

# 자율주행 서빙로봇 서봇 최종 보고서

2019. 10. 30

프로젝트명	자율주행 서빙로봇, 서봇
팀명	척척박사

# 요 약 본

팀 정보				
팀 명	척척박사			
	이름	학교 /소속	학과 /부서	학년 /직위
지도교수	박태정	덕성여자 대학교	IT미디어 공학과	
팀 장	전수현	덕성여자 대학교	IT미디어 공학과	4학년
팀원 1	김은영	덕성여자 대학교	IT미디어 공학과	4학년



프로젝트 정보	
프로젝트명	자율주행 서빙로봇, 서봇
프로젝트 소개	최저임금 인상으로 인해 경제적 부담을 느끼는 사업주와 언택트 문화에 착안하여 서빙로봇을 제안합니다. 서봇은 현재의 지형을 지도로 그린 후 사용자의 입력을 받아 목적지까지 음식을 서빙한 후 원 위치로 복귀하여 무선 충전을 진행합니다.
프로젝트의 개발배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 최근 최저임금 인상으로 인해 경제적 부담을 느끼는 사업주 증가</li> <li>● 키오스크와 같은 언택트 문화를 선호하는 소비자들의 증가</li> </ul>
프로젝트의 특징점	서빙로봇 서봇은 서빙에 최적화 되어 있으며 라즈베리파이, 아두이노, RPLidar를 가진 사람이라면 누구나 제작할 수 있도록 하는 것이 목표이며 차별점이다. 또한 무게센서와 무선충전은 서빙을 더욱 용이하게 해준다.
프로젝트 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지도 생성 : 라이다를 이용해서 현위치의 지도 생성</li> <li>- 차량제어 : 차량 모터 제어로 이동방향 및 속도 제어</li> <li>- 목적지까지 서빙 : 사용자의 입력을 받아 학습한 결과로 목적지까지 주행 가능</li> <li>- 무선 충전 : 서빙을 마치고 난 후 충전기가 있는 자리로 복귀 후 자동 충전 시작</li> <li>- 장애물 회피 : 사람이나 장애물을 마주치면 장애물을 돌아가거나 멈춰서 기다림</li> </ul>
프로젝트의 기대효과 및 활용분야	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 인건비 절감 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 무인 점포와 무인 판매기 서비스와 같이 사업주들의 인건비 절감 기대</li> <li>- 인건비 절감으로 상품의 가격 절감 기대</li> </ul> </li> <li>2. 비대면 서비스 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사회 전반적으로 비대면 서비스에 심리적 편안함을 느끼고 선호하는 소비자들 증가</li> <li>- 갑을 관계 갈등 최소화</li> </ul> </li> <li>3. 업무의 효율성 증가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단순 업무 대체로 인해 소비자들의 대기시간 및 처리시간 감소</li> <li>- 로봇으로 매장의 대규모 관리용이</li> <li>- 업무상 오류 제거</li> </ul> </li> </ol>

# 본 문

## I. 프로젝트 개요

### 1. 프로젝트 소개

- 사용자의 입력을 받아 목적지까지 음식을 서빙
- 현재의 지형을 지도 그림
- 학습한 내용을 바탕으로 최적의 경로 탐색
- 탐색한 경로로 자율주행
- 사물 또는 사람을 파악하고 회피 또는 다른 경로 탐색
- 원 위치로 복귀 후 자동 무선 자동충전 기능 제공

### 2. 프로젝트의 개발 배경 및 필요성

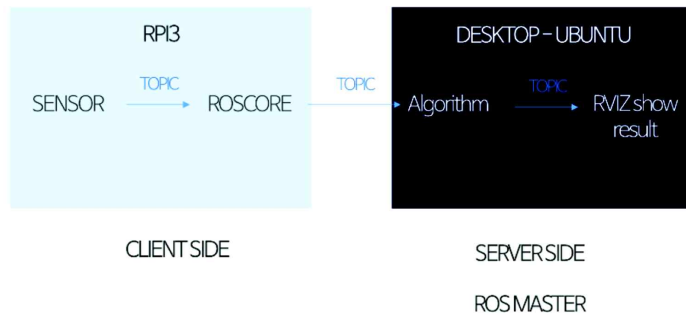
- 최근 최저임금 인상으로 인해 경제적 부담을 느끼는 사업주 증가로 “서봇”의 보급을 통해 인건비 절감의 효과
- 많은 사람들이 키오스크와 같이 비대면 서비스에 심리적 편안함을 느끼는, 다른 사람과의 접촉을 최소화하고 싶은 언택트(Un-Contact) 소비 트렌드 증가 추세
- 직원의 입장에서서는 단순 업무를 서봇이 대체하면서 업무처리 시간이 감소
- 소비자들의 입장에서서는 대기시간이 감소로 소비자들의 서비스에 대한 만족감
- “서봇”으로 인해 대규모 매장의 관리가 용이해지며, 업무상의 오류 또한 줄이는 것을 목적으로 두어 무인화시대에 서봇의 보급으로 인해 효율성과 편리성을 높이는 효과

