

TEAM
MAX

Re-Legs

AI를 활용한 다리 재활 의료기구

안세환 송선대 김관우 김정현



목차

CONTENTS

01

개요

- 프로젝트 선정 이유
- 문제점 인식
- 목표 및 기대효과

02

팀원 및 일정

- 팀원 구성
- 개발 일정

03

개발 진행 과정

- 제품 조사 및 외형제작
- 터치패널 UI제작
- 하드웨어 제작
- DB 제작

04

기능설명

- 기능설명
- Passive 란?
- 순서도

05

Unity 적용 및 AI

- 하드웨어 연결 테스트
- 게임구현
- AI 강화학습

06

고찰 및 이후 개발

- 고찰
- 앞으로의 계획



TEAM
MAX

PART 1. 개요 및 선정

선정 이유

문제점

목표



프로젝트 선정 이유

장애인과 만성질환자가 해마다 증가하며, 특히 노령인구가 급증하고 있습니다.

많은 사람들이 만성질환을 가지고 살아가고 있지만 (84.8%) 그중 재활 치료를 하고 있는 인원은 4명 중 1명꼴이며 (23.7%) 치료를 병행하는 인원이 매우 저조한 상태임을 알게 되었습니다.

이에 저희 팀에서는 많은 장애인과 노인분들을 위해 도움이 되고자 관련 재활치료 기구를 만들기로 기획하였습니다.

만성질환자 증가

저조한 치료 참여

선정 이유

84.8%는 고혈압·이상지질혈증 등 만성질환 보유

복지부, '2023년 장애인 실태조사' 결과 발표 ... 2023년 5월 등록장애인 264만 7000명

구 분	2011년도	2014년도	2017년도	2020년도	2023년도
장애인 추정 ¹⁾	2,683,477	2,726,910	2,668,411	-	-
등록장애인 ²⁾	2,519,241	2,494,460	2,545,637	2,623,201	2,646,922
• 65세 이상 장애인구	38.8%	43.3%	46.6%	49.9%	54.3%
• 장애인가구 중 1인 가구	17.4%	24.3%	26.4%	27.2%	26.6%

장애인 4명 가운데 1명(23.7%)은 현재 재활치료를 하고 있다. 19세 이상 장애인 중 84.8%는 만성질환을 가지고 있는 것으로 나타났다.

문제점 인식

왜 재활치료가 필요한 분들이 치료참여가 저조한 것인지 자료조사한 결과
다양한 외부적 요인으로 인해 환자들이 참여하기 어려운걸 알게 되었습니다.
특히 이동에 관한 부분이 매우 크게 두드러지게 나타나게 된 것을 알게 되었습니다.

36.5% 이동의 불편

27.8 % 경제적 여유

35.7% 기타

장애인과 노령인들의 이동의 불편

장애인들의 이동 서비스가 존재 하지만 적은 배차와
정해진 일수로 인해 원하는 이동이 제약.
장애인과 지방 노령인의 대중교통 편의시설 부족.

높은 치료 비용

병원에 비치되어 있는 재활 기구와 의사 또는
간병인의 보조가 필요하기 때문에 관련 비용
및 신체적 불편함으로 인해 경제활동에 제약이
있어 높은 비용이 부담.

그 외

- 시간부족 (13%)
- 동행자의 부재 (7.1%)

프로젝트 목표

병원 내원 없는 전문 재활 기능

- 가정에서도 사용 가능하도록 소형화 제작



터치스크린을 이용한 조작

- HML패널을 사용한 눈에 보이는 간편한 조작 지원



모듈을 이용한 정밀제어 치료

- 로드셀, 엔코더 모듈을 이용한 데이터 수집 및 정밀치료



AI기반 사용자 맞춤 보조

- 수집된 데이터를 기반으로 학습된 보조 AI 지원



완성

스마트 AI 재활기구



TEAM
MAX

PART 2. 팀원 및 일정

팀원 구성

개발 일정



팀원 구성

팀장

안세환

전체 시스템 구성
재활방식 기획 및 개발
기구부 제작 및 설계
AI학습 테스트
IR센서 개발



김관우

UI 제작
Unity 연결 및 개발
DB 설계
중계 PC 시스템 개발
각도 모듈 개발
PPT



김정현

모터 작동 및 제어 개발
힘측정 모듈 개발
STM32 내부 제어시스템 구현
통신 프로토콜 연결



송선대

부품 지원
구성도 기획
기구부 설계 및 제작
조언



개발 일정 3월19일 ~ 4월2일(2주)

TEAM
MAX

PART 3. 개발 진행 과정

기구부

UI

하드웨어

DB

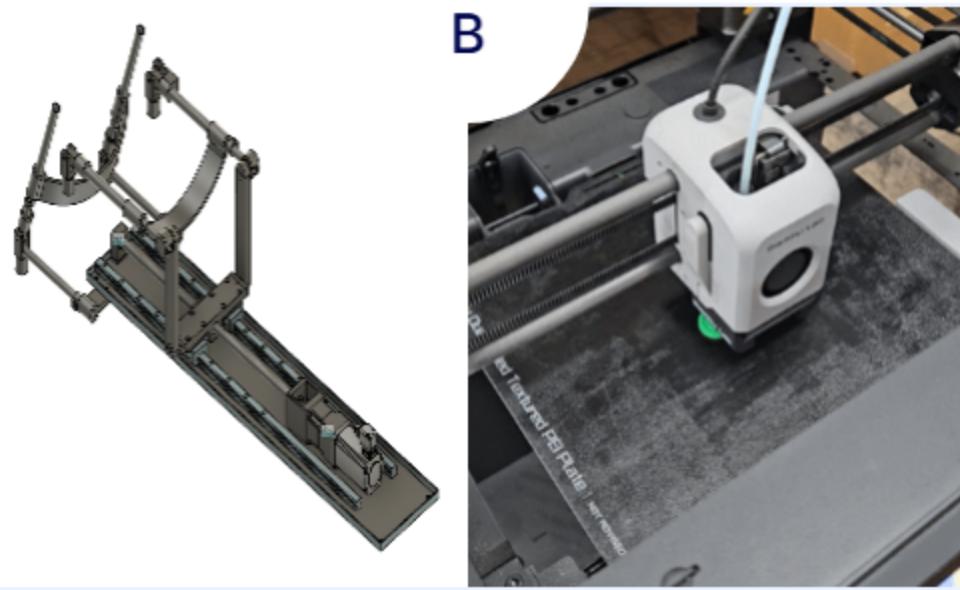
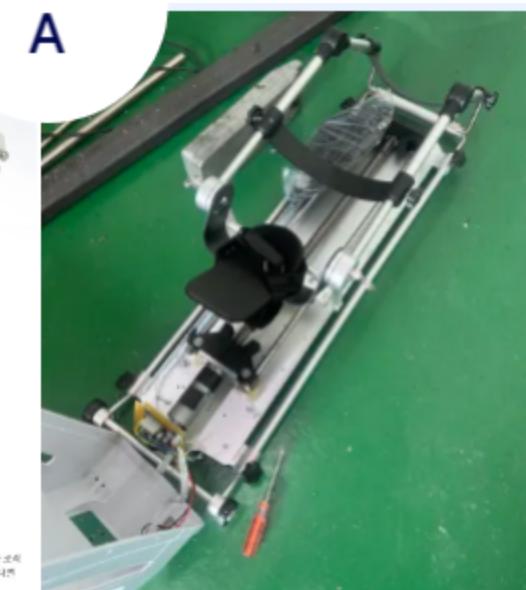


