

# 인공지능 병원 안내 로봇에 관한 연구

유지상<sup>1</sup>, 박민수<sup>2</sup>, 조성규<sup>2</sup>, 정형준<sup>3</sup>, 박상욱<sup>2</sup>, 이성진<sup>1</sup>

<sup>1</sup>동서울대학교 전자공학과

<sup>2</sup>동서울대학교 컴퓨터정보과

<sup>3</sup>동서울대학교 전기정보제어학과

jisang1103@naver.com, hskiok@naver.com, csk2751@gmail.com, sba418@naver.com, qkrtkddnr55@naver.com, sungjinlee@du.ac.kr

## A Study on the Artificial Intelligence based Hospital Guide Robot Systems

Jisang Yoo<sup>1</sup>, Minsu Park<sup>2</sup>, Sungkyu Cho<sup>2</sup>, Hyeoungjoon Jeong<sup>3</sup>, Sanguk Park<sup>2</sup>, Sungjin Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electronic Engineering, Dong Seoul University

<sup>2</sup>Dept. of Computer Engineering, Dong Seoul University

<sup>3</sup>Dept. of Electrical and Information Engineering, Dong Seoul University

### 요 약

최근 인건비보다 저렴하게 사용할 수 있는 자율주행 로봇에 대한 수요가 증가하고 있다. 팬데믹의 영향으로 마스크 착용과 체온 측정이 의무화되어 키오스크, 체온 측정기와 같은 비대면 서비스의 수요 또한 증가하였다. 하지만 이러한 기능들은 각기 다른 기계에서 독립적으로 사용되며, 현재 보급된 자율주행 로봇을 병원에서 사용하기에는 적합하지 않다고 판단하였다. 본 연구에서 개발한 마스크 착용 여부 확인, 체온 확인, 자율주행을 활용한 안내 기능을 탑재한 인공지능 병원 안내 로봇을 통해 의료진의 업무 효율화 및 잠재적 비용 감소 효과를 기대한다. 본 연구에서는 마스크 착용 여부 확인을 위해 사용한 YOLOv5 알고리즘 훈련 결과를 통하여 높은 성능을 확인하였고 열화상 카메라를 사용한 체온 측정 알고리즘을 개발하였다. 또한, 실내 자율주행 실험을 통하여 Cartographer, Navigation 기능이 정상적으로 작동함을 확인하였다.

## 1. 서론

전 세계를 강타한 팬데믹 Covid-19로 인해 다수의 분야에 비대면 서비스와 로봇 프로세스 자동화 즉, 디지털 가속화가 급속히 진행되고 있다. [1] 그중에서도 병원은 팬데믹 환자들의 출입이 잦아 의료진은 위험에 쉽게 노출된다. 이에 로봇을 이용한 환자 응대 시스템에 대한 수요는 빠르게 증가하고 있다.

현재 음식점이나 건물 로비에서 사용되는 서빙 로봇, 안내 로봇과 같은 인공지능 로봇이 보급되었지만, 이러한 로봇들을 병원에서 사용하기에 적합하지 않다고 판단하였다. 따라서 본 논문에서는 병원에서 필요로 하는 기능들을 탑재한 로봇 개발에 관한 연구를 진행하였다.

본 연구는 마스크 착용 여부 확인, 체온 확인, 자율주행을 통한 환자 안내 기능을 탑재한 로봇의 개발을 통해 열악한 병원 환경에서 작업하는 인력을 보조함으로써 의료진의 업무 효율화 및 잠재적 비용 감소 효과를 기대한다.

## 2. 본론

본 논문에서 개발한 비대면 의료보조 로봇의 제작은 로봇용 오픈소스 프레임워크인 ROS(Robot Operating System)를 기반으로

제작되었다. Cartographer와 Navigation 알고리즘을 통해 사용자를 최적의 경로로 안내, Web Cam을 통하여 사용자의 마스크 착용 여부를 판단하고 열화상 카메라를 통해 체온을 측정하는 시스템을 개발하였다.

### 2.1 시스템 구조

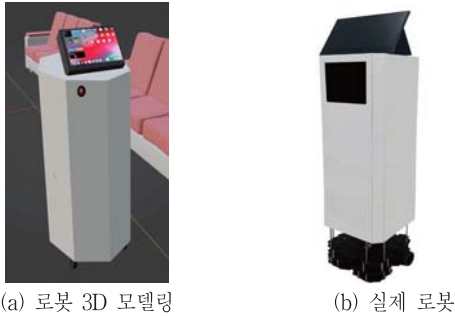


(그림 1) 센서 구성.

