

team EOF: EOF

(Embedded Oriented Friends: Edge Of Filtering system)

불완전하게 분리수거 된 재활용품에 대한 최종분류 시스템

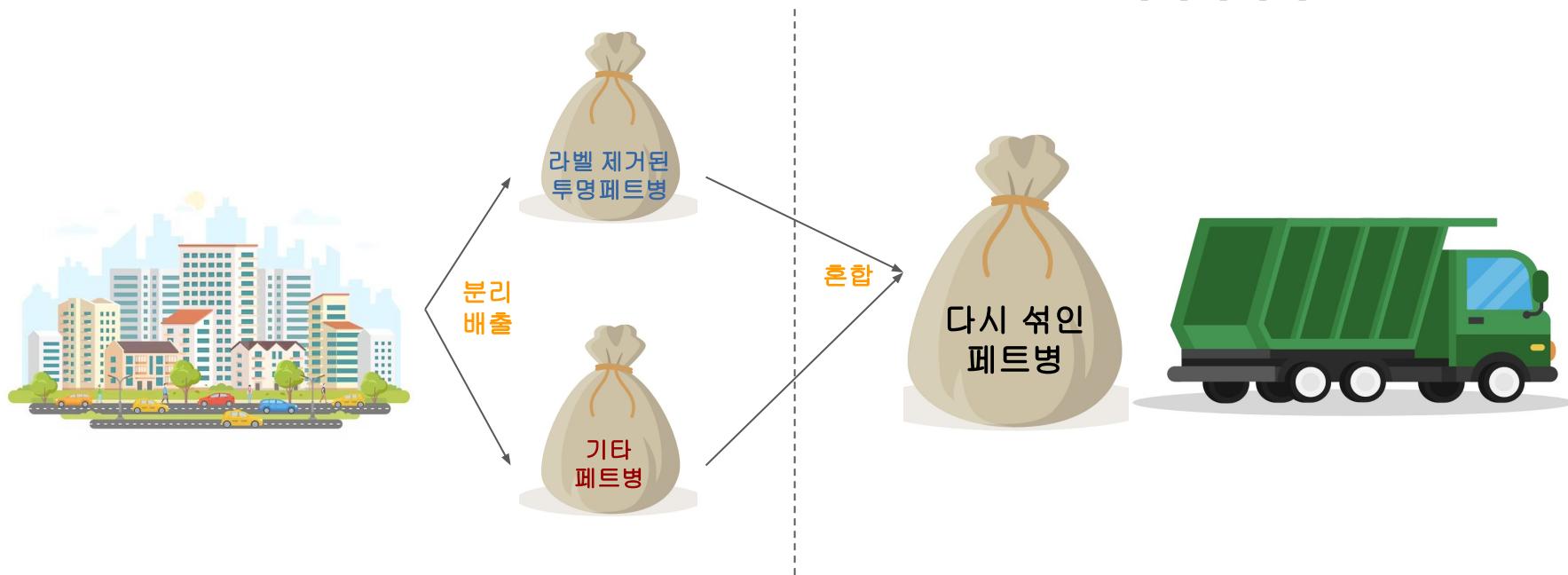
우창민, 박도현, 박용근, 권강현

환경부의 비닐·투명 페트병 분리배출제 (2020~)



우리가 발견한 현실(1)

“ ????? ”



우리가 발견한 현실(2)

한국아파트신문 시행 2년 '투명페트병 분리배출' 혼선…수거함 없앤 곳도

▲ 고경희 기자 | ○ 승인 2023.01.11 16:05 | □ 댓글 0 | □ 호수 1297

| 재분류 작업으로 현장 혼란에 과태료 논란까지



경기도 모 아파트 투명페트병 분리배출함에 유색 플라스틱 등이 섞여 있다.



<https://youtu.be/2FjHqcWeO6U?si=JmhNxqLByhjFiPbm>

이유가 뭘까?

행정규칙

[전체] [제정·개정기준] [문제] [관련법령] [제작자/제작국] [법령번호] [법령문서]

제재활용가능자원의 분리수거 등에 관한 지침

[시행 2022. 12. 1.] [문경부령 제1568호, 2022. 12. 1., 일부개정]

환경부(생활폐기물과), 044-201-7422

제1조(목적) 이 지침은 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」(이하 「법」이라 한다) 제13조에 따라 재활용가능자원의 분리수거를 위하여 특별자치시·특별자치도·시·군·구(이하 「시·군·구」라 한다)가 지정하는 재활용가능자원의 분류·보관·수거·운반 등에 관하여 필요한 사항 및 그 밖의 규정을 정하는もの로 한다.

제2조(직접법률) 제13조에 따라 생활폐기물 배출자가 배출하는 생활폐기물을 중 재활용이 가능한 품목의 분리·보관에 관한 사항은 규정장을 목적으로 한다.

제3조(직접법률) 제13조에 따른 특별자치시·특별자치도·시·군·구(이하 「시장·군수·구청장」이라 한다)는 분리수거를 위하여는 재활용가능자원의 품목 및 분리배출표를 표시하고 같다.

① 시장·군수·구청장은 **별표 1**의 재활용가능자원의 품목 및 분리배출 표시방법을 고지하여야 한다.

② 시장·군수·구청장은 **별표 1**의 재활용가능자원의 품목 및 분리배출 표시방법을 고지하여야 한다.

제4조(분리배출의 유형) ① 시장·군수·구청장은 지역 내 배출되는 재활용가능자원을 **별표 1** 제1호의 품목에 따라 분리배출되도록 하여야 한다.

② 시장·군수·구청장은 재활용에도 불구하고 주거용배출(공동·단독주택 등), 거점 수거시설(재활용 종사자) 설치 여부 등 지역실정을 고려하여 배출종목을 추가 또는 조정하는 등 적합한 분리배출 유형을 설정·운영할 수 있으며, 분리배출이 효과적으로 이루어지기 어려운 단독주택 지역 등에서는 **별표 1** 제1호의 배출 규정에 따라 통합 배출방식으로 운영할 수 있다.

③ 시장·군수·구청장은 산별차이·과정 등을 기록화·자동화하는 등 재활용가능자원의 배출 및 수거체계를 개선하여 수집이 확대될 수 있도록 노력하여야 한다.

제6조(징기수거일의 지정·운영) ① 시장·군수·구청장은 지역 내 재활용가능자원의 혼합배치 등을 위하여 **별표 1** 제1호에 따른 품목별로 징기수거일 또는 요일을 별도로 지정·운영하여야 한다. 이 경우 재활용가능자원 배출자의 혼란을 최소화하고 재활용가능자원을 적기에 수거하여 적재되도록 하여야 한다.

② 제1항에도 불구하고 시장·군수·구청장은 수거시설 및 운영여건의 제한 등으로 인해 **별표 1** 제1호에 따른 품목별 징기수거일 또는 요일을 지정하지 아니하는 경우 일부 품목의 징기수거일 또는 요일을 지정하는 등 지역여건 등을 고려하여 별도의 수거방침을 지장할 수 있다. 다만 이 경우 재활용가능자원의 혼합배치 등을 위한 별도의 대책을 마련하여야 한다.

뉴스홈 | 최신기사

소비자 70.6% "투명 페트병 분리배출 때 라벨 제거 가장 불편"