제품조사 및 외형제작



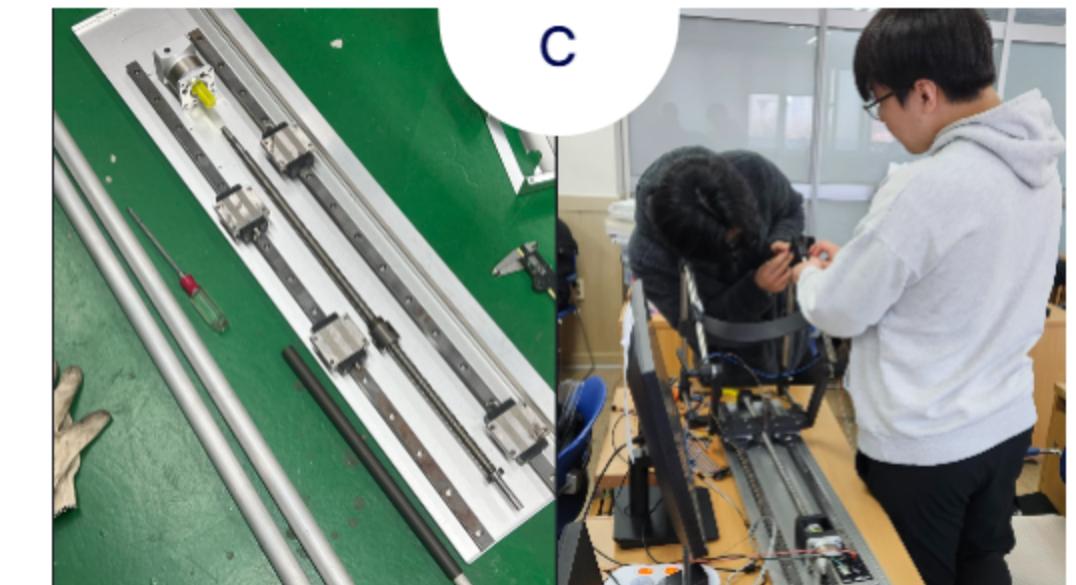
자료 조사

현재 시중에 존재하는 재활기구를
검색 및 분해 후
디자인 및 구성요소 선정



외형 디자인 및 제작

캐드로 디자인한 외형을 3D 프린터로 출력



조립 및 연결

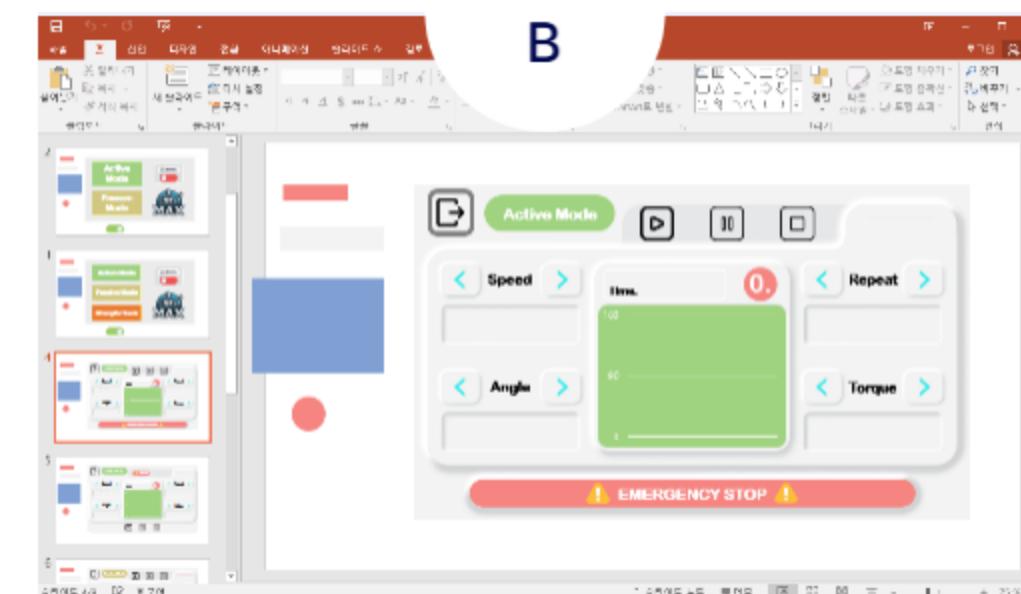
완성된 각 부품들을 조립 및 배선연결

터치패널 UI제작



제품 조사 및 환경구성

DWIN 회사의 터치패널을 선정 및
개발 환경 구성



UI 디자인

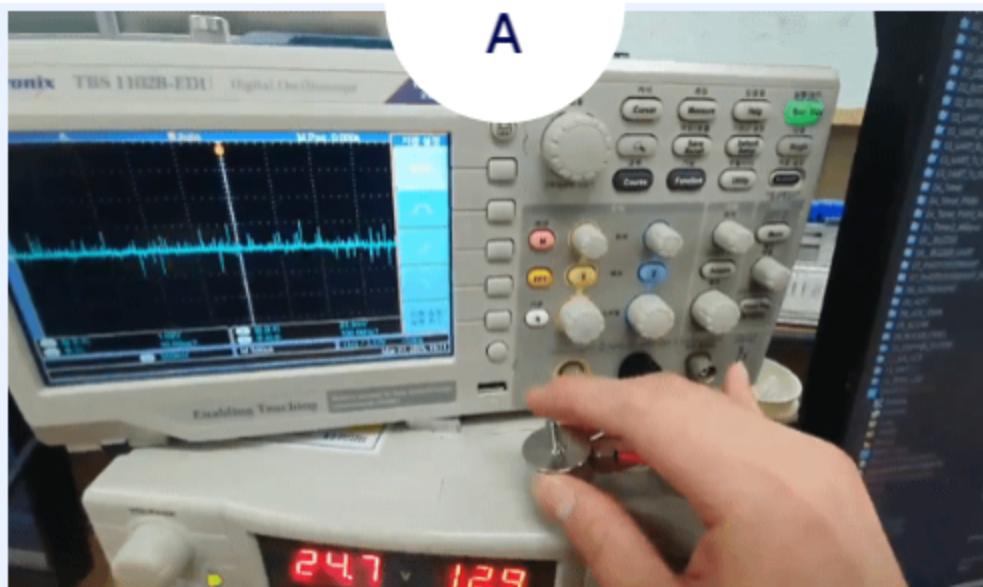
패널에 들어갈 배경 이미지 디자인



UI 적용 및 기능구현

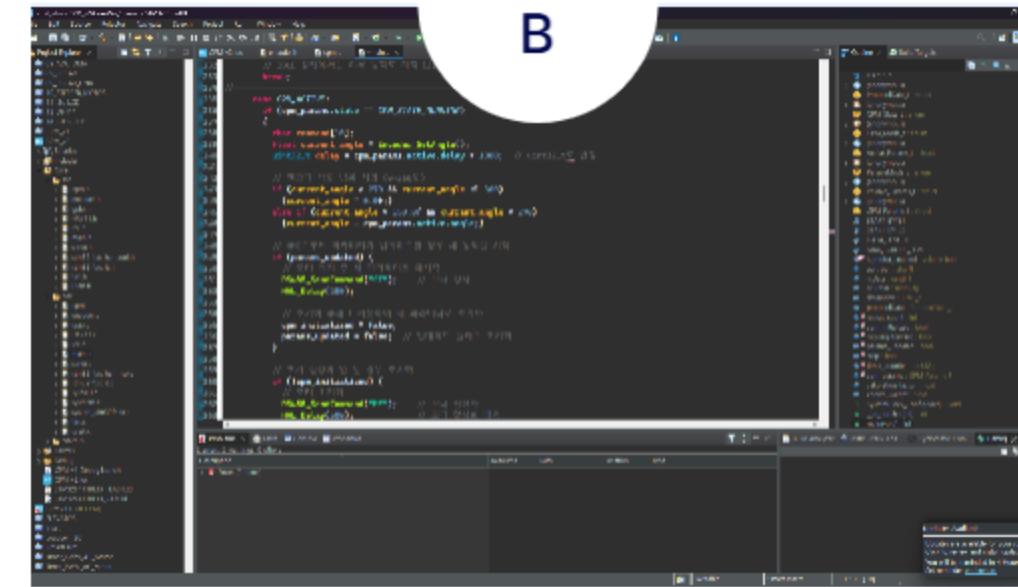
터치 패널 전용 개발환경을 이용하여
기능 구현 및 통신 프로토콜 규약 지정

하드웨어 제작



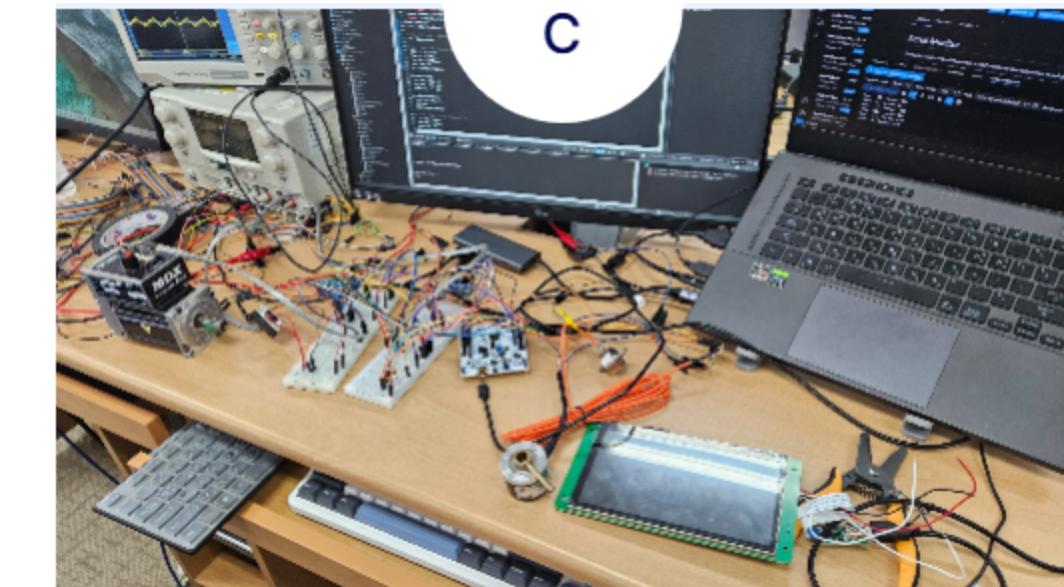
모듈 테스트

각 부품의 작동 원리 이해 및
사용법 확인



내부 알고리즘 제작

STM32 안에서 각 모듈을 제어 할
알고리즘 제작



각 부품 연결

사용된 모든 부품을 STM32에 연결하여
작동 확인 및 통신 연결

DB 제작

A

```
1 key
2 1
3 3105
4 3118
5 3109
6 3107
7 3107
8 3108
9 3108
10 3108
11 3108
12 3102
13 3108
14 3119
15 3109
16 3109
17 3101
18 3101
19 3107
20 3105
21 3104
22 3107
23 3105
24 3105
25 3105
26 3109
27 3119
28 3108
29 3108
30 3109
31 3103
32 3109
```

DB 생성 및 연결

Google Sheet를
Apps Script를 사용하여
DB서버처럼
사용하기 위한 코딩 작업

B

```
1 // 시트 가져오기 (0~)
2 var sheetID = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("Sheet1");
3 var stageNum = sheetID.getSheets()[0]; // 첫 번째 시트 가져오기
4
5 // 파일은 업로드 한다
6 function uploadCSVData(csvData) {
7   // 시트 초기화 (기존 데이터 삭제)
8   stageNum.clear(); // 시트의 모든 데이터를 지운다
9
10  var data = JSON.parse(csvData); // 파일로부터 보내온 csv 데이터
11  for (var i = 0; i < data.length; i++) {
12    var row = data[i];
13    stageNum.appendRow(row); // 시트에 행 추가
14  }
15  return "파일은 업로드 완료";
16}
17
18 // 최고값과 최저값을 구하는 함수
19 function getMaxMinValues() {
20  var data = stageNum.getDataRange().getValues(); // 현재 시트 내용 가져오기
21  var addValues = data.slice(1).map(function(row) { return row[1] }); // 데이터
22  // 정렬 후
23  var maxVal = Math.max(...addValues); // 최고값
24  var minVal = Math.min(...addValues); // 최저값
25  return { max: maxVal, min: minVal }; // 최고값과 최저값을 반환
26}
27
28 function doPost(e) {
29  var data = e.postData.contents; // 파일로부터 보낸 데이터 받아
30  uploadCSVData(data); // 파일 내용 시트에 업로드
31  return ContentService.createTextOutput("파일은 업로드 완료되었습니다.");
32}
```

