손동작으로 제어 가능한 운송 로봇 개발

이인규*, 조영준*, 강정석*, 이윤재*, 유홍석(교신저자)O
*경운대학교 항공소프트웨어공학과,
O경운대학교 항공소프트웨어공학과
e-mail: {rare104, j571457, jp8775, zsuvq}@naver.com*, hsyoo@ikw.ac.krO

Development of Hand-Controlled Transportation Robot

In-kyu Lee*, Young-jun Cho*, Jeong-seok Kang*, Yun-jae Lee*, Hongseok Yoo(Corresponding Author)O
*Dept. of Aeronautical Software Engineering, Kyungwoon University,
ODept. of Aeronautical Software Engineering, Kyungwoon University

● 요 약 ●

본 논문에서는 손동작으로 제어 가능한 운송 로봇을 제안한다. 제안한 시스템에서 로봇은 MediaPipe를 이용하여 실시간으로 사람의 손동작을 인식한다. 또한, 동시적 위치 추적 지도 작성 기법인 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기술을 이용하여 로봇이 실내 공간에서 길을 찾고 자율적으로 이동할 수 있게 한다. 개발된 로봇실험을 통하여 로봇이 실시간으로 손동작을 인식하고 동작을 제어하는 것을 확인하였다. 또한, 사전에 작성된 지도를 바탕으로 실내에서 로봇이 자율주행을 하는 것을 확인하였다.

키워드: Service robot, Gesture recognition, MediaPipe, SLAM

I. Introduction

사람 간의 직접적인 접촉은 코로나-19 감염병 확산의 주요 원인에 해당한다. 따라서 사회 전반에 걸쳐 사람 간 상호작용 행위의 많은 부분이 비대면 방식으로 전환되고 있다. 특히 서비스 로봇 기술의 급격한 발전과 함께 다양한 분야에서 로봇 활용이 활성화됨에 따라 사회·경제적 활동의 비대면화가 가속화되고 있다.

서비스 로봇의 보급이 확대됨에 따라 원활한 인간-로봇 상호작용은 인간과 로봇의 공존을 위한 가장 중요한 요소가 된다. 따라서, 본 논문에서는 손동작으로 로봇을 제어하는 시스템을 설계한다. 특히, 사람을 대신하여 실내에서 물건을 옮겨 주는 시나리오상에서 손동작 기반 제어 방식을 적용한다 [1]. 제안한 시스템에서 로봇은 MediaPipe를 이용하여 실시간으로 사람의 손동작을 인식한다. 또한, 동시적 위치 추적 지도 작성 기법인 SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 기술을 이용하여 로봇이 실내 공간에서 길을 찾고 자율적으로 이동할 수 있게 한다.

II. Preliminaries

1. MediaPipe 개요

MediaPipe란 구글에서 제공하는 AI 프레임워크로서, 비디오 형식의 데이터를 이용한 다양한 컴퓨터 비전 기능을 파이프라인 형태로 사용할 수 있도록 제공한다. Python, C++ 등 여러 프로그래밍 언어에서 라이브러리 형태로 모듈화되어 제공되며 사용 방법 또한 다양한데, 주로 인체를 대상으로 하는 비전 인식기능이 주를 이룬다 [2]. 그 중, 본 논문에서는 손을 인식할 수 있는 MediaPipe Hands TF Lite Model을 이용하여 사람의 손동작을 인식하였다.

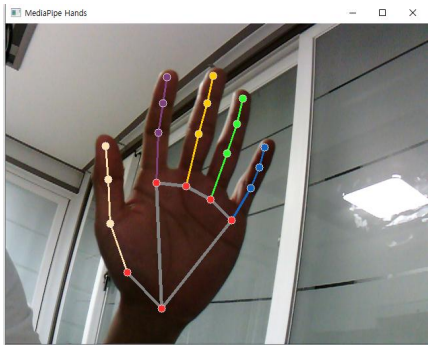

Fig. 1. MediaPipe Hands

2. SLAM 개요

SLAM 기술이란, 동시적 위치 추정 지도 작성 기법으로, 로봇이 이동하면서 자신의 위치와 자신의 주변 사물을 인식하며 지도를

작성하는 기술을 말한다. 본 논문에서는 SLAM 기술 중 GMapping을 이용하였다.

GMapping은 2차 평면 계측 가능 센서가 요구되고 점유 격자 지도인 OGM(Occupancy Grid Map) 방식을 사용하여 지도를 작성한다. 작성된 지도는 기본적으로 세 가지 색을 가지고 있는데, 흰색은 로봇이 이동할 수 있는 자유 영역(Free Area), 검은색은 로봇이 이동할 수 없는 점유 영역(Occupied Area), 회색은 인식되지 않은 영역(Unknown Area)을 뜻한다.

