어야 한다.	
SFR_003_A	B.E.E Web Server 는 App 으로부터 수신 받은 Text 를 점자 정보로 변환하여 App 에 반환할 수 있어야 한다.	
SFR_003_B	B.E.E Web Server 는 App 으로부터 수신 받은 점자정보를 Text 로 변환하여 App 에 반환할 수 있어야 한다.	

**[Table 3] 시스템 기능적 요구사항**

## 4.2.2 시스템 비기능적 요구사항

Req. ID	상세 내용	비고
SNFR_001	시스템 설계자는 B.E.E App 과 B.E.E Web Server 를 연동시켜 놓아야 한다.	
SNFR_002	시스템 설계자는 B.E.E App 과 Google Speech API 를 연동시켜 놓아야 한다.	
SNFR_003	시스템 설계자는 B.E.E App 과 B.E.E Device 를 연동시켜 놓아야 한다.	

[Table 4] 시스템 비기능적 요구사항

## 4.3 사용자 요구사항

### 4.3.1 사용자 기능적 요구사항

Req. ID	상세 내용	비고
UFR_001	App 사용자는 Device 사용자에게 의사를 전달하기 위해 음성을 입력할 수 있어야 한다.	
UFR_002	App 사용자는 Device 사용자가 입력한 점자를 텍스트 혹은 음성으로 인식할 수 있어야 한다.	
UFR_003	Device 사용자는 점자 출력부에 출력된 점자를 인식할 수 있어야 한다.	
UFR_004	Device 사용자는 '다음' 버튼을 활용해 전송 받은 점자를 순차적으로 인식할 수 있어야 한다.	
UFR_005	Device 사용자는 점자 입력부를 통해 점자 정보를 App 에 전달할 수 있어야 한다.	

[Table 5] 사용자 기능적 요구사항

### 4.3.2 사용자 비기능적 요구사항

Req. ID	상세 내용	비고
UNFR_001	사용자는 자신의 스마트 device 에 B.E.E 어플리케이션을 설치해야 한다.	
UNFR_002	사용자는 점자의 입출력 기능을 이용하기 위해선 B.E.E device 를 보유해야 한다.	

[Table 6] 사용자 비기능적 요구사항



#### 4.4 시스템 구현의 제한사항

- 점자 출력 모듈의 규격적 제약

한국 점자 규정에서는 점의 외형적, 물리적 규격을 정하고 있지 않으며, 현재는 엘리베이터 점자 표기에 한하여 '한국산업규격(KS) 엘리베이터 점자 규격(KS B 6895 엘리베이터 점자 표기)'이 사용되고 있다. 다만 한국시각장애인연합회에서 미국 등의 규정을 참고한 자체적인 규정을 아래와 같이 만들어 편의 시설 설치 지침 등에 활용하고 있다.

점 높이	점 간격	점 기본 직경	셀 간격	줄 간격
0.6~0.7mm	2.5mm	1.5mm	4.0~6.0mm	5.0~5.2mm

[Table 7] 편의 시설 설치 지침

본 프로젝트에서는 점자출력부가 Arduino 와 주변 부품을 통해 구성되기 때문에 위의 [Table 7] 와 같은 규격을 정확히 지킬 수 없다는 한계가 있다.

- 음성입력의 기능적 제약

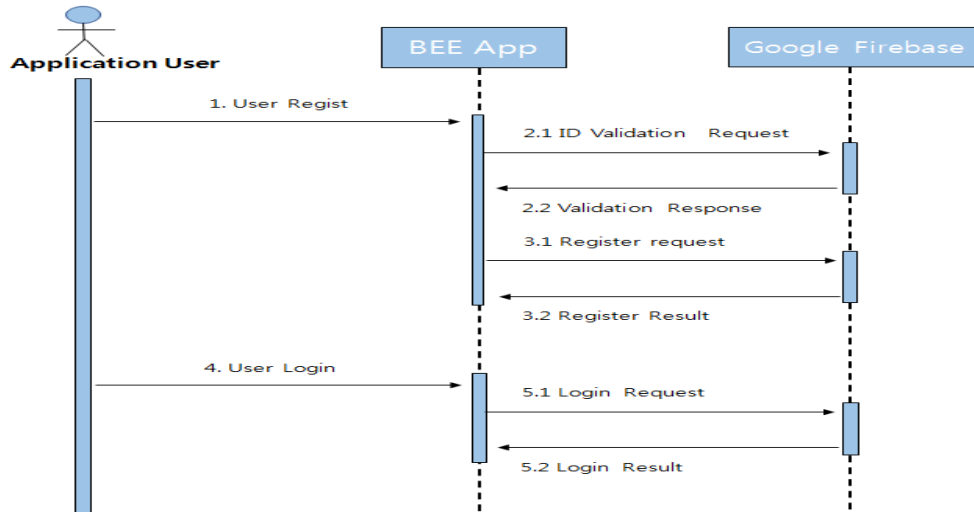
본 프로젝트에서 음성입력 기능은 Google Speech API 를 통해 구현되기 때문에 음성입력의 문맥적 정확성을 보장할 수 없다는 한계가 있다. 또한 Google Speech API 는 영어 데이터셋을 기반으로 학습된 머신러닝 기반의 API 이기 때문에, 한글 음성 데이터를 입력했을 때 단어 단위는 잘 인식하지만 문장 단위는 잘 인식하지 못한다는 언어적 한계를 지니고 있다.





