

스마트 자율주행 공기청정기

신효진, 임아연, 이성희, 윤지희
한국산업기술대학교 컴퓨터공학부

tlsgywls888@naver.com, limay9812@gmail.com, heeracle@naver.com, 9ummi6ear@kpu.ac.kr

Smart Autonomous Moving Air Purifier

Hyo-Jin Shin, Ah-Yeon Lim, Seong-Hee Lee, Ji-Hui Yun
Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

요 약

공기청정기는 필터 크기에 따라 공기를 정화할 수 있는 표준 사용 면적이 존재하기 때문에 넓은 공간에서 사용할수록 부피가 큰 공기청정기를 사용해야 하는 불편함이 존재한다. 이 문제점을 해결하기 위해 스마트 자율주행 공기청정기를 개발하였다. 본 논문에서는 소형 공기청정기에 자율주행 기능을 추가하여 간편한 조작만으로 여러 공간의 공기질 파악과 정화가 가능하도록 구현하였다.

1. 서론

최근 미세먼지가 기승을 부리며 건강 피해가 심각해지고 있다. 또한 코로나 19 사태 이후로 실내에 머무는 시간이 길어지며 공기청정기에 대한 관심이 증가하였다.

그러나 기존 공기청정기는 필터 크기에 따라 정화할 수 있는 표준 사용 면적이 존재한다. 따라서 사무실과 공공장소 같은 넓은 공간을 정화하기 위해서 대형 공기청정기나 소형 공기청정기 여러 대가 필요하다는 단점이 존재한다. 이러한 기존 공기청정기의 한계점을 극복하기 위해 본 논문에서는 소형 공기청정기에 자율주행 기능을 탑재한 ‘스마트 자율주행 공기청정기’를 개발하였다.

자율주행 공기청정기는 ROS(로봇 운영체제, Robot Operating System)기반의 터틀봇 3(TurtleBot3)을 활용하여 사용자의 선택에 따라 주행하며, PMS7003 센서로 미세먼지를 측정하고, 팬과 필터를 통해 정화를 진행한다.

이를 통해, 기존 공기청정기의 한정된 정화 능력을 극복하고 소형 공기청정기 한 대로 더 넓은 면적을 정화하는 효과를 기대할 수 있다.

2. 세부 설계 및 구현

2.1 개발환경

본 논문의 자율주행 공기청정기는 Ubuntu 16.04 에서 개발되었으며, 로봇 소프트웨어 플랫폼 ROS

Kinetic 버전을 사용하였다. 공기청정기 기능은 Python 으로 개발하였으며, 자율주행은 C++로 개발하였다.

미세먼지 값을 기반으로 자율주행하는 것을 확인하기 위해 향을 피워 임의로 수치 값을 높임으로써 테스트를 진행하였다.

2.2 하드웨어

이 자율주행 공기청정기의 하드웨어 구성은 총 5 층으로 최상위층인 5 층에는 라이다 센서, 미세먼지 센서(PMS7003), 온습도 센서, 4 층에는 라즈베리파이 3B+, LCD, RGB LED, 3 층에는 정화 팬, 릴레이 센서, 해파필터, 2 층에는 Open CR1.0, 1 층에는 배터리, 휠, 다이내믹 셸이 위치해 있다.(그림 1)

라이다 센서는 TOF 방식으로 주변 물체를 파악하여 매핑을 하고, 매핑된 지도를 기반으로 자신의 현재 위치를 찾으며 자율주행 공기청정기의 자율주행 기능에 필요하다.[1]

PMS7003 센서는 센서 내 레이저와 팬을 이용해 공기 중 미세먼지 수치를 측정한다.[2] 온습도 센서는 자율주행 공기청정기의 부가적인 기능인 온습도 수치를 알려주는데 사용된다.

LCD 센서에는 미세먼지 수치, 온습도 수치를 표시하며 RCG LED 센서는 미세먼지 수치에 따라 파란색, 초록색, 빨간색으로 표시하여 수치 값을 사용자에게 직관적으로 보여준다.