데이터 저장 확인

데이터가 실시간으로
적층되는 것을 확인

TEAM
MAX

PART 4. 기능설명

기능설명

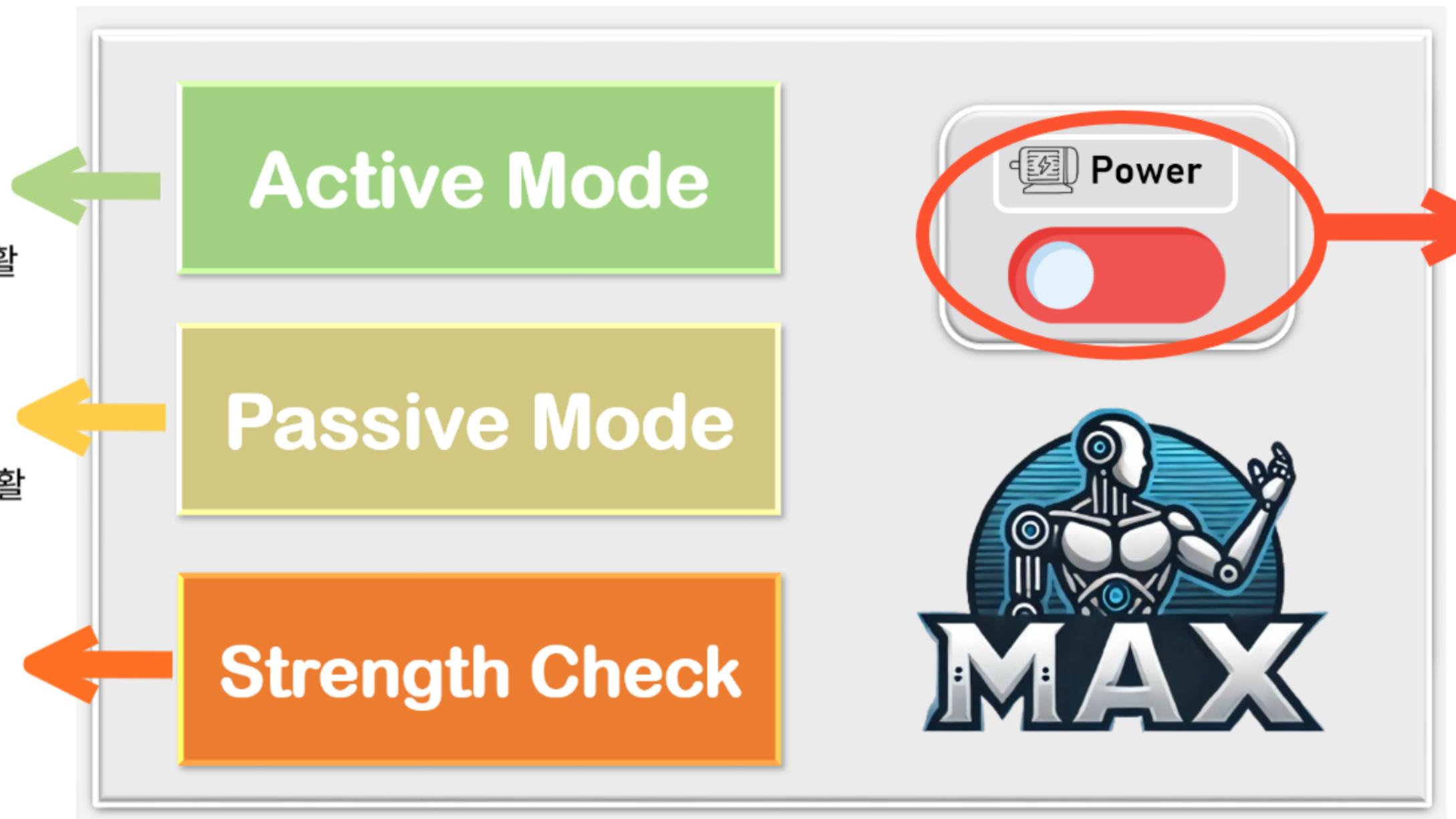
Passive 란?

순서도



기능 설명

- 자동 모드
힘을 주지 않는 관절 재활
- 수동 모드
힘을 줄 수 있는 근육 재활
- 힘측정 모드
환자의 현재 상태 확인



전원 ON/OFF
시작 전 기구 움직임 방지

Passive 모드 란?

현재 많은 병원의 재활 방법은 Active 즉, 아무런 기능 없이 특정 구간만 반복 이동으로 재활치료.

이로 인해 관절 가동 범위는 늘어나지만 실질적인 걷는 데에 있어 근육강화가 전혀 이루어지지 않는다.

차후 걷기 위한 체중 부하 운동이 필요하기에 해당 모드를 구현.

SNS 실제 환자 의견



@Class1150Sim 3개월 전

전방십자인대 + 내측반월판 봉합술 하신지 47일 되신 환자입니다. 타병원에서 20회 넘게 도수치료 했으나 걷지 못하는 상황이었습니다. CPM하고 다리만 많이 주무른다고 걸을수는 없습니다. 않은 상태에서 본인 다리를 0도까지 펴지 못하면, 서서 걸을때 절뚝거릴수 밖에 없습니다. CPM만 주구장창 돌려도 낫지 않습니다.

그리고 8주부터 보행 가능하다고 할때, 그 전까지 아무런 준비도 없다가 이제 8주 됐으니까 걸으세요! 라고 하면 걸어 집니까? 8주전부터 차근차근 걸을수 있는 상황을 연습해야죠. 열린사슬운동, 부분체중부하 운동으로 준비를 해야합니다. 수술 날짜만 보고 이제 시간지났으니 걸어요??

안타깝게도 그런 병원이 허다 합니다.

