

배송 로봇 시스템에 관한 연구

최병조¹, 이화준¹, 윤정섭¹, 김승우¹

¹인천대학교 임베디드시스템공학과

bjc97r@inu.ac.kr, 01050369881@inu.ac.kr, yjy9714@inu.ac.kr,
01025792826@inu.ac.kr

A Study on the Delivery Robot System

Byung-jo Choi¹, Hwa-jun Lee¹, Jung-seop Yoon¹, Seung-woo Kim¹

¹Dept. of Embedded System Engineering, Incheon National University

요 약

현재 배달 산업에서는 소비자가 직접 수령하는 방식으로 이루어지고 있다. 해당 상황에서 코로나19로 인해 늘어난 배송량으로 택배 기사의 엘리베이터 점유 현상을 해결하고자 한다. 직접 고객이 수령하는 방식이 아닌 문 앞에 두는 방식을 채택하여 한 번에 많은 택배를 배송하여 택배 기사와 같은 역할을 하고자 한다. 또한, 엘리베이터 사용을 주민 우선으로 하기 위하여 해당 로봇은 스스로 엘리베이터와 연동하여 배송하고자 하였다.

1. 서론

코로나 19 확산 후 사람들이 집에 머무는 시간이 늘어나면서 많은 물품을 배달로 주문하는 것이 주요 트렌드로 자리 잡았다. 이는, 전체 배달 음식 수요와 마찬가지로 택배 또한 수요가 증가했다.

항목	사례수	감소	증가	변화없음
오프라인 쇼핑	987	72.1	7.2	20.7
외식	997	57	17.1	25.9
배달음식 주문	971	14	58.3	27.7
온라인 쇼핑	986	12.7	63.2	24.1

<표 1> 코로나 19 이후 일상 활동 변화¹

위의 통계에서 보듯 야외 활동이 크게 감소한 반

면, 집에서 하는 활동이 증가한 것을 볼 수 있다. 물류가 급증하면서 택배 기사의 엘리베이터 점유 현상 문제를 인지하였다. 타이밍이 좋지 않아 급한 주민이 엘리베이터에서 여러 층을 들리는 택배 기사를 마주하게 된 경우, 불편한 상황이 발생할 수 있다.

우리는 다음과 같은 상황을 해결하고자 엘리베이터와 연동한 스마트 배송 로봇을 개발하고자 한다. 택배 기사는 1층에서 여러 물품을 로봇에게만 전달하면, 로봇은 엘리베이터를 점유하지 않은 채 모든 물품을 운반하게 된다.

2. 배송로봇 개발의 요구사항

현재 소비자가 구매를 하는 상황에서 두 가지가 지켜져야 한다. 첫 번째로 보안, 두 번째로 스스로 이동할 수 있는 자율성이 보장되어야 한다. 보안의 경우 배달기사가 직접 입력한 호수 앞에 도착하여 검증하기 전까지는 문을 열 수 없게 하였다. 자율성의 경

¹ 한국언론진흥재단 코로나 19 이후국민의일상변화조사

우 SLAM 및 NAV2를 통해 스스로 이동할 수 있도록 하였다. 두 번째 항목인 자율성의 경우 IoT 버튼을 이용해서 로봇이 엘리베이터를 호출하고, 탑승 할 수 있도록 하였다.

3. 본론

3.1 하드웨어

배송로봇은 메인 보드로 Jetson Nano를 사용하고 서브보드로는 Teensy4.1을 사용하였다. 로봇의 yaw 값을 컨트롤하기 위한 IMU 센서(MPU-6050)와 Motor를 제어하기 위해 L298N Motor Driver를 사용하였다. RPLiDAR A1로 장애물 및 주변 환경을 인지하였다.

배송로봇의 외형은 알루미늄 프로파일과 나무 판자로 제작을 하였다.



(그림 1) 배송로봇의 외형

컨베이어 벨트의 구조는 지관통과 마찰과 탄성 조건을 충족하는 고무줄로 제작을 하였다.

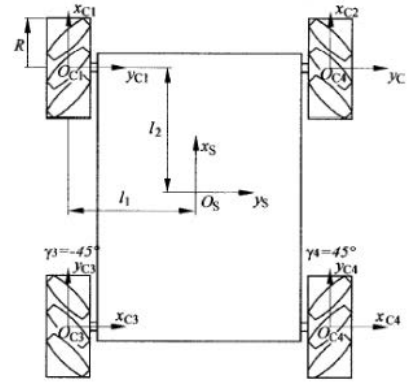


(그림 2) 컨베이어 벨트

3.2 메카넘 휠

복잡한 환경에서도 자유로운 주행을 위하여 Mecanum Wheel을 사용하였다. Mecanum Wheel이란, 여러 개의 롤러들이 45° 각도로 기울어진 방향으로 돌아가며 장착되어 있는 바퀴이다. 4개의 바퀴는 (그림3)과 같은 구조로 설계하였다.

