

# 2018 ~ 2022 SUJONG'S PORTFOLIO

김 수 종

PORTFOLIO

# CONTENTS

SELF INTRODUCTION

WORK EXPERIENCE

서비스 로봇의 밀기 조작

데이터 생성 자동화 스테이션

현 직장 연구 경력

Q & A

# SELF INTRODUCTION



**김 수 종**  
**SUJONG KIM**

## PROFILE / CONTACT INFO

- Date of Birth: 1994.09.12
- Mobile: +82 10 5592 1717
- E-mail: lgjong951@naver.com
- Address: 경기도 성남시 분당구

## EDUCATION

- 18 ~ 20 성균관대학교 메카트로닉스공학 (졸업)
- 13 ~ 18 성균관대학교 기계공학 (졸업)
- 10 ~ 13 부일외국어고등학교 (졸업)

## WORK

- 18 ~ 20 성균관대학교 RISE Lab
  - 서비스 로봇의 밀기 조작
  - 데이터 생성 자동화 스테이션
- 20 ~ 22 주식회사 아스타 (전문연구요원)
  - Sample 전처리 자동화 로봇
  - 고진공, 고전압 Chamber의 XY Stage 구동

## SKILLS & KNOWLEDGE

- Python, Linux (Ubuntu 18.04)
- ROS, MoveIt!, OpenCV, Open3D
- CoppeliaSim (V-REP)
- Mechanical Design, 2D/3D CAD

## EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

- 05 ~ 07 St. Justin Martyr Elem. School (ON, CA)
- 15 ~ 16 Hogeschool Utrecht (Netherlands)
- 14 ~ 18 기계공학부 학생회 (기획 국장)
- 14 ~ 20 기계공학부 축구동아리 (총무)
- 17 ~ 18 SG Maple (Global Buddy Program)
- 18 ~ 19 교육개발센터 우수 TA (실습 과목)

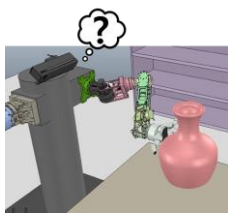
# WORK EXPERIENCE

## 서비스 로봇의 밀기 조작

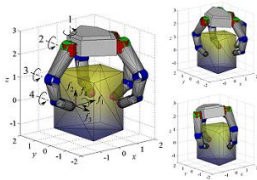
### Summary



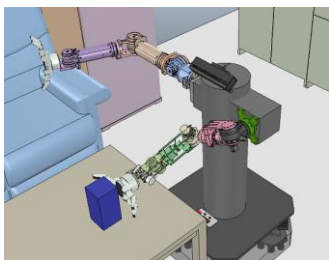
Heavy & big objects



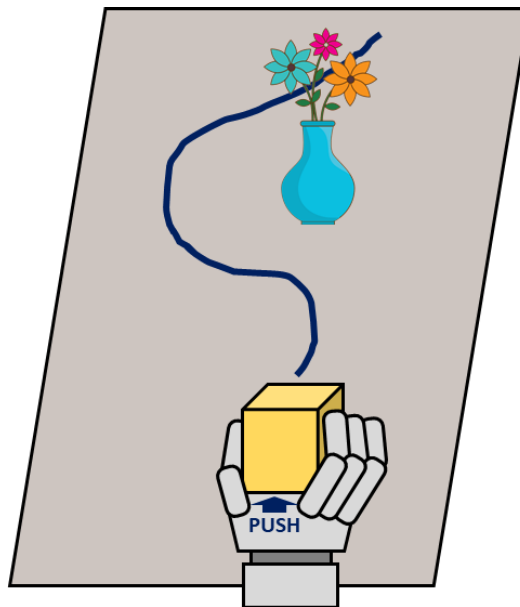
Gasping point generation



### 파지 조작의 한계점



밀기 동작을 통한 효율적인 조작



경로를 따라 이동하는 밀기 조작

### Primal Issues & Solutions

- 밀기 조작 시 slip 현상이 생기는 문제
  - slip 현상으로 인해 목표 지점에 도달하지 못할 수 있음



➔ F/T sensor를 활용해 안정적인 회전 반경 계산

- 미지 물체에 대한 조작이 가능해야 함
  - 일상 생활에서 처음 접하는 물체를 조작하는 상황이 생길 수 있음

➔ Vision sensor를 이용해 안정적인 회전 반경 검증

- 장애물을 피해 목표 위치에 도달해야 함

➔ A\* algorithm을 통한 path planning

### 연구 개발 실적

- 학위 논문 (석사) : A study on pushing manipulation of unknown object in 3-D environment using vision and force/torque sensors
- 국제 학술대회 (ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction 2019) : 'Pass me the Cup!' Object passing service with stable pushing planner

# WORK EXPERIENCE

## 서비스 로봇의 밀기 조작

F/T sensor를 이용한 미지 물체의 무게, 마찰 계수 예측 및 안정적인 회전 반경 계산

### SOFTWARE

- Ubuntu 18.04
- ROS (Robot Operating System)
- V-REP simulator
- Python, MoveIt!