Fig. 1 sensor configuration.

본 로봇에 탑재된 센서의 구성은 그림 1과 같다. AGX Xavier 보드에 Thermal Cam과 Web Cam을 연결하여 각각의 픽셀 값을 받아온다. OpenCV-python을 통하여 이미지를 실시간으로 가공하고 각각의 알고리즘을 실행한다. 로봇 본체에 장착된 AGX Xavier 보드는 Host PC와 ssh를 통하여 통신한다.

## 2.2 하드웨어



(그림 2) 병원 안내 로봇.  
Fig. 2 Hospital guide robot.

<표 1> 병원 안내 로봇 구성품 사양

Table 1. Hospital guide robot component specifications

Robot Component	Size	Weight
Width×Length	27cm×27cm	7.5kg
Height	110cm	
Display	36cm×24cm	1.05kg
Foothold	28cm×30cm	1.8kg

그림 2-(a)는 병원 안내 로봇을 3D 모델링 프로그램인 Blender로 구현한 것이다. 표 1에서 로봇의 구성품 사양을 정리하였다. 표 1의 값들은 기존에 있던 다른 안내 로봇의 규격을 반영함과 동시에 제작 중인 로봇의 하단에 위치한 터틀봇3 [2]와 플 파이의 부품 크기를 반영하여 설정하였다. 그림 2-(b)는 현재 설계도면을 기반으로 제작된 병원 안내 로봇의 실제 모습이다. 로봇의 디스플레이 상단부에 카메라를 설치하여 마스크 착용 여부와 환자의 체온을 측정하도록 설정하였다. 또한, 로봇의 후면에 물건을 수납할 수 있는 공간을 만들어 병동 내에서 필요한 물품이나 환자들에게 약품을 전달해 주는 임무를 수행한다.

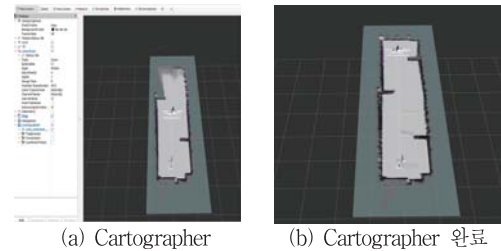
본 논문에서 설계한 인공지능 병원 안내 로봇은 침상이나 책상 사이에 좁은 공간을 다니기 위하여 제자리 회전이 쉬운 보조 바퀴 1개를 추가하였고, 빠른 회전을 위하여 회전속도가 1.82rad/s인 터틀봇3 와플 파이를 장착하였다. 지도작성 알고리즘인 SLAM의 사용과 장애물 회피 및 최적의 경로설정을 위해 본체 하단부 중앙에 라이다를 장착하였다.

## 2.3 소프트웨어

본 절에서는 병원 안내 로봇의 병원 내 자율주행 구현을 위해

Lidar를 사용해 Cartographer로 map을 생성하며 Navigation을 통한 목적지까지의 자율주행 및 장애물 회피 기능을 수행하였다.

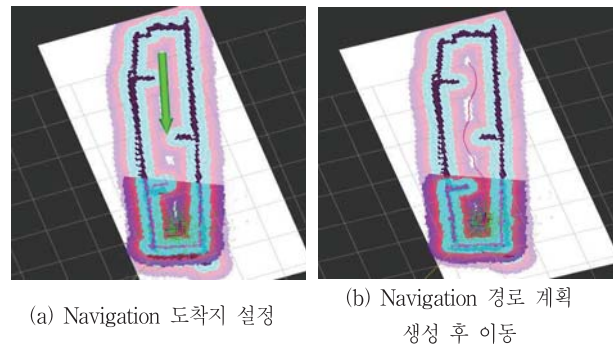
### 2.3.1 Cartographer



(그림 3) Cartographer를 통한 Mapping.  
Fig. 3 Mapping via Cartographer.

그림 3-(a)는 원격접속으로 로봇에서 Cartographer를 통해 2D Lidar로 RViz를 사용해 SLAM(임의의 공간에서 현재 위치를 추정하여 지도를 그리는 기술)을 진행하였다. 주행은 원격 조작 노드인 teleop을 사용하여 Map을 작성했다. 그림 3-(b)에서는 SLAM을 완료하였고 nav2\_map\_server 패키지의 map\_saver\_cil 노드를 사용해 map을 저장하였다. map은 ROS에서 일반적으로 사용되는 2차원 OGM(Occupancy Grid Map)을 사용하였다.

