ROS기반의 실내 청소 및 주행기술 연구

고현경*, 김택선*, 황동현*, 김형훈**, 심현민*
*동서울대학교 전자과
**삼성전자
e-mail : girl05101@naver.com

A Study on the Indoor Cleaning and Driving Technology Based on ROS

Hyun-Gyeong Ko*, Taek-Sun Kim*, Dong-Hyun Hwang*,
Hyung-Hoon Kim**, Hyeon-Min Shim*
*Dept of Electronic, Dong Seoul University
**Samsung Electronics Co., Ltd

요 약

로봇청소기를 사용한 고객들은 로봇청소기에 대한 만족도가 매우 높은 편이다. 이러한 이유는 인간이 신경 쓰지 못하는 지역까지 꼼꼼하게 청소하고, 단시간에 끝나는 인간에 비해 느리더라도 꾸준히 한, 두 시간 동안 지속적으로 움직이기 때문이다. 욕조에 물때를 제거할 수 있는 로봇을 생각해냈고, 사용자 없이 스스로 청소하는 자율 동작 기능과 모터를 이용한 솔질, 사용자가 청소가 깨끗하게 되었는지를 사진으로 모니터링 할 수 있다.
본 기술은 욕조 이외에 세면대, 싱크대 등에서도 활용될 수 있어, 개인 여가시간 확보 및 가사에 대한 스트레스 감소에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

1. 서론

최근 대부분의 가정이 맞벌이를 하는데, 일을 하고 돌아와 청소까지 도맡아 하려면 피곤하기도 하고 귀찮은 부분이 있다. 맞벌이 부부의 주중 시간 배분을 살펴보면, 노동과 여가, 가사, 육아 중에 노동이 남성과 여성 모두 많이 차지하는 부분이다. 통계청이 발표한 2014년 기준 연간 무급 가사노동 가치를 경제적으로 환산한 보고서에 의하면 여성은 한 달에 약 90만원, 남성은 한 달에 약 30만원으로 평가된다.

[그림 1] 연간 무급 가사노동 가치 통계청 자료.

여성은 가사노동 이외에도 노동시간, 육아에 상당한 시간을 할애하고 있다. 바쁜 현대인을 위해 시간적인 문제와 체력적으로도 힘든 부분을 해결할 수 있는 방법을 고찰하고, 사용자의 간섭 없이도 간편하게 청소를 할 수 있는 청소로봇 제작의 필요성이 느껴진다.

[표 1] 창문 청소 로봇과 욕조 청소 로봇 비교

	유/무선	단가(만원)	에너지 소비(W)
창문 청소 로봇	유선	10~115	80
욕조 청소 로봇	무선	50	11

위의 표를 보면, 시중에 판매하고 있는 창문 청소 로봇은 유선이므로, 공간에 대한 제약을 가지고 있으며, 에너지 소비도 80W로 전력 소모가 크다는 것을 알 수 있다. 위와 같은 단점을 해결하고자 욕조 청소로봇은 기존 로봇보다 저렴하고, 무선이기 때문에 청소 시 공간에서의 제약 또한 갖지 않으며, 에너지 소비도 11W로써 창문 청소 로봇에 약 8배 정도 낮은 전력 소모를 보이는 로봇을 구상하였다. 욕조 청소 로봇은 욕조 이외에 세면대, 싱크대 등에서도 활용될 수 있어 시중에 판매되고 있는 창문 청소 로봇보다 사용자가 더 편리하게 사용될 것으로 예상된다.

2. S/W 구성

2.1 ROS

ROS는 로봇용 공개소스 메타 운영체제이다. ROS는 일반 운영체제에서 제공하는 하드웨어 추상화, 저수준 기기 제어, 빈번히 사용되는 기능들이 구현되어 있으며, 프로세스 간 메시지 전달, 패키지 관리 기능 등을 제공한다. 또

한, ROS는 여러 컴퓨터 시스템 작동하는 코드를 얻어오고, 빌드하고, 작성하고, 실행하기 위한 도구 및 라이브러리를 제공한다. 욕조 청소 로봇이 ROS 네트워크와 통신하고 센서 데이터를 시각화할 수 있게 해준다. ROS 로그 파일을 가져와서 기록된 데이터를 시각화, 분석 및 후 처리를 해준다. Python 언어를 이용해 프로그램 개발을 하였고, 단순히 API를 불러와 사용하던 코드에 쉽게 삽입할 수 있도록 설계되었다.

