

한양대학교 에리카 캠퍼스 4학년 공민수

PORTFOLIO

CONTENTS



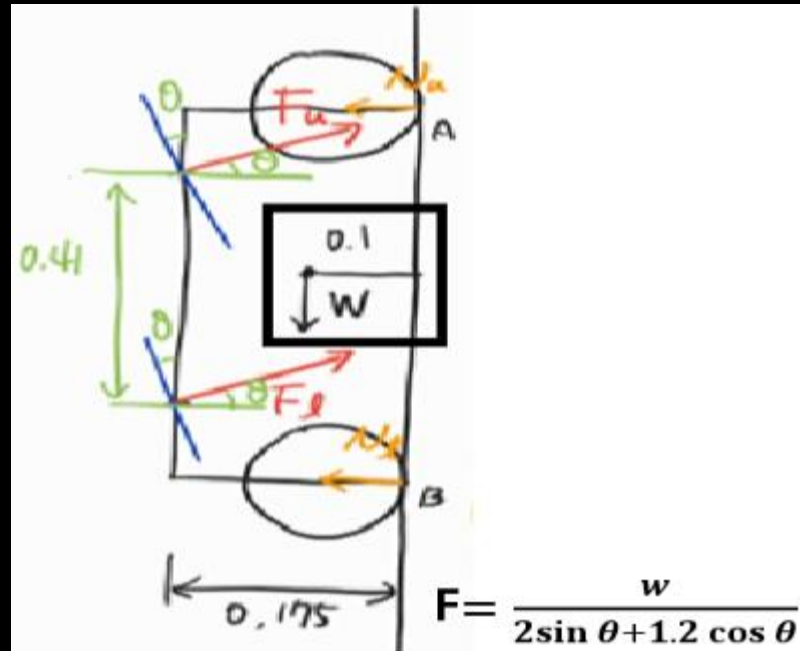
프로젝트 경험
PROJECT EXPERINECE



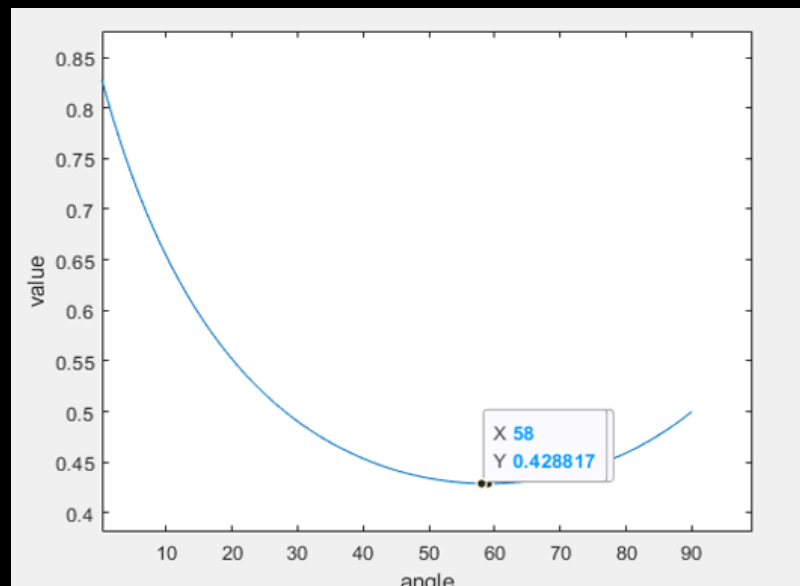
핵심역량
COMPETENCIES

PROJECT EXPERINECE

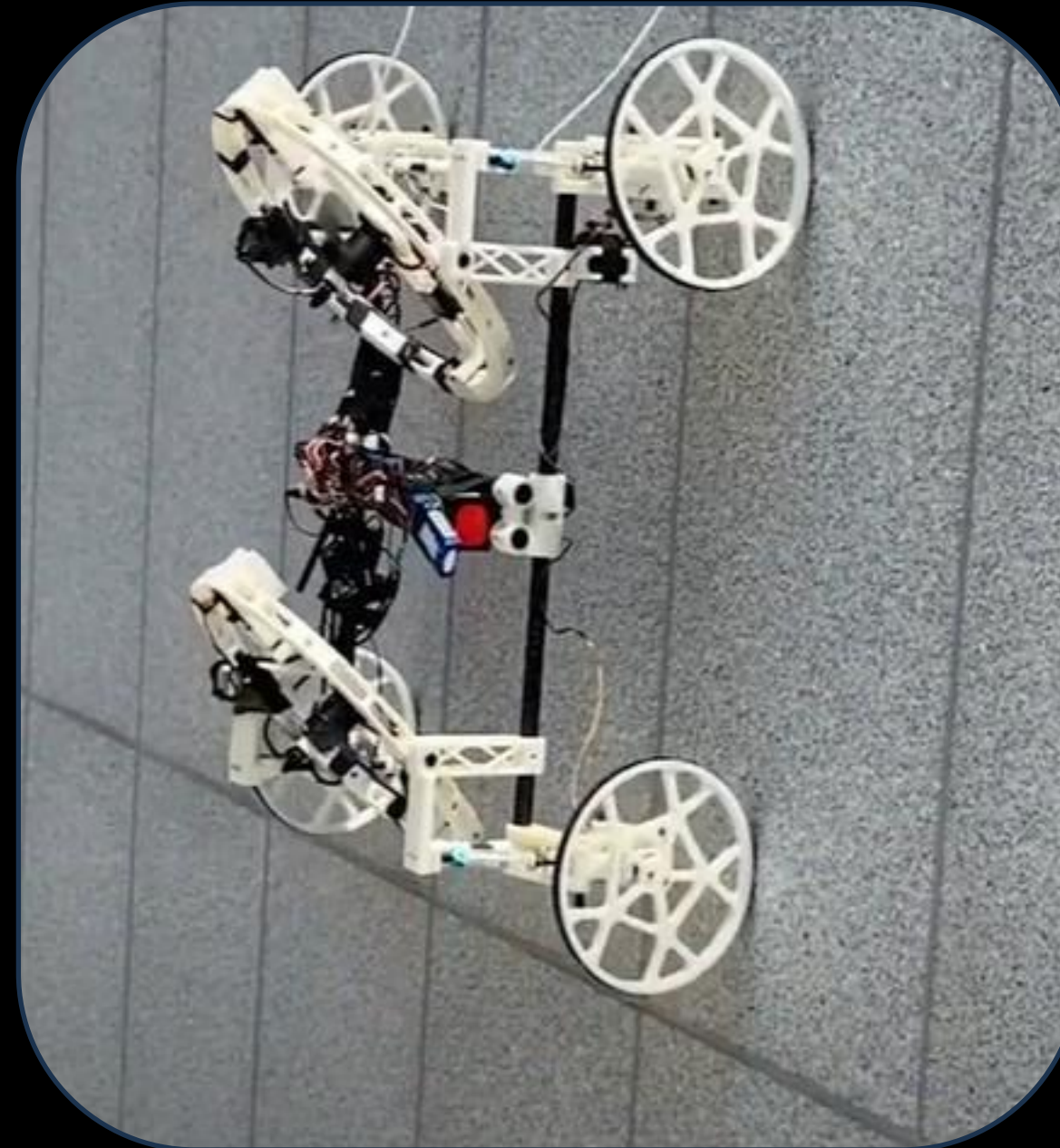
- 기여 1: 정역학적 분석을 통해 무게 대비 최소 요구 추력을 만족하는 피치 각 계산.



- FBD



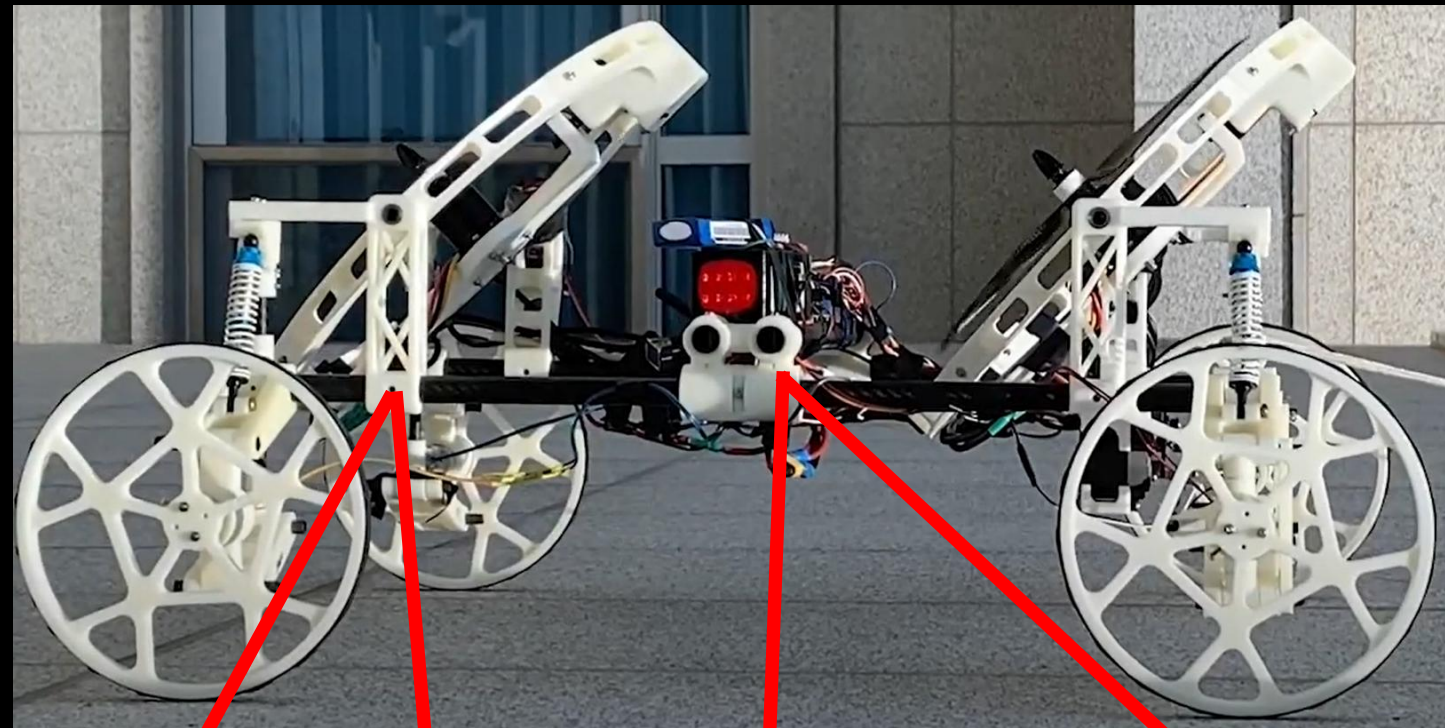
- θ 에 따른 요구 추력



- 내용
전국 학생 설계 경진대회 '프로펠러 추력을 이용한 벽면 주행 점검 로봇 제작' 1학기 참여
- 기간
시작일: 2021년 2월
종료일: 2021년 7월
- 프로젝트 목적
로봇 개발 전체 프로세스를 경험해보기 위해 참여
- 성과
해당 작품으로 2021 전국 학생 설계 경진 대회 동상 수상
- 기여
 - 정역학적 분석을 통해 무게 대비 최소 요구 추력을 만족하는 피치 각 계산.
 - 커넥터 부품의 집중 응력 해석 및 파단 테스트를 통해 가볍고 안정한 부품 제작.
 - 타이어 마찰력 테스트, 추력 테스트, 벽면 주행 테스트 등 진행.