### HARDWARE

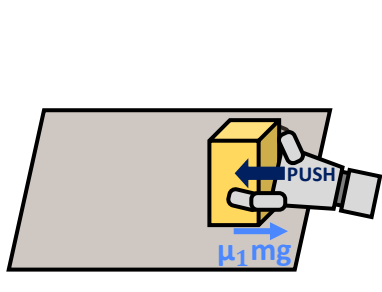
- ABB IRB 120 robotic arm
- Robotous force/torque sensor
- Robotiq 2F-85 robotic gripper



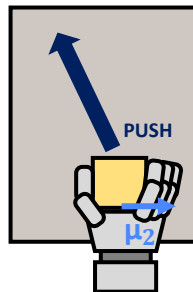
Step 1. 물체를 정면으로 밀어 바닥과의 마찰력( $\mu_1 mg$ ) 계산

Step 2. 물체를 대각선으로 밀어 그리퍼와의 마찰 계수( $\mu_2$ ) 계산

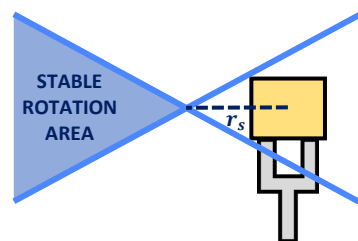
Step 3. 마찰 변수를 활용한 안정적인 회전 영역 및 최소 회전 반경( $r_s$ ) 계산



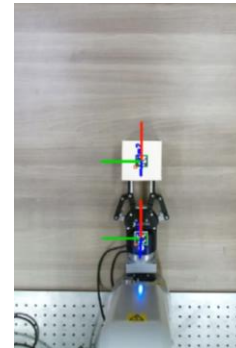
Step 1. 정면 밀기



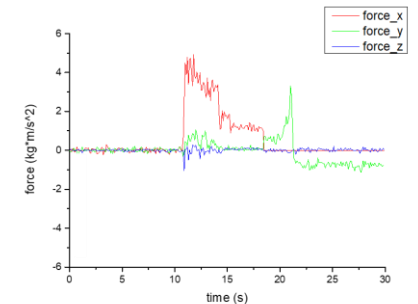
Step 2. 대각선 밀기



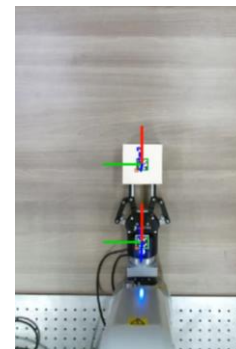
Step 3. 안정적인 회전 영역



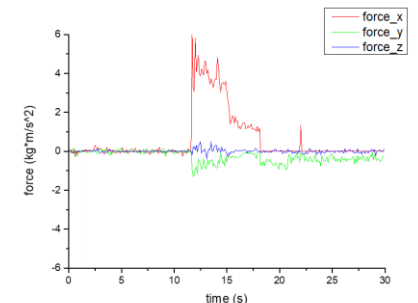
정면 밀기 조작



X-force = 1.55N  
 $\mu_1 mg = 1.55N$



대각선 밀기 조작



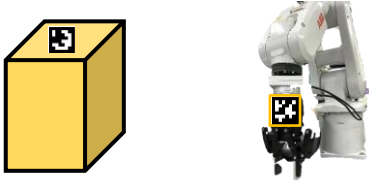
X-force = 1.50N  
Y-force = 0.29N  
 $\mu_2 = 0.20$   
 $r_s = 1.89m$