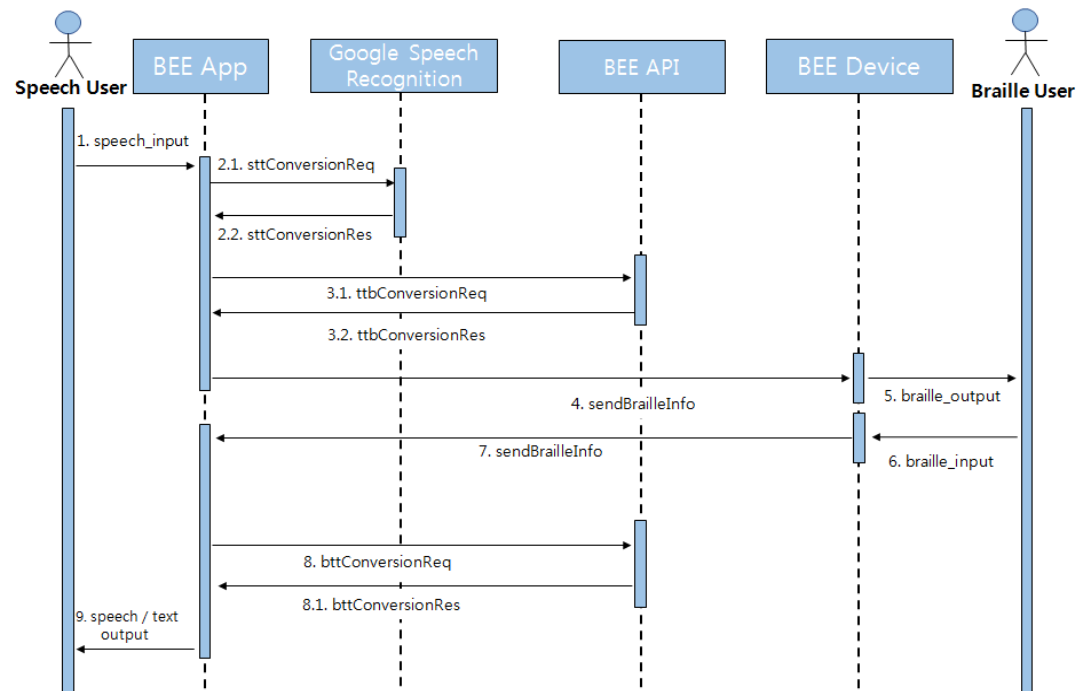
## 5. Sequence Diagram

### 5.1 Sign up & Log-in sequence



[Figure 18] Sequence Diagram

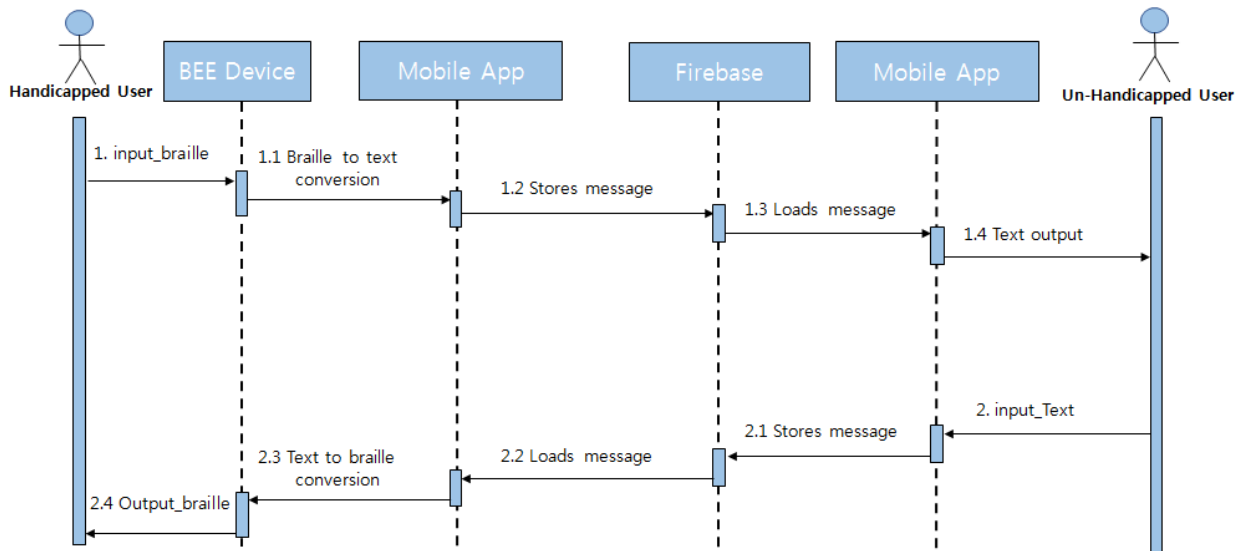
### 5.2 BEE Application – BEE Device communication sequence



[Figure 19] BEE Application-BEE Device communication sequence

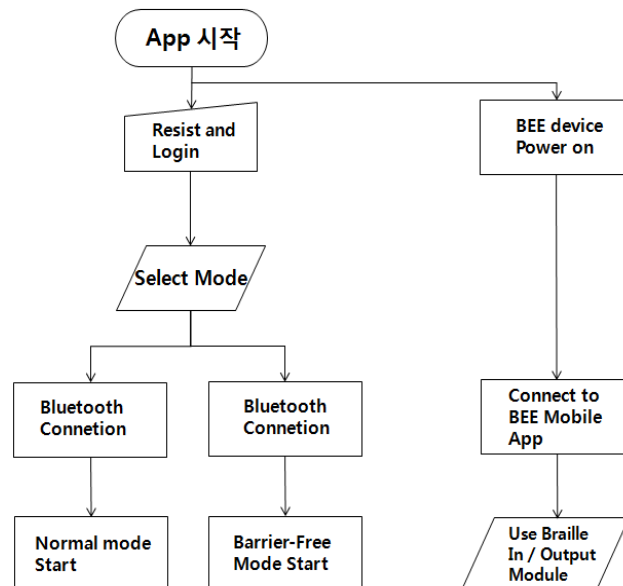


### 5.3 BEE Real-time chatting



[Figure 20] BEE Real-time chatting sequence

### 5.4 User Flow chart



[Figure 21] User Flow Chart



## 6. 시나리오

### 6.1 장애인과 비장애인 간 의사소통

Tiago 는 장애인 도서관에서 근무하게 된 비장애인 신입 사서이다. 그는 수화를 배워 장애인들과 의사소통을 하기 위해 노력하지만 말하고자 하는 바를 정확히 전달하지 못해 한계에 부딪혔다.

