

# 캡스톤디자인 중간보고서

|   |          |   |   |  |
|---|----------|---|---|--|
| 제 목   | 국문       |   | 실시간 한영 수어 번역을 위한 어플리케이션 개발  |  |
|   | 영문       |   | Application for real-time Korean-English Sign Language Translation  |  |
| 진 행 상 황   | 한국어 마일스톤 | 기능 요구사항에 대한 중요 마일스톤<br>1) 영상통화 번역 시스템 - 유스 케이스 작성<br>2) 전문 통역사 연결 기능 - 유스 케이스 작성<br>3) 카메라 번역 시스템 - 유스 케이스 작성 및 UI 프로토타입 제작<br>4) 사용자 맞춤형 수어 등록 - UI 프로토타입 제작<br><br>성능 요구사항에 대한 중요 마일스톤<br>1) 평균 응답 시간 1.5초 이하 - 성능 테스트 시나리오 작성 및 측정 로그 수집<br>2) 번역 정확도 80% 이상 - 정확도 평가 지표 설계 및 테스트셋 기반 성능 검증<br><br>인터페이스 요구사항에 대한 중요 마일스톤<br>1) 직관적인 2x2 메뉴 UI - UI 프로토타입 제작<br>2) 카메라 모드 인터페이스 - UI 프로토타입 제작<br><br>데이터 요구사항에 대한 중요 마일스톤<br>1) DB 스키마 설계 - 사용자, 번역 로그, 커스텀 수어 테이블 설계<br><br>제약사항에 대한 중요 마일스톤<br>1) 수어 다양성 대응 - 사용자 맞춤형 수어 등록 기능 테스트 |   |  |
|   |          | 진행상황  | 1. 영상통화 번역 시스템에 대한 유스케이스 모델 작성 완료<br>2. 전문 통역사 연결 기능에 대한 유스케이스 모델 작성 완료<br>3. 카메라 번역 시스템에 대한 유스케이스 모델 작성 완료<br>4. 사용자 맞춤형 수어 등록에 대한 유스케이스 모델 작성 완료<br>5. UI 프로토타입 작성 완료 (메인 화면 2x2 메뉴, 카메라 모드 포함 전체 화면 구성)<br>6. 직관적인 2x2 메뉴 UI - UI 프로토타입 완료 및 반응형 적용 검토 완료<br>7. 카메라 모드 인터페이스 - 화면 흐름 및 결과 출력 UI 구현 완료<br>8. DB 스키마 초안 설계 완료 - 사용자, 번역 로그, 커스텀 수어 테이블 정의<br>9. 한국 수어 데이터셋 수집 진행 중 - AI Hub 기반 영상 수집 중 |  |
|   |          |   | 산출물   |  |
| 팀<br>구성원  | 학년       | 학 번   | 이 름   | 연락처(전화번호/이메일)                                |
|   | 4        | 20221999  | 이경림   | 010-2339-4916 /<br>20221999@edu.hanbat.ac.kr |
|   | 4        | 20222028  | 송채린   | 010-9814-9498 /<br>20222028@edu.hanbat.ac.kr |
|   | 4        | 20191770  | 김하현   | 010-2501-1434 /<br>20191770@edu.hanbat.ac.kr |
| 컴퓨터공학과의 프로젝트 관리규정에 따라 다음과 같이 요구사항 정의서와 중간보고서를 제출합니다 |          |   |   |  |
| 2025 년 5월 2일  |          |   |   |  |
| 책임자 : 이 경 림 (인)<br>지도교수 : 장 수 영 (인)                 |          |   |   |  |

실시간 한영 수어 번역을 위한 어플리케이션 개발

# 소프트웨어 요구사항 정의서

Version 1.0

개발 팀원 명(팀리더): 이경림  
송채린  
김하현  
대표 연락처: 010-2339-4916  
e-mail: kr031106@naver.com

## 목차

1. 개요
2. 시스템 장비 구성요구사항
3. 기능 요구사항
4. 성능 요구사항
5. 인터페이스 요구사항
6. 데이터 요구사항
7. 테스트 요구사항
8. 보안 요구사항
9. 품질 요구사항
10. 제약 사항
11. 프로젝트 관리 요구사항

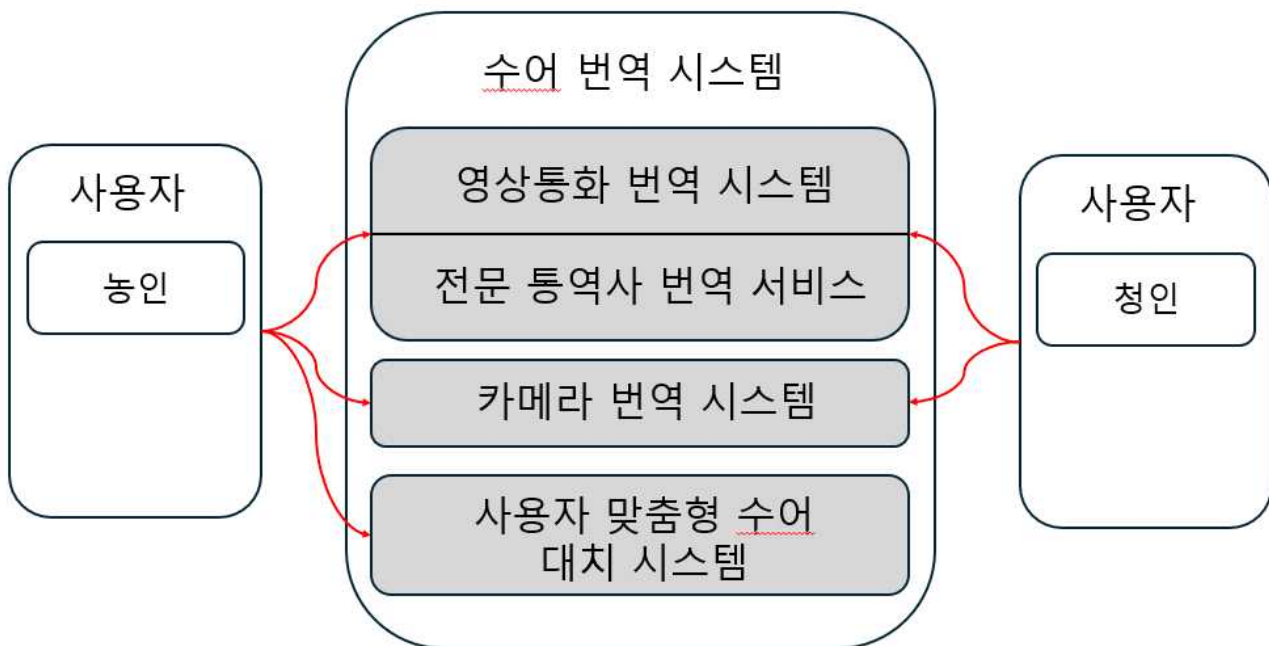
## 1. 시스템 개요

### 사업 목표:

- 청각장애인을 위한 실시간 한영 수어 번역 어플리케이션 개발
- 비식별화 기술을 도입해 **개인정보 보호**와 **의사소통 원활화** 실현
- 전문 수어 통역사와의 협업 시스템 구축으로 **AI 한계 극복**