미세먼지 수치 값은 미세먼지 PM10 (ug/m3)을 기준으로 0~30 일 때는 ‘좋음’으로 파란색, 31~80 일 때 ‘보통’으로 초록색, 81~150 일 때 ‘나쁨’으로 노

란색, 150 이상일 때 ‘매우 나쁨’ 으로 빨간색으로 표시한다.[3]

정화 팬과 릴레이 센서는 항상 작동되고 있는 상태로 자율주행 공기청정기가 작동하는 동안 팬을 통해 외부 공기가 공기청정기 내부로 들어오게 된다. 이 과정에서 헤파필터가 외부 공기의 미세먼지를 거르고 정화된 공기가 외부로 방출되며 공기를 정화한다.

휠과 다이내믹 셀은 자율주행 공기청정기가 주행할 때 필요한 부품이다.

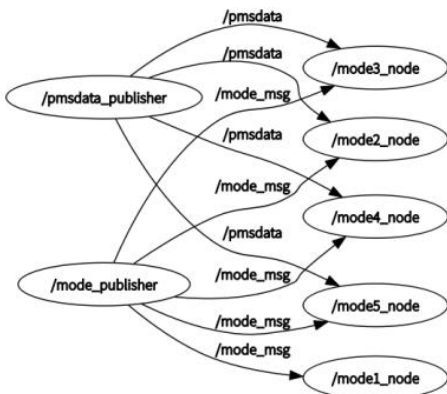


(그림 1) 하드웨어 구성.

2.3 통신

미세먼지 센서를 통해 측정된 미세먼지 데이터는 단방향 통신 방법인 토픽 통신[4]을 통해 /pmsdata_publisher 에서 /mode1_node, /mode2_node, /mode3_node, /mode4_node, /mode5_node 로 /pmsdata 를 전송하였다.

사용자에 의해 선택된 모드 데이터의 경우, 토픽 통신을 통해 /mode_publisher 가 /mode_msg 를 송신하고 /mode1_node, /mode2_node, /mode3_node, /mode4_node, /mode5_node 가 수신하게 된다.(그림 2)



(그림 2) 통신 그래프.

2.4 모드

사용자는 스스로 적합한 자율주행 모드를 선택할

수 있다. 제공하는 모드는 5 가지로 다음과 같다.

모드 1) 사용자 설정 스팟 이동 모드

모드 1의 경우, SLAM 을 통해 그려진 지도 내 스팟을 x 좌표, y 좌표 배열로 설정한 후 사용자의 목적지를 입력을 받아 해당 스팟으로 이동한다.

모드 2) 전체 스팟 데이터 측정 모드

모드 2가 실행되면, 전체 스팟을 주행하며 각 스팟의 미세먼지 데이터를 측정한다.

모드 3) 최고 미세먼지 스팟 이동 모드

모드 3이 실행되면, 전체 스팟을 주행하며 각 스팟에서 일정 주기 동안의 미세먼지 데이터를 수신하여 평균을 산출한다. 각 스팟의 평균값은 정렬하여 최고 미세먼지 스팟을 찾고 해당 스팟으로 이동하게 된다.

모드 4) 미세먼지 수치에 따른 자율주행 모드

모드 4는 전체 주행하며 미세먼지를 측정 후 최고 미세먼지 스팟으로 이동하여 정화를 진행한다. 정화중 수치가 좋음 단계가 되거나 지정한 시간이 지나면 다시 측정 후 정화하는 과정을 반복한다.

모드 5) 순차적 자율주행 모드

모드 5의 경우, 스팟을 순차적으로 주행하며 미세먼지를 측정하고 그 수치에 따라 시간을 다르게 정화를 진행한다. 데모 환경에서는 좋음 단계에서는 0 초, 보통 단계에서 10 초, 나쁨 단계에서 15 초, 매우 나쁨 단계에서 20 초를 설정하였다.

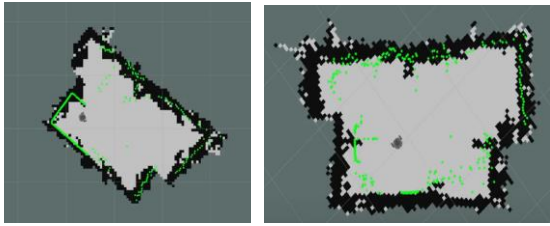
3. 구현결과

모드를 실행하기 전 지도를 생성하고 (그림 3), 생성된 지도를 기반으로 자신의 위치 확인이 완료되면 실행된 모드를 작동하는 방식으로 모드 3,4 는 모드별 미세먼지 평균 수치를 정렬한 후 최고 미세먼지 센서 값이 측정된 구역으로 이동하여 정화하는 기능이 구현되었다.(그림 4)

모드 실행 시 발생하는 장애물은 turtlebot3_navigation 패키지[5]를 활용하여 인식, 회피한다. (그림 5)

위의 각 세부 기능들과 더불어 주 기능인 모드 1,2,3,4,5 모두 구현하였다.