송고시간 | 2021-12-23 12:00

황희경 기자
기자 페이지

| 소비자원 1천명 조사…라벨 절취선 있어도 분리 쉽지 않아



1101회
6
모든방법과



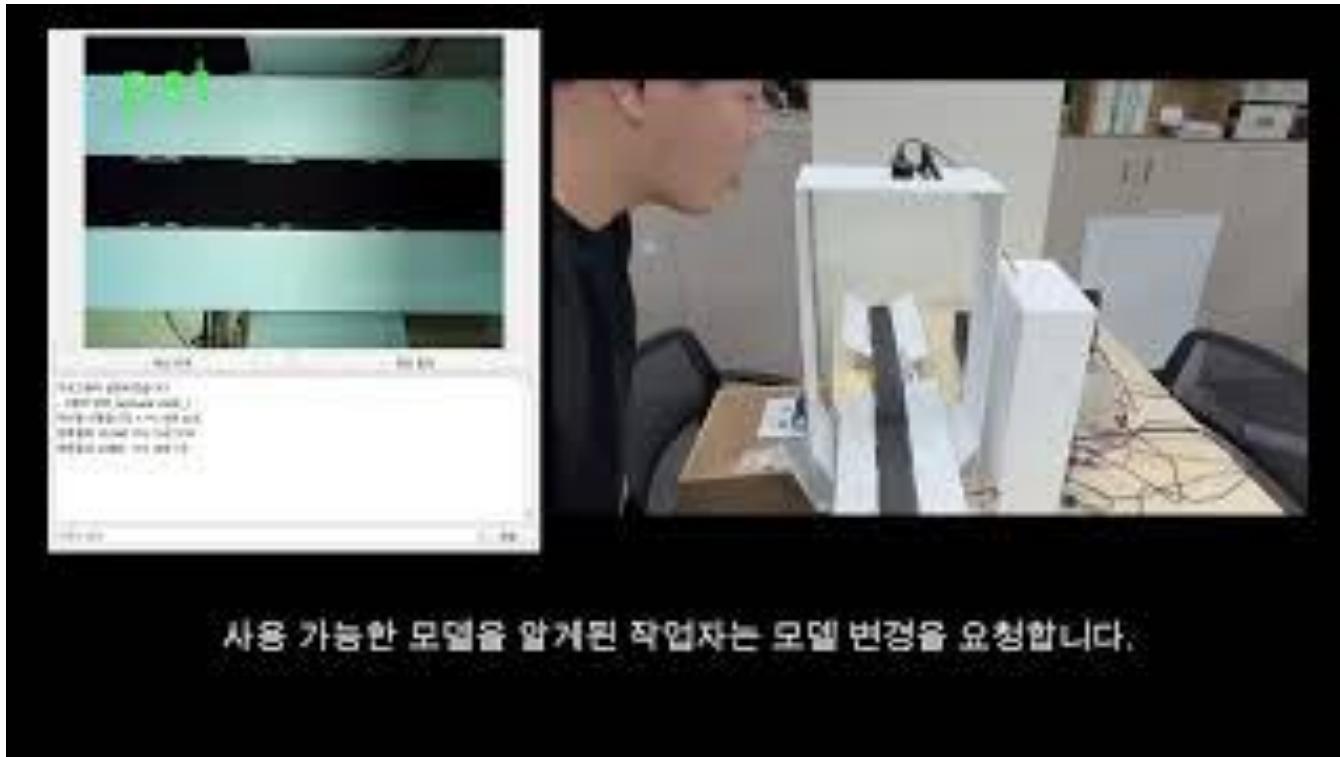
피자컬로 담
서든이택

핫뉴스 ↗

박효신 전입신고
트 강제경매…

“Edge Of Filtering system...”

시연 영상



사용 가능한 모델을 알게된 작업자는 모델 변경을 요청합니다.

유리병 분류 모델을 넣은 이유

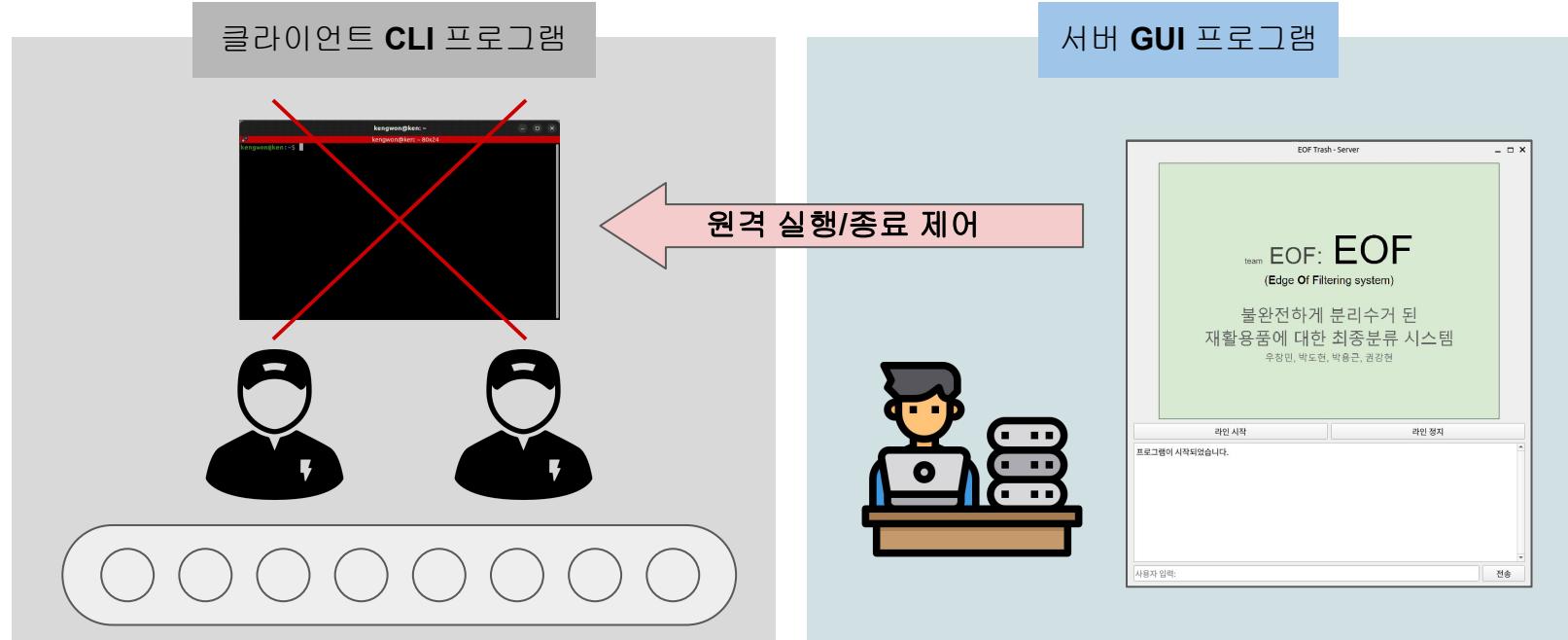


분리수거 규칙이 잘 지켜지지 않고 있는 재활용품 카테고리가 있다면,

그에 대한 **detection** 모델과 **classification** 모델만 준비하여 언제든지 프로그램 내 “모델 변경” 명령만으로 목적하는 카테고리에 대한 분류동작을 실행할 수 있도록 **확장성을 고려한 프로그램 설계가 적용되어 있음.**

조금 더 현실성 있는 프로그램을 만들기 위한 노력(1)

