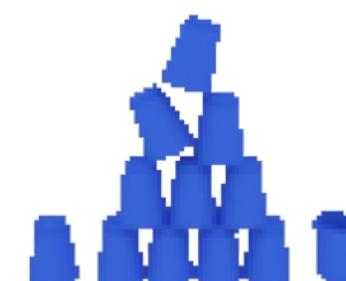




Cobot Project

-Chapter 2: 스포츠 스태킹-



C_1조

Stage



1튜토리얼



문제 정의

무엇을 해야 하는가

3. 서브 퀘스트



차별성

구현 동영상

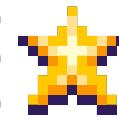
2. 메인 퀘스트



프로젝트 구상

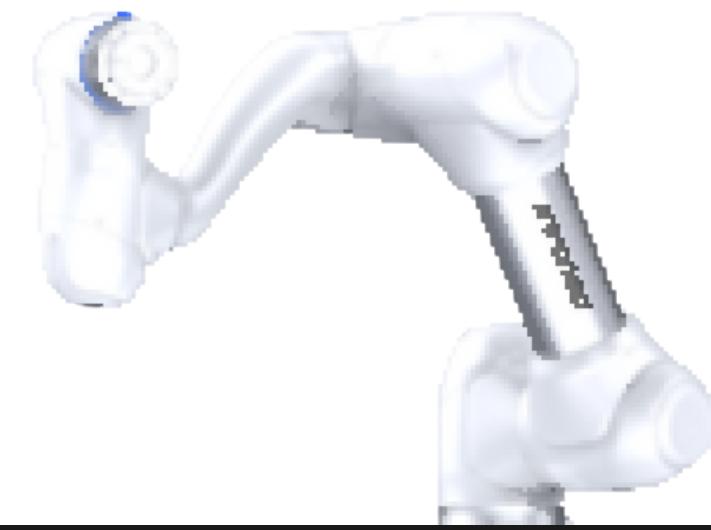
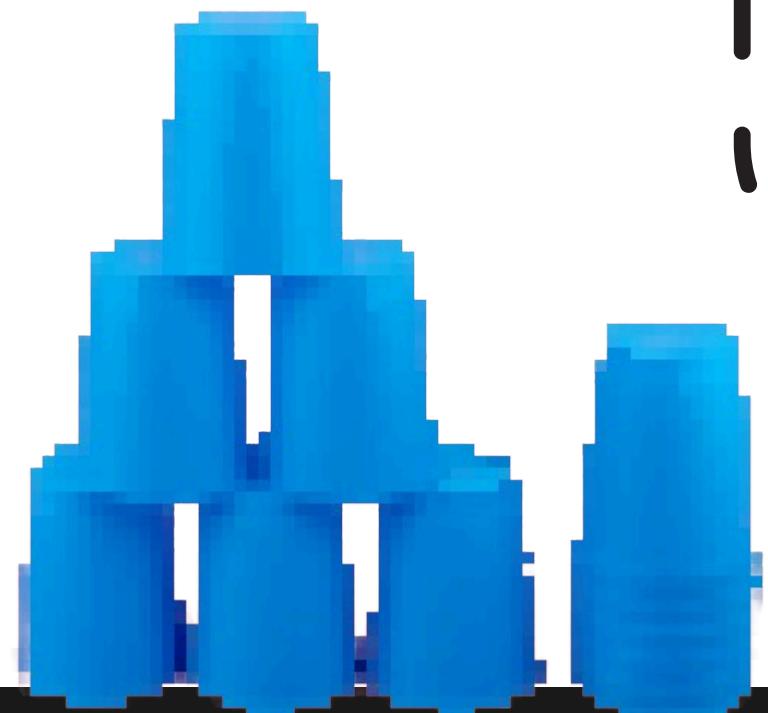
문제 해결 방법

4. EXTRA STAGE



Lesson Learn

추가 개선 사항



문제 정의

관건 : 최적의 사이클타임과 높은 정확도

Q1. 일정한 컵 위치 정렬

Q2. 컵에 대한 균형 유지

Q3. 로봇 움직임 최적화



무엇을 해야 하는가?

1. 어떤 좌표를 필요로 하는가 ?

