

2022 11.04(금)

기계시스템디자인공학과

Capstone Design 작품

4차 심사

서울과학기술대학교
SEOULTECH

주제명 : 배달안정성을 위한 흔들림방지용 모바일 로봇 개발

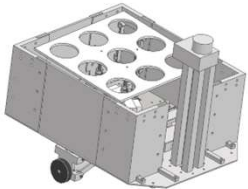
팀원 이름 : 이동건, 김시현, 이인호, 양성백

지도 교수: 김종형 교수님

개요

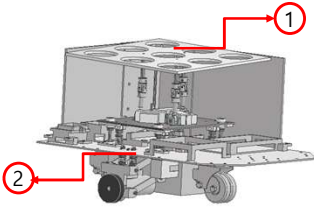
실내 매장의 모바일 로봇의 주행 중에 생기는 가속도로 인한 tray의 흔들림으로 유체수면에 기울기가 생긴다. 기울기가 커질 경우 유체의 흘러 넘침이 발생하게 되는데, 이때 트레이의 각도를 보정하여 흘러 넘침을 방지해준다. Stabilizer의 tray를 가속도 프로파일에 따른 보정각도로 제어하고, 동시에 모바일로봇의 속도 프로파일에 따른 가감속 제어를 통하여, 빠르고 흔들리지 않도록 음료를 배송한다.

본문



[작품주요 기능]

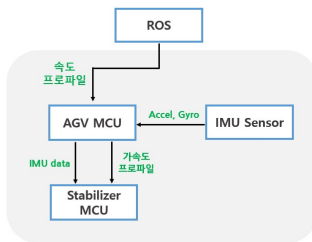
1. 트레이 X/Y축 기울기 조절부
서보모터를 사용하여 roll, pitch 조절.



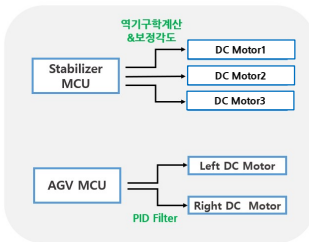
2. Passive suspension 부
AGV 이동 시 발생하는 Z축 진동 및 충격을 흡수.

[시스템 구성]

MCU명령



유체보정



이론적 배경

1) 유체의 수면 기울기

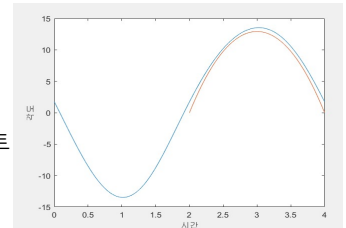
$$\tan \theta = \frac{a}{g}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{H-h}{\frac{L}{2}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{a}{g} \right)$$

- 직선, 회전 주행 상황에서 가속도로 인한 유체수면 각도 θ 의 기울기 발생
- X축 Y축 가속도에 대응해 플레이트를 기울여 유체를 보정

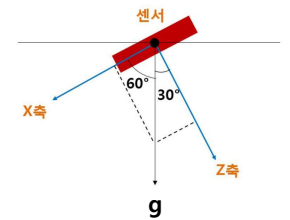
2) AGV와 Stabilizer의 동시 제어

- 3차 다항식의 속도 프로파일을 이용한 가감속 경로 설정
- AGV의 선형 가속도와 대응하는 플레이트 각을 일치시켜 반응성 및 안정성 향상



3) IMU 자세 추정 및 프로파일 오차 보정

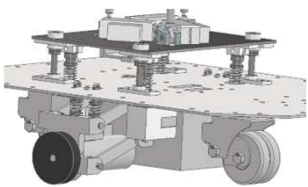
- 선형 가속도 획득을 위해 AGV의 자세를 추정하여 중력 가속도 성분을 제거
- Moving average 및 Low-Pass Filter를 통해 안정된 데이터 획득
- AGV의 Slip 및 DC 모터 PID 제어의 정상 상태 오차 등의 오차를 보정



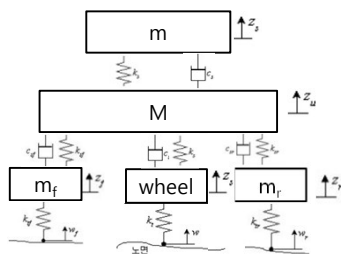
결과 및 고찰

<기구>

• Passive suspension 부



• 서스펜션 수학적 모델링



• 서스펜션 성능

<장애물 1m/s 주행>

- 높이 3.5mm 장애물 주행(실험실 환경)
- 컵의 80%를 물로 채움.



• 장애물 주행 시

약 15mm의 높이 차이 발생.

• 높이: 3.5mm, 폭: 10mm

<제어>

• 유체 보정

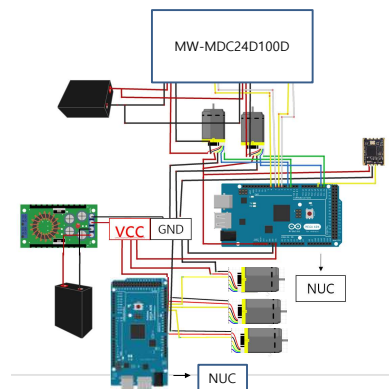


프로파일을 통한 동시 제어 결과 $1 \sim 3.5 \text{ m/s}^2$ 가속도에서 유체 안정성 확인

• 데이터 필터링

평균이동 필터와 LPF를 사용하여 안정된 선형 가속도 데이터를 획득. 프로파일 오차 보정에 사용

<회로>



<고찰>

• AGV

PID제어를 통해 2개의 DC모터에 속도 프로파일을 적용하여 정확한 속도명령. 두 바퀴 엔코더 값에 따른 AGV의 위치 확인.

- AGV 가감속 구간에서 장애물 접촉 시 유체의 불안정한 모습을 보임. 추가적인 설계 변수 수정을 요함.
- 프로파일과 실제 주행 속도의 오차를 보정할 알고리즘의 개선이 필요.