도서관은 이에 대한 해결 방안으로써 비장애인 사서들의 원활한 의사소통을 위해 가장 보편화 되어 있는 한소네 점자정보 단말기를 구입하기로 하였다. 그러나 예산이 넉넉하지 않아 값 비싼 한소네 시리즈를 구입할 수 없었다. 도서관은 고민 끝에 시청각장애인 의사소통 보조 시스템 BEE 를 구입하기로 하였다. BEE 제품은 장애인, 비장애인이 사용할 수 있는 Application 과 장애인들이 사용할 수 있는 Device 가 분리되어 있어 원활한 의사소통을 도울 수 있다.

시청각장애인 Anna 가 Tiago 에게 점자 책의 위치 정보를 물어왔다. 이때 Tiago 는 BEE Application 의 음성 인식 기술로 책의 위치 정보를 Device 에 전달하고, Anna 는 텍스트로 넘겨진 이 정보를 점자로 변환된 형태로 출력받는다.

Anna 는 ‘감사합니다’를 말하기 위해 Device 를 통해 점자를 입력하고, Tiago 는 이를 텍스트로 변환된 형태로 Application 을 통해 음성 출력을 받는다. 도서관은 사서들의 만족도와 효율성을 종합하여 볼 때, 사서들에게 BEE 제품을 필수적으로 교육받을 수 있도록 프로그램을 마련하기로 하였다.