### 추진 범위:

- 주요 기능:
  - 영상통화 중 상대방의 수어 인식 → 텍스트 번역 제공
  - 스마트폰 카메라로 외국어 수어 영상 실시간 번역
- 부가기능 (추후 개발):
  - AI 번역 실패 시 전문 수어 통역사 연결 기능
  - 신조어나 사용자 맞춤형 수어 등록 기능
- 개발 계획:
  - 캡스톤디자인1: 번역 모델 설계
  - 캡스톤디자인2: 앱 제작



2. 시스템 장비 구성요구사항

|           |               |   |    |
|-----------|---------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | ECR-001       |   |    |
| 요구사항 명칭   | 스마트폰 및 태블릿    |   |    |
| 요구사항 분류   | 시스템 장비구성 요구사항 | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의            | 번역 결과 제공용   |    |
|           | 세부내용          | <ul style="list-style-type: none"><li>• 규격: 고해상도 카메라(최소 1080p 이상)</li><li>• 수량: 사용자 수에 따라 유동적</li><li>• 용도: 수어 입력 영상 촬영 및 디스플레이</li></ul> |    |

|           |               |   |    |
|-----------|---------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | ECR-002       |   |    |
| 요구사항 명칭   | GPU 서버        |   |    |
| 요구사항 분류   | 시스템 장비구성 요구사항 | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의            | 고성능 학습용 워크스테이션  |    |
|           | 세부내용          | <ul style="list-style-type: none"><li>• 수량: 모델 학습 시 1대 이상</li><li>• 용도: 수어 인식 및 자연어 처리 모델 학습 및 추론</li></ul> |    |

|           |                |   |    |
|-----------|----------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | ECR-003        |   |    |
| 요구사항 명칭   | 자연어 처리(NLP) 모델 |   |    |
| 요구사항 분류   | 시스템 장비구성 요구사항  | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의             | 번역 문장 개선  |    |
|           | 세부내용           | <ul style="list-style-type: none"><li>• 용도 : 텍스트 분석·번역·요약·의도 파악 등 다양한 언어 처리 작업을 수행</li><li>• 기능 : 수백만 문장을 학습해 높은 정확도와 유연성을 제공</li></ul> |    |

|           |                |   |    |
|-----------|----------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | ECR-004        |   |    |
| 요구사항 명칭   | Android Studio |   |    |
| 요구사항 분류   | 시스템 장비구성 요구사항  | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의             | 어플리케이션 개발 환경  |    |
|           | 세부내용           | <ul style="list-style-type: none"><li>• 용도 : 안드로이드 앱을 개발·디버그·배포하기 위한 공식 통합 개발 환경</li><li>• 성능 : 고성능 코드 편집기와 시뮬레이터, UI 디자이너, 실시간 빌드 기능</li><li>• 기능 : 모바일 앱 개발</li></ul> |    |

|           |               |  |    |
|-----------|---------------|--|----|
| 요구사항 고유번호 | ECR-005       |  |    |
| 요구사항 명칭   | MediaPipe     |  |    |
| 요구사항 분류   | 시스템 장비구성 요구사항 | 응락수준   | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의            | 영상 분석 라이브러리  |    |
|           | 세부내용          | <ul style="list-style-type: none"><li>• 용도: 실시간 수어 인식을 위한 손동작 및 얼굴 표정 추적</li><li>• 기능: 손가락 관절(21개)과 얼굴 특징점 등의 3D 랜드마크를 추출하여 수어 번역 모델의 입력 데이터로 활용</li></ul> |    |

|           |                     |      |    |
|-----------|---------------------|------|----|
| 요구사항 고유번호 | ECR-006             |      |    |
| 요구사항 명칭   | 모바일 데이터 또는 Wi-Fi 환경 |      |    |
| 요구사항 분류   | 시스템 장비구성 요구사항       | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항      | 정의                  | 네트워크 |    |

|      |      |   |
|------|------|---|
| 상세설명 | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 용도: 실시간 번역 전송 및 전문 통역사 연결</li><li>• 요구사항: 안정적인 업/다운로드 속도 보장 (예: 최소 10Mbps 이상)</li></ul> |
|------|------|---|

3. 기능 요구사항

|           |              |  |    |
|-----------|--------------|--|----|
| 요구사항 고유번호 | SFR-001      |  |    |
| 요구사항 명칭   | 영상통화 번역 시스템  |  |    |
| 요구사항 분류   | 기능 장비구성 요구사항 | 응락수준   | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의           | 실시간 영상통화를 통해 수어를 인식하고 텍스트로 번역해 사용자에게 제공하는 기능   |    |
|           | 세부내용         | <ul style="list-style-type: none"><li>• 실시간 영상통화를 통한 수어 인식</li><li>• 인식된 수어를 한국어 또는 영어 텍스트로 번역</li><li>• 텍스트 결과를 화면에 실시간 표시</li><li>• 오류 발생 시 전문 통역사 서비스로 연결</li></ul> |    |

|           |               |  |    |
|-----------|---------------|--|----|
| 요구사항 고유번호 | SFR-002       |  |    |
| 요구사항 명칭   | 전문 통역사 번역 서비스 |  |    |
| 요구사항 분류   | 기능 장비구성 요구사항  | 응락수준   | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의            | AI 번역 정확도가 낮거나 민감한 대화의 경우 전문 수어 통역사와 직접 연결하여 실시간 번역을 지원하는 기능   |    |
|           | 세부내용          | <ul style="list-style-type: none"><li>• AI 번역 정확도가 낮을 경우 사용자가 수동 선택</li><li>• 민감한 정보(예: 금융/의료 대화) 발생 시 선택적 연결 가능</li><li>• 통역사와 직접 연결되어 실시간 수어 해석 제공</li></ul> |    |

|           |              |   |    |
|-----------|--------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | SFR-003      |   |    |
| 요구사항 명칭   | 카메라 번역 시스템   |   |    |
| 요구사항 분류   | 기능 장비구성 요구사항 | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의           | 스마트폰 카메라를 이용해 영상 속 수어를 인식하고 텍스트로 번역하는 기능  |    |
|           | 세부내용         | <ul style="list-style-type: none"><li>• 스마트폰 카메라를 통해 영상 속 수어 인식</li><li>• 방송, 뉴스, 강연 등 다양한 매체 내 수어 분석</li><li>• 텍스트 자막으로 번역 결과 제공</li></ul> |    |