2.2 SLAM

SLAM은 컴퓨터 비전(Computer Vision) 및 딥러닝과 결합하여 카메라를 이용, 3차원 공간상의 위치를 추정하고 동시에 주변 정보를 취합한 지도를 가상공간에 만들어 내는 Visual SLAM(시각 정보를 이용한 동시적 위치 추정 및 지도 작성 기술)로 발전하고 있다. 이는 자율주행, 증강현실, 가상현실 구현 등에 적용되고 있다. 욕조 청소 로봇이 주행을 했을 때, 자신의 위치에 대한 정보를 지도로 가상공간에 만들어 낸다. 3차원 시각화 도구는 Rviz를 이용하여, 데이터를 시각화하여 확인 할 수 있다. 센서로 부터 장애물과의 거리와 같은 3차원 거리 센서의 포인트 클라우드 데이터(PCD), 카메라로부터 취득한 이미지값 등을 별도의 프로그래밍 없이 표시할 수 있다. 이 가상공간을 통해, 3차원 공간에서의 자신의 위치를 파악하여 스스로 욕조를 주행하는데 도움이 된다.

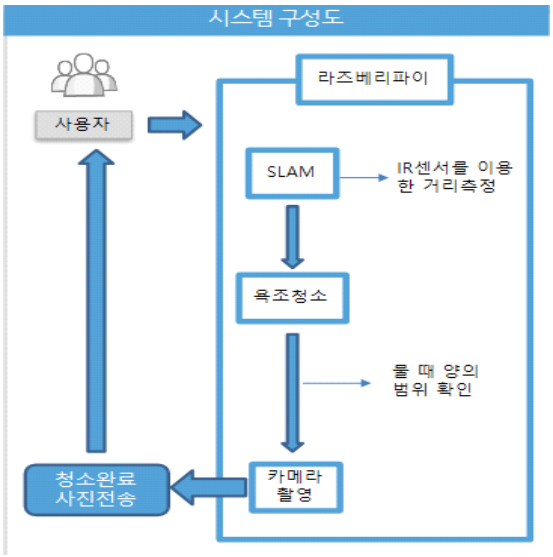
2.3 경로탐색 알고리즘

일반적으로 경로계획은 전역경로계획(Global Path Planning)과 지역경로계획(Local Path Planning)으로 나뉜다. 전역경로계획은 주어진 지도를 이용하여 오프라인 상에서 최적의 주행경로를 생성한다. 지역경로계획은 이동로봇이 실시간으로 센서 정보를 이용하여 충돌을 회피하고 안전하게 목적지로 경로를 생성한다. 큰 비용(메모리, 시간)이 요구되는 시스템의 경우 전역과 지역으로 나누어 경로 문제를 해결한다. 큰 문제를 거시적인 관점과 미시적인 관점으로 나누어 해결함으로써 시스템에 로드를 분산할 수 있을 뿐 아니라 실시간성을 보장하며 안전한 경로계획은 수행 할 수 있다.

- A* 알고리즘 : 주어진 지도에서 경로를 생성하기 위해 지도를 격자 형태로 나누고 지도의 현재 지점에서 인접한 8방향을 검색, 그 중에 계산된 총 거리의 값이 가장 작은 노드를 선택하는 방법으로 경로를 찾아가는 방식이다.
- 코너를 고려한 경로 생성 : 코너를 만났을 때 감속하는 정도에 따라 가중치를 부여 하여 조건을 만족하는 경로 중에서 되도록이면 코너가 많지 않은 경로를 생성한다.

욕조 청소 로봇이 각 코너에 부딪히기 전을 인지하여, 알아서 자동으로 꺾을 수 있는 것을 도와주는 알고리즘이다. 다음 알고리즘은 코너에 부딪히기 전에 거리를 계산하여 주행할 수 있게 한다.

2.4 시스템구성



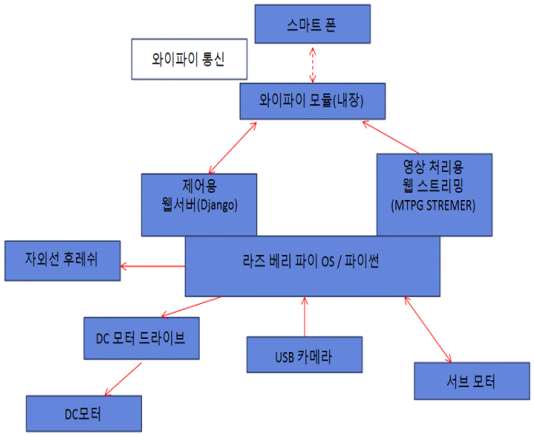
[그림 2] 전체 시스템 구성.