- ▷ 1층에 쌓일 컵의 꼭지점 좌표 3개
- ▷ 지정한 좌표값에서 외심을 활용해 나머지 좌표값 계산

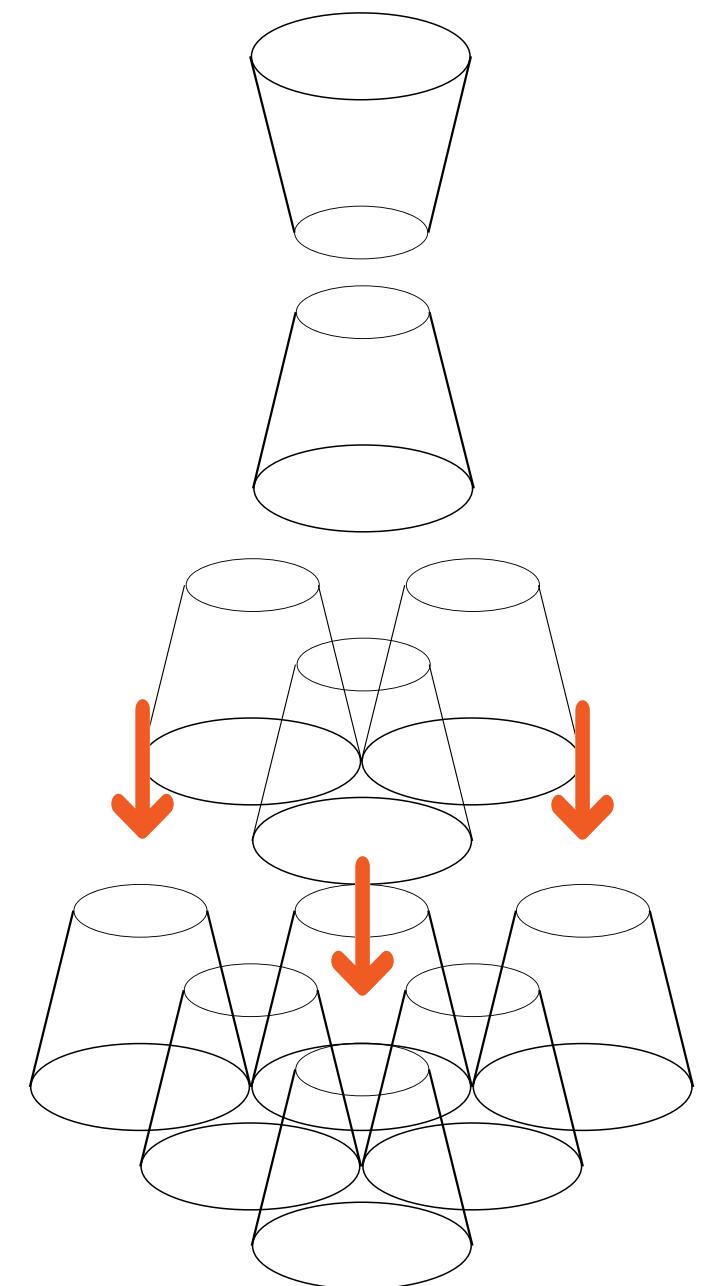
2. 컵은 어떻게 잡을 것인가 ?

- a. 방향 : 컵과 수평하게 잡는다
- b. 갯수 : 컵 하나
- c. 힘 : 최소한의 변형, 컵 하나
- d. 타이밍 : Gripper를 내리면서 컵에 닿는 외력을 감지 할 때

3 층

2 층

1 층



프로젝트 구상

```
# 내려가면서 잡기  
print('-----find-----')  
force()  
print('-----grip-----')  
wait(0.5)
```

메인 퀘스트

과정	구상내용	임포트 목록
Stack Point	1층 삼각형의 세 꼭짓점 좌표 입력 후 변수화하여 나머지 컵의 좌표 계산	get_current_posx
Grip/Move	<ol style="list-style-type: none">컵이 놓여 있는 위치로 이동컵과 gripper가 수평이 되게 접근force 이용, 내려가며 컵을 감지 (5N)컵 한개 끼우고 삼승Stack Point 까지 이동Robot 과 컵들이 충돌하지 않게 move	get_current_posx check_force_condition movej, movel posj trans release_compliance_ctrl

문제 해결방법

```
if i%2 == 0:  
    movel(pos0_l_o,vel=VELOCITY, acc=ACC)  
else:  
    movel(pos0_l_e,vel=VELOCITY, acc=ACC)  
    # 관절이 계속 한방향으로 회전하여 한계 걸림 방지  
    movej(pos0_j, vel=VELOCITY, acc=ACC)  
break
```

메인 퀘스트

	발생한 문제	해결방법
1	gripper가 같은 방향으로 연속 회전해 제한 걸림	gripper를 원복 코드 추가 (posj, movej)
2	컵 배치 과정에서 부딪힘 (로봇의 이동경로 예측 실패)	movel 수평 경로 움직임 추가
3	grip()시 원하는 갯수의 컵이 잡히지 않음	gripper width를 고정 후 force()
4	gripper grip 시 예상과 다른 동작	ON,OFF 신호 순서 수정, digital output 사이에 Wait 추가
5	파라미터 값 오차로 인한 제어 실패	파라미터 값 수정