|           |               |      |    |
|-----------|---------------|------|----|
| 요구사항 고유번호 | SFR-004       |      |    |
| 요구사항 명칭   | 카메라 번역 시스템    |      |    |
| 요구사항 분류   | 사용자 맞춤형 수어 대치 | 응락수준 | 선택 |



|              |      |  |  |  |
|--------------|------|--|--|--|
|              |      | 시스템  |  |  |
| 요구사항<br>상세설명 | 정의   | 사용자가 자주 사용하는 신조어나 지역 수어 표현을 등록하고 번역 결과에 자동 반영하는 기능   |  |  |
|              | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용자 등록 수어(예: 신조어, 지역어, 개인화 표현) 저장</li> <li>• 번역 시 등록된 대치 텍스트 자동 변환</li> <li>• 수어 등록 및 수정 UI 제공</li> </ul> |  |  |

4. 성능 요구사항

|              |      |  |      |    |
|--------------|------|--|------|----|
| 요구사항         | 고유번호 | PER-001  |      |    |
| 요구사항         | 명칭   | 실시간성   |      |    |
| 요구사항         | 분류   | 성능 요구사항  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항<br>상세설명 | 정의   | 수어 인식 후 번역까지의 반응 속도를 보장하기 위한 요구사항  |      |    |
|              | 세부내용 | • 평균 응답 시간: 수어 인식 후 번역 결과까지 1.5초 이내<br>• 최대 허용 지연: 3초 초과 시 사용자에게 처리 지연 안내 제공 |      |    |

|              |      |   |      |    |
|--------------|------|---|------|----|
| 요구사항         | 고유번호 | PER-002   |      |    |
| 요구사항         | 명칭   | 처리량   |      |    |
| 요구사항         | 분류   | 성능 요구사항   | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항<br>상세설명 | 정의   | 수어 인식 시스템이 일정 수준 이상의 처리 속도를 유지하기 위한 요구사항  |      |    |
|              | 세부내용 | • 영상 스트림 처리량: 초당 30프레임 이상의 영상 처리 지원 (FPS 기준)<br>• 텍스트 번역 처리량: 동시에 2개 이상의 수어 문장을 병렬로 번역 가능해야 함 |      |    |

|              |      |  |      |    |
|--------------|------|--|------|----|
| 요구사항         | 고유번호 | PER-003  |      |    |
| 요구사항         | 명칭   | 자원 사용량   |      |    |
| 요구사항         | 분류   | 성능 요구사항  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항<br>상세설명 | 정의   | 시스템이 모바일 환경과 서버 환경 모두에서 자원 사용을 최소화할 수 있도록 제한   |      |    |
|              | 세부내용 | • 모바일 환경 기준<br>- CPU 점유율: 40% 이하<br>- 메모리 사용량: 1GB 이하<br>• 서버 환경 (GPU)<br>- 평균 처리 시간: 500ms 이하 |      |    |

5. 인터페이스 요구사항

|      |      |         |
|------|------|---------|
| 요구사항 | 고유번호 | SIR-001 |
| 요구사항 | 명칭   | 사용자 편의성 |

| 요구사항      | 분류   | 인터페이스 요구사항  | 응락수준 | 필수 |
|-----------|------|---|------|----|
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 사용자가 쉽게 앱을 조작하고 목적 기능에 빠르게 접근할 수 있도록 하는 UI 설계 요구사항  |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 메인 화면은 아이콘 중심의 2x2 메뉴 구성으로 직관적이고 시각적으로 구분이 쉬움<br/>→ 사용자는 "채널 생성", "채널 참가", "카메라 모드", "설정" 메뉴에 쉽게 접근 가능</li><li>• 버튼 및 텍스트는 모바일 환경에서 터치하기 쉬운 크기와 간격으로 배치됨</li><li>• 상단에 앱 로고 및 제목 표시: 앱의 정체성과 목적을 즉시 인지 가능</li><li>• 배경은 단색(무채색)으로, 수어 인식 정확도를 높이기 위한 대비 강조</li><li>• 고대비 글꼴(예: 검정/흰색 조합) 사용하여 텍스트 가독성 확보</li><li>• 수어 영상 촬영 화면은 사용자 중심의 중앙 배치, 번역 결과는 하단에 출력</li><li>• 전체적인 UI는 모바일 친화적, 다양한 화면 크기에서 자동 반응형 배치 지원</li></ul> |      |    |
| 요구사항      | 고유번호 | SIR-002   |      |    |
| 요구사항      | 명칭   | 정보 접근성  |      |    |
| 요구사항      | 분류   | 인터페이스 요구사항  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 사용자가 필요한 설정과 정보에 쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 지원하는 기능  |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"><li>언어, 수어 대치 키워드 등 사용자 맞춤 설정이 가능함<br/>→ 수어 사용자(농인)의 다양한 언어 환경을 반영할 수 있도록 설계</li><li>• 카메라 모드 진입 시, 별도의 설명 없이도 실시간 번역 결과가 화면 하단에 표시되며 "여기에 통역 결과를 실시간으로 출력합니다."라는 안내 텍스트가 포함되어 있음</li></ul>   |      |    |

| 요구사항 고유번호 | SIR-003    |  |    |
|-----------|------------|--|----|
| 요구사항 명칭   | 작업 효율성     |  |    |
| 요구사항 분류   | 인터페이스 요구사항 | 응락수준   | 선택 |
| 요구사항 상세설명 | 정의         | 사용자가 최소 조작으로 목적 기능을 빠르게 수행할 수 있도록 도와주는 기능 구성   |    |
|           | 세부내용       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• QR코드 기반 채널 참가 기능을 통해 사용자 간 영상 통화 연결을 간소화</li> <li>• 번역 중지/시작 버튼이 명확하게 중앙에 배치되어 작업 흐름이 끊기지 않도록 설계</li> <li>• 설정 기능은 최소한의 메뉴로 구성되어 불필요한 복잡성 제거</li> </ul> |    |

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | SIR-004  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 정보 유용성   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 인터페이스 요구사항   | 응답수준 | 선택 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 번역 결과와 사용자 정의 정보를 직관적이고 유용하게 제공하는 기능 요구사항  |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 번역 결과는 실시간으로 화면 하단에 제공되어 즉각적인 피드백 가능</li> <li>• QR 코드 및 참여 코드를 복사 버튼과 함께 제공하여 정보 공유 편의성 향상</li> <li>• 커스텀 수어 대치 키워드 등록 기능은 사용자의 일상 언어를 시스템에 반영할 수 있는 중요한 정보성 기능 제공</li> </ul> |      |    |