3. H/W 구성

본 논문에서는 라즈베리파이를 이용하여, ROS와 SLAM을 구축하고, 모터를 구동하여 솔질, 그리고 카메라를 촬영한다.

3.1 전체 시스템

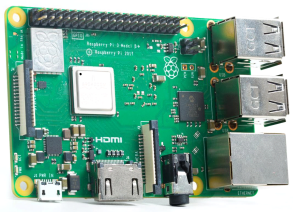
욕조 로봇 청소기는 IR센서를 이용한 거리를 측정하고, ROS&SLAM으로 자신의 위치를 파악한다.
물 때 양의 범위를 확인하여 솔질을 하고, 청소가 끝난 후에는 사용자에게 SMS/SNS/MMS로 전송하여 청소 상태를 쉽게 확인 할 수 있게 한다.



[그림 3] 전체 시스템 구조.

3.2. 메인 컨트롤러

본 논문에서는 메인 컨트롤러로 리눅스 커널 기반 운영체제를 사용하는 라즈베리파이를 사용하였다. 라즈베리파이는 Raspbian이라는 데비안 계열의 자유 운영 체제가 가장 권장되는 시스템이다. 라즈베리파이는 그림 4와 같이 키보드, 모니터 등을 뺀 단일 보드만으로 구성됐다. 다시 말해 컴퓨터 일부 부품인 셈이다. 컴퓨터는 이미 보드에 정해진 기능이 있고, 확장할 수 없다. 하지만 라즈베리파이는 사용자가 원하는 대로 기능을 확장하거나 용도를 변경할 수 있다. 2016년 라즈베리파이3 모델 B가 출시되었는데, 무선 랜과 블루투스 기능이 내장되고 이전보다 더 나은 프로세서가 장착되어 전력적인 면에서도 기능이 개선되었다. 또한 스마트 홈, 스마트플랫폼, 네트워크 구축, 빅데이터 분석 등의 연구에도 사용할 수 있게 되었다.



[그림 4] Raspberry Pi 3.

3.3 IR센서

적외선 센서는 센서와 물체사이의 거리를 측정하는 센서이다. 적외선은 눈으로 직접 볼 수 없지만 측정하려는 물체로 적외선을 송신하고 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 계산하여 거리를 알 수 있다. 욕조 청소 로봇의 장애물 회피를 위해 적외선 센서를 이용하여 장애물을 감지했을 때 충돌로부터 안전하다고 판단될 때 까지 이동하게 하는 알고리즘을 제작한다.

[그림 5] IR센서.

3.4 모터

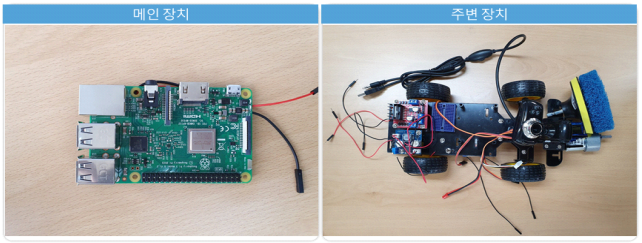
DC 모터란, 고정자로 영구자석을 사용하고, 회전자(전기자)로 코일을 사용하여 구성한 것으로, 전기자에 흐르는 전류의 방향을 전환함으로써 자력의 반발, 흡인력으로 회전력을 생성시키는 모터이다. 서보 모터는 180• 회전을 기본으로 하며 PWM을 이용해서 회전 각도를 제어할 수 있다.

DC모터, 서보모터를 메인컨트롤러와 연결 후, 제어하여 로봇의 자율동작 및 청소 솔을 동작시키고, 카메라의 각도를 조절하여 청소상태를 사진으로 모니터링을 할 수 있게 한다.

[그림 6] DC모터.

[그림 7] 서보 모터.