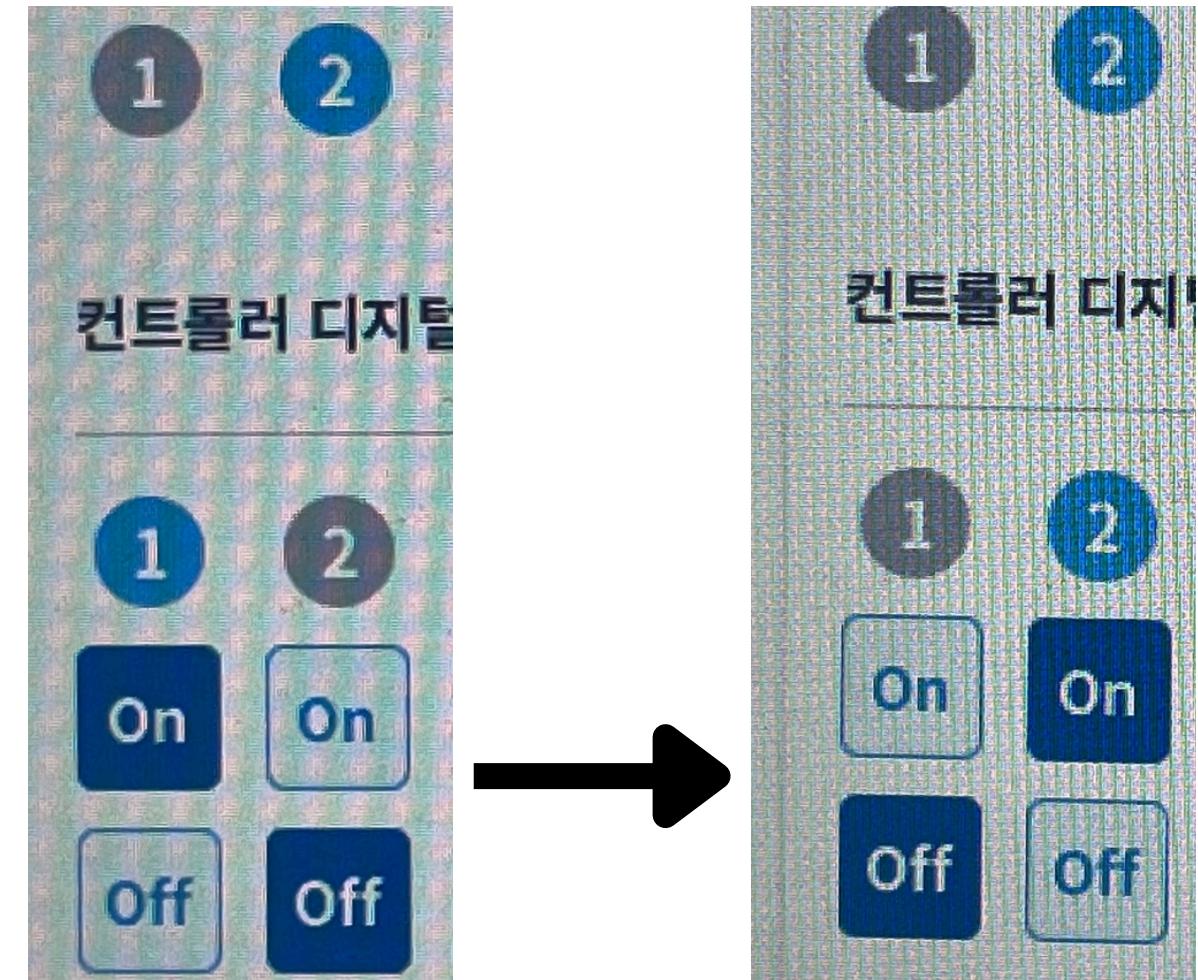
문제 해결방법

4번 보충

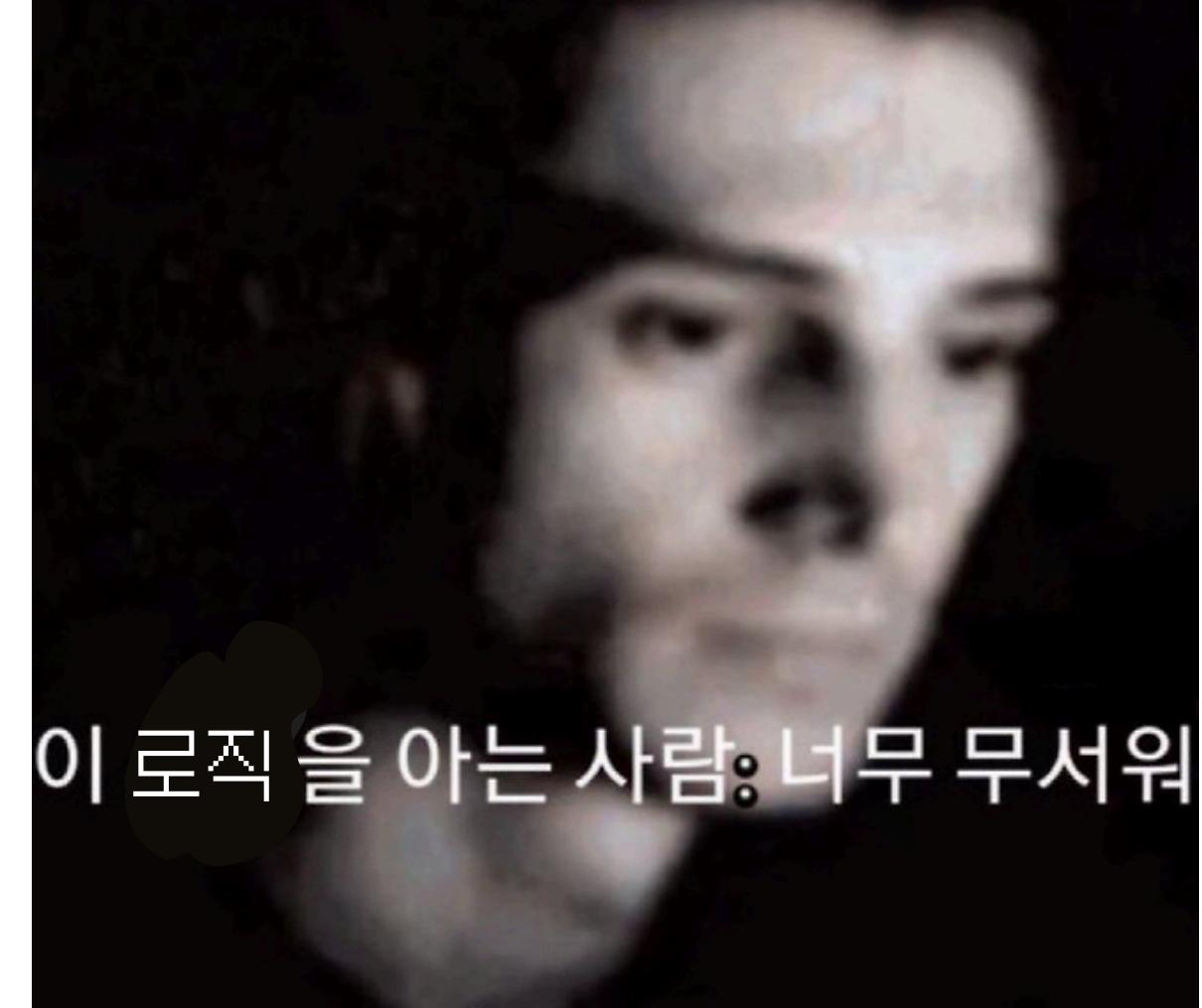
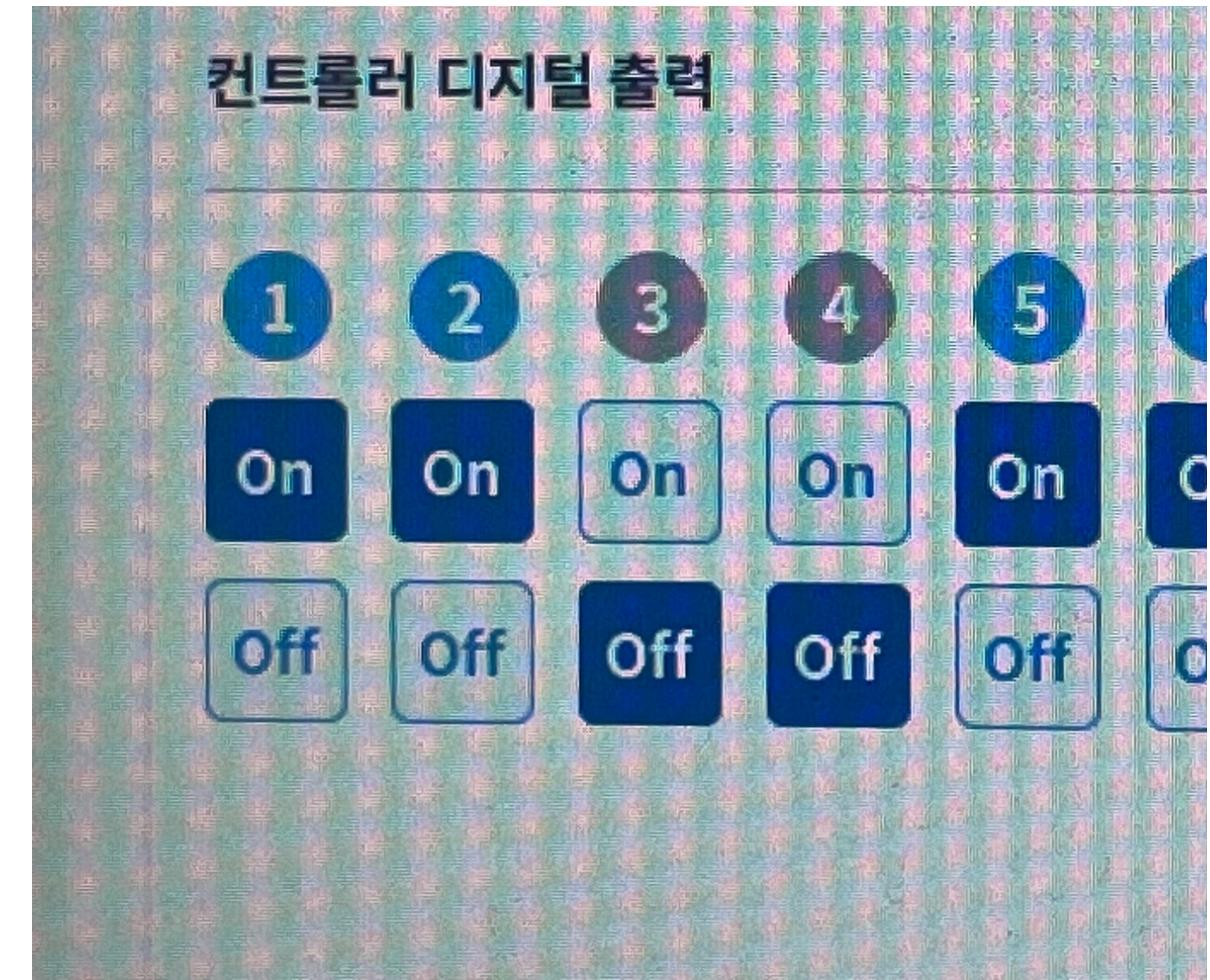
```
# 그리퍼 해제
def release():
    set_digital_output(2, ON)
    wait(0.5)
    set_digital_output(1, OFF)
    print('-re-')
    # wait_digital_input(2)
```

```
# 그리퍼 그립
def grip():
    set_digital_output(2, OFF)
    wait(0.5)
    set_digital_output(1, ON)
    print('-gr-')
    # wait_digital_input(1)
```

```
# 그리퍼 그립
def done():
    set_digital_output(1, ON)
    wait(0.5)
    set_digital_output(2, ON)
    print('-do-')
    # wait_digital_input(1)
```