## 6. 데이터 요구사항

|           |           |  |    |
|-----------|-----------|--|----|
| 요구사항 고유번호 | DAR-001   |  |    |
| 요구사항 명칭   | 초기 데이터 구축 |  |    |
| 요구사항 분류   | 데이터       | 응용수준   | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의        | 학습 및 번역 시스템의 정확도 향상을 위해 고품질 수어 데이터셋을 확보해야 함  |    |
|           | 세부내용      | 1. 데이터 식별 <ul style="list-style-type: none"> <li>외부: 한국 수어(KSL) - AI Hub 공개 라벨링 데이터셋 활용</li> <li>외부: 영어 수어(ASL) - 외부 공개 데이터셋 탐색 및 수집 필요</li> <li>통합 데이터: 비수지기호(표정, 시선, 동작 등) 포함된 수어 영상 확보</li> </ul> 2. 제약 요소 <ul style="list-style-type: none"> <li>영어 수어 고품질 영상 확보에 어려움 있음</li> <li>수집 및 전처리에 많은 시간과 자원 소요 예상</li> </ul> |    |

|           |           |  |    |
|-----------|-----------|--|----|
| 요구사항 고유번호 | DAR-002   |  |    |
| 요구사항 명칭   | 처리 데이터 관리 |  |    |
| 요구사항 분류   | 데이터       | 응용수준   | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의        | 실시간 번역 중 생성되는 로그, 영상 등의 처리 데이터는 보안성과 운영 편의성을 고려하여 안전하게 관리되어야 함   |    |
|           | 세부내용      | 2. 데이터 식별 <ul style="list-style-type: none"> <li>번역 로그 및 수어 영상은 임시 저장 후 자동 삭제</li> <li>사용자 맞춤형 수어 등록 정보는 암호화된 사용자 DB에 저장</li> <li>AES256 암호화 수준 적용</li> <li>사용자 요청 시 모든 기록 즉시 삭제 가능</li> <li>개인 프라이버시 보호를 위한 저장 최소화 원칙 적용</li> </ul> |    |

|           |          |  |    |
|-----------|----------|--|----|
| 요구사항 고유번호 | DAR-003  |  |    |
| 요구사항 명칭   | 신규 DB 구축 |  |    |
| 요구사항 분류   | 데이터      | 응용수준   | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의       | 기존 시스템이 없으므로 신규 서비스에 맞는 데이터베이스 구조를 설계하고 구축해야 함   |    |
|           | 세부내용     | 3. 데이터 식별 <ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 정보, 수어 등록, 번역 로그, 피드백 등 항목별 구조 설계 필요</li> <li>클라우드 기반 NoSQL + 로컬 SQLite 병행 운용</li> <li>예시 구조:               <ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 테이블 (ID, 언어 설정 등)</li> <li>번역 로그 테이블 (시간, 영상 ID, 결과, 신뢰도)</li> <li>커스텀 수어 테이블 (영상, 대응 텍스트 등)</li> </ul> </li> <li>다양한 수어 언어와 확장을 고려한 스키마 설계</li> </ul> |    |

7. 테스트 요구사항

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | TER-001  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 기능 테스트   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 테스트  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 수어 인식부터 번역 결과 출력까지의 전체 기능 흐름이 정상적으로 작동하는지 검증하기 위한 테스트                          |      |    |
|           | 세부내용 | • 수어 인식 → 텍스트 번역 → 화면 출력 전 과정의 정상 동작 여부 확인<br>• 사용자 맞춤 수어 등록 및 대치 기능의 실행 여부 확인 |      |    |

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | TER-002  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 성능 테스트   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 테스트  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 시스템의 응답 속도 및 처리 성능이 목표 기준을 만족하는지 측정하는 테스트  |      |    |
|           | 세부내용 | • 평균 응답 시간, 번역 지연 시간 측정<br>• FPS 유지율, CPU/GPU 자원 사용량 기록<br>• 병렬 처리 능력 확인 (동시 수어 문장 번역 등) |      |    |

|           |      |   |      |    |
|-----------|------|---|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | TER-003   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 신뢰도 테스트   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 테스트   | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 다양한 환경에서의 인식 정확도를 측정하여 모델의 신뢰도를 검증하는 테스트                                |      |    |
|           | 세부내용 | • 조도, 배경, 사용자 손동작 스타일 변화에 따른 정확도 측정<br>• 다양한 테스트 시나리오에 따라 번역 결과의 일관성 확인 |      |    |

|           |      |   |      |    |
|-----------|------|---|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | TER-004   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 사용성 테스트   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 테스트   | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 실제 사용자(장애인 및 비장애인)의 피드백을 기반으로 시스템의 직관성과 접근성을 검증하는 테스트                       |      |    |
|           | 세부내용 | • 농인과 비장애인을 대상으로 사용자 시나리오 기반 인터뷰 수행<br>• 주요 기능 학습 시간, 조작 성공률 측정 및 개선 포인트 도출 |      |    |

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | TER-005  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 보안 테스트   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 테스트  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 사용자 정보 보호 및 무단 접근 방지를 위한 보안 기능이 제대로 작동하는지 검증하는 테스트                             |      |    |
|           | 세부내용 | • 수어 영상 및 번역 로그의 암호화 저장 여부 확인<br>• 화면 캡처/녹화 차단 기능 점검<br>• 권한 없는 접근 시 차단 기능 테스트 |      |    |

|           |      |   |      |    |
|-----------|------|---|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | TER-006   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 네트워크 테스트  |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 테스트   | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 다양한 통신 환경에서도 번역 기능이 안정적으로 작동하는지 검증하기 위한 테스트   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Wi-Fi, 5G, 4G 등 다양한 네트워크 환경에서 테스트</li><li>• 영상 전송 및 번역 결과 수신 지연 측정</li><li>• 네트워크 끊김/지연 시 복구 동작 여부 확인</li></ul> |      |    |