차이점

Active 모드

관절 운동

걷기 어렵다

재활 초기

운동 부위

걷기 유무

치료 시기

Passive 모드

근육 운동

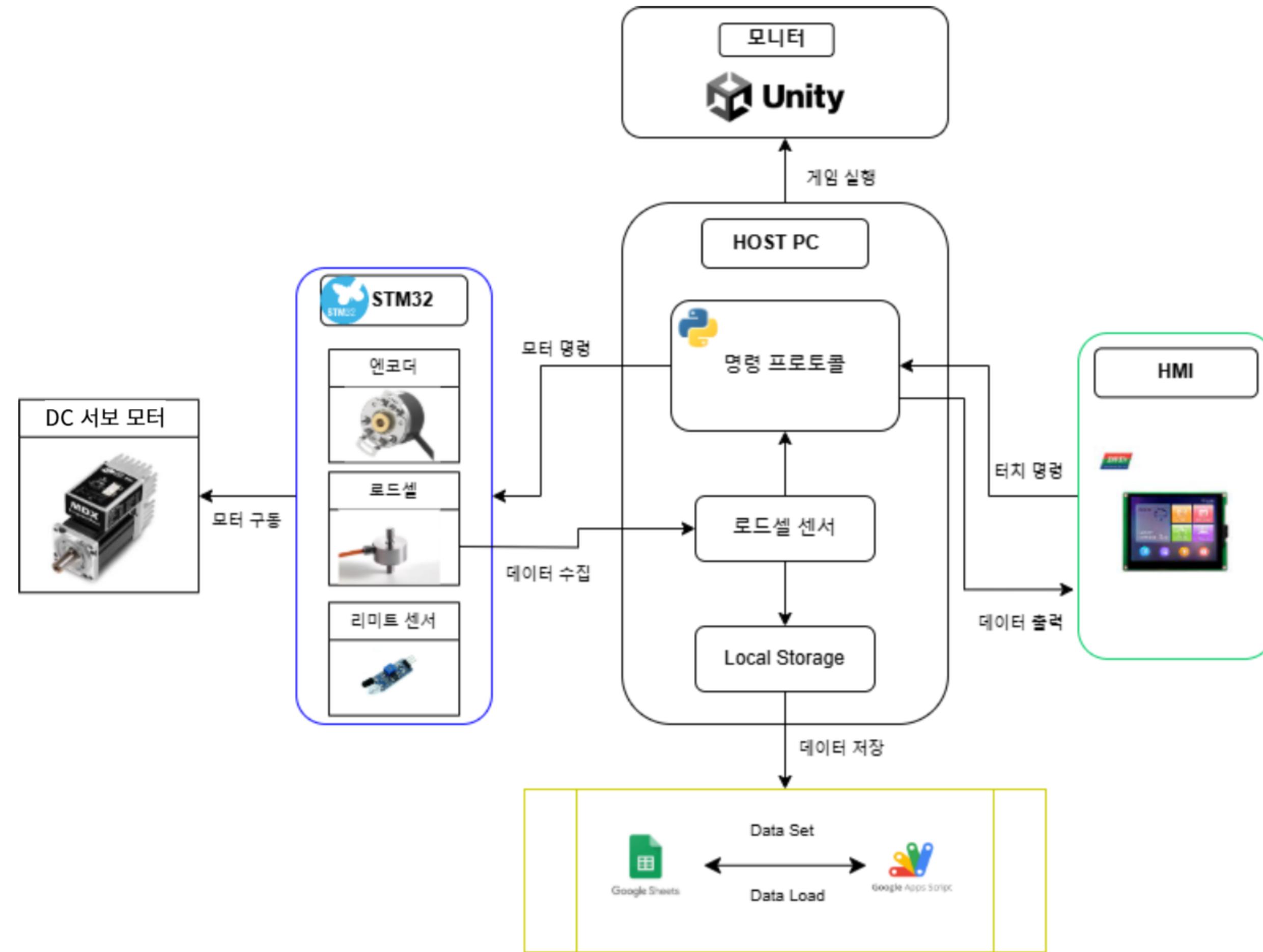
걷기에 도움이 된다

재활 중~말기

요약

환자가 처음 재활 치료를 진행하고 완치까지에 앞서 둘 다 모두 치료에 필요한 기능이다.