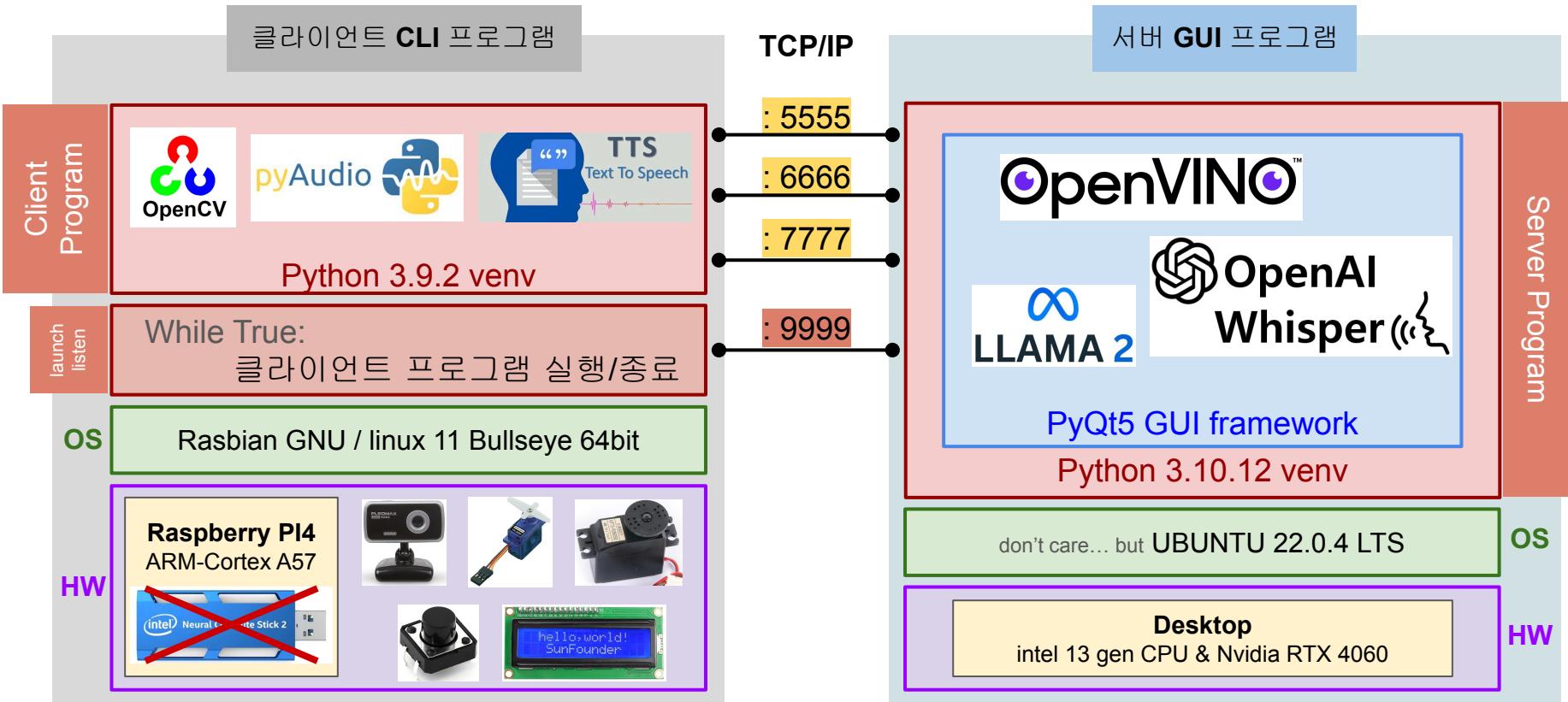
→ 분류 프로그램 원격 실행/종료



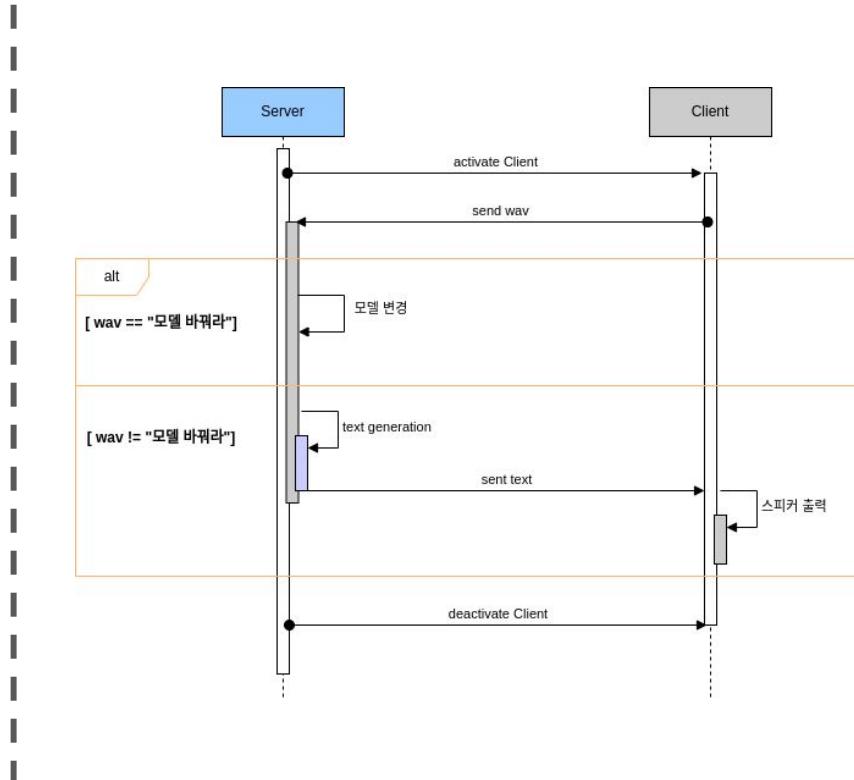
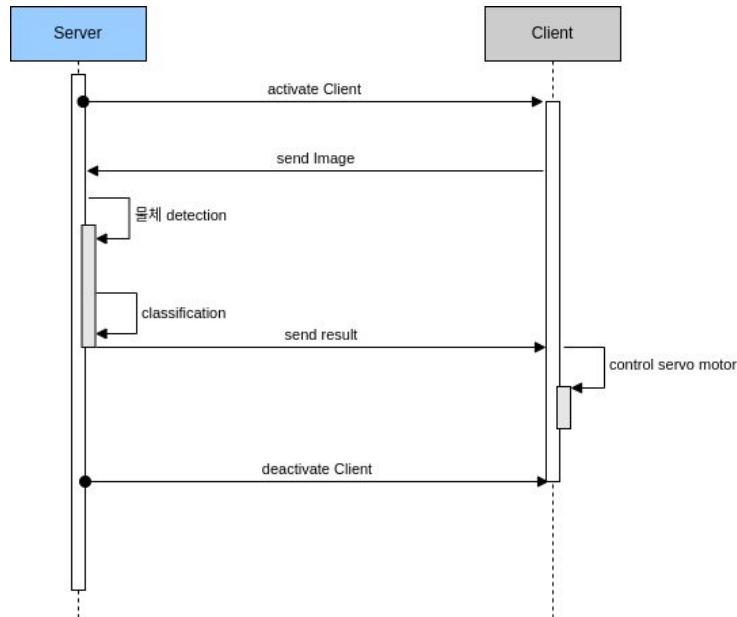
조금 더 현실성 있는 프로그램을 만들기 위한 노력(2)
→ 음성인식을 통한 분류 프로그램 제작



프로그램 설계 구조



시퀀스 다이어그램



프로젝트 진행과정에서 마주친 허들

- (1) OTX를 통한 자체 AI모델 준비 과정
 - (2) 기본 동작 알고리즘
 - (3) LLAMA2, whisper 모델 inference
 - (4) 원격 실행/종료 제어
 - (5) Project Management

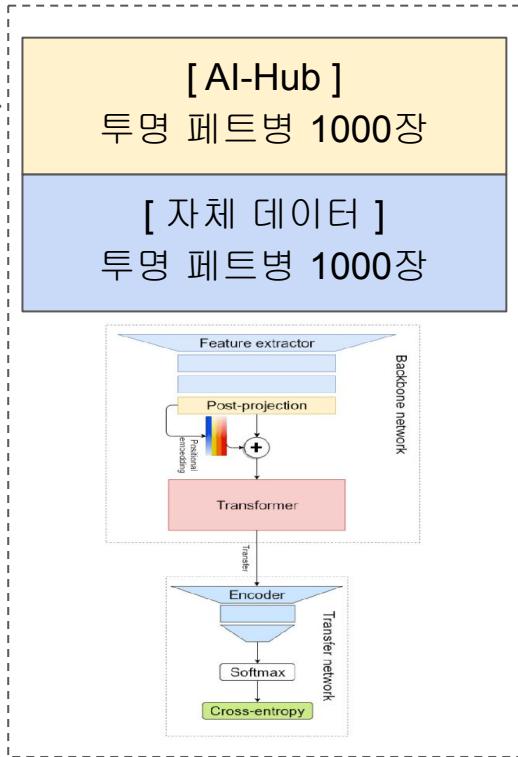
모델 준비는 2차에 걸쳐 하기로 계획

	1차 모델	2차 모델	(예비) 3차 모델
목적	OTX로 training하여 준비한 모델을 OTX API를 통해 우리 프로젝트 코드에 올렸을 때 올바르게 동작하는지 확인하기 위한 디버깅용 모델	우리 프로젝트가 요구하는 성능치를 달성하기 위해, 최선을 다한 데이터셋 준비로 프로젝트 적용 최종 후보가 될만한 모델	2차 모델의 성능이 만족스럽지 못한 경우, 문제를 파악하고 개선하여 프로젝트에 최종 적용될 모델
결과	페트병 detection / classification 모델과 유리병 detection / classification 모델 둘다 우리 프로젝트가 요구하는 성능은 보여주지 못하지만, Server 프로그램 동작 핵심 알고리즘을 구현하며 디버깅 하는데는 문제 없는 수준의 성능을 보여줌.	페트병 detection / classification 모델의 경우, 프로젝트가 요구하는 성능 수준을 달성함. 하지만 유리병 detection / classification 모델의 경우, 프로젝트가 요구하는 성능 수준을 전혀 달성하지 못함.	유리병 detection 모델의 경우, 프로젝트가 요구하는 성능 최소치에는 근접함. 하지만 classification 모델의 경우, 프로젝트가 요구하는 성능 수준을 끝까지 달성하지 못함.