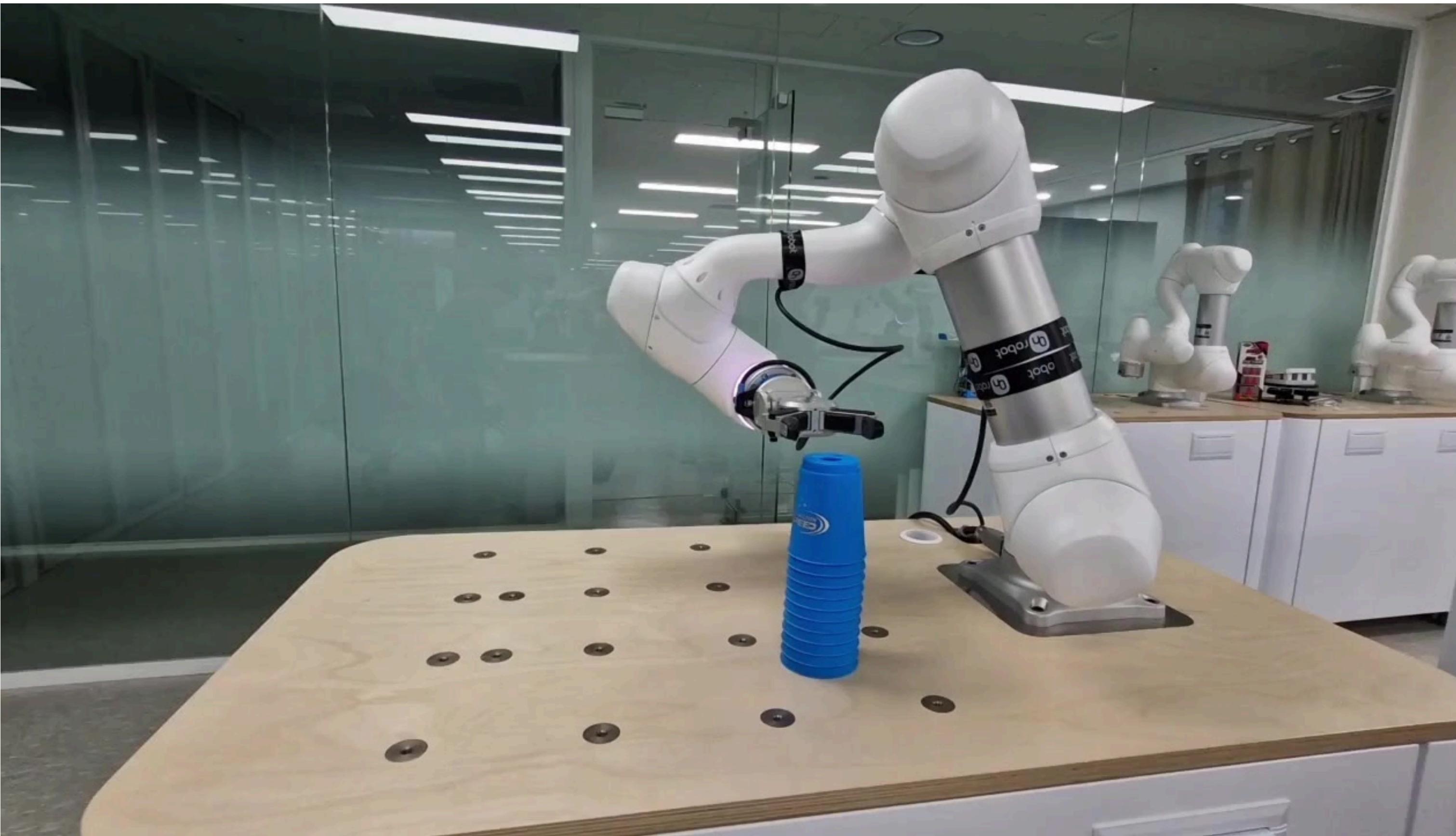


그냥 상태변화잖아?



이 로직을 아는 사람: 너무 무서워

☞ 메인 쿼스트 : 컵 스탠딩



서브 퀘스트

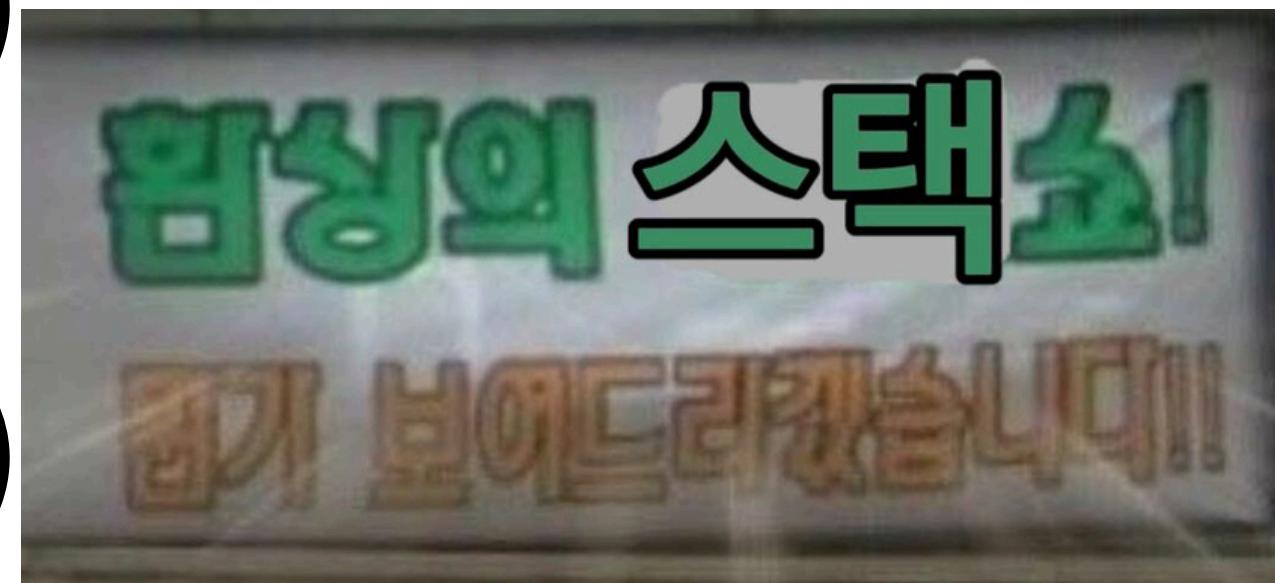
차별성

한잔해

1. 수평 grip : 프로세스 단순화



2. 포인트 추출 방법



3. 정리 로직 추가

1. 수평 GRIP : 프로세스 단순화

컵 여러개 한번에 들기

- 방식

: 가장 하단의 컵만 잡지 않게 높이, 잡는 그립 정도를 고려

그립 후 바닥에 수직으로 들어올림

해당 작업을 좌표 이동 후 반복, 다수의 컵을 한번에 배치 가능

1. 수평 GRIP : 프로세스 단순화

[시도] movesx를 이용한 플라스틱 컵 위치 일률화

Why?