시스템 순서도



TEAM
MAX

PART 5. Unity 적용 및 AI

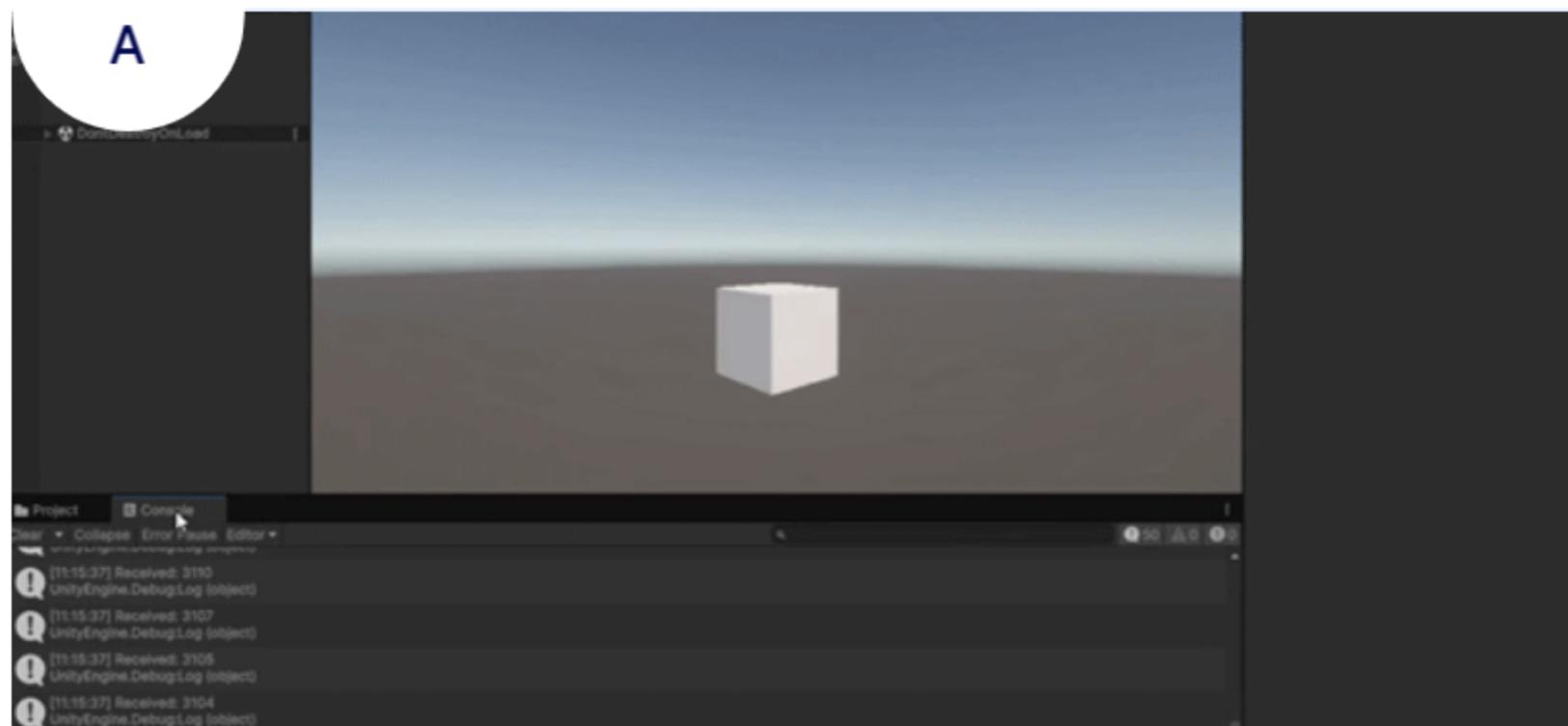
하드웨어 연결 테스트

게임 구현

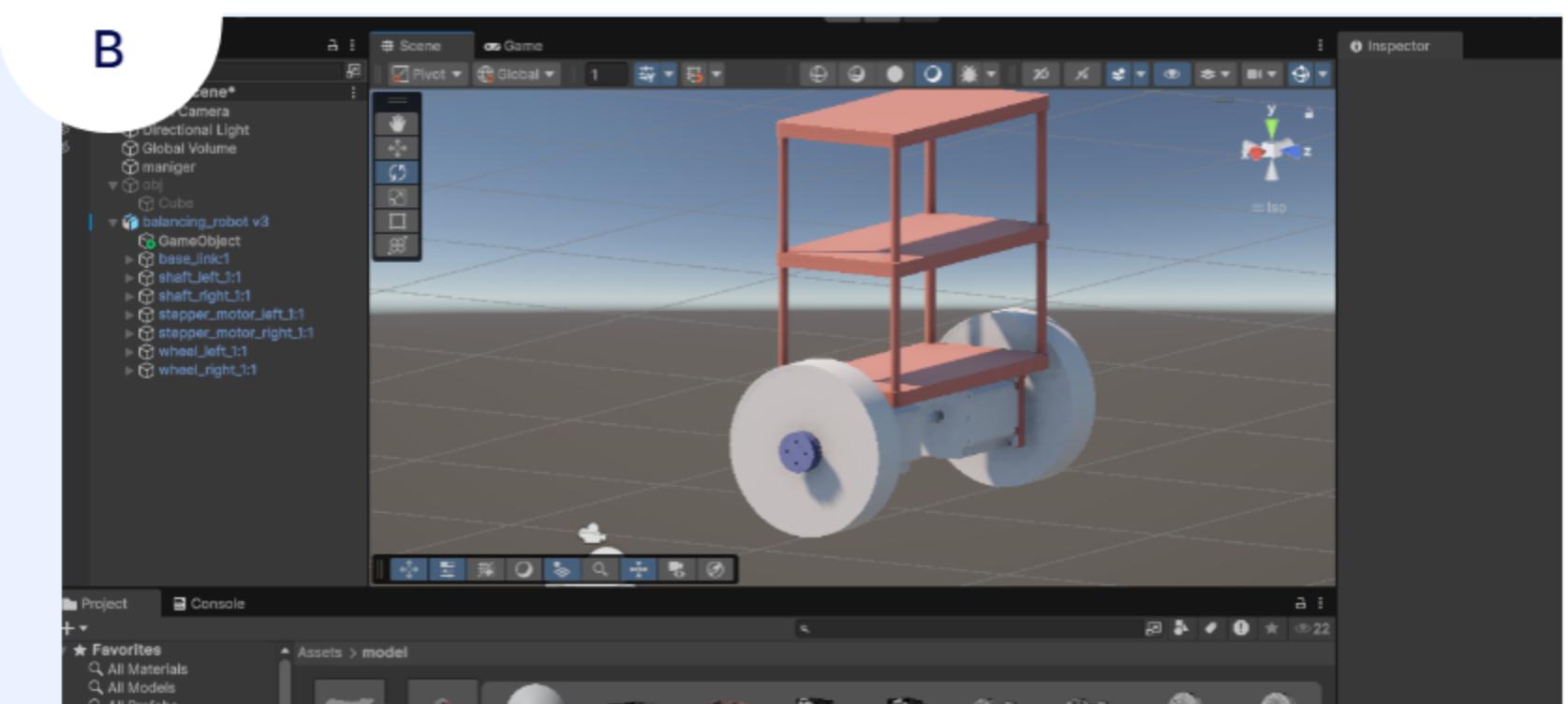
AI 강화 학습



하드웨어 연결 테스트



STM32 연결



디지털트윈 기초

