


## 2024 년도 전자공학부 캡스톤디자인1 보고서

팀명	그로밋		
과제명	양방향 수어 통역 시스템		
구성원	학과(전공)	학번	이름
	전자공학부	2020091612	조규범
	전자공학부	2020025196	이수형
	전자공학부	2020033927	한승훈
과제유형	시제품제작과제(HW) ( <input checked="" type="radio"/> ) 연구분석과제(SW) ( <input type="radio"/> )	지도교수	신승연 (인) 
과제개요	<p>이 프로젝트는 청각장애인(농인)과 비장애인이 의료 환경에서 원활히 소통할 수 있는 양방향 수어 번역 시스템을 개발하는 것을 목표로 합니다. STT, TTS, Mediapipe를 활용한 수어 인식 기술과 Unity 기반의 3D 모션 구현 기술을 접목하여, 한글에서 수어로, 수어에서 한글로 번역이 가능한 시스템을 설계하고 있습니다. 특히, 수어 데이터의 연속성과 시간적 의존성을 효과적으로 학습하기 위해 RNN 기반의 모델을 활용하여 수어 동작을 Gloss로 변환하고, 이를 자연스러운 한글 문장으로 연결하는 기술을 구현합니다.</p> <p>이 시스템은 의료 현장에서 농인과 비장애인이 실시간으로 소통할 수 있는 환경을 제공하며, 의사소통의 장벽을 해소하고 서비스 접근성과 만족도를 크게 향상시키는 데 기여할 것으로 기대됩니다.</p>		

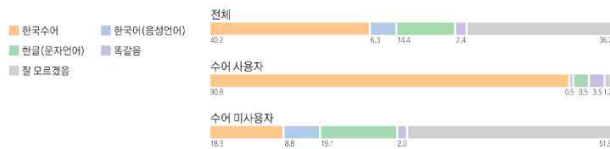
### 1. 과제의 목표 및 내용

해당 과제는 청각장애인과 비장애인이 의료 환경에서 실시간으로 소통할 수 있는 양방향 수어 번역 시스템을 개발하는 것을 목표로 합니다. 현재 상용화된 수어 번역 기술은 한글을 수어로 변환하는 단방향 시스템에만 국한되어 있으며, 수어를 한글로 번역하는 양방향 시스템은 부재한 상황입니다. 이를 해결하기 위해, AI 기반 음성 변환, 수어 인식, 3D 모션 기술을 활용하여 한글에서 수어로, 수어에서 한글로 번역하는 기능을 구현하고자 합니다. 음성을 텍스트로 변환(STT)한 후, 텍스트를 수어 문법(Gloss)으로 변환하고, Unity와 Mediapipe를 통해 3D 아바타로 수어 동작을 출력합니다. 반대로, Mediapipe로 수어 동작에서 Keypoint를 추출하고, 이를 LSTM 모델로 학습하여 Gloss로 변환한 뒤, Fine-Tuning된 언어 모델을 활용해 자연스러운 한글 문장을 생성합니다. 이 시스템은 의료 현장에서 의사소통의 장벽을 허물고, 서비스 접근성을 향상시키는 데 기여할 것으로 기대됩니다.

## 2. 과제의 필요성

농인이 사용하기에  
가장 적절한 언어

단위: %



수어통역이 필요하다고  
생각하는 영역

복수 응답 / 단위: %



[그림 1, 2] 수어의 필요성과 수어통역의 필요 영역 통계자료 (국립국어원)

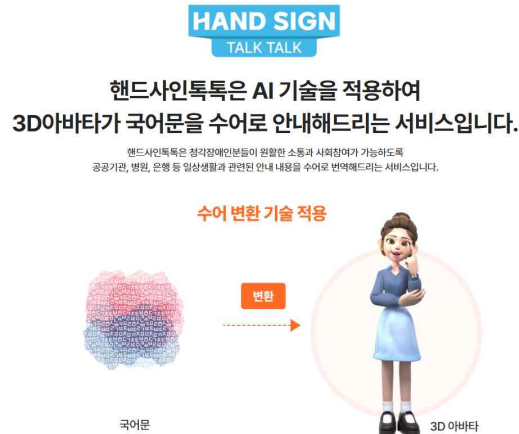
(출처: [https://multiculturekorea.co.kr/202400000001?ctts\\_id=000000000189&mode=viw](https://multiculturekorea.co.kr/202400000001?ctts_id=000000000189&mode=viw))

국립국어원의 조사에 따르면, 농인의 90.8%가 한국 수어를 가장 적합한 언어로 인식하고 있는 것으로 나타났습니다. 이는 수어가 농인들에게 단순한 의사소통 수단을 넘어 정체성과 삶의 중요한 부분임을 잘 보여줍니다. 또한, 수어 통역이 가장 필요하다고 생각되는 장소로 의료기관이 83.0%의 응답률을 기록한 점은 의료 환경에서 수어 통역 서비스의 중요성을 명확히 보여줍니다. 특히, 정확한 진단과 치료에 있어 의사소통의 원활함은 생명과 직결되는 중요한 요소로 작용합니다.