- 다수의 컵을 옮리는 과정에서 앞 또는 뒤로 쓰러짐
=> 컵을 잡을 때 무게중심 축을 벗어나 잡음
- 스포츠 경기에 사용되는 플라스틱 컵
=> 규격화 되어 있음
- 협동로봇의 정밀한 작동
=> tcp 값을 이용한 원형 회전 가능

1. 수평 GRIP : 프로세스 단순화

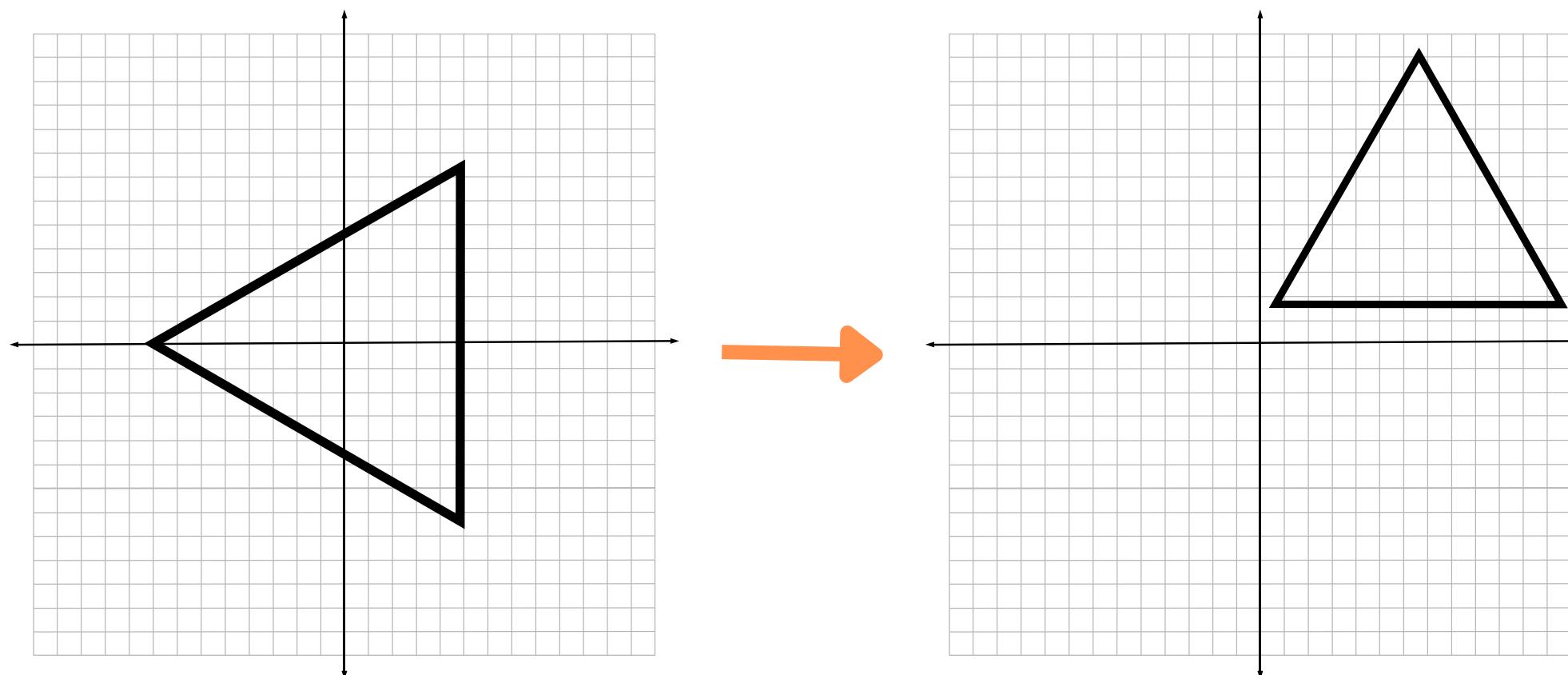
[시도] movesx를 이용한 플라스틱 컵 위치 일률화

Issue

- 로봇의 가동 범위
 - => 특이점, 로봇 관절의 가동범위로 인한 실제 움직임의 제한
 - => 180도 회전 대신 90도 정도로 타협
- 그립 시 컵의 중심 != T.C.P
 - => movesx는 TCP 중심으로 회전
 - => 정밀하게 측정, 수치 조정으로 보정 가능 => 장비, 시간 부족
- 그리퍼 너비 입력 수치 != 실제 그리퍼 너비
 - => 다수의 시도를 통해 오차 보정 => 매번 시도 시 오차가 달라짐



2. 포인트 추출 방법 개선



$$\begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & dx \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & dy \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