PROJECT EXPERINECE

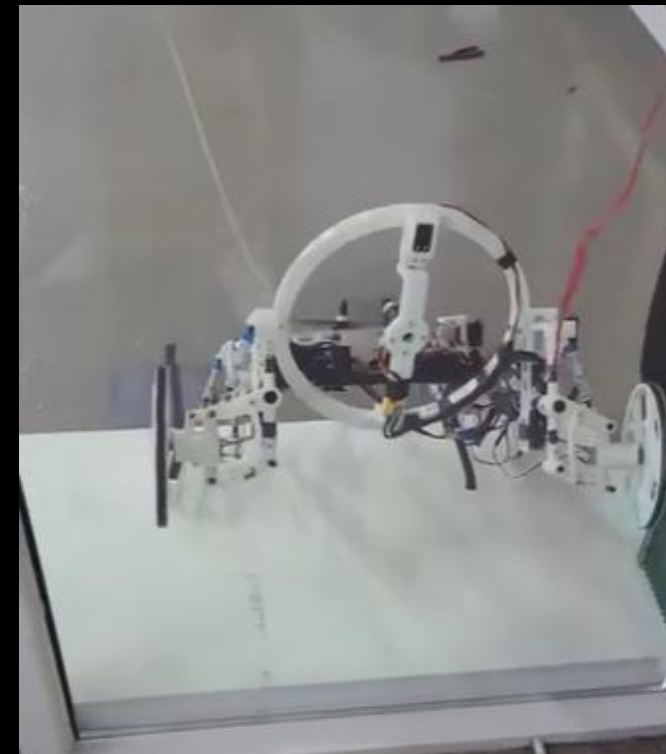
- 기여 2: 트러스트 구조의 커넥터 부품의 집중 응력 해석 및 파단 테스트를 통해 가볍고 안정한 부품 제작.



- 기여 3: 추력 테스트, 벽면 주행 테스트, 벽면 등반 테스트 등 진행.



• 추력 테스트



• 벽면 등반 테스트



• 벽면 주행 테스트

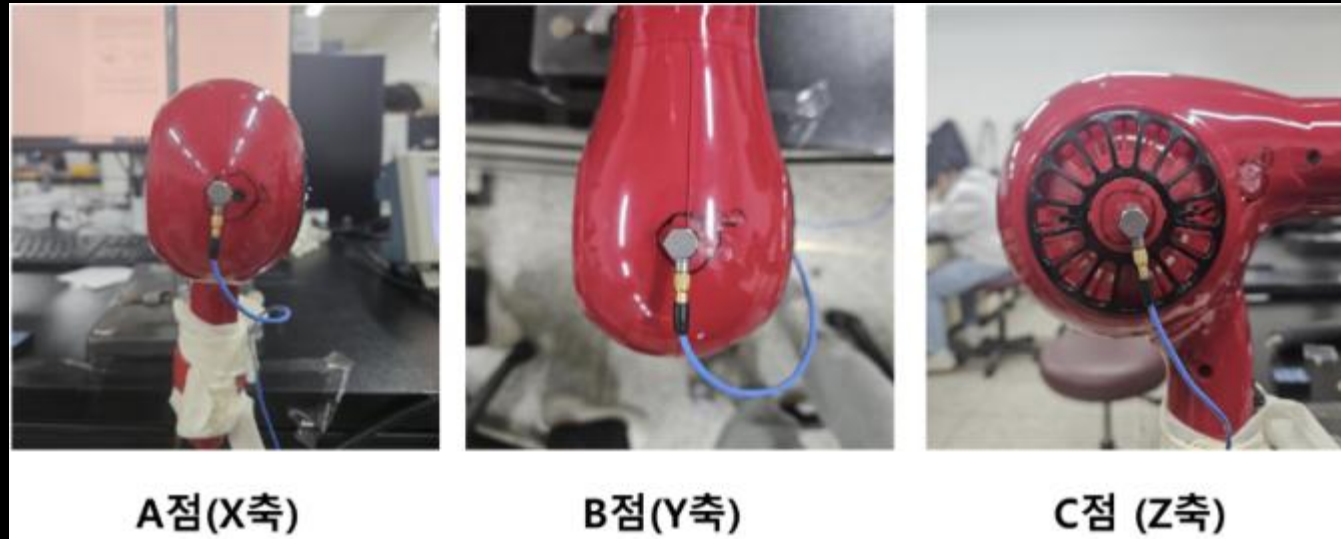
PROJECT EXPERINECE

- **내용**
3D for the futures 공모전에 '전략적인 구조작업을 위한 수중 탐색 및 구조 드론' 주제로 참가
- **기간**
시작일: 2024년 8월
종료일: 2024년 10월
- **프로젝트 목적**
실제 제작 가능한 수준의 CAD 디자인 능력 향상 목적으로 참가
- **성과**
장려상 수상
- **기여**
 - 구멍 조끼 케이스가 그리퍼에 장착되는 구동 방식 모델링
 - 그리퍼의 작동 및 구멍 튜브 전개 방식 설계 및 모델링
 - 구멍 조끼 모델링

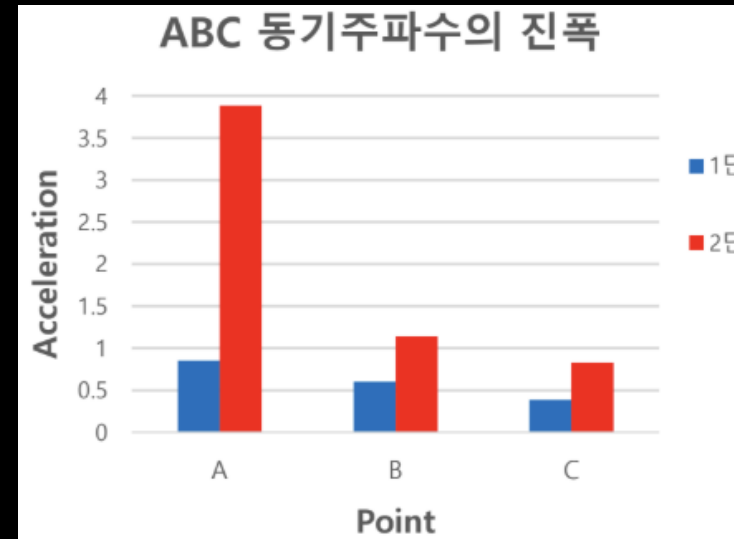


PROJECT EXPERINECE

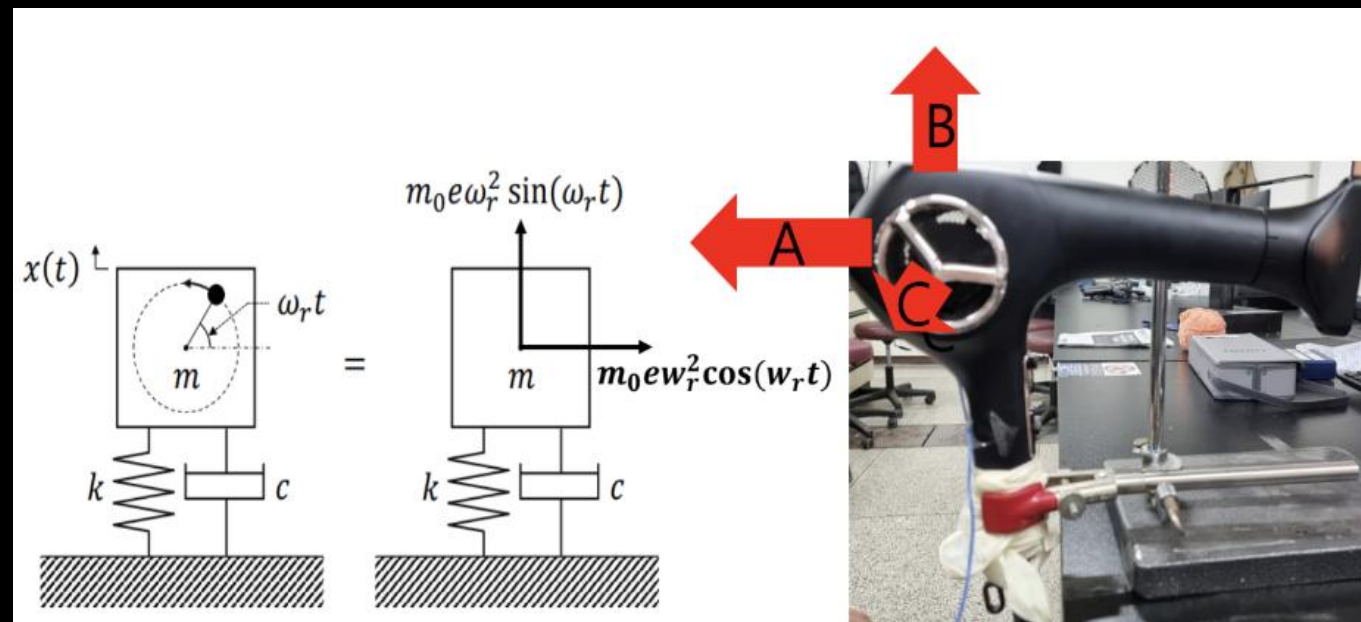
기여 1: 포인트별 측정에 대한 설계 방향성 제안, 데이터 분석 및 해석