## 8. 보안 요구사항

|           |            |   |    |
|-----------|------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | SER-001    |   |    |
| 요구사항 명칭   | 인증 및 권한 보안 |   |    |
| 요구사항 분류   | 보안         | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의         | 사용자 계정 보호와 민감 정보 접근 제한을 위한 인증 절차 및 권한 관리 필요   |    |
|           | 세부내용       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이메일/전화번호 기반 인증 또는 소셜 로그인(Google, Apple 등) 제공</li> <li>• 사용자 권한 구분: 일반 사용자, 관리자, 통역사 등</li> <li>• 민감 정보(예: 수어 등록, 번역 이력)는 권한 있는 사용자만 접근 가능</li> </ul> |    |

|           |              |   |    |
|-----------|--------------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | SER-002      |   |    |
| 요구사항 명칭   | 사용자 인터페이스 보안 |   |    |
| 요구사항 분류   | 보안           | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의           | UI 상에서 사용자 정보 노출을 방지하기 위한 보안 조치 필요  |    |
|           | 세부내용         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 비밀번호 마스킹 처리</li> <li>• 저장 시 단방향 해시 암호화 적용</li> <li>• 민감 정보 출력 시 일정 시간 후 자동 마스킹 또는 제거</li> <li>• 특정 상황에서 화면 캡처 및 녹화 방지 기능 적용</li> </ul> |    |

|           |         |   |    |
|-----------|---------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | SER-003 |   |    |
| 요구사항 명칭   | 데이터 보안  |   |    |
| 요구사항 분류   | 보안      | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의      | 저장되거나 처리되는 데이터의 기밀성과 무결성을 보장하기 위한 암호화 및 삭제 정책 필요  |    |
|           | 세부내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수어 등록 정보, 번역 로그는 AES256 수준으로 암호화 저장</li> <li>• 실시간 수어 영상은 서버에 저장하지 않거나 자동 삭제</li> <li>• 사용자 요청 시 모든 데이터 즉시 삭제 기능 제공</li> </ul> |    |

## 9. 품질 요구사항

|           |           |   |    |
|-----------|-----------|---|----|
| 요구사항 고유번호 | QUR - 001 |   |    |
| 요구사항 명칭   | 신뢰성       |   |    |
| 요구사항 분류   | 품질        | 응락수준  | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의        | 시스템이 고장 없이 안정적으로 작동할 수 있는 능력을 나타내는 품질 기준  |    |
|           | 세부내용      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 평균 무고장 시간(MTBF): 300시간 이상</li> <li>• 예기치 않은 오류 발생 시 복구 소요 시간(MTTR): 5분 이내 자동 복구 또는 사용자 재시도 유도 방식 적용</li> </ul> |    |



|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | QUR - 002  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 사용성  |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 품질   | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 사용자가 별도 학습 없이 시스템을 쉽게 이해하고 조작할 수 있는 정도   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>직관적인 UI 구성 제공</li> <li>사용성 테스트 결과: 장애인을 포함한 사용자 중 90% 이상이 주요 기능 성공적으로 조작</li> <li>10분 이내 주요 기능 2개 이상 수행 가능해야 함</li> </ul> |      |    |

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | QUR - 003  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 접근성  |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 품질   | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 다양한 사용자(장애 포함)가 시스템을 이용할 수 있도록 고려된 수준  |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>시각, 청각, 지체 장애인을 위한 UI 구성 적용</li> <li>버튼 크기 확대, 자막 제공, 손동작 인식 영역 명확화</li> <li>필요 시 TTS(Text-to-Speech) 기능 지원 포함</li> </ul> |      |    |

|           |      |   |      |    |
|-----------|------|---|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | QUR - 004   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 확장성   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 품질  | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 시스템이 다양한 언어 및 기능으로 확장될 수 있는 구조적 유연성   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ASL, JSL 등 다국어 수어 추가를 고려한 구조 설계</li> <li>AI 모델 재학습, 신조어 추가 시 기존 시스템 중단 없이 업데이트 가능</li> </ul> |      |    |

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | QUR - 005  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 유지보수성  |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 품질   | 응락수준 | 참고 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 시스템이 쉽게 수정되고 주기적으로 개선될 수 있는 능력   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>기능 단위로 모듈화된 코드 구성</li> <li>특정 기능 수정 시 전체 영향 최소화</li> <li>사용자 피드백 반영하여 월 1회 이상 업데이트 계획 수립</li> </ul> |      |    |

## 10. 제약 사항

|           |      |   |      |    |
|-----------|------|---|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | COR-001   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | AI 학습 데이터 제약  |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 제약사항  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 고품질 수어 학습 데이터의 확보 어려움으로 인한 성능 저하 우려   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 영어 수어(ASL) 고품질 데이터셋 확보가 어려움</li> <li>• 외부 데이터 수집 및 전처리에 많은 시간 소요 예상</li> <li>• 통합 학습을 위한 비수지기호 포함 영상 확보가 제한적임</li> </ul> |      |    |
| 요구사항 고유번호 |      | COR-002   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 실시간 환경 정확도 제약   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 제약사항  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 실사용 환경의 다양한 요인이 시스템 정확도에 영향을 줄 수 있음   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 복잡한 배경, 낮은 조도, 빠른 수어 동작 등에서 인식을 저하 발생 가능</li> <li>• 실시간 조건에서의 성능 보장을 위해 추가 개선 필요</li> </ul>                              |      |    |
| 요구사항 고유번호 |      | COR-003   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 수어 표준화 부재   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 제약사항  | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 수어 표현의 지역성 및 사용자 편차로 인해 번역 정확도 일관성 확보 어려움   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역별·개인별 수어 차이로 인해 표준 수어 번역 모델 설계에 한계</li> <li>• 사용자 맞춤형 수어 등록 기능을 통해 보완 필요</li> </ul>                                    |      |    |
| 요구사항 고유번호 |      | COR-004   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 통역사 연동 비용   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 제약사항  | 응락수준 | 보통 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 전문 수어 통역사 실시간 연결을 위한 운영 자원의 부담 발생   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시간 인력 연결을 위한 예산 확보 필요</li> <li>• 사용자 요청 시 선택적으로 제공되도록 설계 필요</li> </ul>  |      |    |
| 요구사항 고유번호 |      | COR-005   |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 모바일 환경 제약   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 제약사항  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 일부 저사양 디바이스에서 시스템 성능 저하 또는 기능 제한 우려   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 프레임 드롭, 번역 지연 등의 현상 발생 가능</li> <li>• 리소스 최적화를 위한 경량화 모델 필요</li> </ul>  |      |    |