게임 구현

로드셀 데이터를 이용한 게임

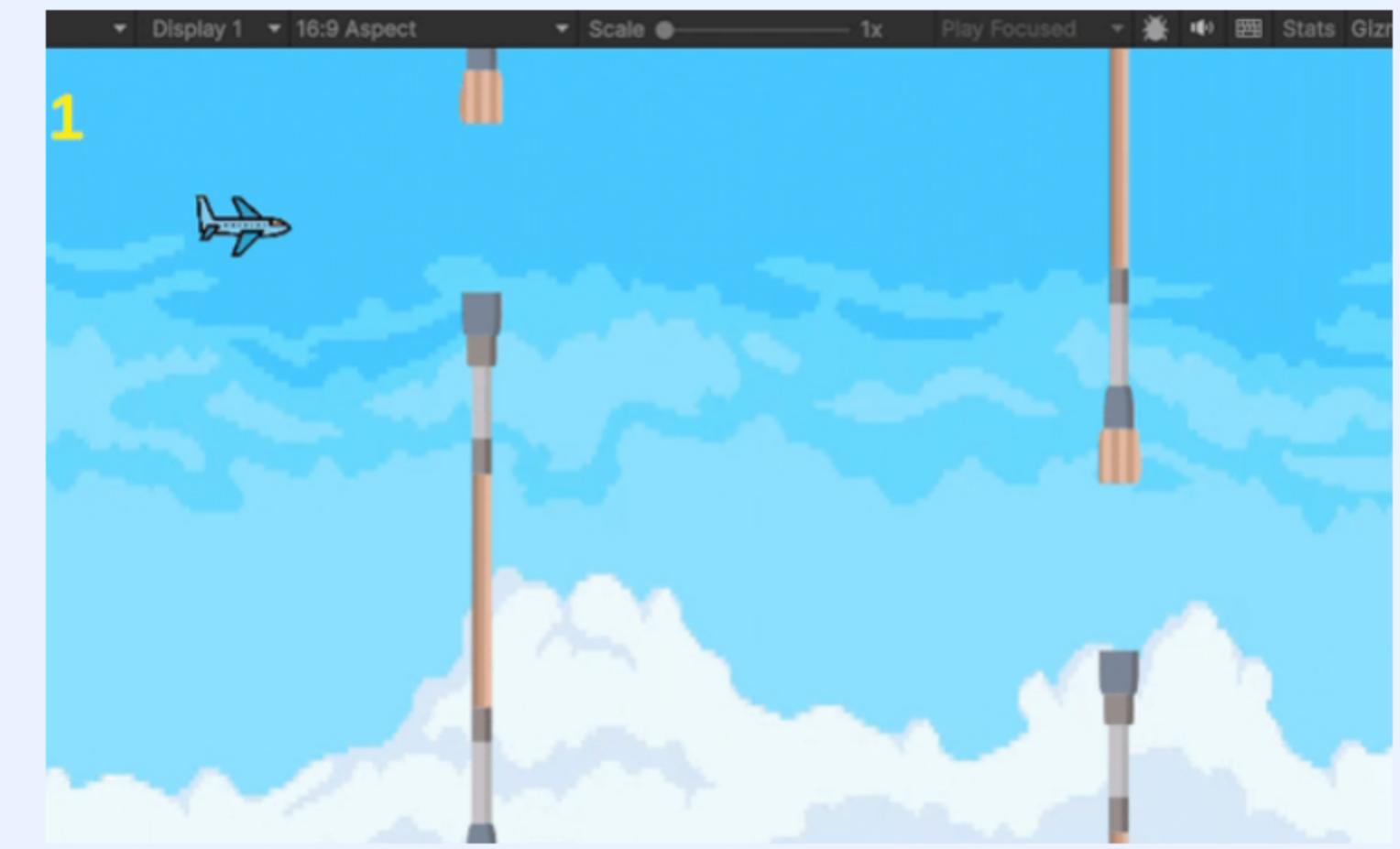
사용자가 누르는 힘으로 비행기가 상승.

당기는 힘으로 하강 구현.

기둥은 랜덤 높이로 출현.

기둥을 지나가면 점수상승.

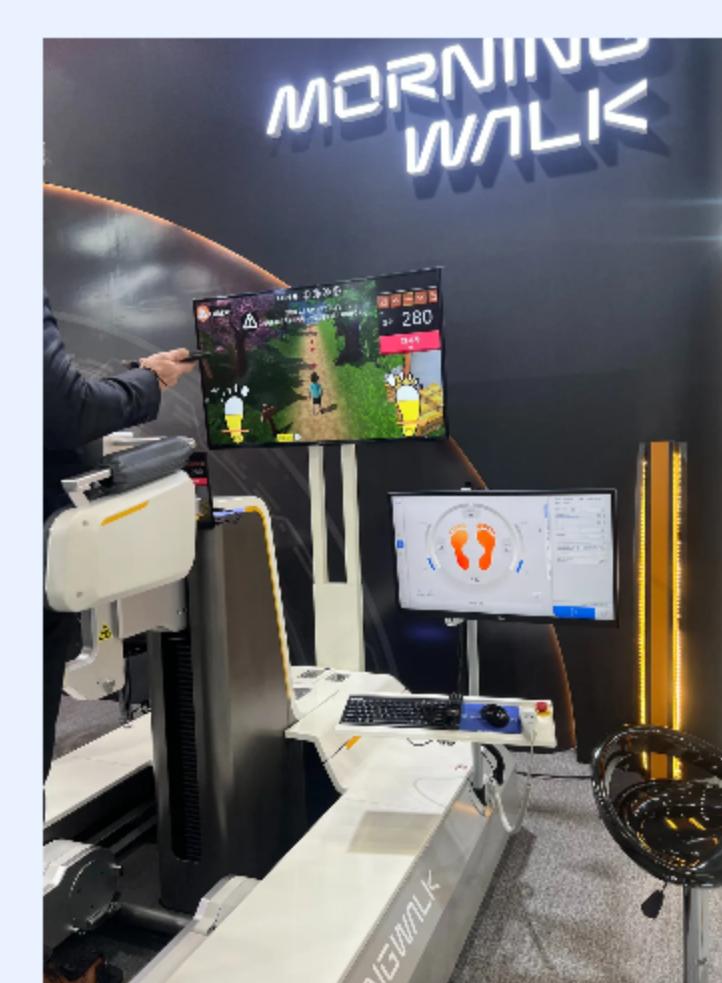
부딪히면 점수하락.