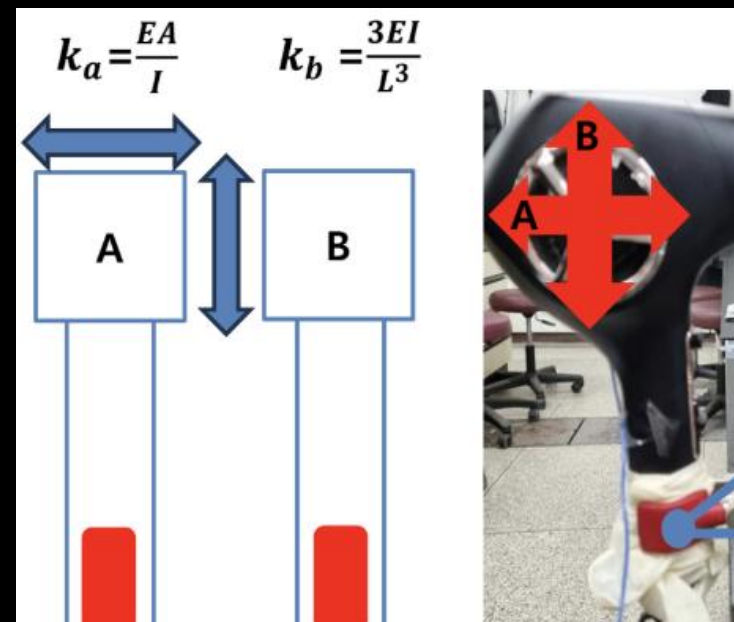
- 모터 주위의 3축 방향으로 측정



- 회전 축에 수직인 AB 평면에 가진 영향이 큼



- 회전 축과 수직 평면에 가진력이 작용함을 이론과 연결,
- 제품의 구조와 이상적인 k 를 비교하여 포인트 A와 B의 진동 차이 해석



- 내용
가속도 센서를 활용한 회전체 제품에 대한 진동 측정
- 기간
시작일: 2024년 9월
종료일: 2024년 12월
- 프로젝트 목적
 - 모터 가진에 따른 포인트별 동기 주파수 특성 분석
 - 모터 회전축과 블레이드 질량중심에 대한 회전체 불균형에 따른 진동 특성 파악
- 성과
A+ 학점, 불균형 회전체의 가진에 대한 이론을 실험을 통해 경험함.
- 기여
 - 포인트별 측정에 대한 설계 방향성 제안
 - 포인트별 측정 결과에 대한 데이터 분석 및 해석
 - 불균형 회전체와 Balancing 회전체의에 진동 특성 비교 분석
 - 타코미터, 오실로스코프를 사용하여 동기주파수, 진폭 측정 및 평균, 분해능 계산.