[1]



(그림 3) Mecanum Wheel Robot 구조

원하는 방향으로의 주행을 위해 아래의 수식을 적용하여 v_x , v_y , ω 로 각 모터를 제어하였다.[1]

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix} = \frac{R_{heel}}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ \frac{1}{l_1+l_2} & \frac{1}{l_1+l_2} & \frac{1}{l_1+l_2} & \frac{1}{l_1+l_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{R_{heel}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & -(l_1+l_2) \\ 1 & -1 & l_1+l_2 \\ 1 & -1 & -(l_1+l_2) \\ 1 & 1 & l_1+l_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix}$$

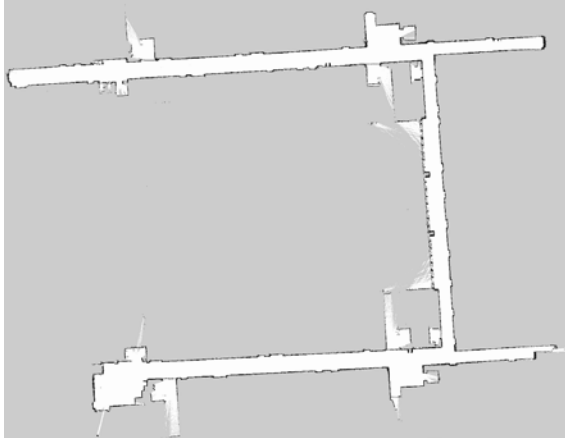
ω_i : 바퀴의 각속도 ($i=1, \dots, 4$)

l_1, l_2 : 바퀴축과 이동로봇 중심까지의 거리

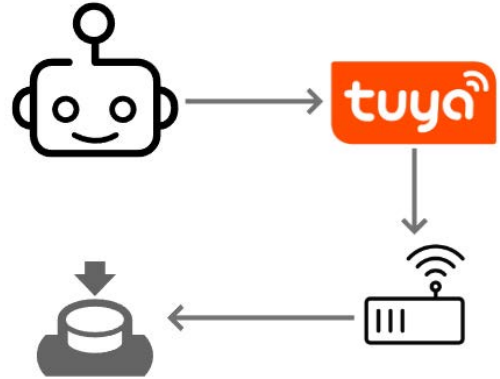
<식 1> 4개의 Mecanum Wheel Robot 공식

3.3 SLAM

입력된 목적지에 로봇이 도달하기 위해서는 목적지의 좌표를 알아야 한다. SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)은 공간을 cell로 나누어 occupied space와 free space로 구분하여 맵을 생성하게 된다. (그림4)는 개발한 배송로봇으로 직접 생성한 인천대학교 7호관 3층 맵이다.[2]



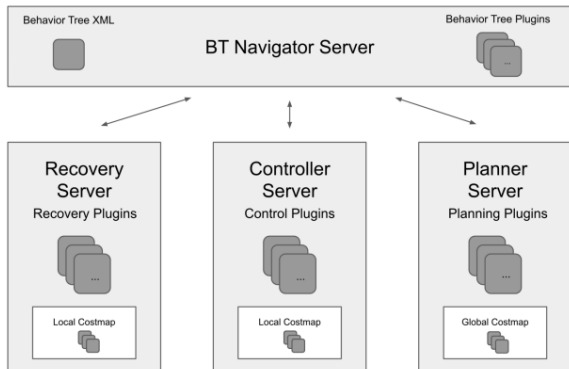
(그림 4) 인천대학교 7호관 3층 맵



(그림 6) 엘리베이터 시스템 구조

3.4 NAV2

로봇의 자율주행을 위해 NAV2를 활용하였다. NAV2는 구조화된 일들을 처리하는 BT(Behavior Tree) Navigator Server, 알지 못하는 상황이나 주행 중 실패할 경우 로봇을 다루는 Recovery Server, 장애물 회피 및 로봇을 컨트롤하는 Control Server, 목적지까지의 최적 경로를 생성하는 Planner Server로 이루어져 있다.[3]



(그림 5) Navigation2 구조

Planner Server로 Holonomic A* expansion을 활용한 NavFn Planner, Controller Server로 DWB Controller를 활용하였다. Mecanum wheel을 활용한 자율주행을 위하여 robot_model_type을 “omnidirectional” 로 지정하였다.

3.5 Tuya IoT Service

엘리베이터 호출을 위해 핑거봇을 활용하였다. 로봇이 엘리베이터 앞에 도착 후, Tuya IoT cloud에 Access ID, Access Key, Device ID 등의 인수와 명령어를 보낸다. 해당 cloud는 Gateway로 전송해 핑거봇을 조작하는 방식으로 이루어진다.

4. 결론

엘리베이터 점유 현상을 해결하기 위해 많은 양의 택배를 한 번에 보낼 수 있는 로봇을 개발하고자 하였다. 기존 배송로봇은 고객이 직접 수령하는 방식에 어려운 부분이 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 컨베이어 벨트로 물품을 스스로 내려놓을 수 있게 하였다. 이는 택배 기사의 엘리베이터 점유 현상을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 이 외에도 서류 전달이 잦은 사무실이나 회사 식사시간에 나오는 여러 그릇 등을 한꺼번에 타 층으로의 배송이 가능하다. 이 또한 엘리베이터 점유 현상을 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

"본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행된 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다."

참고문헌

- [1] 주백석, “메카넘휠을 이용한 전방향 이동로봇의 설계 및 기구학적 고찰, ICROS 2012, COEX(서울), 2012, p.376-377
- [2] Steve Macenski, Ivona Jambrecic2, "SLAM Toolbox: SLAM for the dynamic world", Journal of Open Source Software, 6(61), 2783. doi : 10.21105/joss.02783, 13 May, 2021
- [3] Steve Macenski, Francisco Mart ´ın, Ruffin White, Jonatan Gins Clavero, “The Marathon 2: A Navigation System” journal of arxiv, doi : 2003.00368, 14 July, 2020