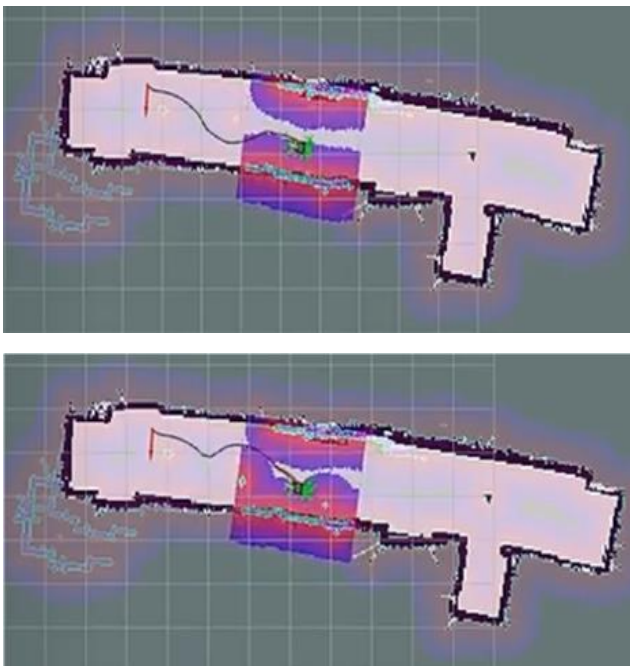


(그림 3) 매핑 중 캡처본과 완성된 지도.

```

---sorting print---
spot[0]
x: -1.2704
y: 1.8937
dust: 18
-----
---sorting print---
spot[1]
x: 0.1278
y: 0.7525
dust: 13
-----
---sorting print---
spot[2]
x: -1.7138
y: 0.9932
dust: 12
-----
---sorting print---
spot[3]
x: -0.7061
y: 0.0396
dust: 12
-----
    
```

(그림 4) 정렬된 데이터.



(그림 5) 장애물 발생 전과 발생 후 경로를 변경한 모습.

4. 결론 및 향후 연구과제

시중 공기청정기 대비 가장 큰 장점은 로봇 내장 미세먼지 센서로, 자체적으로 먼지 수치를 측정하고 해당 값을 기반으로 자율주행 하는 것이다. 또한 소형이므로 쉽고 자유롭게 주행하며 정확할 수 있다. 5회 미만의 제어로 사용자는 원하는 방식의 정확 모드를 선택할 수 있으며, 해당 모드를 1회 또는 무한 반

복하며 정확할 수 있다.

향후 더 사용자 친화적인 서비스를 위해 어플리케이션을 통해 공기청정기를 제어할 수 있도록 ROS 통신과 소켓통신을 동시에 사용하는 연구가 필요하다. 해당 통신이 구현되면 사용자는 실내가 아닌 외부에서 공기청정기를 제어하며 언제든지 공기 정화를 하고 수치를 확인해 볼 수 있다.

참고문헌

[1] 김종덕, 권기구, 이수인 지음, “라이다 센서 기술 동향 및 응용”, 2012 Electronics and Telecommunications Trends, 27 권 6 호, 2012

https://ettrends.etri.re.kr/ettrends/138/0905001782/134-143_27-6.pdf

[2] PMS7003

<https://www.devicemart.co.kr/goods/download?id=10917688&rank=1>

[3] 미세먼지 수치 기준

<http://www.me.go.kr/mamo/web/index.do?menuId=16201>

[4] 토픽 통신

표윤석, 조한철, 정려운, 임태훈 지음, “ROS 로봇 프로그래밍 개정증보판”, 루비페이퍼, 2017

https://github.com/robotpilot/ros-seminar/blob/master/07_ROS_%EA%B8%B0%EB%B3%B8_%ED%94%84%EB%A1%9C%EA%B7%B8%EB%9E%98%EB%B0%8D.pdf

[5] turtlebot3_navigation 패키지

<https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/navigation/#run-navigation-nodes>

- 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다 -