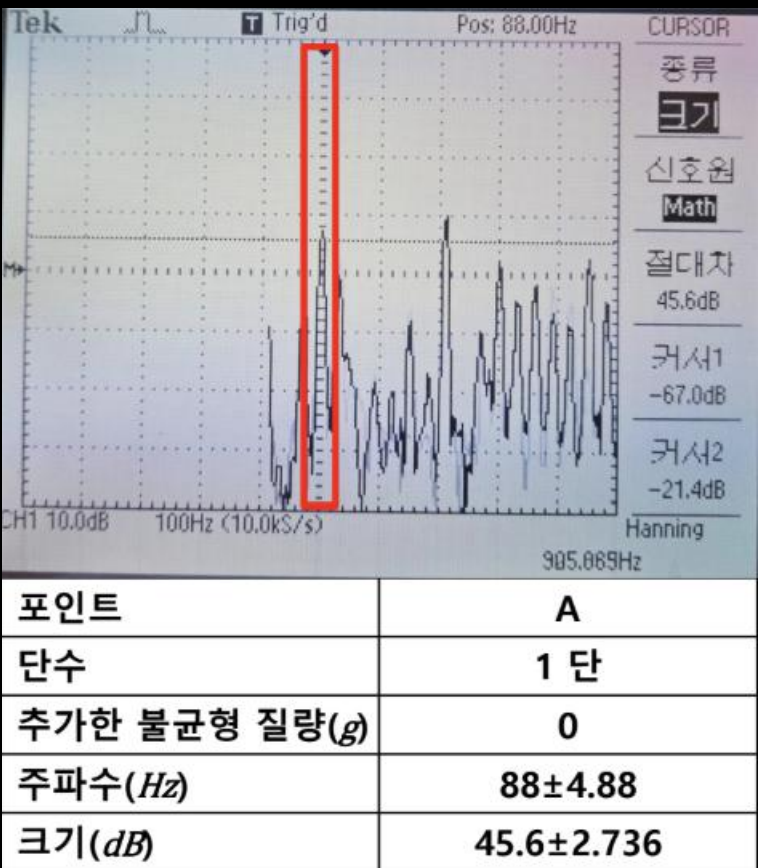
PROJECT EXPERINECE

기여 2: 불균형 회전체와 Balancing 회전체이에 진동 특성 비교 분석

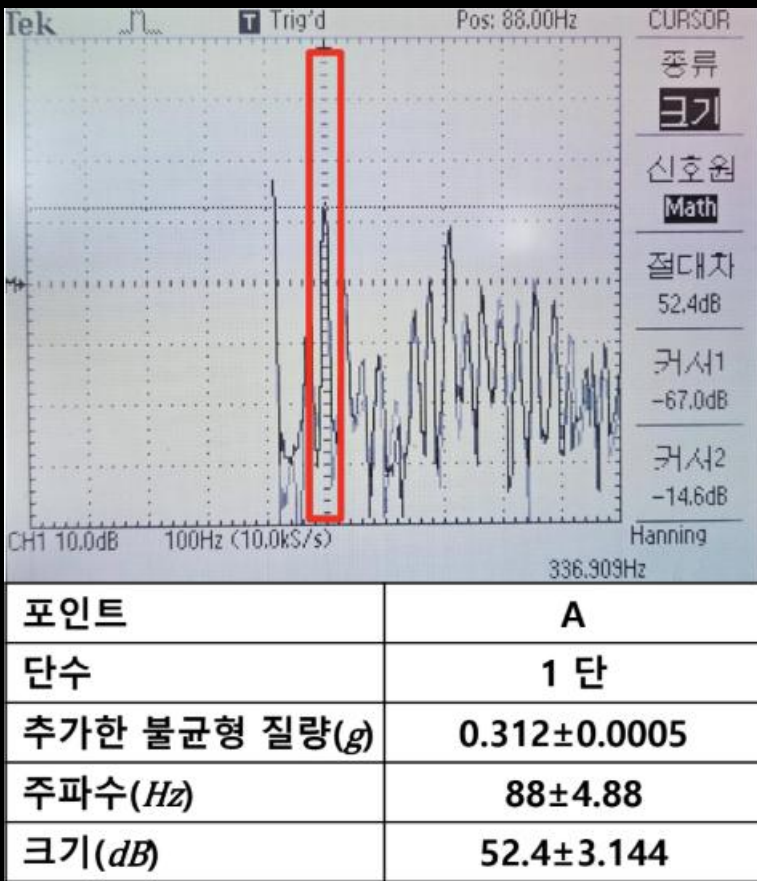


• 불균형 물체 부착, mrw^2 만큼의 불균형 가진력을 추가함

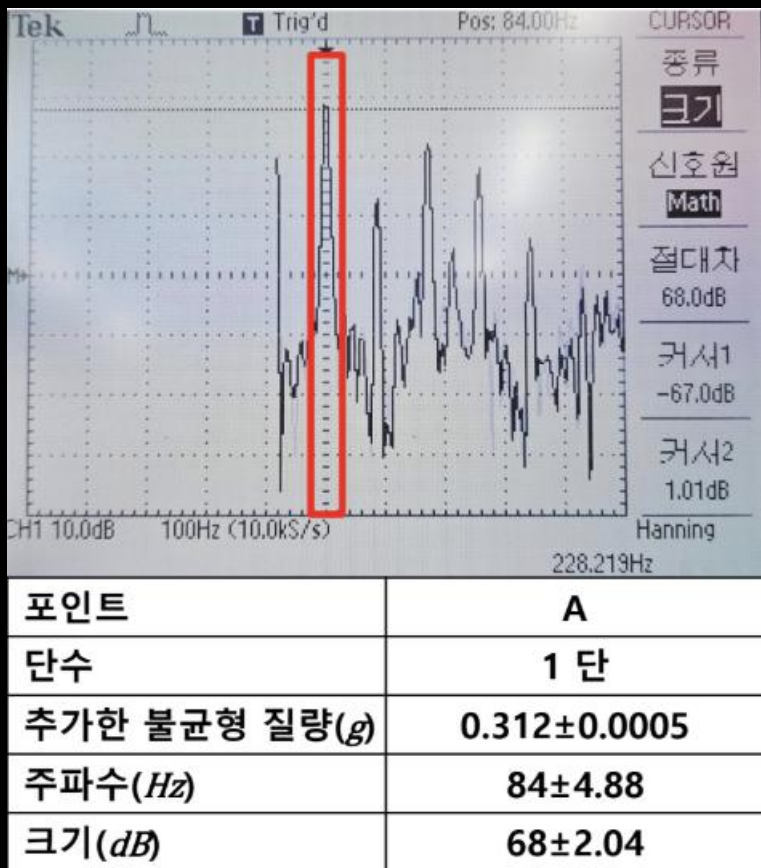
• 불균형 질량 추가 시 진폭은 증가하고 동기 주파수는 감소함을 확인



• 기존 상태



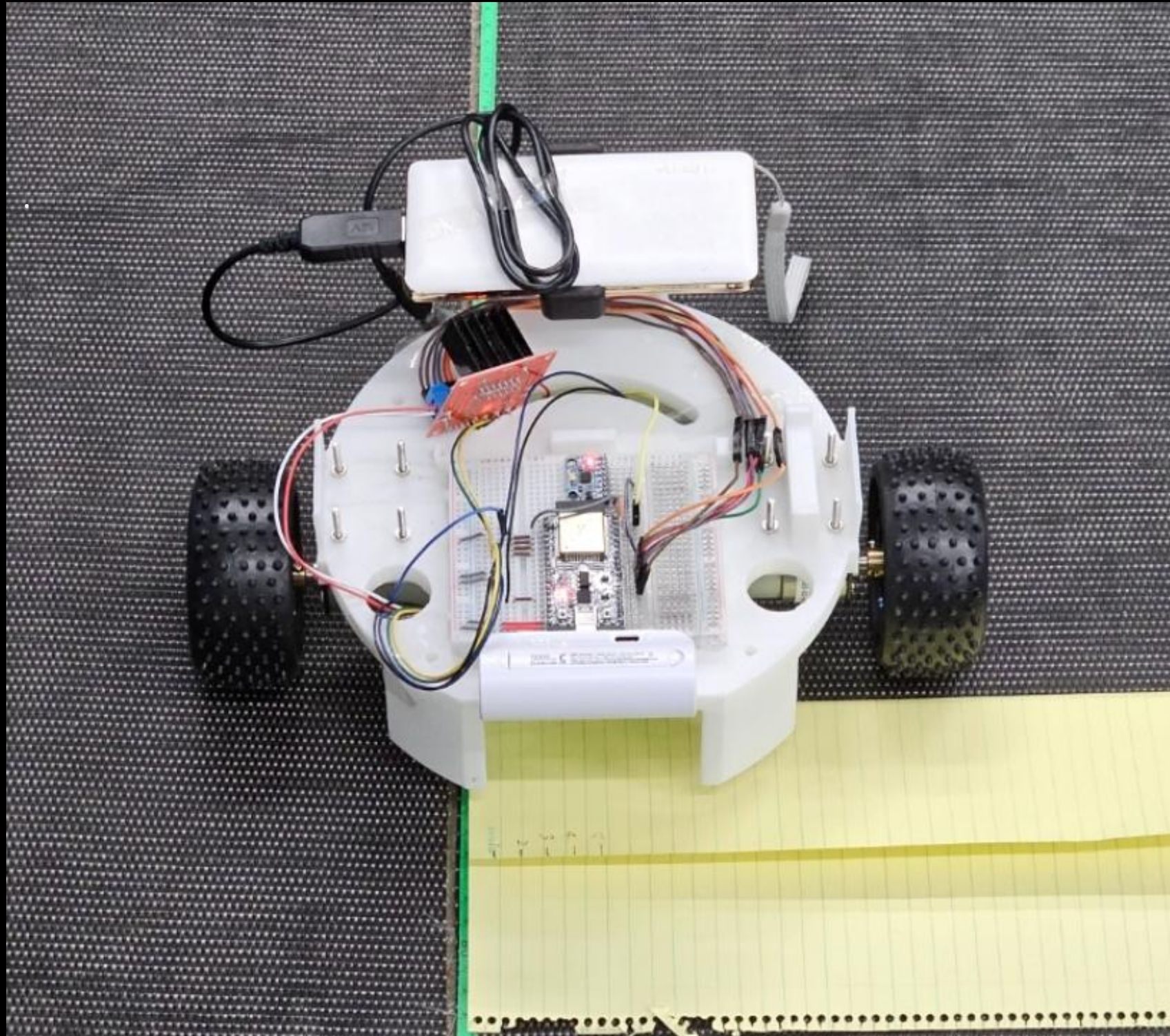
• Balancing 상태



• 불균형 질량 부착 상태

PROJECT EXPERINECE

○ 완성 본 사진



○ 내용
Encoder와 IMU의 EKF 센서 퓨전을 통한 2휠 차동
모바일 로봇의 Orientation 보정

○ 기간
시작일: 2025년 1월
종료일: 2025년 3월

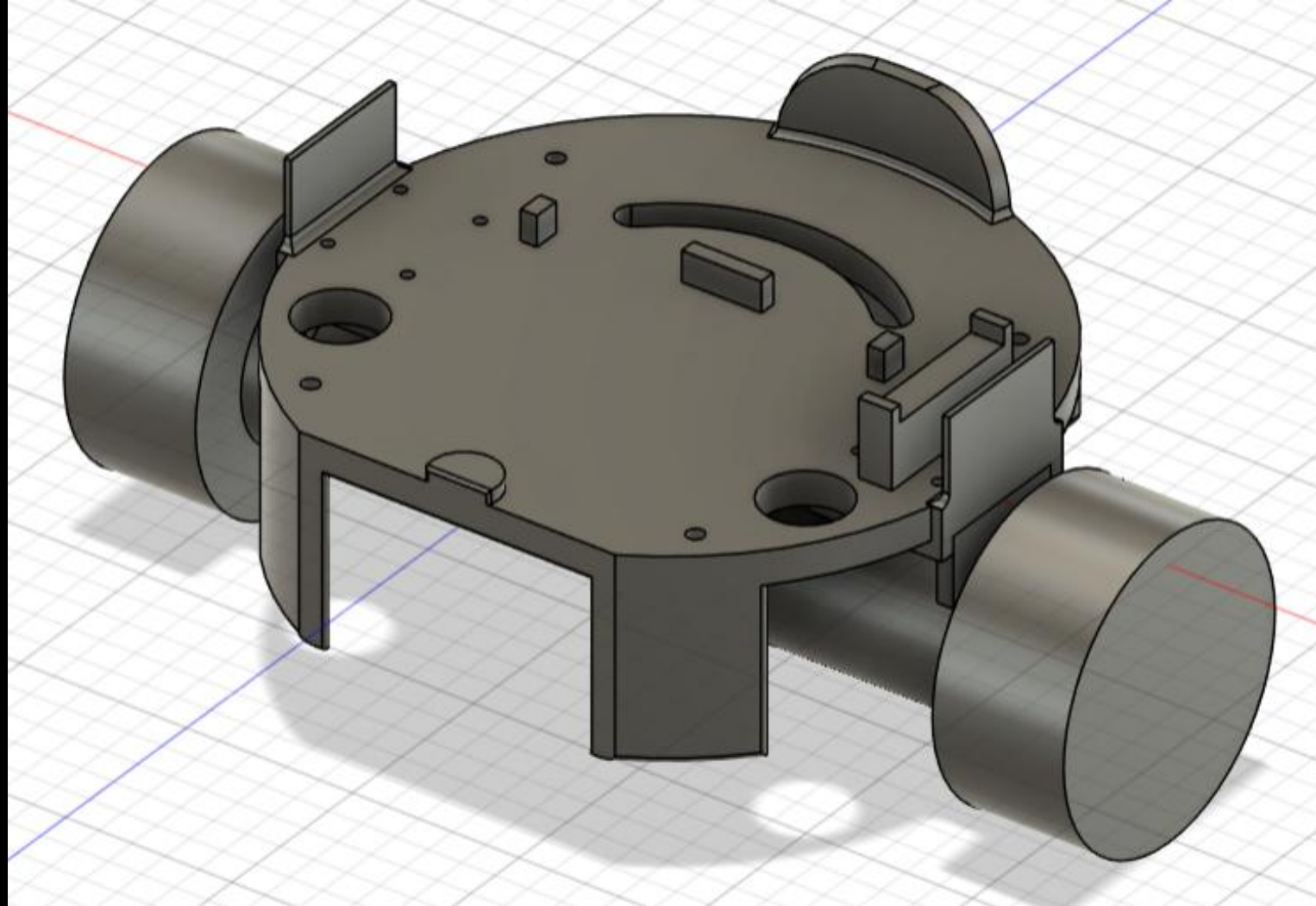
○ 프로젝트 목적

프로젝트 기반 로봇 전체 구조 구현 및 연결 경험

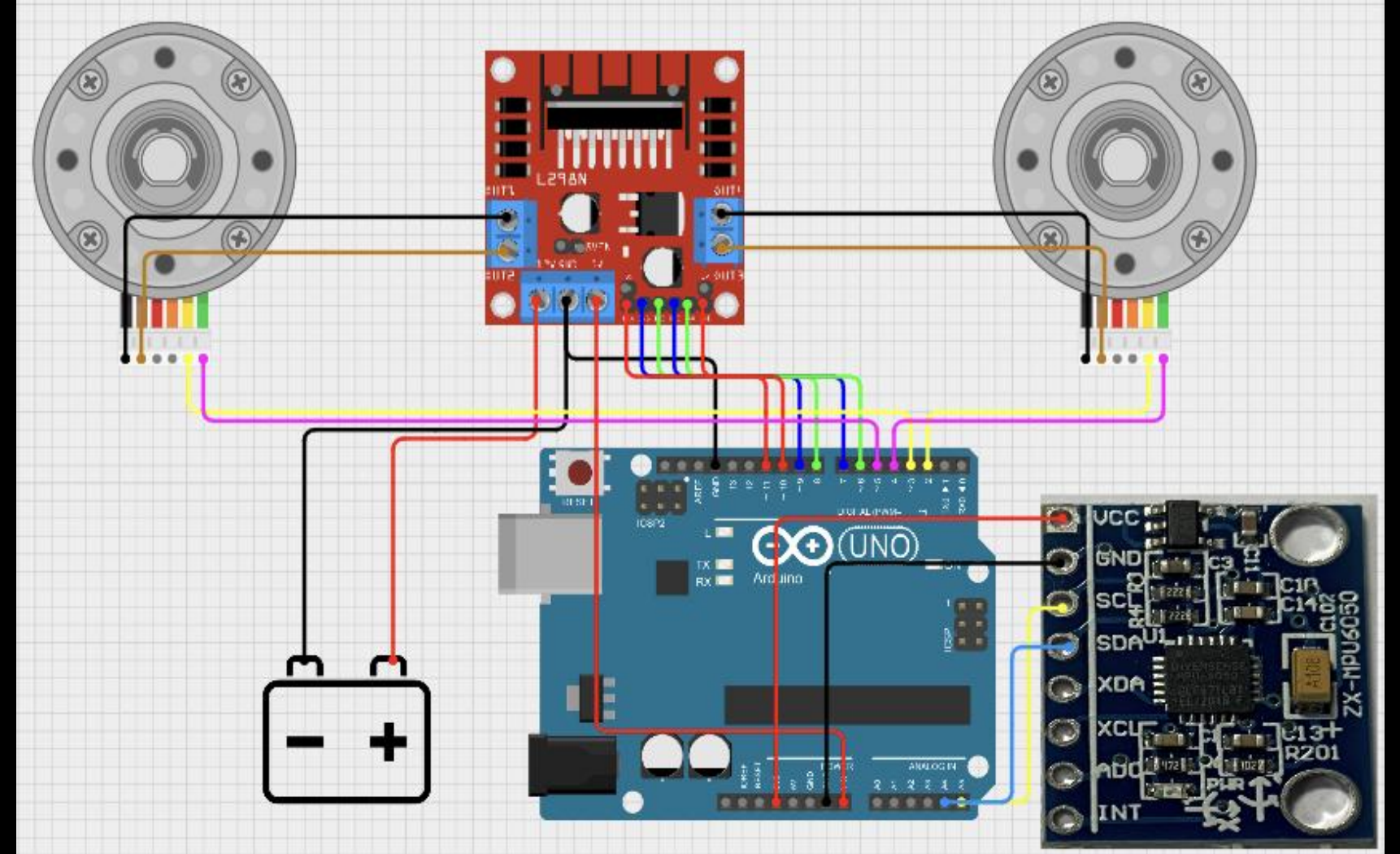
- 3D 모델링
- 전장 회로 구성
- MCU의 성능 지표 이해
- RTOS의 필요성,
- 엔코더 DC 모터 제어
- ROS2 노드 통신 활용
- EKF 알고리즘