11. 프로젝트 관리 요구사항

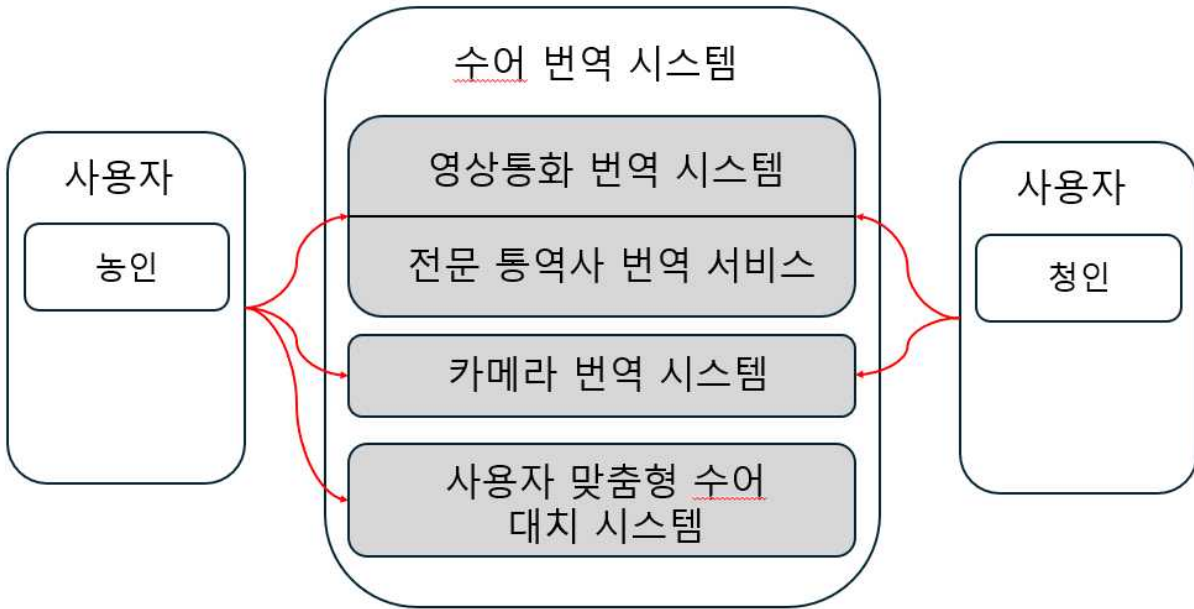
|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | PMR-001  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 프로젝트 수행 조직   |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 프로젝트 관리  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 프로젝트의 전체 일정과 품질 관리를 책임질 조직 구성과 역할 분담 체계를 명확히 정의  |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 총괄 PM: 전체 일정 및 품질 관리</li><li>• AI 모델 담당: 수어 인식 및 번역 모델 설계·학습</li><li>• 앱 개발 담당: 안드로이드/iOS 앱 개발 및 UI 구현</li><li>• 데이터 담당: 학습용 데이터 수집, 정제, 전처리</li><li>• QA 및 피드백 담당: 테스트 및 사용자 의견 반영</li><li>• 각 파트별 책임과 개발 범위를 명확히 분리하여 운영</li></ul> |      |    |

|           |      |  |      |    |
|-----------|------|--|------|----|
| 요구사항 고유번호 |      | PMR-002  |      |    |
| 요구사항 명칭   |      | 프로젝트 일정계획  |      |    |
| 요구사항 분류   |      | 프로젝트 관리  | 응락수준 | 필수 |
| 요구사항 상세설명 | 정의   | 캡스톤디자인1, 2 단계로 구성된 전체 프로젝트 일정 계획과 산출물 구조를 명시   |      |    |
|           | 세부내용 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 캡스톤디자인1(전반기): 데이터 수집 및 전처리, AI 모델 개발, 테스트 환경 구축</li><li>• 캡스톤디자인2(후반기): 앱 개발, 기능 통합, 사용자 맞춤형 기능 및 통역사 연동 구현</li><li>• 통합 테스트 및 시연, 보고서 작성 포함</li><li>• 전체 작업은 요구사항 분석 → 설계 → 구현 → 통합 → 테스트 단계로 분할</li><li>• WBS 기반으로 각 단계별 산출물 도출 예정</li></ul> |      |    |

## 중간보고서

1. 요구사항 정의서에 명세된 기능에 대하여 현재까지 분석, 설계, 구현(소스코드 작성) 및 테스트한 내용을 기술하시오.

1. 시스템 구성도



2. 기능별 유스케이스

가. 영상통화 기반 실시간 수어 번역

- 1) 행위자: 사용자 (청각장애인 또는 일반인)
- 2) 목표: 영상통화 중 수어를 실시간으로 인식하여 텍스트 및 음성으로 번역
- 3) 기본 흐름:
  - 가) 사용자가 앱을 통해 영상통화 모드를 시작한다.
  - 나) 상대방의 수어 영상이 실시간으로 촬영된다.
  - 다) AI 모델이 수어를 인식한다.
  - 라) 인식된 수어가 텍스트 및 음성으로 변환되어 하단에 출력된다.
  - 마) 번역 결과를 실시간으로 화면에 표시한다.

나. 카메라 인식을 통한 수어 번역

- 1) 행위자: 사용자
- 2) 목표: 외부 영상(뉴스, 방송 등) 속 수어를 인식하여 실시간 번역
- 3) 기본 흐름:
  - 가) 사용자가 '카메라 모드'를 실행한다.
  - 나) 스마트폰 카메라로 외부 영상을 촬영한다.
  - 다) AI 모델이 영상 내 수어를 분석하고 인식한다.
  - 라) 인식된 수어가 텍스트로 번역되어 하단에 출력된다.
  - 마) 사용자는 번역 결과를 실시간으로 확인한다.