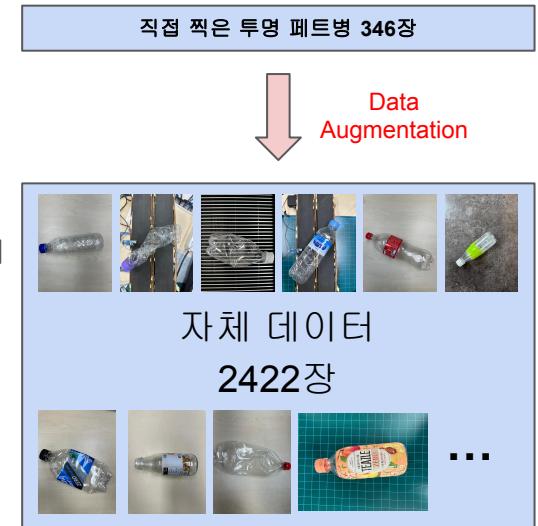
데이터셋 준비 방법(1) - 페트병



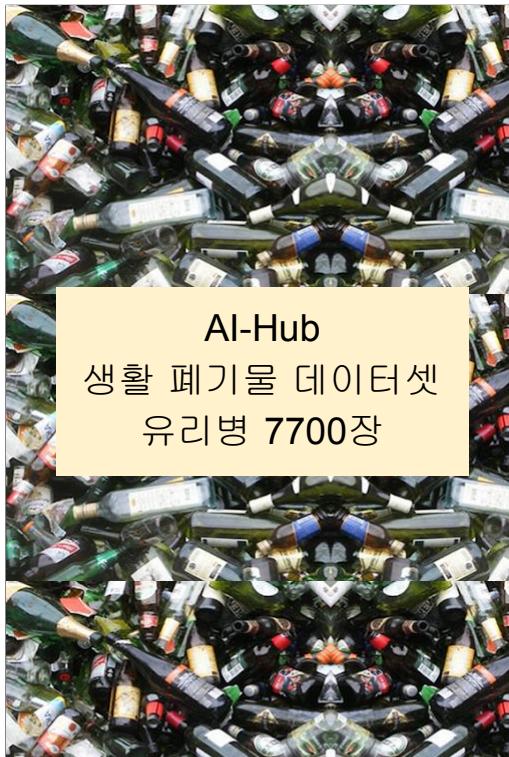
직접
선택



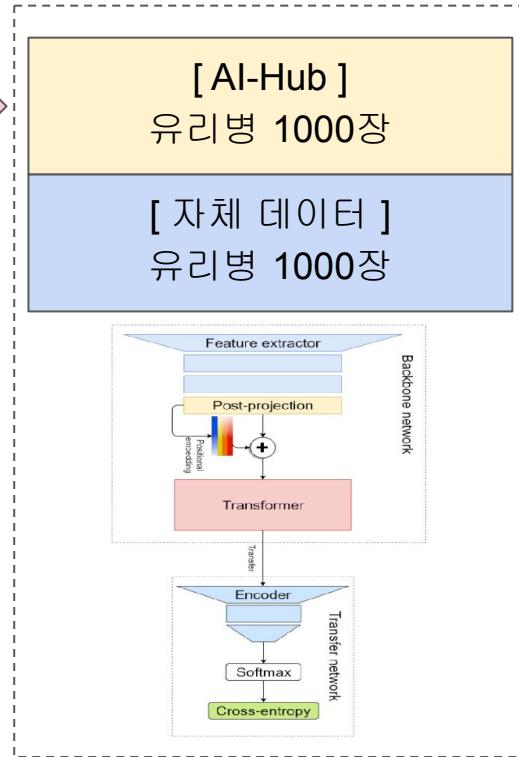
랜덤
선택



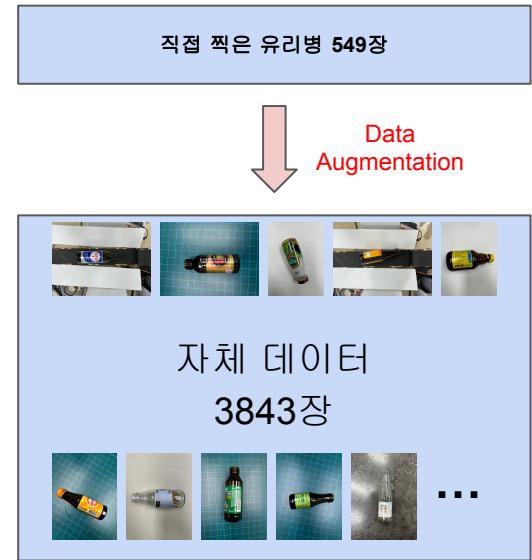
데이터셋 준비 방법(2) - 유리병



직접
선택



랜덤
선택



모델 선정

	model	1차 정확도(%)	2차 정확도(%)	3차 정확도(%)	
유리병 classification	MobileNet-V3-large-1x	96	96.5	98.2	
	EfficientNet-V2-S	97	97.7	99.7	
	DeiT-Tiny	97	97.5	100	
	EfficientNet-B0	95.5	96.5	98	
유리병 detection	Gen3_ATSS	92	99.9	- - -	
	Gen3_SSD	87.6	96		
	YOLOX	89	97.4		
페트병 classification	MobileNet-V3-large-1x	97.6	- - -		
	EfficientNet-V2-S	99.5			
	DeiT-Tiny	99.3			
	EfficientNet-B0	98.7			
페트병 detection	Gen3_ATSS	99.2	- - -		
	Gen3_SSD	98.4			
	YOLOX	100			

“
‘됐다!’ 싶었는데,
실전은...
”

[Object Detection issue] 페트병은 잘 잡는데, 유리병은 못 잡는다

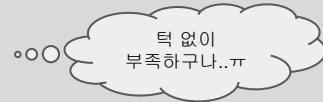
Transfer learning에 쓰인 backbone =



backbone 모델이 pre-train하는데 사용한 dataset =



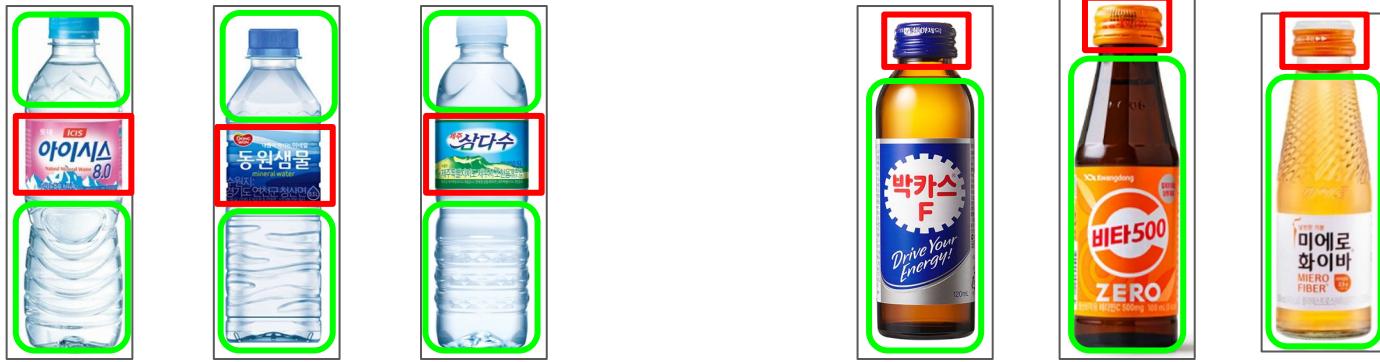
2000장 이상
annotation...



“레인이 검정색인데,
유리병 색깔도 어두워서
경계선 특징점을 못잡네...”

- 1. person
- 2. bicycle
- 3. car
- 4. motorcycle
- 5. airplane
- ...
- 40. bottle**
- ...
- 78. teddy bear
- 79. hair drier
- 80. toothbrush

[Classification issue] 페트병은 잘 분류하는데, 유리병은 못 분류한다



문제 1:

전체 이미지 영역에서 **분류의 기준점이 되는 특징 영역**의 비율 차이.

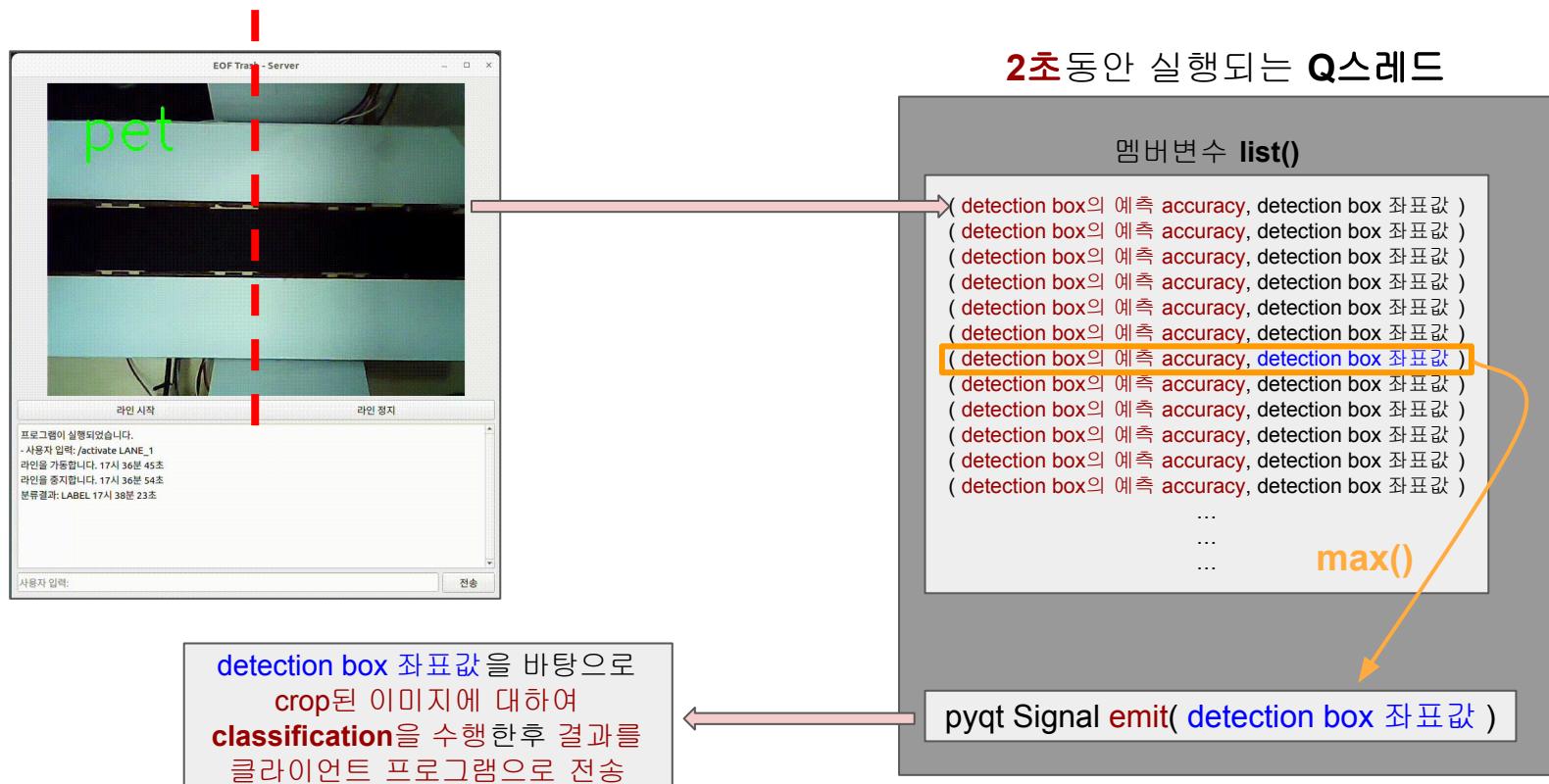
문제 2:

나머지 영역 픽셀의 색 영역에 경향성이 있는지 없는지에 따른
목적 특징 영역 학습 방해 여부

프로젝트 진행과정에서 마주친 허들

- (1) OTX를 통한 자체 AI모델 준비 과정
- (2) 기본 동작 알고리즘**
- (3) LLAMA2, whisper 모델 inference
- (4) 원격 실행/종료 제어
- (5) Project Management

[Server] 도대체 어떻게 딱 한번만 classification하지?



[Client] python threading으로 while True를 여러개 돌리려니 GIL이 문제가 되네

while True:

 웹캠으로 찍은 영상을 30FPS 속도로 서버로 송신

while True:

 서버로부터 제어명령 수신을 대기

while True:

 사용자 버튼입력 또는 제어명령을 바탕으로 하드웨어 동작을 실행

while True:

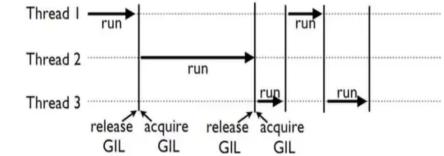
 푸시 버튼 입력을 Polling으로 처리하여 Debouncing

[Thread 1]

[Thread 2]

[Thread 3]

[Thread 4]



“
서버로 송신하는
영상 프레임 30FPS를
무조건 사수해야 한다.
”

(핵심 시나리오 구현에 매우 치명적인 문제이므로,)

병렬적으로 작업하던 4명의 팀원을 2/2 pair로 분리하여 즉시 해결방법 탐색

Pair 1: 권강현, 박도현

- 기존 python 코드 동작 로직을 개편하는 식으로 다른 해결법 모색
- 버튼 입력을 **polling**이 아닌 **interrupt**로 처리하면 된다는 아이디어

Pair 2: 우창민, 박용근

- 가짜 멀티 스레딩 말고 진짜 멀티스레딩을 적용하자는 아이디어
- 클라이언트 프로그램을 **python**에서 C언어 계열로 포팅 시도

RPi.GPIO 모듈의 **add_detect_event()** 함수를 통해
버튼 입력을 **interrupt**로 구현하고,
핵심 요구조건이었던 영상 프레임 30FPS 방어에 성공.

버튼을 누르지 않았는데 누른 것으로 인식되는 문제가 발생
reject

버튼 입력 처리방식을 **Polling** 방식으로 회귀하고
버튼입력으로 통해 발생해야 동작을
데몬 스레드로 생성하여 처리하는 것으로 문제 해결

테스트 결과 문제가 없는 것으로 판단
approve

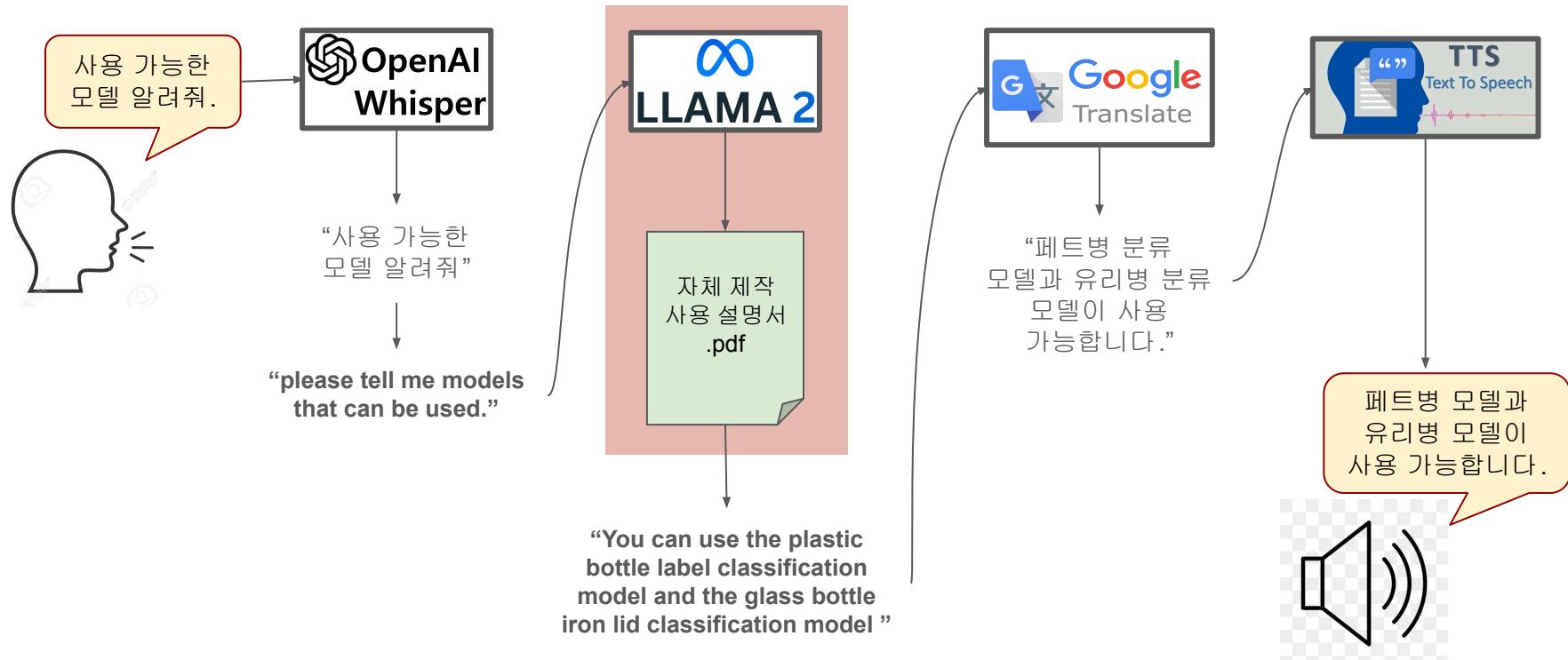
가장 핵심이 되는
라즈베리파이 GPIO핀 제어에 필요한 C 라이브러리인 **Wiring Pi**가
deprecated 되어 난항을 겪음.

삽질 끝에 제한된 조건에서
C로 GPIO 제어 성공.

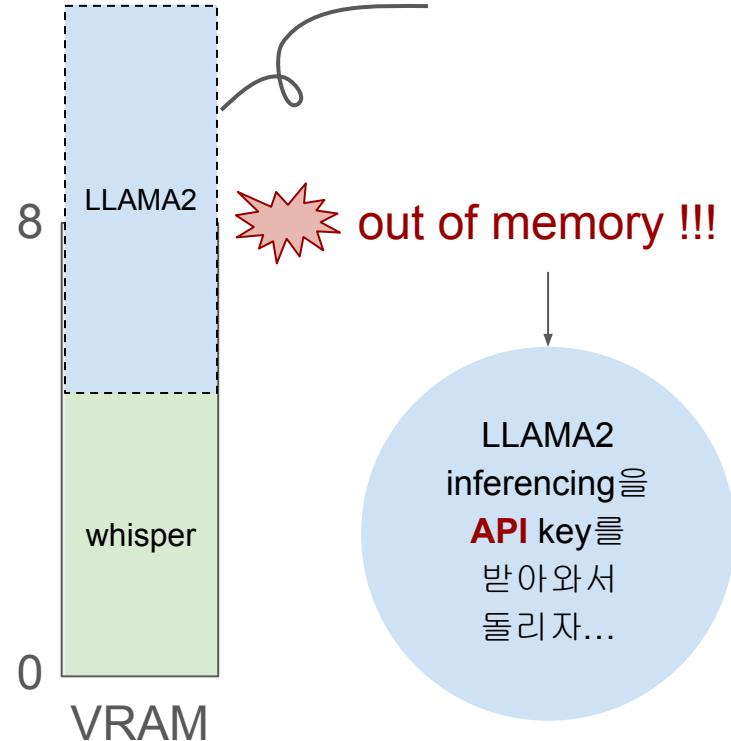
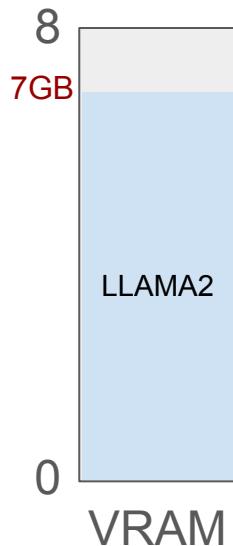
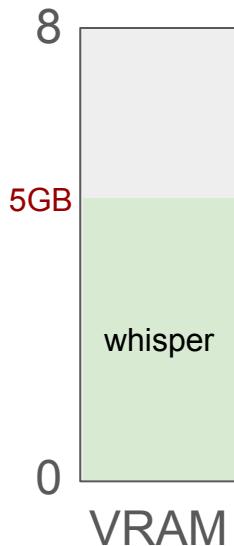
프로젝트 진행과정에서 마주친 허들