PROJECT EXPERINECE

3D 모델링



전장 회로 구성(Arduino Ver)



MCU의 성능 지표 이해

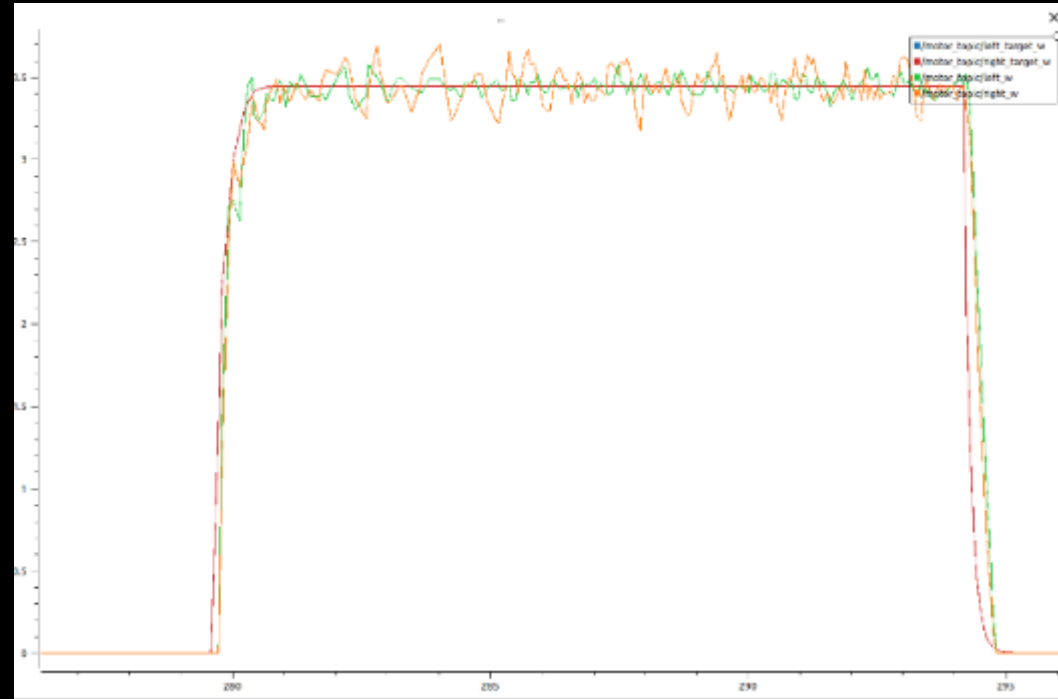
Flash Memory	Core
펌웨어 저장 공간	내부 연산 처리 유닛 연산 성능과 FPU,GPU와 같은 특수 기능에 영향
SRAM	FPU
프로그램 실행 중 데이 터 임시 저장 메모리 변수, 버퍼에 사용	부동 소수점 유닛으로 실시간 제어, 수학 계산 에 필요
Clock Speed	GPU
명령 처리 속도	딥러닝 활용 시 선택

RTOS의 필요성

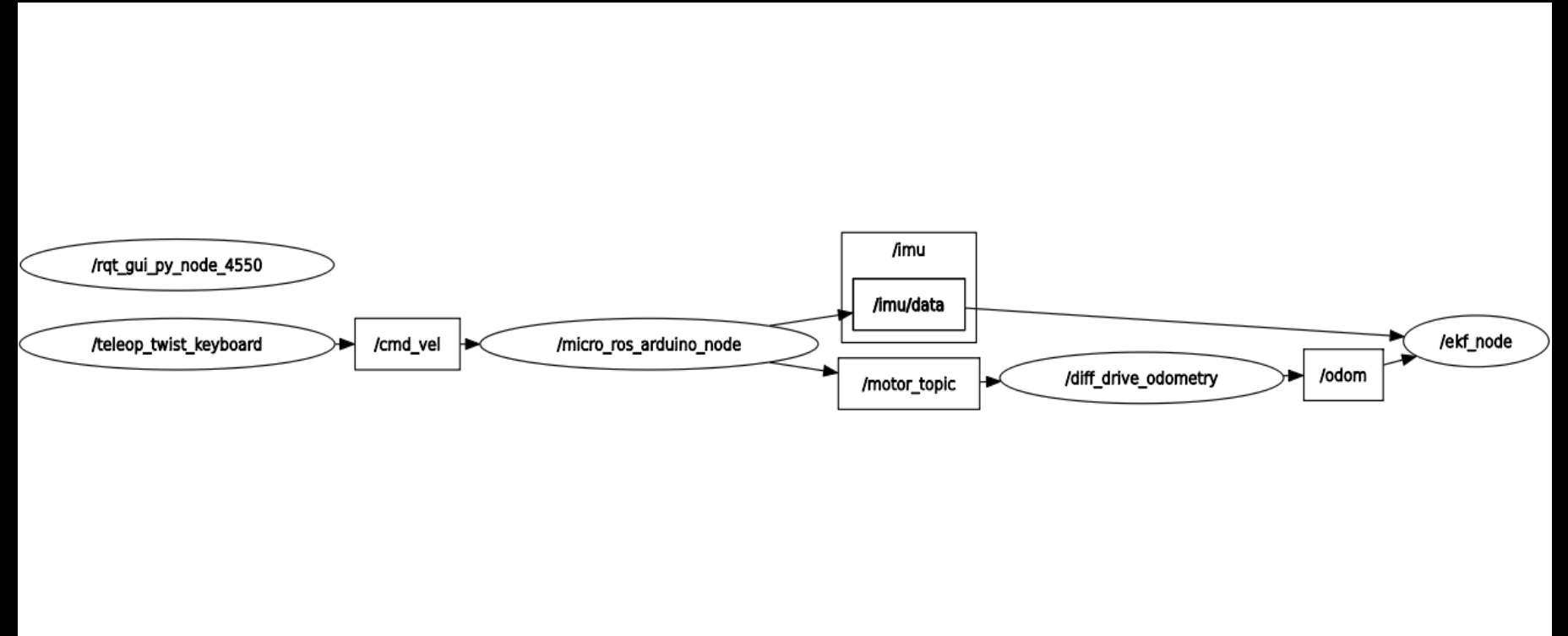
RTOS(Real-Time OS)
Baremetal 펌웨어는 순차 실행 방식으로 동작하며 실시간성이 낮고 멀티태스킹이 불가능하다. 반면, RTOS는 여러 Task를 관리하며, 우선순위 기 반의 스케줄링을 통해 병렬 처리처럼 동작 할 수 있다. 로봇의 센서 처리, 모터 제어, 통신 등 다양한 작업 을 효율적으로 분리하고 동시에 수행할 수 있게 해 주어, 전체적인 실시간 제어 성능 을 크게 향상시킨 다. 이는 ESP32처럼 듀얼 코드를 탑재한 보드 에서 병 렬 처리 성능을 더 향상 시킬 수 있다.

New PROJECT

○ 엔코더 DC 모터 Feedback 제어

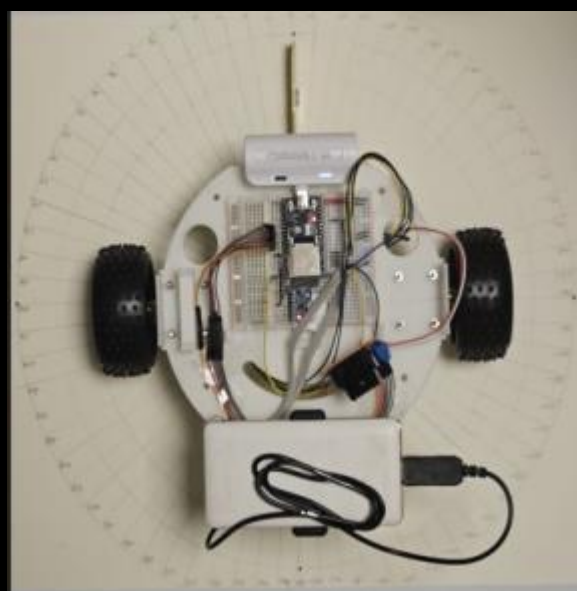


○ ROS2 노드 통신 활용

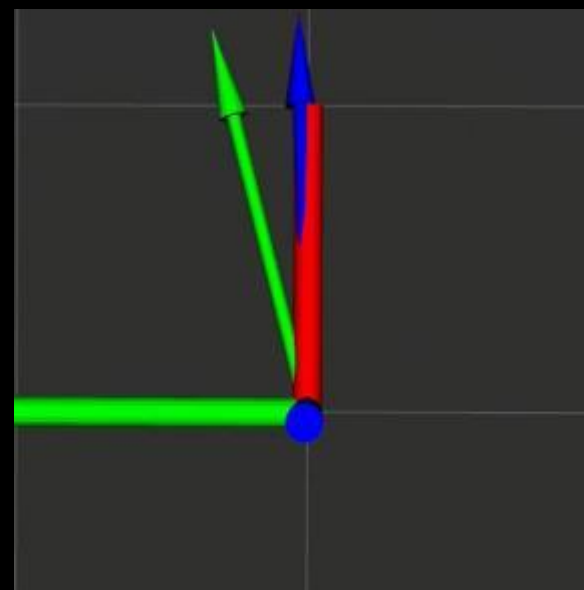


○ Imu 센서, Odometry, EKF Filter의 Heading 시각화

- 한계점 : 센서 퓨전된 Imu의 라이브러리를 사용하였기 때문에 Process noise에 비해 센서 노이즈가 크게 작아 IMU 센서를 과신되 (k gain = 0.95)