구현 이유 및 기대효과

현재 개발되고 있는 여러 의료 기기들은 하드웨어와 게임을 결합하는 방식을 많이 사용하고 있습니다.

환자가 치료에 적극적으로 참여하도록 유도 할 수 있으며, 지속적인 치료가 가능하도록 돋습니다.



자료출처: 코엑스 직접촬영

AI 강화학습

Unity ML-Agent

Unity에서 지원하는 ML-Agent 패키지를 이용하여
강화학습 테스트 진행.

큐브가 이동 할 때마다 구체가 일정 거리만큼
스스로 분석하여 이동하도록 테스트



ML-Agent란?

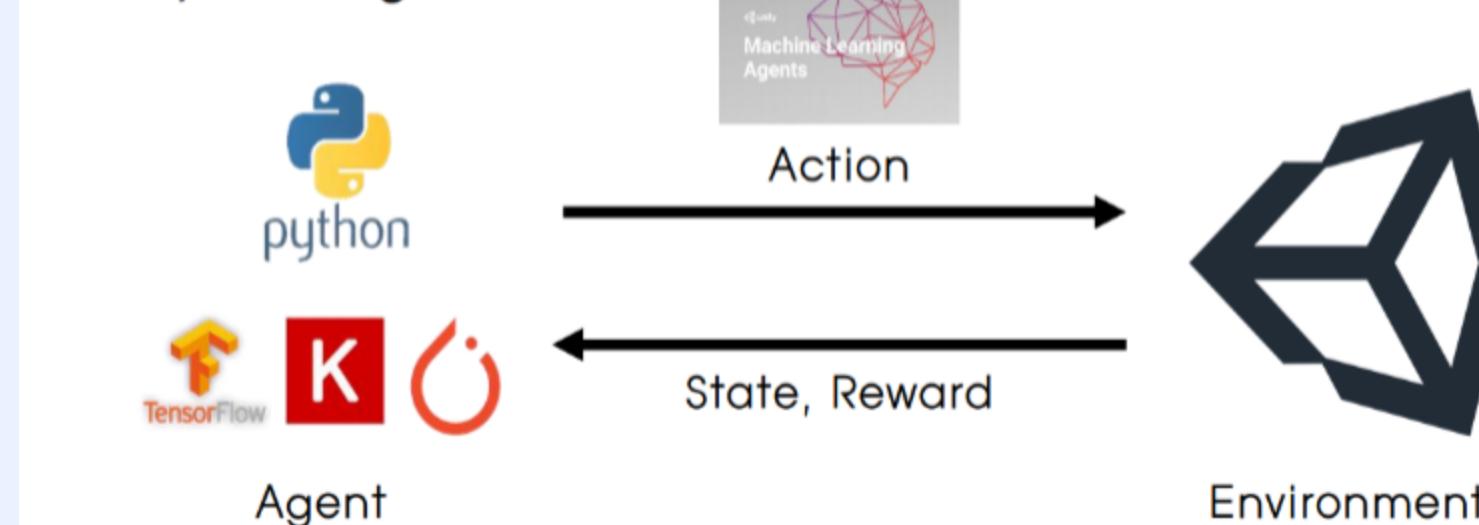
Unity 환경에서 인공지능(AI) 에이전트
를 훈련할 수 있도록 도와주는 툴킷

학습하는 개체(에이전트)는 환경을 관찰하고
행동을 수행해 보상을 받습니다.

목표에 가까워지면 양의 보상,
멀어지면 음의 보상으로 설정하여 학습합니다.

Unity ML-Agents

Unity ML-Agents



활용 방안

직접 만든 기구부 캐드 파일을
Unity에서 디지털트윈을 적용하여
실시간 하드웨어와 Unity 통신구현

모터 회전 값, 누르는 힘 값,
다리 각도 값을 이용하여 모터가
누르는 힘에 따라 적정한 속도로
움직이도록 AI 강화 학습 진행

아쉽게도 짧은 개발기간으로 인해

미구현

TEAM
MAX

PART 6. 고찰 및 이후 개발

하드웨어 연결 테스트

게임 구현

AI 강화 학습



고찰

상업용 부품 사용

실제 회사에서 사용하는 부품들을 사용해보니 배워온 방식으로는 작동에 한계가 있어서 따로 공부하는데 어려움이 있었다.

이번 프로젝트로 인해 추후 직장에서 개발하는데에 있어 많은 도움이 될 것 같다.

실제 제품 제작

시장조사 및 사용자 관점을 이해하는 데 있어 많은 노력이 필요했다. 또한, 고객의 피드백을 반영하여 지속적으로 개선하는 과정이 중요함을 느꼈다.

앞으로는 사용자 경험(UX)과 실질적인 시장성까지 고려하는 개발자가 되어야겠다고 다짐했다.

AI 적용

AI를 적용 시키기 위한 전초과정을 진행 했지만 개발기간이 부족하여 하드웨어 완성 후 데이터를 뽑기까지의 시간이 부족하여 진행하지 못 했다.

좀 더 시간이 길었더라면 충분히 구현 가능 했을거라 생각한다.

앞으로의 계획

WBS 번호	작업 제목	작업 소유자	시작일	마감일	기간	작업 완료 비율	1단계							2단계							3주									
							1주				2주				3주				4주				5주				6주			
							월	화	수	목	금	월	화	수	목	금	월	화	수	목	금	월	화	수	목	금	월	화	수	목
1 이후 계획																														
1.1	데이터 수집		25년 4월 7일	25년 4월 13일	6	0%																								
1.1.1	회복추이 예측모델 제작(시계열)		25년 4월 14일	25년 4월 18일	4	0%																								
1.2	회복패턴 분석모델 제작(군집화)		25년 4월 14일	25년 4월 18일	4	0%																								
1.3	강화학습 모델 제작		25년 4월 21일	25년 5월 2일	11	0%																								