III. The Proposed Scheme

1. System architecture

손동작으로 제어 가능한 운송 로봇은 로봇 운영체제, 객체 인식 모듈, 로봇제어 모듈, 이렇게 3가지로 구성된다. 로봇과 서버는 상시로 연결되어 있고 영상 전송은 실시간 영상인식을 위해 빠른 속도의 UDP 소켓 통신을 사용하였다.

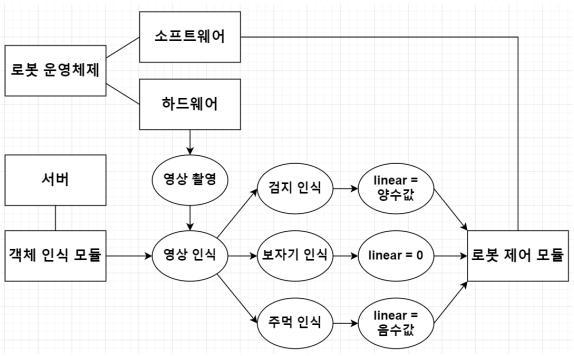

Fig. 2. System architecture

2. 로봇 운영체제

2.1 하드웨어

로봇은 4개의 계층으로 구성되어 있으며 최하층인 1계층에는 로봇 구동을 위한 모터, 2계층에는 로봇과의 서버 통신 및 주행을 위한 싱글 보드 컴퓨터인 Jetson Nano 보드와 SLAM 기술을 사용하기 위한 2차 평면 계측 가능 센서인 Lidar, 3계층에는 물건을 운송하기 위한 선반, 최상층인 4계층에는 손동작을 인식하기 위해 실시간으로 영상을 촬영하는 카메라가 부착되어 있다.

2.2 소프트웨어

로봇 응용 소프트웨어 개발을 위한 로봇 플랫폼인 ROS(Robot Operation System)를 사용하기 위해 Ubuntu 환경에서 작업하였고 Python을 사용하여 개발하였다.

3. 객체 인식 모듈

손동작 학습을 위하여 손가락뼈 마디마디의 위치를 MediaPipe를 이용하여 랜드마크로 지정하였다. 제안한 방법에서는 전진, 정지 및 후진의 3가지 동작을 제어하기 위하여 그림3과 같이 3가지 손동작을 학습시켰다.

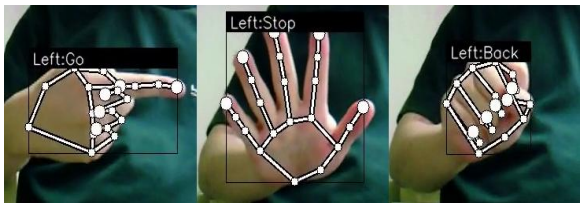

Fig. 3. Hand Gestures

각 랜드마크의 좌표를 기록하고 기준이 되는 한 지점을 정하고 나머지 지점을 그 지점의 상대좌표로 변환한다. 그 후 좌표들을 1차원 행렬로 변환하고 최대치에 맞춰 정형화를 진행하여 학습에 필요한 값들을 구하였다.

4. 로봇제어 모듈

SLAM의 GMapping 기술을 이용하여 실내의 지도를 작성하고, 작성된 지도를 토대로 자율주행을 할 수 있게 해주는 ROS navigation을 이용하여 로봇의 자율주행을 진행하였다. 그리고 객체 인식 모듈에서 인식된 3가지의 동작에 따라 로봇의 동작을 제어할 수 있도록 하였다. 검지가 인식되면 로봇의 속도를 제어할 수 있는 linear 값이 양수 값으로 변경되어 로봇이 전진하고, 보자기가 인식되면 linear 값이 0으로 변경되어 로봇이 정지하고, 주먹이 인식되면 linear 값이 음수 값으로 변경되어 로봇이 후진한다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 MediaPipe를 이용하여 손동작을 인식하고 인식된 동작에 따라 동작이 제어 가능한 운송 로봇을 개발하였다. 현재는 사전 맵핑을 통한 실내 주행 로봇이지만, 추후 실시간 맵핑을 통하여 실외에서도 주행할 수 있도록 보완할 것이다. 그리고 3가지의 동작을 제외한 다른 여러 동작을 추가하여 추후 다방면으로 사용 가능한 운송 로봇을 개발할 것이다.

REFERENCES

[1] https://omorobot.com
[2] https://google.github.io/mediapipe/
[3] https://www.ros.org