# WORK EXPERIENCE

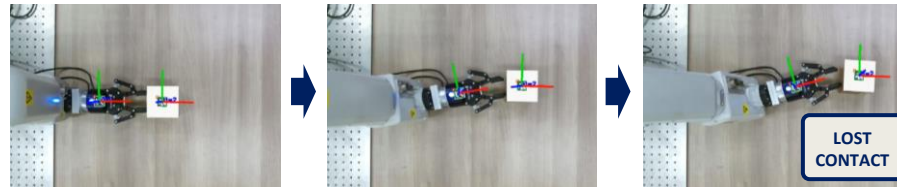
## 서비스 로봇의 밀기 조작

Vision sensor를 통한 안정적인 회전 반경 검증 및 밀기 조작 path planning

- Microsoft Kinect v2 vision sensor 활용
- 회전 조작 시 접촉 유지 여부 판단
- 안정적인 회전 반경 검증



ArUco marker를 활용해 물체와 그리퍼 사이 거리 측정  
거리의 변화를 통해 접촉 유지 여부 판단

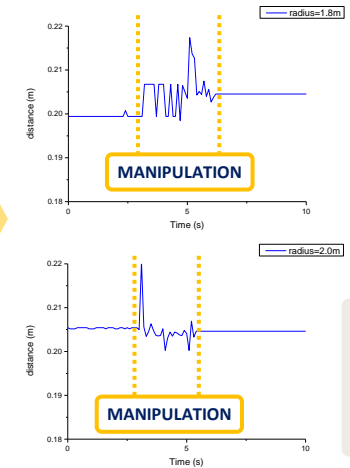


회전 반경이 작은 경우 안정적이지 못함



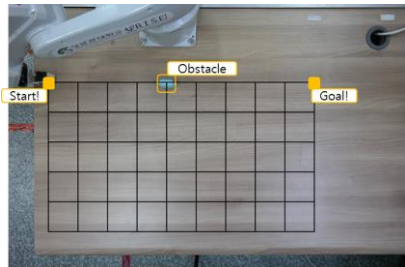
안정적인 회전 반경( $r_s$ )을 적용한 밀기 조작

ArUco marker's  
distance data



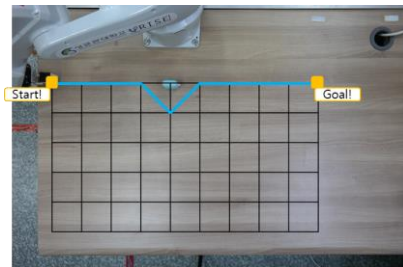
조작 이후에도  
물체와 그리퍼 사이  
거리가 일정함  
→ 안정적인 밀기 조작

### Path planning & Execute



$a = \sqrt{2}r_s$   
 $r_s$ 를 이용해  
grid map size 선정

장애물을 피해 목표 지점에 도달해야 함



A\* algorithm을 활용한 path generation



안정적인 회전 반경을 통한 path smoothing



Real robot execution



# WORK EXPERIENCE

## 데이터 생성 자동화 스테이션

### 3D 환경에서 물체의 RGB, Depth, Pointcloud 데이터 생성을 위한 자동화 스테이션 제작

#### Background & Goal

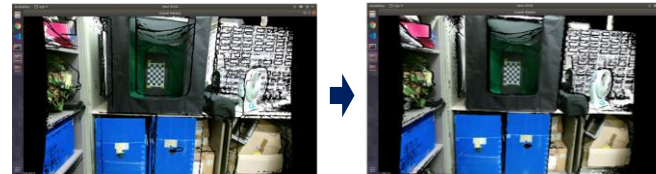
- 서비스 로봇이 주변 환경의 물체를 인식할 때에 인공지능을 활용함
  - 로봇의 인식 모듈 학습을 위한 데이터가 필요
  - 데이터 셋 구성
    - ✓ RGB, depth image
    - ✓ Pointcloud (3D 데이터)
    - ✓ Mask image (데이터 내부 물체의 영역 확인)
  - 인공지능 활용을 위해 다양한 각도에서의 데이터가 필요 (총 360개의 각도)
    - ✓ 좌우 5°씩 회전하여 각 데이터 촬영
    - ✓ 5개의 다른 높이에 카메라 설치
  - 수작업으로 데이터를 얻는 것은 효율적이지 못함 → 자동화 필요

#### Solution & Technology

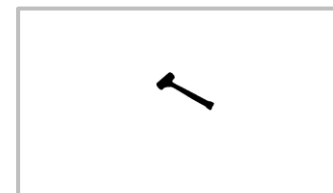
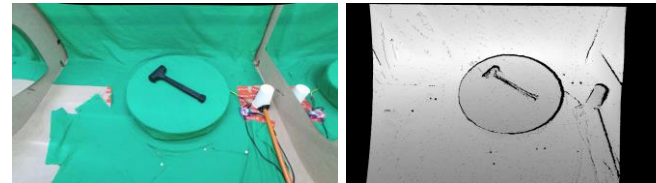
- 다양한 물체의 데이터를 쉽게 얻기 위한 자동화 스테이션 제작
  - Software
    - ✓ ROS와 Python을 이용한 모터 및 카메라 제어
    - ✓ OpenCV, Open3D 등의 오픈소스를 활용한 데이터 습득
    - ✓ Chromakey 기법을 통해 mask image 생성
  - Hardware
    - ✓ Inventor 및 3D printer를 활용해 turn table 제작
    - ✓ Microsoft Kinect v2 카메라의 RGB, depth calibration 작업 이후 활용