- (1) OTX를 통한 자체 AI모델 준비 과정
- (2) 기본 동작 알고리즘
- (3) LLAMA2, whisper 모델 inference**
- (4) 원격 실행/종료 제어
- (5) Project Management

‘한국어 사용 설명서.pdf’에 대해 text embedding이 되지 않는 문제...



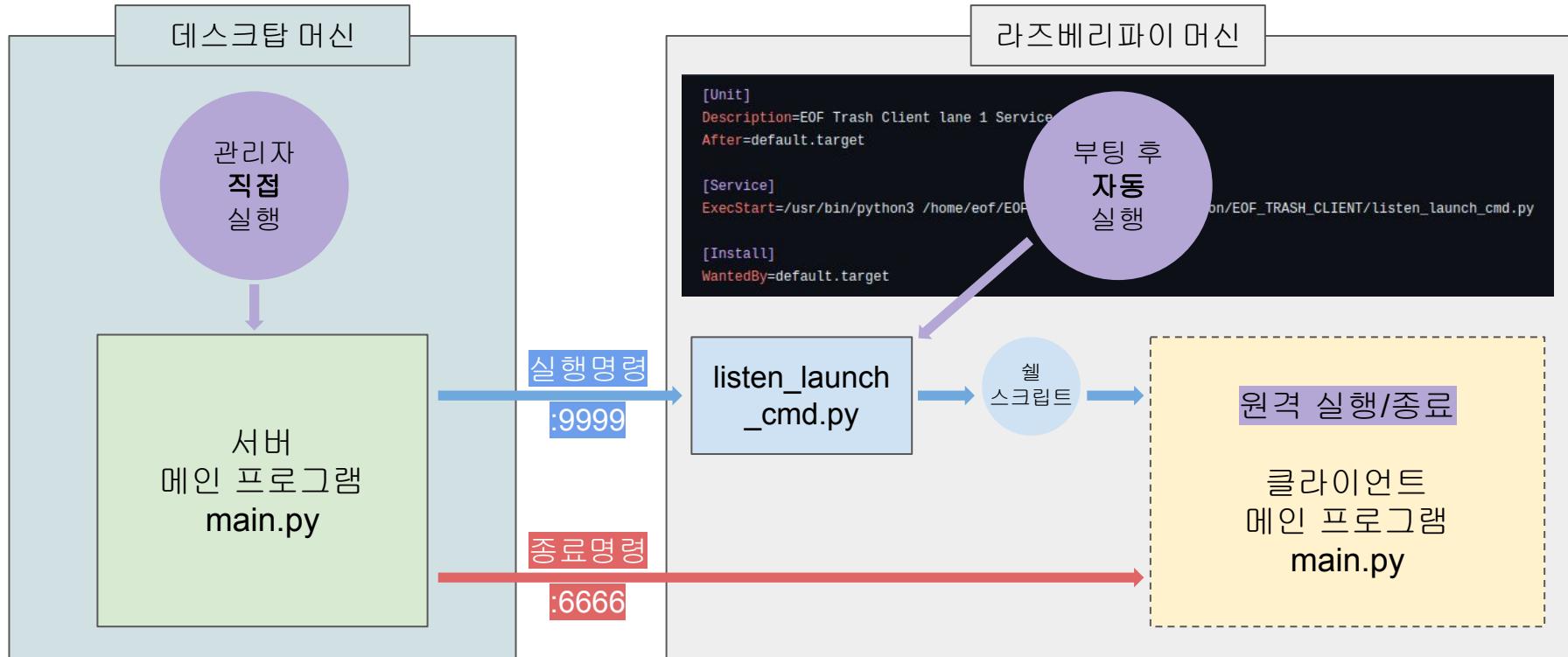
RTX4060 VRAM 8GB가 부족하다...



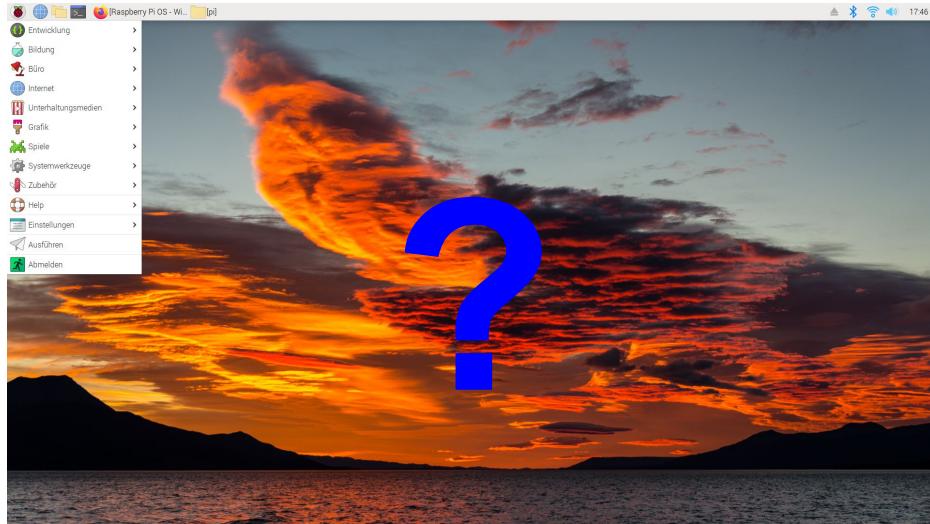
프로젝트 진행과정에서 마주친 허들

- (1) OTX를 통한 자체 AI모델 준비 과정
- (2) 기본 동작 알고리즘
- (3) LLAMA2, whisper 모델 inference
- (4) 원격 실행/종료 제어**
- (5) Project Management

라즈베리파이 systemd에 service 등록



근데 안된다.



“
우선
실행은 된거야?
”

“
아니면
실행은 됐는데
예외가 나서
죽은거야?
”

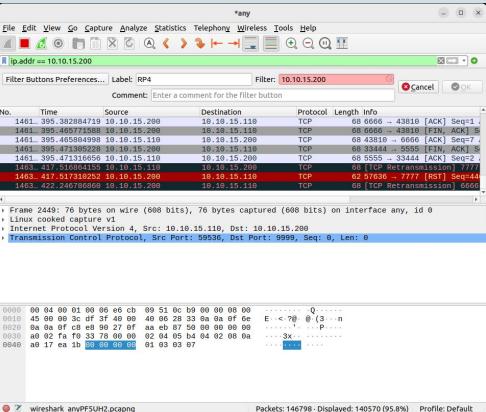
“
우선
실행은 된거야?
”

\$ htop



\$ netstat

```
kengwon@ken:~  
kengwon@ken:~ 80x24  
  
[0.0..] 3[0..] 6[0..] 9[0..] 12[0..] 15[0..] 18[0..] 21[0..]  
[4.0..] 4[0..] 7[0..] 10[0..] 13[0..] 16[1..] 19[1..] 22[0..]  
[2.0..] 5[0..] 8[0..] 11[0..] 14[1..] 17[0..] 20[0..] 23[0..]  
Mem[|||||] 16.12G/31.00G Tasks: 179, 1859 thrun; 1 running  
Swap[|||||] 0K/2.00G Load average: 0.49 0.43 0.24  
Uptime: 11 days, 02:43:36  
  
PID USERS PRI NI VIRT RES SHR S CPU%MEM TIME+ Command  
4459 kengwon 20 0 117M 93304 567676 S 2.0 0.3 3:04.00 /usr/bin/python  
1964 kengwon 20 0 24.8G 100M 53988 S 1.3 0.3 14:39.52 /usr/lib/xorg/X  
2103 kengwon 20 0 5002M 520M 1408M S 1.3 1.7 1:51:33 /usr/bin/gnome-  
6347 kengwon 20 0 33.5G 477M 2408M S 1.3 1.5 1:42:42.6 /opt/google/chrome  
4458 kengwon 20 0 33.5G 477M 2408M S 1.3 1.5 1:42:42.6 /opt/google/chrome  
49806 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:09.61 /opt/google/chrome  
49808 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:03.78 /opt/google/chrome  
49861 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:02.69 /opt/google/chrome  
49863 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:01.29 /opt/google/chrome  
31109 kengwon 20 0 14120 6356 3684M S 1.3 0.6 0:00.07 httpd  
1976 kengwon 20 0 24.8G 100M 53988 S 0.7 0.3 2:02.70 /usr/lib/xorg/X  
6373 kengwon 20 0 33.5G 477M 2408M S 0.7 1.5 0:20.63 /opt/google/chrome  
F1:1[0..] 2[0..] F3:[0..] F4:[0..] F5:[0..] F6:[0..] F7:[0..] F8:[0..] F9:[0..] F10:[0..]
```