### 3. 프로젝트의 특징점

- 기존의 터틀봇이 자율주행 로봇으로는 많이 알려져 있는 편이다. 하지만 터틀봇의 가격이 비쌌던데서 서빙이라는 주제에는 최적화 되어있지 않다. 서빙로봇 서봇은 서빙에 최적화 되어 있으며 라즈베리파이, 아두이노, RPLidar를 가진 사람이라면 누구나 제작할 수 있도록 하는 것이 목표이며 차별점이다. 기계만 가지고 있다면 자신이 원하는 크기로 서빙로봇을 제작하여 사용할 수 있다. 또한 무게센서와 무선충전은 서빙을 더욱 용이하게 해준다.

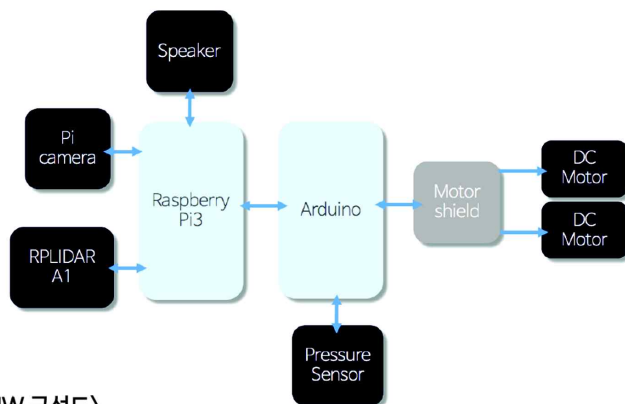
## II. 프로젝트 내용

### 1. 프로젝트 구성도



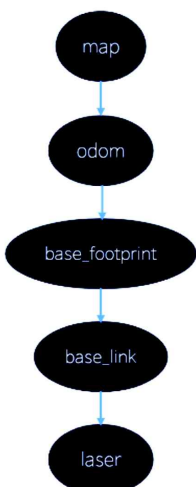
#### <Network 구성도>

- “서봇”은 Linux 환경을 기반으로 ROS를 사용하여 동작합니다. ROS간의 통신은 TOPIC을 통하여 이루어집니다. Server side와 Client side 모두 TOPIC을 발행하고 구독하여 데이터를 주고받을 수 있습니다.



#### <HW 구성도>

- “서봇”은 RPLidar에서 받은 데이터 값을 활용하여 SLAM 알고리즘으로 지도를 생성하고, 생성된 지도를 바탕으로 Navigation 기능을 이용하여 지정된 위치까지 서빙하고 돌아옵니다. 또한 무게 센서와 같은 다른 센서들을 통하여 정보를 주고받아 자율주행과 서빙이라는 목적에 더 부합하게 만들었습니다.



#### <Navigation TF Tree>

- “서봇”은 그림과 같은 좌표 변환을 통하여 현재 자신의 위치를 파악하고 경로를 탐색합니다. 서버에서 불러온 map에서 amcl변환을 통하여 현재 위치를 파악하여 odom좌표를 생성하고, 이를 바탕으로 laser scan matcher 패키지를 사용하여 로봇의 바닥 좌표를 계산하고 움직임에 따른 발자취를 확인할 수 있습니다. base\_footprint에서 base\_link로의 변환은 static\_transform\_publisher를 이용합니다. base\_link는 로봇의 중심점으로 이 좌표값은 다시 laser값으로 변환됩니다. laser는 로봇의 중심점에서 RPLidar의 상대적인 위치로 장애물과 경로 탐색에 도움을 줍니다.