Set up



1 cycle



2 cycle



3 cycle



4 cycle

PROJECT EXPERINECE

○ 완성 본 사진



○ 내용 잔불 진화 소방 로봇 제작 프로젝트

○ 기간 시작일: 2025년 3월 종료일: 2025년 9월

○ 프로젝트 목적

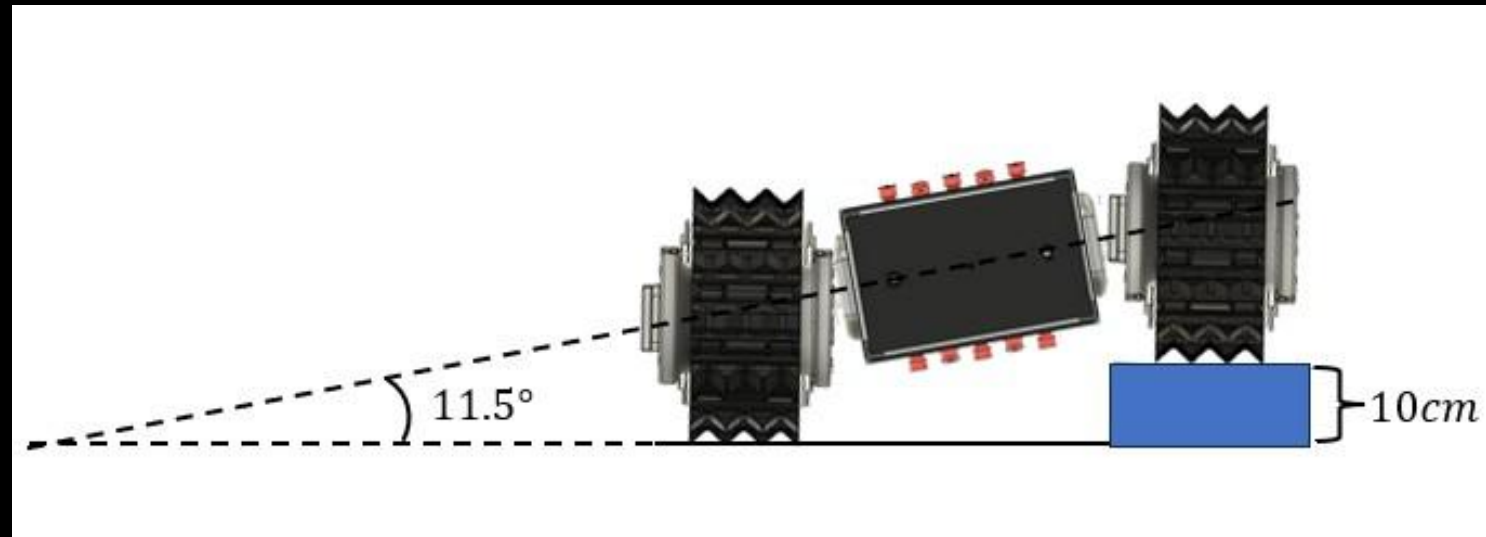
설계경진대회 출품작

○ 기여

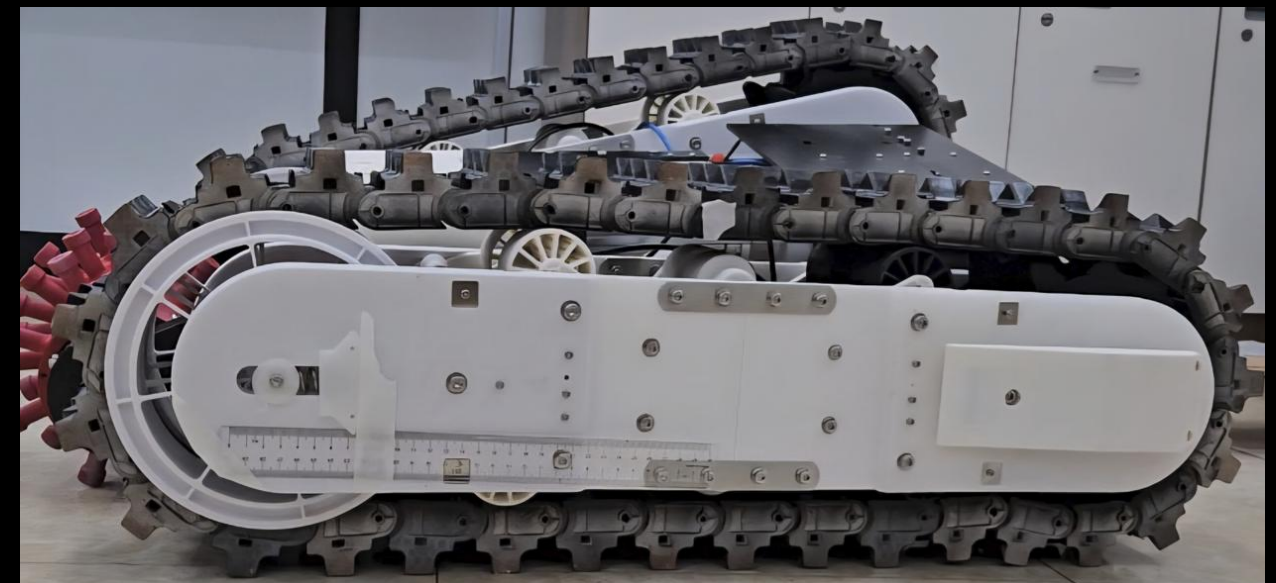
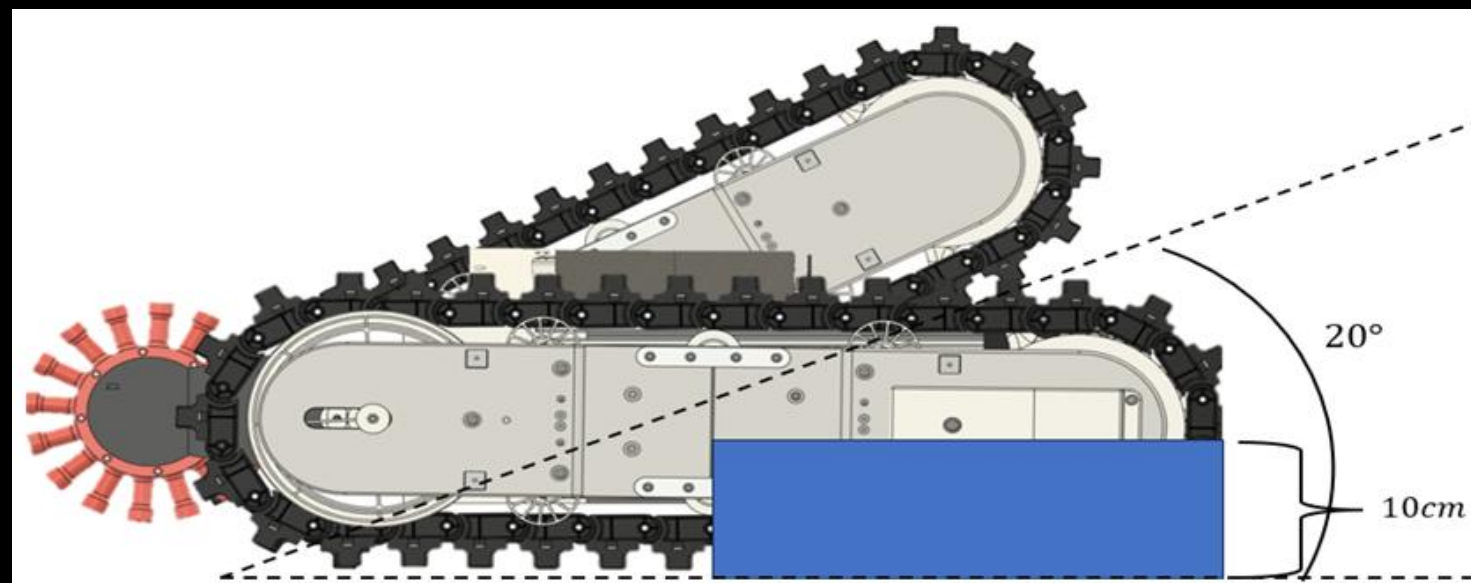
- 궤도형 모듈 전체 디자인 및 제작
- 궤도형 모듈 Roll & Pitch 자유도 설계
- BLDC 모터 RS485 통신 노드 관리
- Teleoperated Robot의 ZMP Controller 모델링