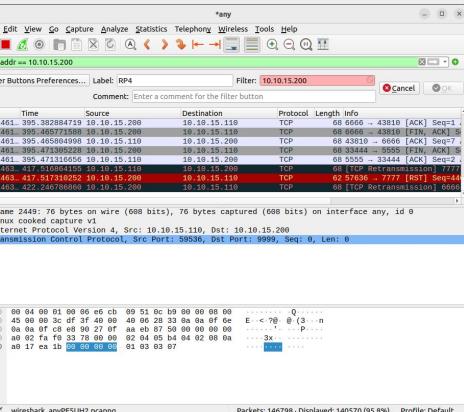


```
min@min-linux:~$ netstat -an | grep -E '5555|7777|8888|9999'  
tcp 0 0 10.10.15.110:7777 0.0.0.0:*
```

tcp	0	0	10.10.15.110:5555	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	1	10.10.15.110:7777	10.10.15.200:37646	LAST_ACK
tcp	0	0	10.10.15.110:38426	10.10.15.200:9999	FIN_WAIT2
tcp	0	0	10.10.15.110:5555	10.10.15.200:53070	ESTABLISHED
unix	3	[]	STREAM	CONNECTED	2537777
unix	3	[]	STREAM	CONNECTED	2788888 /run/user/1000/bus

데스크탑 머신

```
kengwon@ken:~  
kengwon@ken:~ 80x24  
  
[0.0..] 3[0..] 6[0..] 9[0..] 12[0..] 15[0..] 18[0..] 21[0..]  
[4.0..] 4[0..] 7[0..] 10[0..] 13[0..] 16[1..] 19[1..] 22[0..]  
[2.0..] 5[0..] 8[0..] 11[0..] 14[1..] 17[0..] 20[0..] 23[0..]  
Mem[|||||] 16.12G/31.00G Tasks: 179, 1859 thrun; 1 running  
Swap[|||||] 0K/2.00G Load average: 0.49 0.43 0.24  
Uptime: 11 days, 02:43:36  
  
PID USER PRI NI VIRT RES SHR S CPU%MEM TIME+ Command  
4459 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 0.9 0.7 2:07.91 /opt/google/chrome  
1964 kengwon 20 0 24.8G 100M 53988 S 2.0 0.3 14:39.52 /usr/lib/xorg/X  
2103 kengwon 20 0 5002M 520M 1408M S 1.3 1.7 1:51:33 /usr/bin/gnome-  
6347 kengwon 20 0 33.5G 477M 2408M S 1.3 1.5 1:42:42.6 /opt/google/chrome  
44542 kengwon 20 0 33.5G 274M 1408M S 1.3 0.9 #H11:22 /usr/share/code  
44543 kengwon 20 0 33.5G 274M 1408M S 1.3 0.9 #H11:22 /usr/share/code  
49866 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:03.78 /opt/google/chrome  
49861 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:02.69 /opt/google/chrome  
49862 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:02.46 /opt/google/chrome  
49863 kengwon 20 0 1131G 211M 1268M S 1.3 0.7 0:01.99 /opt/google/chrome  
31109 kengwon 20 0 14120 6356 3684M S 1.3 0.6 0:00.06 httpd  
1976 kengwon 20 0 24.8G 100M 53988 S 0.7 0.3 2:02.70 /usr/lib/xorg/X  
6373 kengwon 20 0 33.5G 477M 2408M S 0.7 1.5 0:20.63 /opt/google/chrome  
F1:[0..] F2:[0..] F3:[0..] F4:[0..] F5:[0..] F6:[0..] F7:[0..] F8:[0..] F9:[0..] F10:[0..]
```



```
min@min-linux:~$ netstat -an | grep -E '5555|7777|8888|9999'  
tcp 0 0 10.10.15.110:7777 0.0.0.0:*
```

tcp	0	0	10.10.15.110:5555	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	1	10.10.15.110:7777	10.10.15.200:37646	LAST_ACK
tcp	0	0	10.10.15.110:38426	10.10.15.200:9999	FIN_WAIT2
tcp	0	0	10.10.15.110:5555	10.10.15.200:53070	ESTABLISHED
unix	3	[]	STREAM	CONNECTED	2537777
unix	3	[]	STREAM	CONNECTED	2788888 /run/user/1000/bus

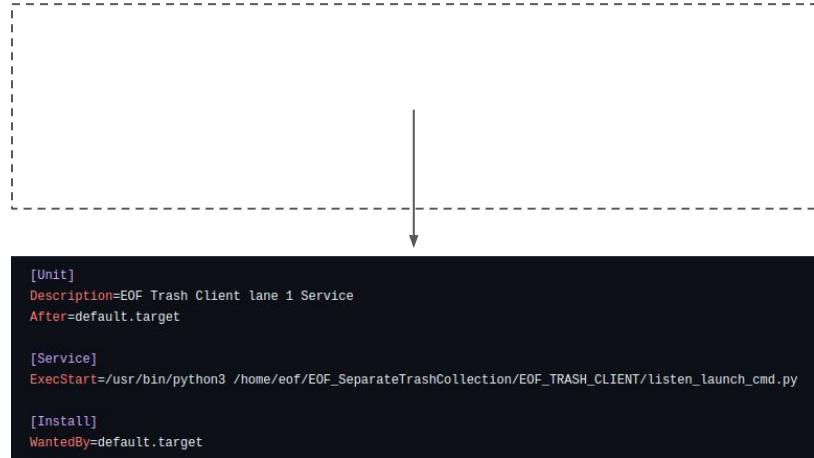
라즈베리파이
머신

“
아니면
실행은 됐는데
예외가 나서
죽은거야?
”

클라이언트 프로그램 실행 권한	PyAudio 녹음 모듈 작동여부
super user (root)	X
regular user (non-root)	O

실행권한 (root)
`/etc/systemd/system/ ...`

실행권한 (user)
`/home/.config/systemd/user/ ...`

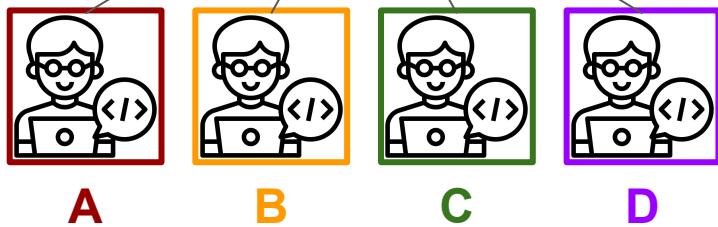
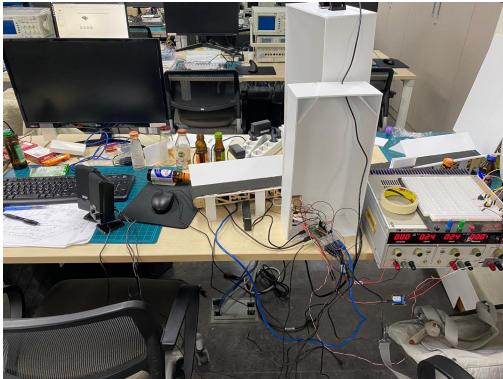


프로젝트 진행과정에서 마주친 허들

- (1) OTX를 통한 자체 AI모델 준비 과정
- (2) 기본 동작 알고리즘
- (3) LLAMA2, whisper 모델 inference
- (4) 원격 실행/종료 제어