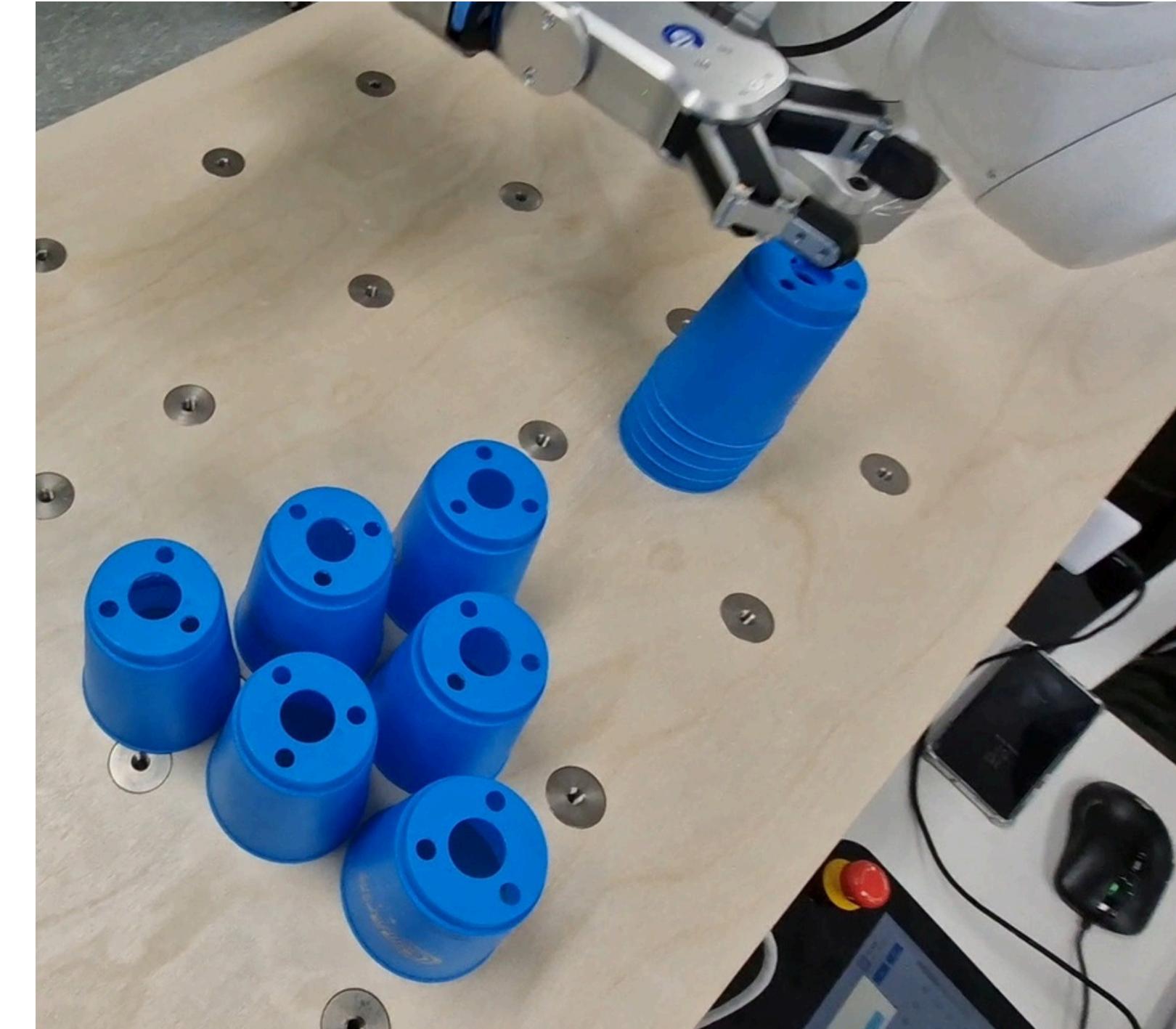
- 1. Stack Point 추출 방법 개선
- 2. 삼각형 중점에서 삼각형 꼭짓점 계산
- 3. 변환행렬 적용