## 2. 프로젝트 기능



### 2-1. 전체 기능 목록

구분	기능	설명	진척도(%)
S/W	통신	ROS Topic을 이용하여 라즈베리파이, 데스크탑 PC, 아두이노가 서로 통신하며 정보를 주고받는다.	100%
	지도 생성	RPLidar로 받아온 데이터 값을 이용하여 Hector Slam 알고리즘을 사용하여 지도를 생성한다.	100%
	ROS Navigation	생성된 지도를 바탕으로 RPLidar에서 받아온 데이터 값과 비교하여 장애물을 파악하고 경로 탐색에 도움을 준다.	100%
	사람 인식	OpenCV를 이용하여 사람 인식을 진행한다.	100%
H/W	라즈베리파이	아두이노에서 받은 값들을 데스크탑 PC로 전달한다.	100%
	아두이노	PID로 모터 제어와 각종 센서들을 이용하여 데이터를 가공하여 라즈베리파이로 전달한다.	100%
	데스크탑 PC	복잡한 계산들을 진행한다.	100%
	RPLidar	지형이나 장애물을 탐색한다.	완제품
	라즈베리파이 카메라	사물 인식에 사용된다.	완제품
	무게센서	서빙의 완료 여부를 파악한다.	완제품
	스피커	사람을 마주치면 '지나갈게요'라는 음성을 송출한다.	완제품

## 2-2. S/W 주요 기능

기능	설명	사진(스크린 캡처)
TF트리 구성	서봇의 좌푯값 변환을 지정하여 빠르게 좌푯값 계산을 할 수 있도록 함	
움직이는 서봇의 위치 파악	움직이는 서봇의 위치를 파악하기 위하여 RPLidar의 위치를 서봇의 위치로 사용	
AMCL	amcl을 사용하여 서봇이 어디에 위치해 있는지 더욱 확실하게 해줌	
사람 인식	라즈베리파이 카메라를 이용하여 사람을 인식할 수 있도록 함	
목적지로 이동	사용자의 입력을 받아 목적지로 움직일 수 있도록 함	
음성 출력	사람이 인식되었다는 토픽을 받고 '지나갈게요'라는 음성 출력	

### 2-3. H/W 주요 기능

기능/부품	설명	사진(실사)
모터 제어	서봇이 목적지까지 이동하기 위한 모터	
RPLidar	맵 생성 및 장애물을 파악할 수 있도록 함	

### 2-4. 사용자 인터페이스

- 터미널 창에 서빙 할 테이블 번호가 나오면 사용자는 테이블 번호를 입력 후 엔터를 이용하여 서봇을 목적지까지 서빙하도록 지시할 수 있다.
- RVIZ를 이용하여 현재 서봇이 어디에 위치해 있는지, 서봇이 움직이려는 경로 등을 파악할 수 있다.

## 3. 중요 알고리즘 및 적용 기술

- SLAM 알고리즘과 라이다를 사용하여 주어진 공간의 맵을 생성할 수 있다. 주어진 맵에서 서봇이 어디에 존재하는지 파악할 수 있다.
- ROS의 DWA Local Planning을 이용하여 원하는 위치로 가장 빠른 경로 탐색 후 이동

#### 4. 프로젝트 개발 환경

구분		항목	적용내역
S/W 개발환경	OS	Linux, ROS	프로젝트의 기본 운영 체제
	개발환경(IDE)	visual studio code, gedit	코드 작성 및 수정
	개발도구	Rviz	네비게이션 기능 시각화
	개발언어	Python, C++	로봇의 움직임 및 센서 제어
H/W 구성장비	디바이스	라즈베리파이, 아두이노, 카메라, 스피커, DC모터	로봇의 모터 제어와 각 종 정보 처리
	센서	무게 센서, RPLidar	서봇이 서빙을 완료 했는지의 여부를 무게 센서를 통하여 확인, Lidar 값을 통하여 장애 물 감지
	통신	ROS통신, SSH	라즈베리파이와 데스크탑 PC간의 통신 이용
	개발언어	Python, C++	로봇의 움직임 및 센서 제어

#### 5. 오픈 소스 및 H/W 내역

##### 5-1. 오픈 소스 활용 내역

오픈 소스	설명	프로젝트에서의 기능
<a href="http://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/navigation/#run-navigation-nodes">http://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/navigation/#run-navigation-nodes</a>	ROS를 이용하여 자율주행을 하는 로봇	터틀봇의 소스를 참고하여 서봇을 구성하고 코드를 작성하였다.
<a href="https://github.com/GigaFlops/s/rc_car_ros">https://github.com/GigaFlops/s/rc_car_ros</a>	터틀봇을 참고하여 구현한 자율주행 로봇	터틀봇을 어떻게 활용하여 구현하였는지 참고하였다.