그러나 현재 대부분의 의료기관은 이러한 의사소통의 필요성을 충분히 충족하지 못하고 있습니다. 수어 통역사가 항상 상주하지 않아 농인 환자가 자신의 증상을 명확히 전달하지 못하거나, 의료진이 이를 이해하지 못해 발생하는 소통 부족 문제가 빈번히 일어나고 있습니다. 이는 환자의 상태를 잘못 판단하여 적절한 치료 시기를 놓치게 되는 등 심각한 의료 사고로 이어질 가능성이 큼니다.

따라서, 이러한 문제를 해결하기 위해 의료 환경에서 농인과 비장애인이 양방향으로 소통할 수 있는 체계적인 지원 시스템이 필요합니다. 이를 통해 청각장애인 환자와 의료진 간의 신뢰를 높이고, 더 나은 의료 환경을 조성할 수 있을 것입니다.

### 3. 과제의 독창성

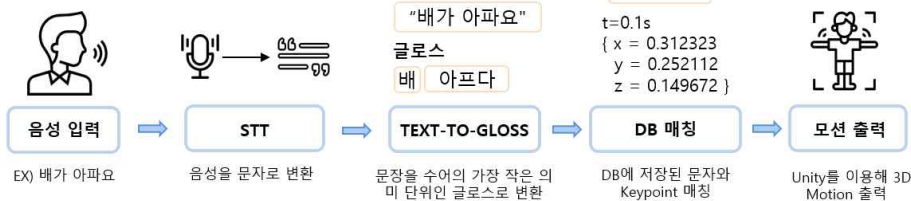


[그림 3] KLCube의 단방향 수어 번역 기술  
(출처: <https://www.klcube.co.kr/dh/ai>)

현재 상용화된 수어 번역 기술의 예로, 국내 기업 KL Cube에서 제공하는 한글을 3D 아바타를 통해 수어 영상으로 변환하는 단방향 번역 시스템이 있습니다. 이 기술은 텍스트를 입력하면 3D 캐릭터가 해당 텍스트에 맞는 수어 동작을 시각적으로 표현하는 방식으로, 청각장애인이 정보를 시각적으로 이해하는 데 도움을 줍니다. 그러나 이러한 기술은 한글에서 수어로의 변환에만 초점이 맞춰져 있으며, 수어를 한글로 변환하거나 실시간 대화가 가능한 양방향 시스템은 지원하지 못한다는 한계를 가지고 있습니다. 특히, 의료 환경과 같이 긴급하고 상호작용이 필요한 상황에서는 단방향 기술만으로는 농인과 비장애인 간 의사소통의 문제를 해결하기 어렵습니다. 예를 들어, 농인 환자가 자신의 증상을 의료진에게 전달하거나, 의료진의 지시를 이해해야 하는 상황에서는 실시간 양방향 번역이 필수적입니다.