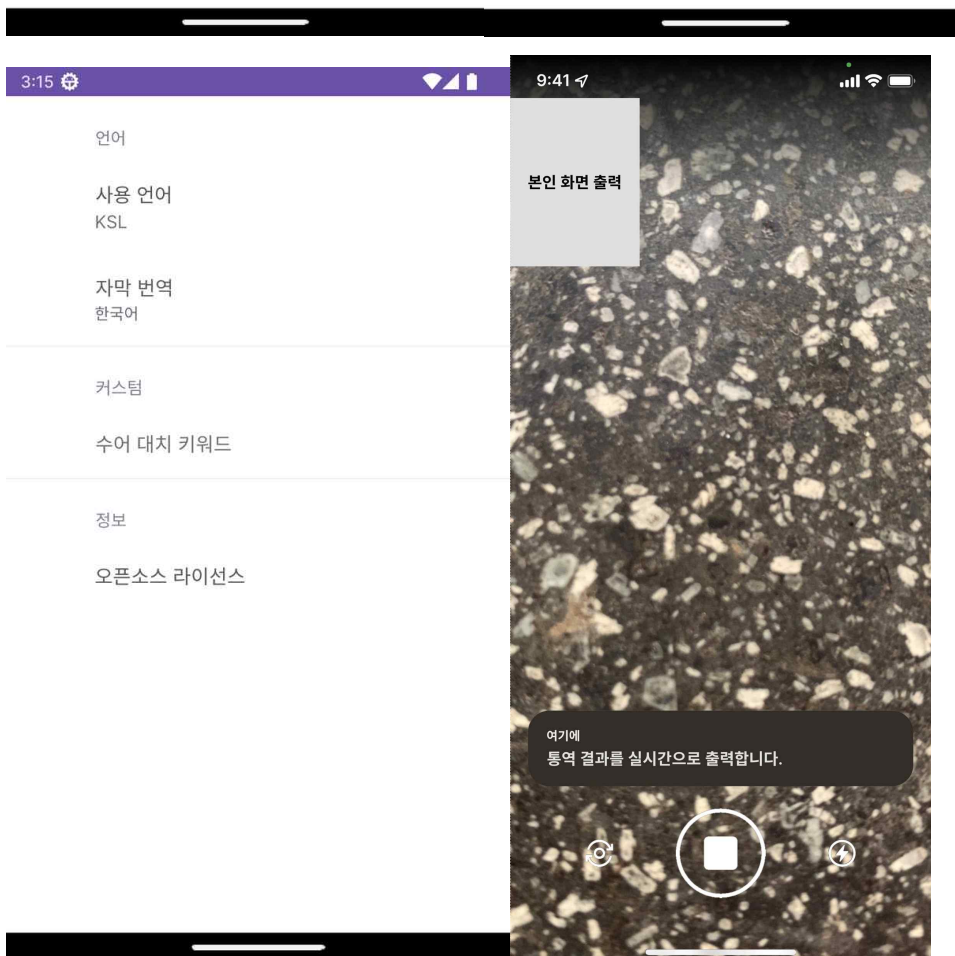
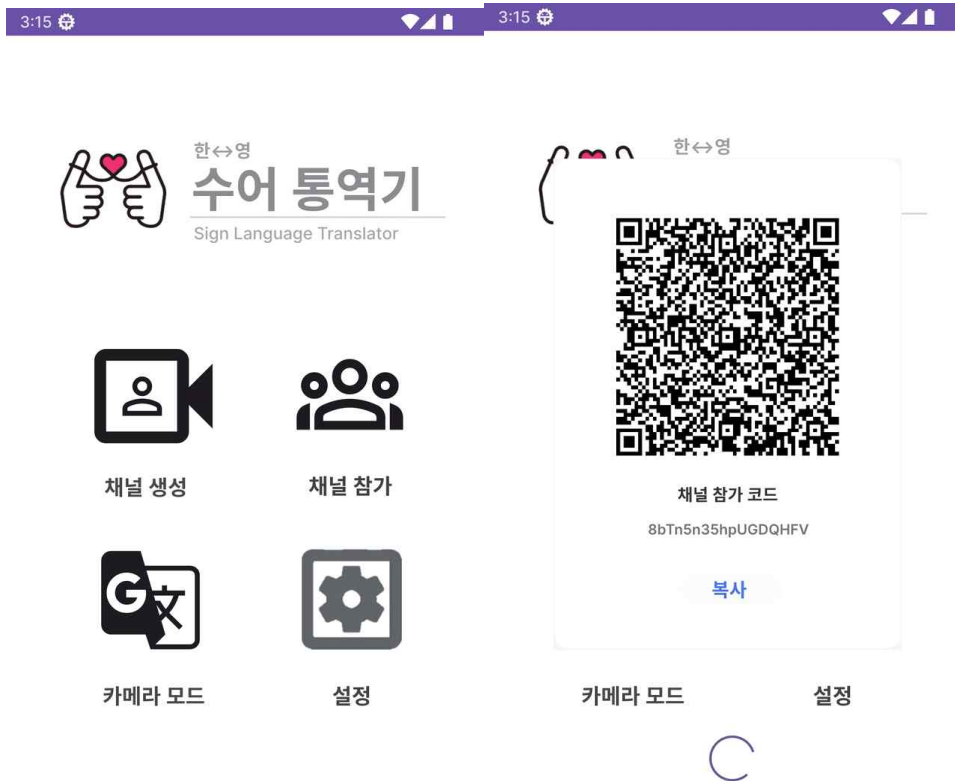
다. 사용자 맞춤형 학습 기능

- 1) 행위자: 사용자
- 2) 목표: 자주 사용하는 수어 스타일 또는 표현을 시스템에 등록하고 개인화
- 3) 기본 흐름:
  - 가) 사용자가 ‘수어 등록’ 메뉴를 선택한다.
  - 나) 개인화 수어 영상을 업로드하거나 직접 입력한다.
  - 다) 대응 텍스트를 설정하고 저장한다.
  - 라) 번역 시 등록된 수어가 자동으로 대치되어 출력된다.
  - 마) 사용자 피드백을 기반으로 AI 모델이 개인화 학습을 수행한다.

라. AI + 인간 협업 시스템

- 1) 행위자: 사용자, 수어 통역사
- 2) 목표: AI 번역 실패 시, 전문 수어 통역사의 실시간 개입으로 번역 지원
- 3) 기본 흐름:
  - 가) AI 번역 정확도가 낮거나 실패 시 경고 메시지가 출력된다.
  - 나) 사용자가 ‘통역사 연결 요청’을 선택한다.
  - 다) 시스템이 실시간으로 통역사와 연결한다.
  - 라) 통역사가 수어를 확인하고 텍스트로 번역해 제공한다.
  - 마) AI는 해당 데이터를 학습해 추후 성능 개선에 활용한다.

### 3. UI 프로토타입



#### 4. 손 관절 인식 프로그램 소스 코드

```
# -*- coding: utf-8 -*-
import cv2
import mediapipe as mp
import csv
import os
from datetime import datetime

mp_hands = mp.solutions.hands
mp_drawing = mp.solutions.drawing_utils
hands = mp_hands.Hands(max_num_hands=1, min_detection_confidence=0.7)

save_dir = "data"
os.makedirs(save_dir, exist_ok=True)

timestamp = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")
csv_path = os.path.join(save_dir, f"hand_data_{timestamp}.csv")

csv_file = open(csv_path, mode='w', newline='')
csv_writer = csv.writer(csv_file)

header = ["frame"]
for i in range(21):
    header.extend([f"landmark{i}_x", f"landmark{i}_y", f"landmark{i}_z"])
csv_writer.writerow(header)

cap = cv2.VideoCapture(0)
frame_count = 0
saved_frames = 0

print("[INFO] 손 데이터를 녹화합니다... ESC 누르거나 150프레임 수집 시 종료됩니다.")

try:
    while cap.isOpened() and frame_count < 150:
        ret, frame = cap.read()
        if not ret:
            break

        image = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        image.flags.writeable = False
        results = hands.process(image)

        image.flags.writeable = True
        image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_RGB2BGR)

        if results.multi_hand_landmarks:
            for hand_landmarks in results.multi_hand_landmarks:
                mp_drawing.draw_landmarks(image, hand_landmarks, mp_hands.HAND_CONNECTIONS)
                row = [frame_count]
                for lm in hand_landmarks.landmark:
                    row.extend([lm.x, lm.y, lm.z])
                csv_writer.writerow(row)
                print(f"[INFO] 저장됨: frame {frame_count}")
                saved_frames += 1
                frame_count += 1

        cv2.imshow('Hand Tracking - Recording', image)
        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == 27:
            break
finally:
    cap.release()
    cv2.destroyAllWindows()
    csv_file.close()
    print(f"[완료] 좌표 저장 완료! 총 {saved_frames} 프레임 저장됨 🟡")
    print(f"파일 경로: {csv_path}")
```



2. 프로젝트 수행을 위해 적용된 추진전략, 수행 방법의 결과를 작성하고, 만일 적용 과정에서 문제점이 도출되었다면 그 문제를 분석하고 해결방안을 기술하시오.