서비스 로봇이 일상 생활에서 접하는 물건들로 데이터셋 구성



Microsoft Kinect v2 카메라의 RGB, depth calibration



RGB, depth, mask 이미지 데이터



완성된 데이터 생성 자동화 스테이션

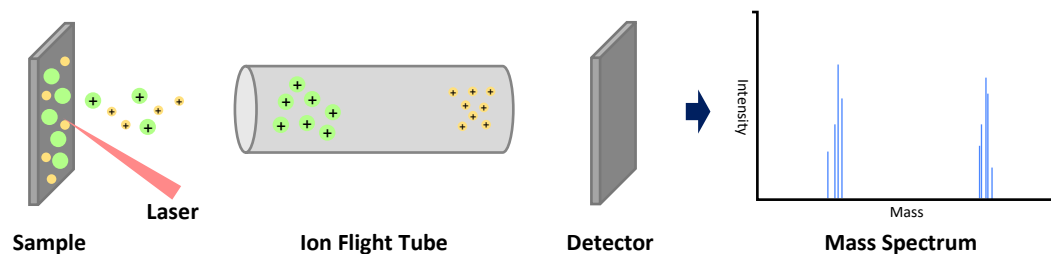
# WORK EXPERIENCE

## 현 직장 연구 경력

### Sample 전처리 자동화 로봇 & 고진공, 고전압 Chamber의 XY Stage 구동

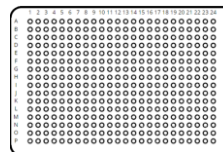
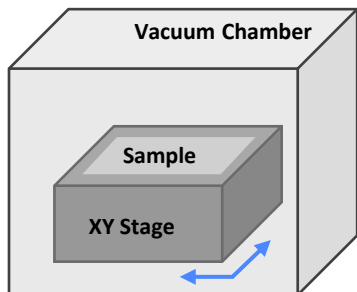
#### 주식회사 아스타

- 레이저, 고전압 등을 활용하여 화학 시료를 이온화하고 질량을 분석하는 분석 장비 제조

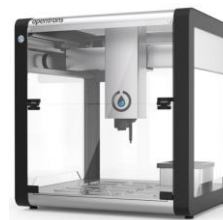


질량 분석기의 원리

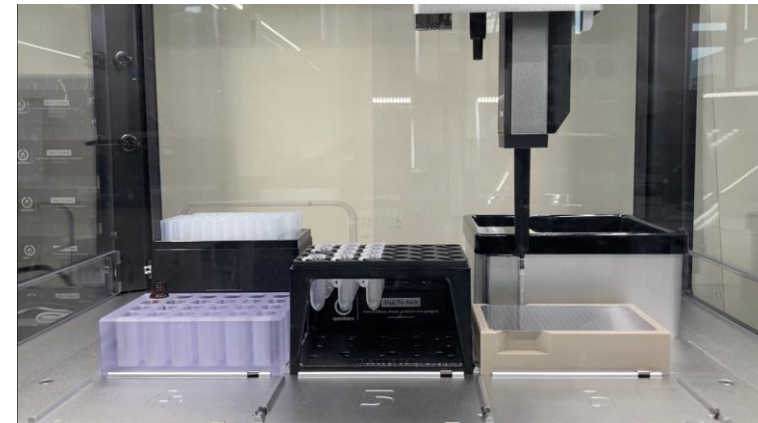
- 고진공, 고정밀 XY Stage Chamber 제어 및 구동 개선
  - 5 x E-7 torr의 진공 chamber
  - $\mu\text{m}$  단위 정밀도 linear motor
    - 기존 rotary motor의 backlash 현상 발생
    - 구동부의 정밀도 향상을 위해 linear motor 도입
  - 고전압( $\pm 20\text{kV}$ ) 사용 환경 개선
    - 고전압 전달 방식 변경을 통한 arcing 현상 예방
    - Prototype 설계 및 제작, 실험 검증 담당
  - 각종 sensor부 구동 문제 개선



ASTA 384 Sample Plate



Opentrons Pipetting Robot



Sample Loading 자동화 장비 구성

- 소재 분석을 위한 Sample Preparation(시료 전처리) 과정에 자동화 로봇 도입
  - 수작업으로 진행되던 업무를 자동화함으로써 시간 및 인건비 절감 효과 창출
  - 사내에서만 사용하는 custom protocol 구현을 위해 Python API 활용
    - Pipette의 정확한 loading을 위한 위치 제어
    - Sample의 화학적 특성에 맞는 pipette parameter 최적화 (mix, dispense 등)
  - $\mu\text{L}$  단위의 정밀도를 가진 pipette을 이용하여 자동화 장비 구성
  - Sample 용기에 따른 custom labware를 설계하고 제작하여 로봇에 등록하여 제어



# Thank you!

Any Questions?