#### ■ 흐름도

한글 -> 수어



수어 -> 한글



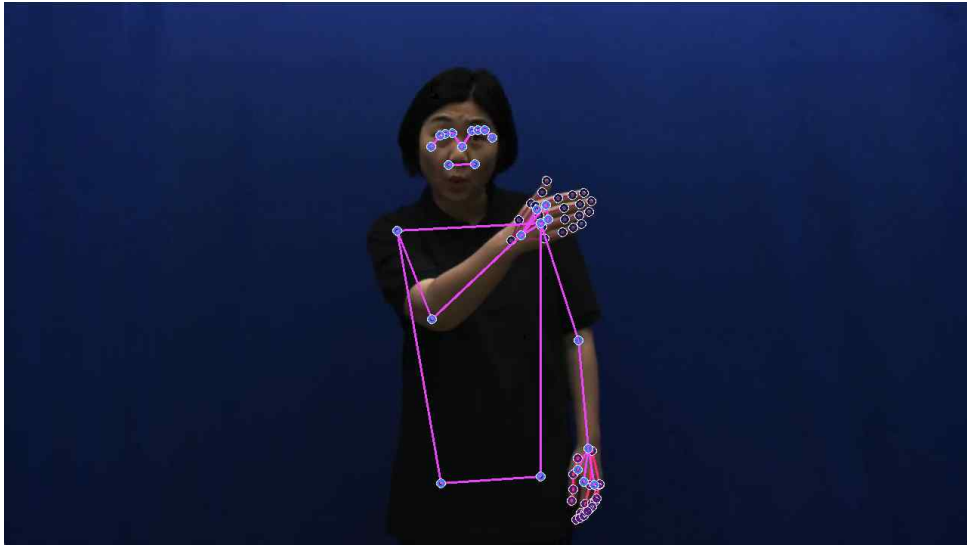
[그림 4] 양방향 수어 번역 시스템 주요 흐름도

저희 프로젝트는 기존 단방향 기술의 한계를 극복하고, 한글에서 수어로의 변환뿐 아니라, 수어에서 한글로의 변환까지 가능한 양방향 번역 시스템을 제안한 점에서 독창성을 지니고 있습니다. 특히, Mediapipe를 활용하여 수어 동작의 Keypoint를 추출하고, RNN 기반 학습 모델의 데이터 학습으로, 인식된 수어 동작을 학습된 Gloss로 추출하는 과정은 양방향 의사소통을 가능하게 하게하는 핵심적인 기술입니다. 이를 통해 농인과 비장애인이 실시간으로 상호작용하며 소통할 수 있는 환경을 제공하며, 의료 환경과 같은 중요한 의사소통이 필요한 장소에서 발생하는 문제를 효과적으로 해결할 수 있습니다.

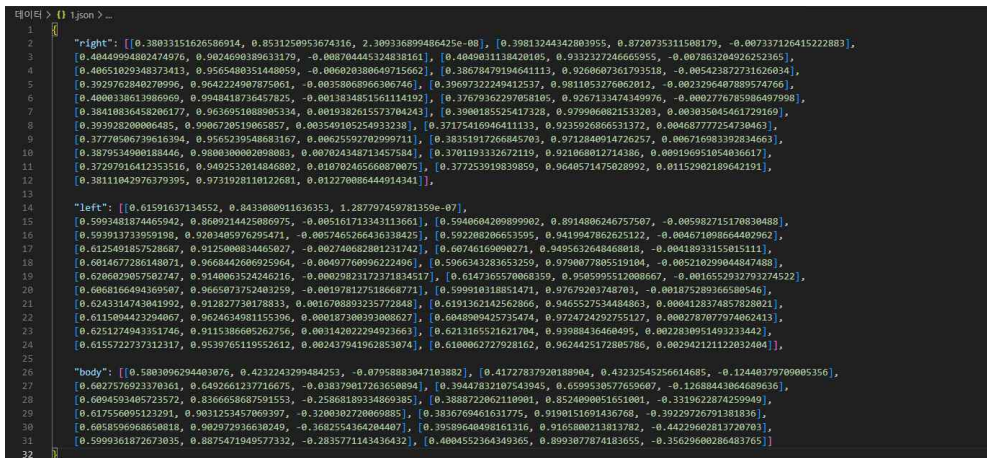
#### 4. 과제 추진 과정 및 방법

과제 과정	과제 추진 일정(2024.09~2025.06)										세부 사항
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
아이디어 선정 및 구체화											수어 번역 시스템의 주요 기능 정의 및 개발 방향 설정
발표 준비 및 결과보고서 작성											2024-2학기 발표 자료와 최종 보고서 작성 및 발표 연습
RNN 모델 학습											Mediapipe에서 추출한 Keypoint 데이터를 활용하여 RNN 기반 모델 성능 비교
LLM fine-tuning (Gloss<->Text))											Gloss 데이터를 기반으로 자연스러운 한글 문장 변환을 위한 언어 모델 학습 및 최적화.
3D Motion 구현(Unity)											Mediapipe 좌표 데이터를 Unity의 좌표체계로 변환하여 3D 아바타 모션 구현
Code 병합											학습 모델, 데이터 처리, 3D 모션 코드를 통합하여 시스템 개발
문제점 인지 및 수정											시스템 테스트 과정에서 발생한 오류 및 문제점 파악 후 수정
발표 자료 작성 및 발표											2025-1학기 최종 결과물 발표를 위한 자료 준비 및 발표 연습

## 5. 진행 내용



[그림 5] Mediapipe를 이용한 수어 동작 인식  
(출처 : Alhub 수어영상)



[그림 6] json파일로 추출된 정규화 keypoint 데이터베이스

현재까지 저희는 AI Hub에서 제공하는 수어 영상 데이터셋을 Mediapipe를 통해, 수어 영상의 각 프레임에서 손, 상체, 얼굴의 Keypoint를 추출하고, 이를 바탕으로 데이터베이스를 구축하였습니다. 이러한 Keypoint는 JSON 형식으로 저장되며, 손동작, 몸의 자세, 얼굴 움직임 등을 포함한 데이터를 정량적으로 분석할 수 있는 기반을 제공합니다. 이때, 의료기관에서 자주 사용되는 주요 Gloss 30개를 선정하여 해당 Gloss와 관련된 Keypoint 데이터를 정리하고, 이를 데이터베이스에 추가하여 학습에 활용 가능한 구조를 완성하였습니다.