4. 구현 및 성능 평가

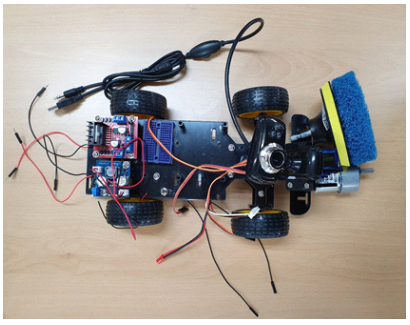


구분	장치	기능
메인 장치	Raspberry pi 3	모터, 스위치 및 카메라 동작
주변 장치	DC Motor	바퀴 및 청소솔 동작
	USB Camera	청소상태 점검 및 사진촬영
	Battery	전력공급
	청소솔	바닥 청소

[그림 8] 시스템 구현 모습.

각종 센서 에서 측정된 데이터는 라즈베리파이 포트를 거쳐 데이터 값들로 인하여 동작한다.

구현된 시스템을 이용한 실험은 그림 9와 같이 학교 실험실에서 진행하였다.



[그림 9] 테스트를 위한 시스템 외형.

5. 결과

실험을 통해, 욕조 청소 로봇이 Path Planning 알고리즘을 이용하여 사용자의 간섭 없이, 스스로 알아서 자율 동작을 한다. 카메라로 물때를 확인하여, DC모터를 이용하

여 솔질을 한다. 청소를 다 끝나고 난 뒤에는 사용자가 청소가 다 되었는지 눈으로 직접 확인 할 필요가 없으며, 청소가 끝나는 시간에 대한 염려하여 다른 개인적인 일에 대한 방해도 없다. 욕조 청소 로봇이 청소가 끝나고 난 뒤에, 사용자에게 SMS/MMS/SNS로 청소가 완료된 사진을 보내어 확인을 시켜주기 때문이다. 사용자는 받은 사진을 통해서 청소 결과를 직접 육안으로 확인하지 않고도 볼 수가 있다.

이 욕조 청소 로봇은 향후 활용 분야에서도 기대해 볼 수 있다. 화장실 이외에 세면대, 싱크대 등에서도 사용이 가능하다. 특히, 몸이 아픈 환자들이나 연세가 있으셔서 힘이 부족하고, 몸이 불편한 노인 분들도 쉽게 사용하기 편하다.

로봇이 자동으로 청소를 해줌으로써 쉽게 욕조를 청소하는 노동의 부담이 감소하고, 육안으로 확인하기 힘든 부분도 확인이 가능하게 해주며, 개인 여가시간 확보에 따른 삶의 질도 향상이 될 것이다.

참고문헌

[1] “ROS” <wiki> [Internet]. Available: http://wiki.ros.org/ko/ROS/Introduction

[2] “ROS 설치” <네이피어의 블로그> [Internet]. Available: http://blog.napier.kr/blog/2019/02/07/ros-%EC%84%A4%EC%B9%98%ED%95%98%EA%B8%B0-raspberry-pi-ubuntu-mate-ros-kinetic/

[3] “ROS 로봇 프로그래밍” [book] <표윤석, 조한철, 정려운, 임태훈 지음>

[4] "Path Planning" <Journal of Korea Robotics Sociey> [Internet]. Available: http://www.jkros.org/journal/article.php?code=2157

[5] “무인 자율 주행을 위한 Path Planning & Vehicle Control 기술” <연세대학교, 전자공학회지 2014.1>

[6] Kim, Joo-Hun “ A Study On any Curve Tracking in 3-D using CCD Camera and Infrared Sensor” <전남대학교 논문 2004.02>

[7] 오경수, 이강희, 정기철 “A Study on Autonomous Navigation of the Robot Model based on SLAM, ROS and Kinect” <숭실대학교 논문 2017.06>

[8] 임경수 “Business Plan for the Development of Bathroom Cleaner” <호서대학교 석사학위논문 2018.05>

[9] 나카자와 카즈키 “적외선 센서를 이용한 가상 목표 생성에 의한 장애물 회피” <아주대학교 논문 2005.07>

[10] “적외선 센서를 이용한 거리측정” <tistory blog> [Internet]. Available: https://raduino.tistory.com/27

[11] 하남현(2018.10.09.)"빨래·청소 … 여성 집안일 가치 연 1077만원, 남성의 3배",중앙일보 Available: https://news.joins.com/article/23030962

[12] “자율주행 청소 로봇 출시” [Internet.] <소프트뱅크, 장길수 기자> Available: http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=14489

[13] “교육용 모터 제어 시스템 구현 연구" <경복대학교 논문, 배희호 저자>

[14] “라즈베리 파이 환경에서의 파이썬 기반 영상 분석” <금오공과대학교 논문, 김선영 교수자>

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.