### 팀원의 책임 및 역할 수행 결과

- 1) 이경림: 데이터셋 선정 및 분석하고 모델 학습의 기반을 마련함
- 2) 송채린: 손 관절 인식 프로그램을 제작하여 실시간 수어 인식 기능의 핵심 모듈을 완성함
- 3) 김하현: 전체 UI 프로토타입을 완성하여 앱의 사용자 흐름과 화면 구성을 명확하게 구현함

### 프로젝트 수행을 위해 적용된 추진전략, 수행 방법의 결과 및 문제 해결 방안

- 1) 문제: 정확한 수어 번역의 어려움
  - 문제점: 동일한 수어 동작이라도 사용자에게 따라 손동작 속도, 위치, 표정이 달라 번역 정확도 저하 발생
  - 적용 방법 및 해결 방안:
    - 전처리 강화: 손 위치 정규화, 배경 제거, 프레임 보간 등 적용
    - 피드백 반영: 사용자 피드백을 수집해 오인식 데이터를 학습에 재사용하는 루프 설계
- 2) 문제: 방대한 데이터셋 학습에 따른 연산 자원 부족
  - 문제점: AIHub 수어 데이터셋은 약 2.6TB로, 개인 장비에서 학습 불가능
  - 적용 방법 및 해결 방안:
    - Google Colab Pro+ 환경 사용: A100 GPU 환경에서 단계적 분할 학습 수행
    - 데이터셋 쪼개기: 수어 카테고리별 50GB 단위로 로딩하여 점진적 학습
    - 추론은 로컬, 학습은 클라우드 분리 전략 적용
  - 결과: 자원 낭비 없이 지속적인 학습 가능, 메모리 초과 문제 해결
- 3) 문제: 장비 부족으로 인한 모델 학습 및 검증 지연
  - 문제점: RTX3090 이상 GPU 미보유, 개인 PC로는 모델 학습 시간 과다 소요
  - 적용 방법 및 해결 방안:
    - 클라우드 자원 활용: Google Colab, Kaggle, Paperspace 등을 병행 활용
    - 경량화 모델 적용: 기존 Transformer 기반 모델을 MobileBERT/DistilBERT로 축소
    - 온디바이스 테스트는 학습된 .tflite 파일을 통해 별도 처리
  - 결과: 하드웨어 제약 극복, 병렬 실험 가능, 모바일 앱과의 통합 진행에 무리 없음
- 4) 팀 역할 수행 결과 및 대응
  - 문제점: 초기 AI 모델 담당과 데이터 담당 간 역할이 중첩됨
  - 해결 방안:
    - 명확한 역할 분리 (모델 담당은 학습·튜닝, 데이터 담당은 정제·라벨링)
    - Notion & GitHub 기반 협업 → 업무 로그 및 브랜치 통합 관리
  - 결과: 병렬 작업 효율 증가, 중복 작업 감소, 일정 밀림 방지
- 5) 일정 지연 사례 및 대응
  - 지연 항목: UI 프로토타입 일부 구성 지연 (카메라 인터페이스 반응형 오류)
  - 해결 방안: Figma 기반 템플릿 재설계 및 다양한 해상도 테스트 적용
  - 결과: 프로토타입 최종 완료 후, 이후 기능 통합 일정 내 회복
- 6) 요구사항 변경관리 대응
  - 변경사항: 사용자 맞춤 수어 등록 기능을 기존 '선택적' 기능에서 '중요' 기능으로 변경
  - 해결 방안:
    - 요구사항 관리 문서(GitHub Issue + 회의록) 기반 추적
    - DB 스키마 및 UI 구조 조정으로 유연하게 수용
  - 결과: 중간 이후 변경임에도 불구하고 무리 없이 반영 및 확장 구조 확보



# 캡스톤 디자인 | 중간보고서 채점표

| 평가도구                               | 평 가 항 목   | 평 가 점 수 |   |   |     |   |
|------------------------------------|---|---------|---|---|-----|---|
|                                    |   | 1       | 2 | 3 | 4   | 5 |
| 중간<br>보고서<br>및<br>실행<br>결과         | 1. 요구사항 정의서(기능, 성능, 인터페이스 등)가 구체적으로 작성되었는가?           |         |   |   |     |   |
|                                    | 2. 요구분석, 설계 산출물(모델, 프로토타입 등)의 내용이 충실한가?               |         |   |   |     |   |
|                                    | 3. 설계 및 구현 문제를 위해 적용한 이론, 문제해결 방법이 제시되었으며 그 적용이 적합한가? |         |   |   |     |   |
|                                    | 4. 구현된 소프트웨어(또는 이와 동등한 하드웨어 시스템)가 버그 없이 실행되었는가?       |         |   |   |     |   |
|                                    | 5. 구현된 소프트웨어(또는 이와 동등한 하드웨어 시스템)의 성능 요구사항은 충족되었는가?    |         |   |   |     |   |
| 도구활용                               | 6. 설계 및 구현을 위해 도구가 적절히 활용되었는가?                        |         |   |   |     |   |
|                                    | 7. 도구의 활용수준(능숙도)은 프로젝트 수행에 적합한가?                      |         |   |   |     |   |
| 팀원의<br>업무 및<br>역할                  | 8. 팀원의 업무분담에 따른 역할 및 협력이 충실히 이루어졌는가? (평가자에 의한 질의)     |         |   |   |     |   |
|                                    | 9. 프로젝트 중간 진척상황에 대해 팀원이 충분히 인지하고 있는가?(평가자에 의한 질의)     |         |   |   |     |   |
| 합계                                 |   |         |   |   |     |   |
| *검토 의견(최종완료 때까지 보완해야할 점에 대해 작성 요망) |   |         |   |   |     |   |
| 심사위원(소속):                          |   | (이름)    |   |   | (인) |   |