### 6.2 장애인과 장애인 간 의사소통

농학교에서 만난 시각장애인 Tony 와 시청각장애인 Jenny 는 서로의 이름은 묻고 대화를 나누고 싶어한다. 학교에서 보급한 의사소통 보조 시스템 BEE 를 통해 대화를 시도한다. 이들은 학교 수업 시간에 BEE 제품에 대한 지속적인 교육을 받았기 때문에 BEE Application 인터페이스의 위치와 Device 의 점자 위치를 가늠하는데 익숙하다.

Tony 는 자신의 핸드폰에 설치된 BEE Application 을 통해 하고 싶은 말을 음성으로 입력하고 'Convert' Button 을 눌러 텍스트로 변환한다. 이후, Jenny 의 BEE Device 에 텍스트가 점자로 변환된 형태로써 전달된다.

Jenny 는 'Next' 버튼을 눌러 모든 점자 정보를 받고 질문에 대한 답을 점자로 입력하여 Tony 의 Application 에 전달한다. Tony 와 Jenny 는 BEE 제품을 통해 서로에 대한 궁금증을 해소할 수 있고, 서로 다른 장애를 가진 친구와 대화할 수 있다는 희열을 느껴 새로운 교우관계를 맺는 것에 대한 두려움을 극복할 수 있었다.

### 6.3 장애인과 비장애인 간 사전 검색 기능을 활용한 온라인 채팅 의사소통

△△대학교 미술 교양수업 시간에 만난 비장애인 Liam 과 청각장애인 Josh 는 팀 프로젝트를 수행하기 위해 연락을 주고받아야 한다. 하지만 수화를 전혀 배우지 않은 Liam 은 자신의 생각을 전달할 방법이 없었고, Josh 또한 대화를 할 수 있는 방법이 없어 답답할 지경이었다.

이때, Josh 는 자신이 가지고 있는 의사소통 보조 시스템 BEE 를 통해 Liam 과 대화할 수 있는 창구를 생각했다. BEE Device 와 연동되어 있는 온라인 채팅 Application 을 Liam 의 핸드폰에 설치하고, Josh 는 BEE Device 에 자신이 하고 싶은 말을 점자로 입력하여 채팅 Application 에 전달한다.

이 채팅 Application 을 통해 이들은 팀 프로젝트 준비에 대한 대화를 나눌 수 있었다. 대화 중 '이젤'에 대한 단어의 뜻을 몰랐던 Liam 을 위해 BEE Application 으로 사전 검색 기능을 활용하려고 한다. 사전 검색 기능을 통해 '이젤'의 의미를 전달받고, 이를 Josh 의 BEE Device 에 점자로 출력하게 하여 Josh 가 '이젤'의 의미를 정확히 이해할 수 있었다.

BEE 제품을 활용해 의사소통을 편리하게 주고받을 수 있게 된 이들은 팀 프로젝트 기간 동안 BEE 제품을 적극적으로 사용하기로 했다.



## 7. 프로젝트 세부일정

주차 내용	4 월				5 월				6 월		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
아이디어 회의 및 기술 동향 조사											
사업계획서 작성											
개발장비 조사											
요구사항 정의서 작성											
서버 생성											
안드로이드 앱 UI 설계											
안드로이드 앱 UI Activity 설계											
안드로이드와 Google Speech API 연동											
서버와 안드로이드 앱 연동											
Arduino 스케치 작성											
Arduino 점자 입출력부 제작											
Arduino 와 안드로이드 앱 Bluetooth 연동											
웹 서버 내 점자-텍스트 변환 로직 구현											
안드로이드 앱 세부 기능 구현											
통합 테스트 및 오류 수정											
최종 보고서 작성											

[Table 8] 프로젝트 세부일정



## 8. 팀원 담당업무

이름	정	부	비고
허훈	음성인식 및 BEE Mobile App 구현	프로젝트 총괄	팀장
고용규	BEE Device 설계 및 아두이노 로직 구현	성능 시험 및 오류 수정	
송무경	BEE Device 설계 보조	프로젝트 문서화	
고도현	Firebase DB 구축	프로젝트 문서화	
김서연	점자-한글 변환 로직 구현	프로젝트 문서화	
이윤주	한글-점자 변환 로직 구현	프로젝트 문서화	

[Table 9] 팀원 담당업무

GitHub 주소: [https://github.com/Huffon/2019\\_Capstone\\_bee](https://github.com/Huffon/2019_Capstone_bee)