## 5-2. H/W 부품 내역

부품명	설명	프로젝트에서의 기능
라즈베리파이 카메라	영상 처리	OpenCV를 이용하여 사람을 감지한다.
스피커	음성 송출	사람을 감지하면 '지나갈게요' 라는 음성을 송출한다.
RPLidar	주변 지형과 장애물 데이터	맵을 생성하고 장애물 데이터 값을 생성한다.
DC 모터	바퀴 움직임 제어	서봇의 바퀴 움직임을 제어한다.
라즈베리파이	각종 센서 제어 및 데이터 전송	각종 센서와 데이터 값을 처리하고 데스크탑으로 전송한다.
아두이노	각종 센서 제어 및 데이터 전송	각종 센서와 데이터 값을 처리하고 라즈베리파이로 전송한다.
무게 센서(압력 센서)	물건의 무게 파악	물건의 무게를 통하여 서빙의 완료 여부를 파악한다.
4륜 로봇	로봇의 본체	서봇의 본체

### III. 프로젝트 수행 내용

## 1. 참여학생 업무분장

번호	이름	대학	학과	학년	역할	담당업무
1	전수현	덕성여자대학교	IT미디어공 학과	4학년	팀장	HW/ SW 개발
2	김은영	덕성여자대학교	IT미디어공 학과	4학년	팀원	HW/ SW 개발
3						
4						
5						

## 2. 프로젝트 수행일정

구분	추진내용	수행기간										
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
계획	- 선행 학습											
분석	- 서봇 개발에 필요한 하드웨어 준비 (라이더, 모터, 바퀴, 모터 드라이버, 라즈베리 파이) - 실제 구현하는데 필요한 기술적인 요소, 소프트웨어 준비 (UBUNTU, ROS, SLAM, sketch)											
설계	- 서봇의 HW/ SW 설계											
개발	- 자율주행 기능 개발 - 단말 제어 및 구동											
테스트	- 원하는 위치로 완벽하게 이동하기 위해 모터 제어 테스트 필요 - 사람과 사물 인식 테스트 필요											
종료	- 서봇의 전반적인 구동 확인 후 마무리											

### 3. 문제점 및 해결방안

#### 3-1. 프로젝트 관리 측면

- 프로젝트 기술 변경 시 관리 어려움이 있어 Git 사용
- Git 사용을 위하여 관련 강의를 듣고 프로젝트 관리

#### 3-2. 프로젝트 개발 측면

- SSH통신을 위해 와이파이에 연결된 라즈베리파이의 IP를 포드포워딩 하는 방식을 이용해 통신하였는데 현재는 ROS 통신을 이용하기 위해 데스크 탑과 라즈베리파이를 공유기를 이용하여 같은 망으로 구성하여 ROS 자체적으로 지원해주는 토픽들간의 통신을 이용하는 방식으로 변경
- 앞뒤로만 움직이면 지도가 깔끔하게 생성되지만 방향을 바꿀 경우 그 지점에서 새로운 지도가 생성되어 중복되는 현상이 발생하여 TF값을 수정하고 관련 패키지 설치로 해결

### 4. 프로젝트를 통해 배우거나 느낀점

- 학교에서 배운 것들과 더 나아가 새로운 분야를 접목시킴으로서 사회 문제에도움이 되는 개발자가 되어간다는 느낌에 뿌듯함을 느낄 수 있었다. 또한 ROS와 로봇 제어라는 학교에서 배우지 못했던 분야에 도전함으로써 새로운 지식을 습득할 수 있었다. ROS와 로봇 제어를 하면서 기초부터 공부하며 프로젝트를 성공시키기 위해 끝까지 노력하는 끈기를 키울 수 있었다.

## IV. 프로젝트의 기대효과 및 활용분야

- 자율주행 서빙 로봇으로 대규모 관리가 용이하고, 무인시스템 운영으로 결제나, 서빙, 조리과 같은 반복적인 숙달이 필요한 단순 업무가 대체되어 매장의 다른 부분에 더 신경 쓸 수 있고, 또한 고객들의 대기시간과 처리시간이 감소하는 효과와 더불어 인건비 감소로 인해 상품의 가격 절감의 효과를 기대할 수 있습니다.
- 서빙에서 더 나아가 배달에까지 적용할 수 있을 것이라 기대됩니다.