PROJECT EXPERINECE

- Roll & Pitch 설계
- Roll joint scenario

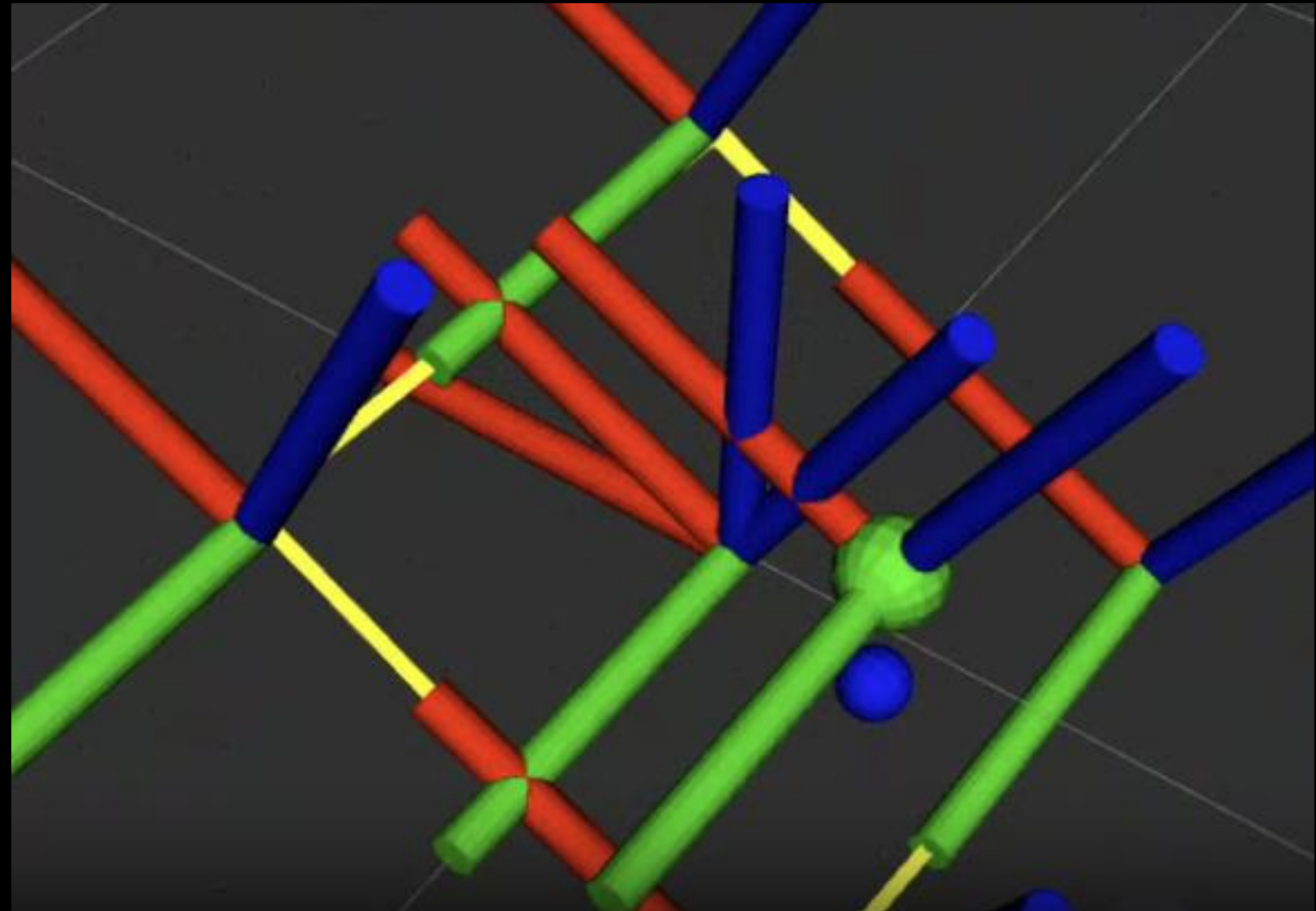
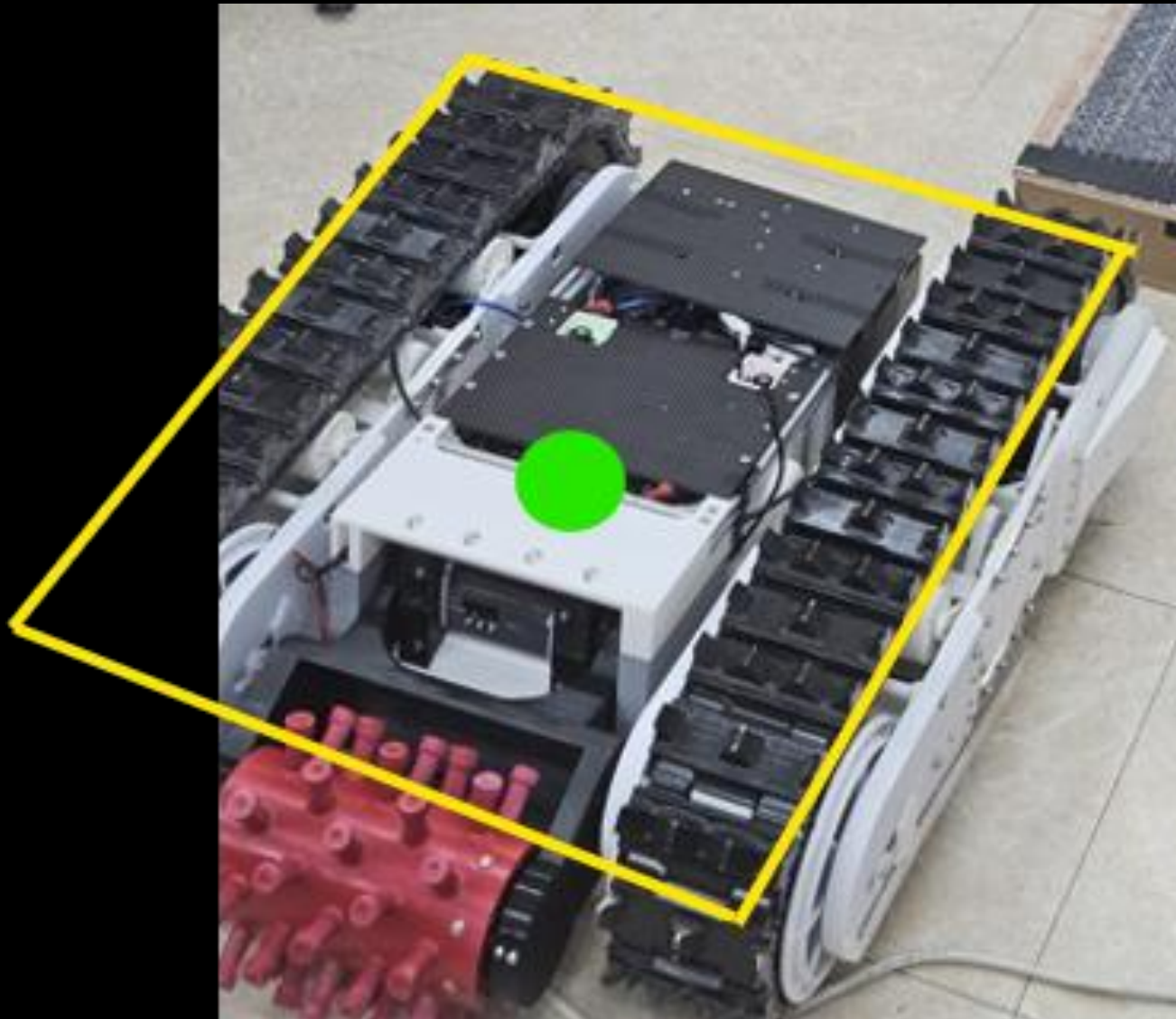