포인트 추출점 변화
12개 \rightarrow 3개 \rightarrow 1개

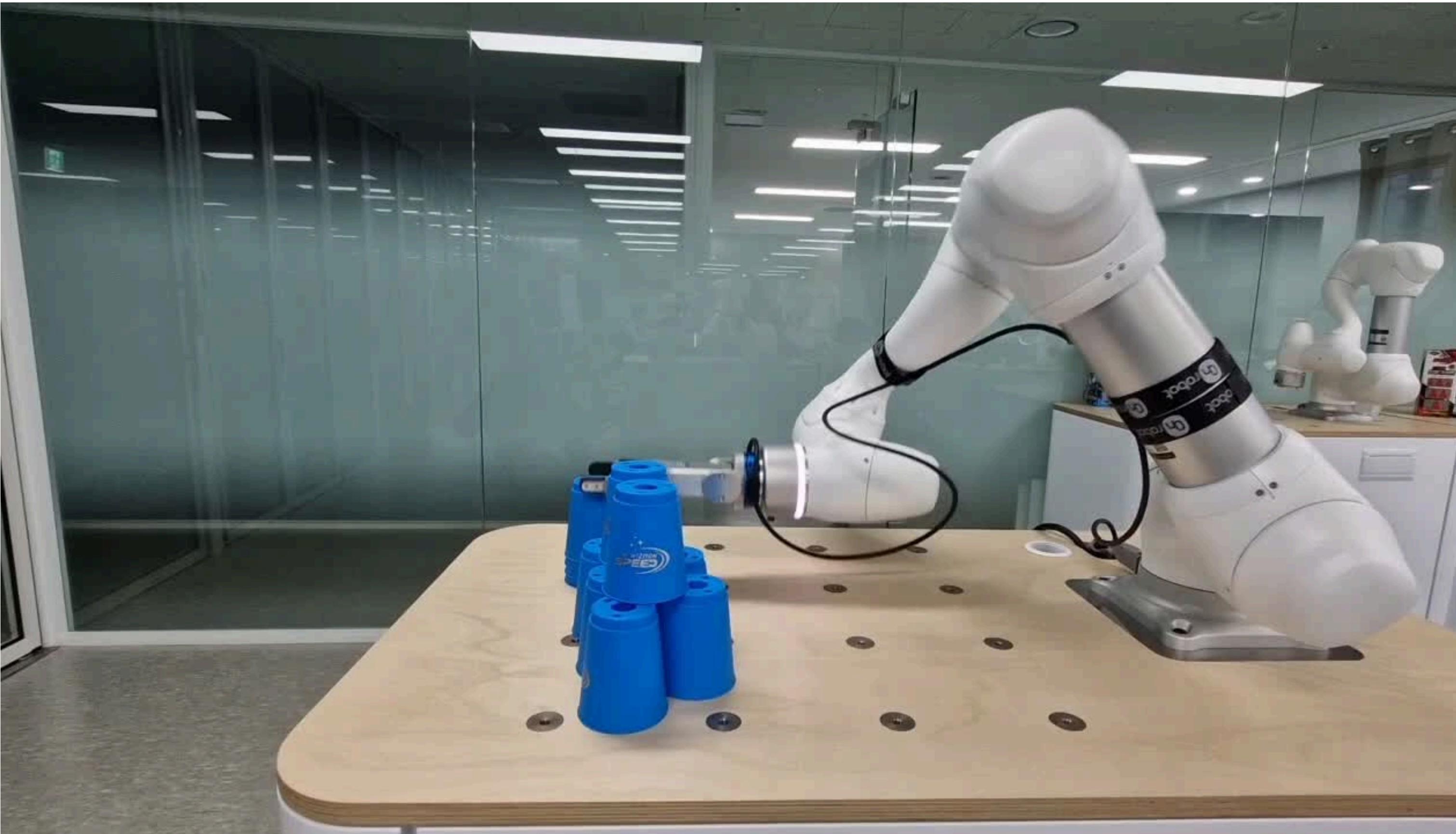
2. 포인트 추출 방법 개선

서브 퀘스트



스택 간격, 각도 변환 가능

☞ 서브 퀘스트! : 컵 정리 로직 추가

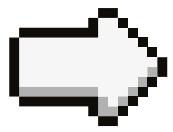


Lesson Learn

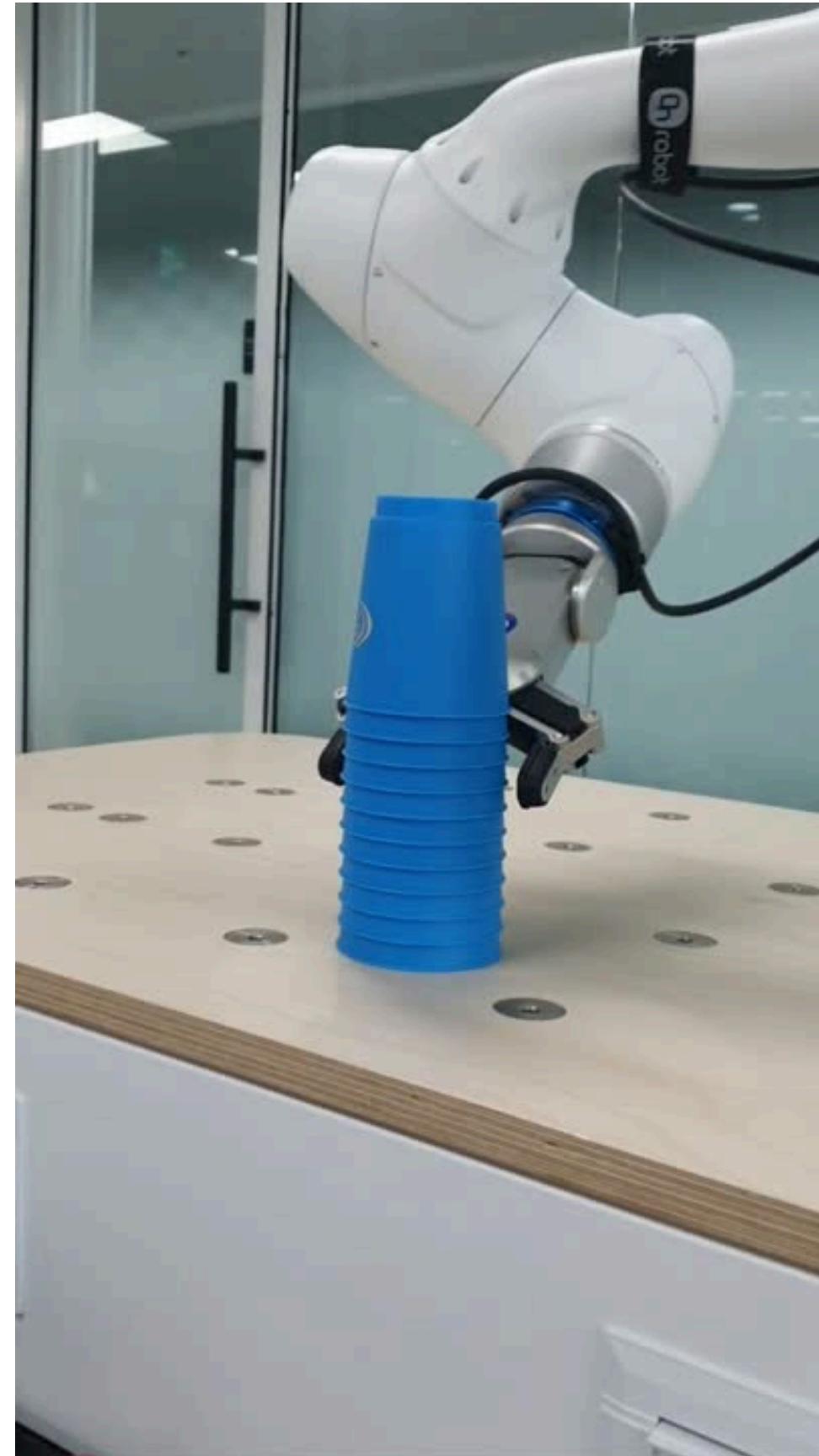
- ☞ 정밀한 로봇 동작의 중요성
- ☞ 로봇 프로그래밍과 알고리즘 설계
- ☞ 문제 해결 및 최적화 과정 경험
- ☞ 좌표 설정, 오리엔트 이해
- ☞ 그리퍼 신호 동작 이해

추가 개선할 사항

1. 외력 feedback을 받아 제어기를 사용해 정확한 위치로 조정
2. 외력을 트리거로 사용해 원할 때 점리
3. move()을 moves() 변환하여 수행시간 단축
4. 파라미터 조정



BONUS STAGE



Thank you!



(꾸벅)