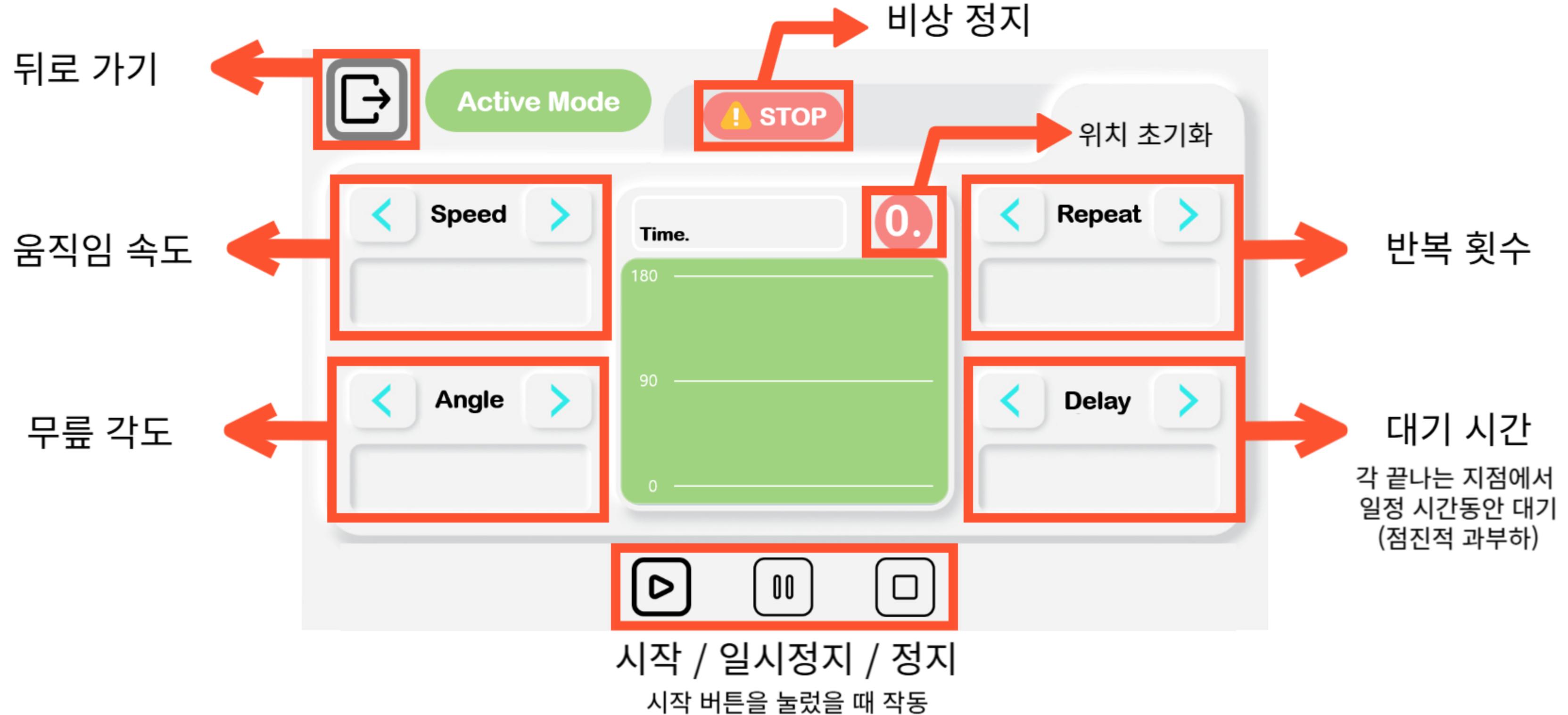
- 강화 학습을 이용한 Active 모드 보조 움직임 모델 제작
- 시계열 분석(LSTM, Transformer)을 이용한 향후 회복 경향 예측 모델 제작
- 데이터 군집화(K-Means, DBSCAN)를 이용한 환자 유형별 회복패턴 분석 모델 제작

TEAM
MAX

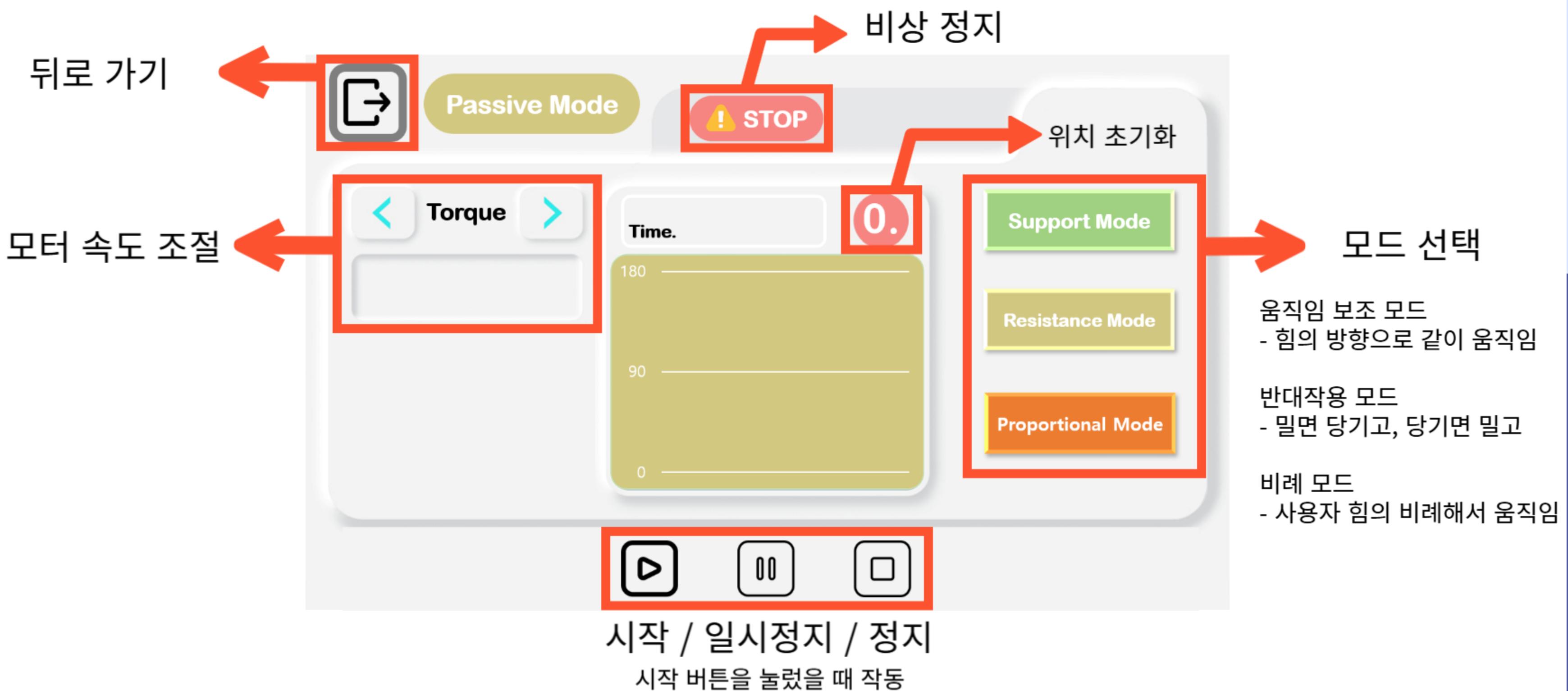
Demonstration



Active 모드



Passive 모드



힘 측정 모드

뒤로 가기



Passive Mode

Time.

180

90

0



측정 시작 / 정지