현재 데이터베이스는 각 Gloss에 대응하는 Keypoint의 좌표값과 시간에 따른 변화 데이터를 포함하고 있어, 추후 RNN 기반 모델의 학습에 최적화된 형태로 설계되어 있습니다. 이를 통해 Gloss와 Keypoint 간의 관계를 정확히 파악할 수 있는 기반을 마련하였으며, 의료 환경에서 사용될 수어 번역 시스템 개발의 핵심 데이터를 확보한 상태입니다.

또한, 데이터 정규화 및 좌표 변환 과정을 통해 Mediapipe에서 추출한 데이터를 Unity 환경에서 활용 가능하도록 시도하고 있습니다.

## 6. 기대효과 및 개선방향

### 1) 기대 효과

양방향 수어 번역 시스템은 의료, 공공 서비스, 교육 등 다양한 분야에서 실질적으로 활용될 수 있습니다. 특히 의료기관에서는 농인 환자와 의료진 간 실시간 의사소통을 지원하여 진단과 치료 과정에서 발생할 수 있는 오류를 줄이고, 응급 상황에서 신속하고 정확한 대응을 가능하게 합니다. 또한, 수어 통역사가 부족한 현실적인 문제를 해결하여 농인의 의료 서비스 접근성을 크게 향상시킬 수 있습니다. 이 시스템은 통역사에 의존하지 않고도 독립적인 소통을 가능하게 함으로써, 농인 환자가 의료진과 신뢰를 바탕으로 더 나은 의료 환경을 경험할 수 있도록 돕는 데 중요한 역할을 할 것입니다.

### 2) 개선 방향

시스템의 완성도를 높이기 위해 다음과 같은 두 가지 방향으로 개선을 진행할 계획입니다.

첫 번째는 Mediapipe의 Keypoint 데이터를 Unity의 좌표체계에 맞게 변환하는 작업입니다. Mediapipe는 각 프레임에서 손과 몸의 Keypoint 좌표를 0~1로 정규화된 값으로 제공합니다. 반면, Unity는 월드 좌표계를 사용하여 절대적인 위치와 스케일을 기반으로 데이터를 처리합니다. 또한, Mediapipe는 Y축 방향이 Unity와 반대이며, 좌표의 스케일링이 필요하다는 차이점도 존재합니다. 이를 해결하기 위해 Mediapipe에서 출력된 Keypoint 데이터를 Unity 환경에 적합하도록 변환하고 정규화 작업을 수행할 예정입니다. 이러한 전처리를 통해 Unity에서 정확하고 자연스러운 3D 모션을 구현할 수 있도록 개선할 계획입니다.

두 번째는 수어를 한글로 번역하는 과정에서 번역 성능을 최적화하는 것입니다. Mediapipe에서 추출된 Keypoint 데이터를 기반으로 RNN, LSTM, GRU, 1D-CNN 등 다양한 모델을 학습시키고, 각 모델의 성능을 비교 분석하여 가장 높은 정확도를 제공하는 모델을 선정할 예정입니다. 이를 통해 수어 동작을 더욱 정확하게 Gloss로 변환하고, 최종적으로 Gloss를 자연스러운 한글 문장으로 변환하는 시스템을 구축하는 것을 목표로 하고 있습니다.

이와 같은 개선을 통해 데이터 전처리와 번역 모델 성능을 동시에 최적화함으로써, 실시간 번역의 정확성과 자연스러움을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대됩니다.

## 7. 참고문헌 및 부록

- [1] 수어의 필요성과 수어통역의 필요 영역 통계자료
  - [https://multiculturekorea.co.kr/202400000001?ctts\\_id=000000000189&mode=viw](https://multiculturekorea.co.kr/202400000001?ctts_id=000000000189&mode=viw)
- [2] KLCube의 단방향 수어 번역 기술
  - <https://www.klcube.co.kr/dh/ai>
- [3] 흐름도 이미지 출처
  - <https://www.flaticon.com/kr/>
- [4] 이명진, 김우영, 김태용, 손의성, 김우주. (2024). Text-to-Gloss를 위한 사전학습 언어모델 단어사전 제어 연구. 지능정보연구, 30(2), 239 - 253 <https://doi.org/10.13088/jiis.2024.30.2.239>
- [5] AI허브 수어영상 데이터셋
  - <https://www.aihub.or.kr>