- Pitch joint scenario



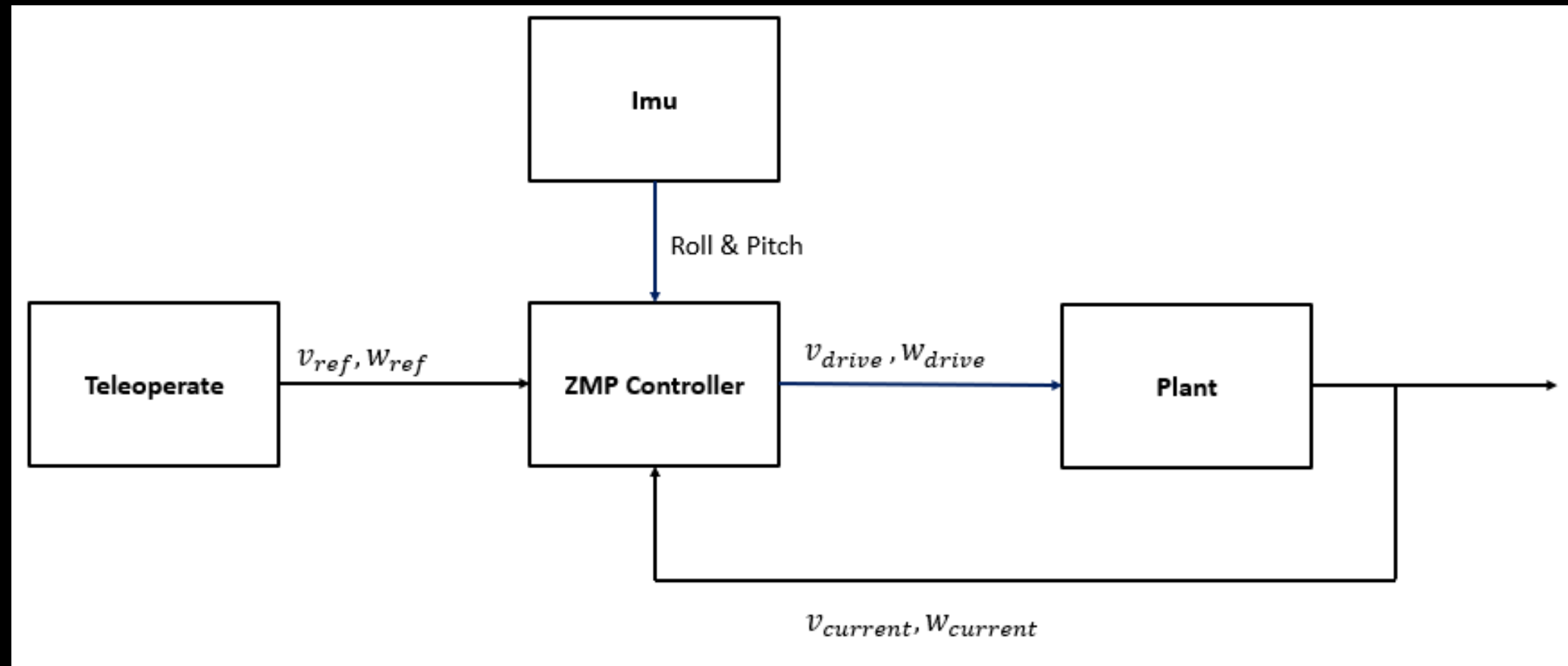
○ ZMP CONTROLLER 구현

- World frame -> local frame(base frame) 중력 변환
- Base frame 상에서 ZMP 계산



○ ZMP CONTROLLER 구현

- 제어 Diagram



- ZMP Controller 역할

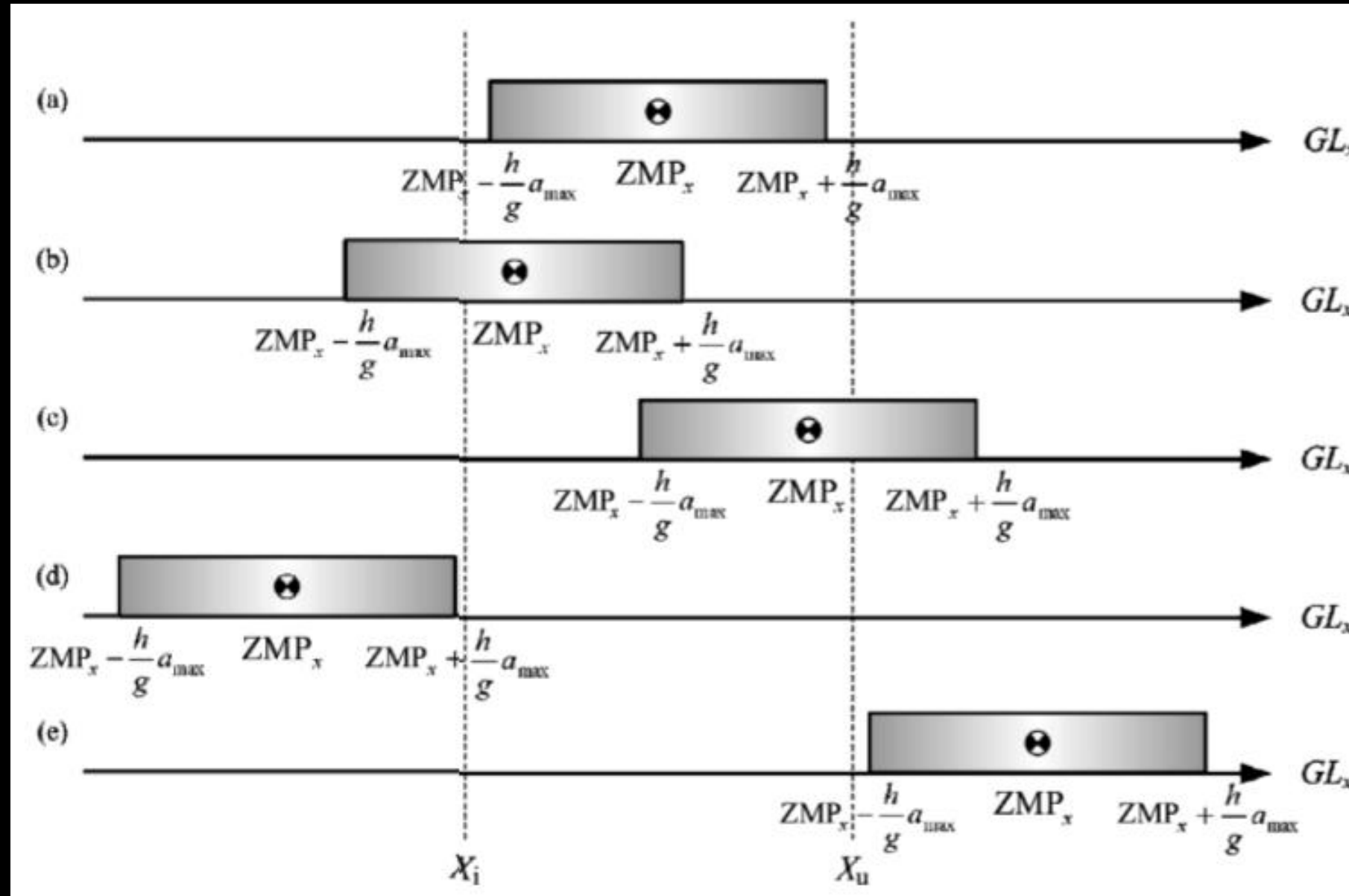
1. 현재 World 좌표로부터 Base의 Roll, Pitch 상태 피드백
2. 현재 선속도, 각속도 피드백, $a_{cmd} = (v_{ref} - v_{current})/\Delta t$ 계산
3. TSS(Turnover Stability Space) 계산 및 가속도 제약 [$a_{drive} = \max(a_{lower}, \min(a_{upper}, a_{cmd}))$]
4. 수정된 cmd_vel 계산 : [$v_{drive} = v_{current} + a_{drive} * t$]

Cf) 모터 제어 RS485 통신 패킷 형태 : A 속도를 B 초 동안 달성해라 [모터 출력을 고려하여 B = 0.5초로 제한]

PROJECT EXPERINECE

○ ZMP CONTROLLER 구현

○ Turnover Stability Space 계산 참고 논문^[1]



a_{max} : 모터 선정(출력)을 고려한 최대 선형 가속도

h : Polygon으로 부터 무게중심 높이

g : 중력

x_u : X 축 Upper Polygon

x_l : X 축 Lower Polygon

Sau, Sal : upper & lower turnover stability index

유도 방식

$$ZMP_{unforce,x} + \frac{h}{g}a_{max} \leq x_u$$

$$x_l \leq ZMP_{unforce,x} - \frac{h}{g}a_{max}$$

$$ZMP_{unforce,x} - x_u \leq -\frac{h}{g}a_{max}$$

$$\frac{h}{g}a_{max} \leq ZMP_{unforce,x} - x_l$$

$$\frac{g}{a_{max}h}(ZMP_{unforce,x} - x_u) \leq -1$$

$$1 \leq \frac{g}{a_{max}h}(ZMP_{unforce,x} - x_l)$$

$$Sau = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{g}{a_{max}h}(ZMP_{unforce,x} - x_u) \right) \geq 1$$

$$Sal = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{g}{a_{max}h}(ZMP_{unforce,x} - x_u) \right) \geq 1$$

○ 소방 로봇 ZMP 모델링

○ 선형 가속도

a_{max} : 최대 선형 가속도

x_u : X 축 Upper Polygon

x_l : X축 Lower Polygon

$$ZMP_{unforce,x} + \frac{h}{g} a_{max} \leq x_u$$

$$x_l \leq ZMP_{unforce,x} - \frac{h}{g} a_{max}$$

$$S_{au} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{g}{a_{max}h} (ZMP_{unforce,x} - x_u) \right) \geq 1$$

$$S_{al} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{g}{a_{max}h} (ZMP_{unforce,x} - x_l) \right) \geq 1$$

○ 회전 접선 가속도

$r\alpha_{max}$: 최대 회전 접선 가속도

y_u : Y 축 Upper Polygon

y_l : Y축 Lower Polygon

$$ZMP_{unforce,x} + \frac{h}{g} a_{max} \leq x_u$$

$$x_l \leq ZMP_{unforce,x} - \frac{h}{g} a_{max}$$

$$S_{r\alpha u} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{g}{r\alpha_{max}h} (ZMP_{unforce,x} - x_u) \right) \geq 1$$

$$S_{r\alpha l} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{g}{r\alpha_{max}h} (ZMP_{unforce,x} - x_l) \right) \geq 1$$

○ 구심 가속도

rw^2_{max} : 최대 구심 가속도

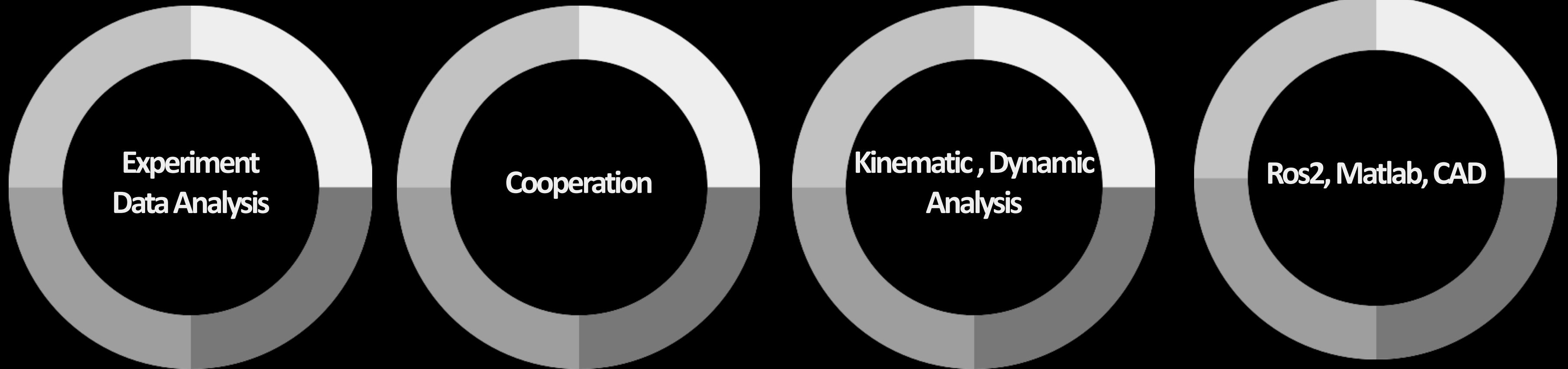
x_u : X 축 Upper Polygon

x_l : X축 Lower Polygon

$$x_l \leq ZMP_{unforce,x} - \frac{h}{g} rw^2_{max}$$

$$S_w = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{g}{a_{max}h} (ZMP_{unforce,x} - x_l) \right) \geq 1$$

COMPETENCIES




출처

[1] Jeong-Hee Lee, Jae-Byung Park and Beom-Hee Lee “Turnover prevention of a mobile robot on uneven terrain using the concept of stability space,” Robotica volume 27, pp. 641-652 (AUG 2008)

[2]<https://www.youtube.com/watch?v=v9maYEel0o4> (드론 제작 테스트 영상)

[3]<https://www.youtube.com/watch?v=pvTjcDZm6vQ> (설계 경진 대회 제출용 영상)



감사합니다.