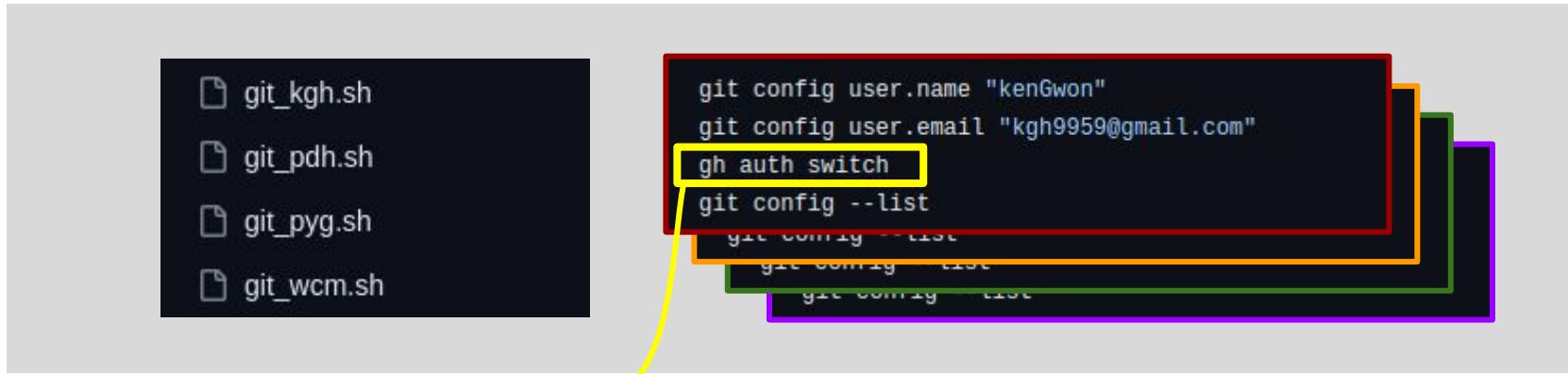
(5) Project Management

클라이언트 프로그램 디버깅 환경이 HW에 tight하게 묶여 있는 문제



“
서로 다른 팀원이
클라이언트 프로그램에
변경사항을 적용할 때마다
commit author를 바꿔줄 필요성
”

github CLI와 쉘 스크립트의 조합

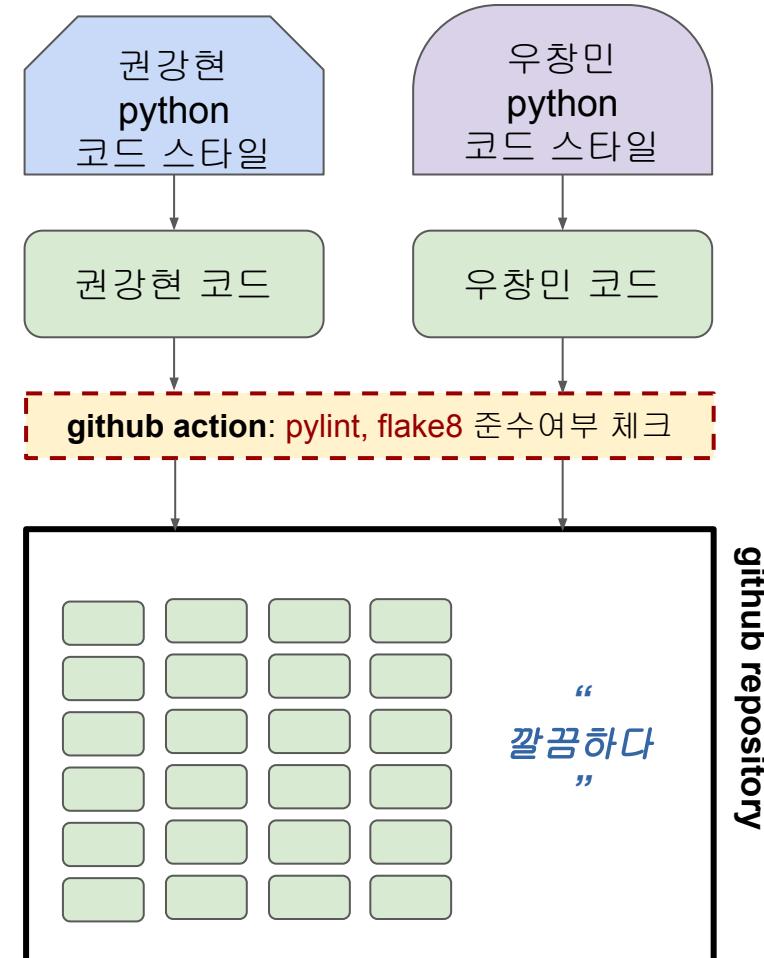
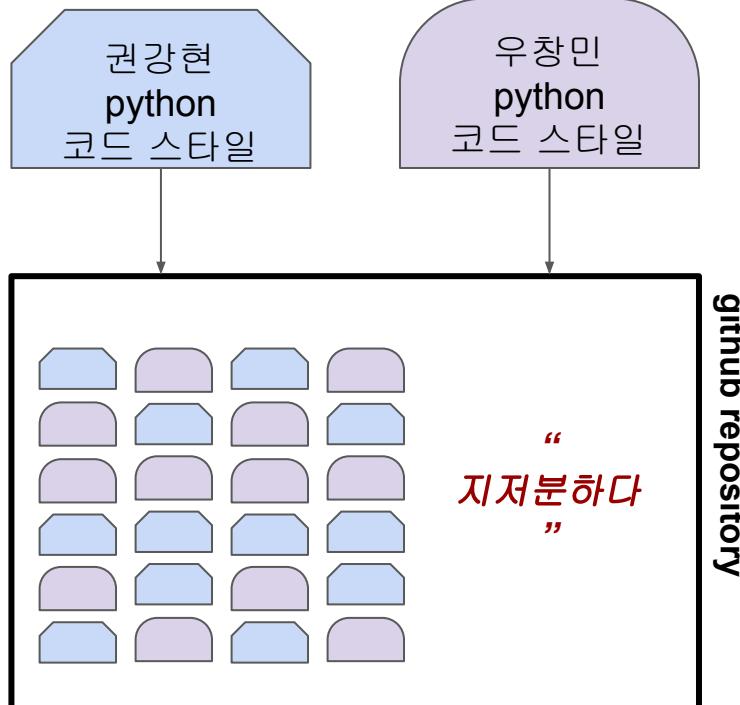


직접 쉘 스크립트를 작성하여
ssh로 **github authentication**을 변경하는 것보다
압도적인 편리함을 제공



“but... 플랫폼 종속성 문제”

중구난방 코딩 스타일

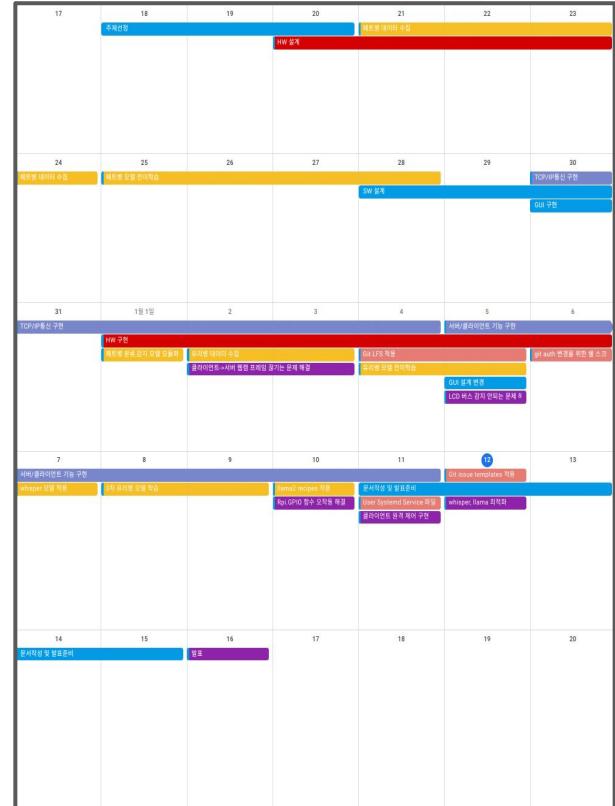


프로젝트 일정 관리

일정	시작일	종료일	12월 ~ 1월																													
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
주제 선정 / 설계	2023. 12. 18	2023. 12. 20	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue
하드웨어 설계	2023. 12. 20	2023. 12. 23																														
데이터 수집	2023. 12. 21	2023. 12. 24																														
모델 구현	2023. 12. 25	2024. 1. 6																														
서버 / 클라이언트 구현	2023. 12. 30	2024. 1. 6																														
하드웨어 구현	2024. 1. 1	2024. 1. 6																														
회장 & 트래블 슈팅	2024. 1. 7	2024. 1. 15																														
문서작성 및 발표준비	2024. 1. 12	2024. 1. 15																														
발표	2024. 1. 16	2024. 1. 16																														

[주요 마일스톤]

- 🚩 SW / HW 설계
- 🚩 PyQt5를 이용한 GUI 구현
- 🚩 서버 - 클라이언트 TCP/IP 통신 구현
- 🚩 1차 모델 제작
- 🚩 2차 모델 제작
- 🚩 기본동작 시나리오 핵심 알고리즘 구현
- 🚩 원격 실행/종료 구현



Team EOF.



권강현 (kgh9959@gmail.com)

ken Gwon
kenGwon

- Project Manager
- 구현 방향에 대한 Feasibility check



박용근 (dydrms3456@naver.com)

- AI model 책임
- HW design 및 제작

Yonggeun Park
yg-park



박도현 (ehgus922@gmail.com)

Park Do Hyeon
DohyeonP

- System Architecture 책임
- 선행 기술 연구/적용



Chang Min Woo
woochang0110

우창민 (woochang0110@gmail.com)

- PC 통신 책임
- coding & programming

EOF
(end of file)