### 2.3.2 Navigation



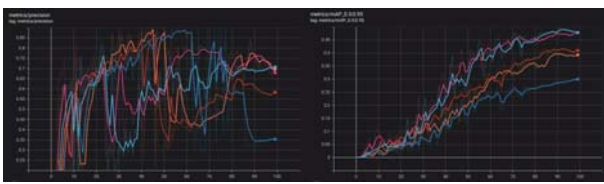
(그림 4) Navigation 실행 모습.  
Fig. 4 Navigation execution appearance.

그림 4-(a)는 트랙을 SLAM을 사용하여 생성된 Map을 사용하여 Navigation을 실행시킨 후 도착지 설정하는 모습이다. Navigation을 실행했을 때 로봇의 현재 위치, Map 그리고 장애물이 Navigation 화면에 표시가 되고, Navigation goal을 사용하여 도착지를 설정하였다. 그림 4-(b)는 그림 4-(a)에서 도착지 설정을 한 후 Navigation 경로 계획 생성 후 이동하는 모습이다. 현재 사용하고 있는 [3]ROS2 Navigation 패키지의 노드인 planner와 controller가 실행된다. planner란 Navigation을 사용하여 도착지 설정 후 도착지까지의 경로를 만들어내는 노드이고 controller란 장애물을 판단하여 피해서 이동하고, planner에서 생성한 경로를

따라가는 기능이다. ROS Topic을 통해 Navigation 실행 시 전달 되는 도착지의 좌표값을 확인한 후, 해당 좌표를 ROS2 action을 통하여 전달하면 RViz에서 마우스를 통해 좌표를 입력하지 않고 도 도착지로 이동할 수 있다.

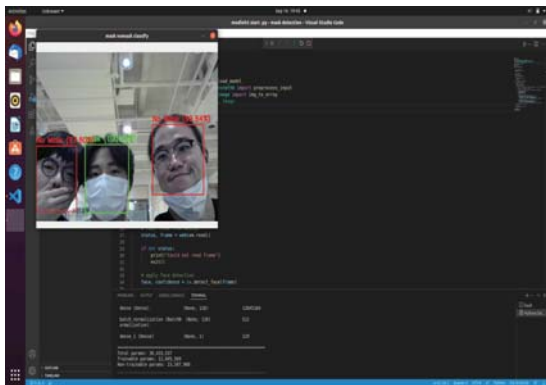
### 2.3.3 마스크 착용 여부 확인

코로나 팬데믹 상황으로 인한 거리 두기 방침이 완화되어 실외 마스크 착용은 해제되었지만, 실내의 마스크 착용은 의무화되어 있다. 이에 따라 방문자의 마스크 착용 여부 확인을 위해 객체 탐지 기술을 보유한 YOLOv5 모델을 채택했다. 마스크 착용 여부 확인 학습을 위해 [4]roboflow의 Mask Wearing Dataset을 사용하여, YOLOv5 모델로 학습을 수행했다.



(a) Precision (b) Recall

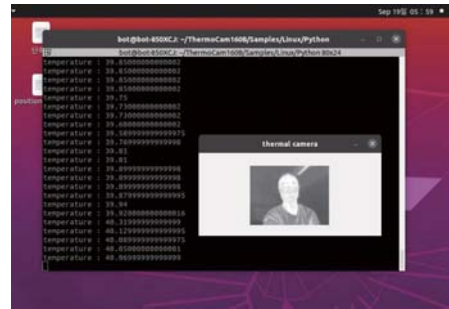
(그림 5) YOLOv5 훈련 결과 그래프.  
Fig. 5 YOLOv5 training results graph.



(그림 6) 마스크 착용 여부 인식.  
Fig. 6 Recognizing whether a mask is worn.

그림 5에 YOLOv5를 통한 YOLOv5x(연분홍색), YOLOv5s(주황색), YOLOv5l(하늘색), YOLOv5n(파랑색), YOLOv5m(빨강색) 모델의 훈련 결과를 나타낸다. google colab 환경에서 epochs 100, batchsize 16으로 학습하였다. 학습 결과의 지표 중 정확한 마스크 착용 여부가 가장 중요하다고 판단하여 속도와 정확도, 효율 중 정확도를 주요 기준으로 선정하였다. 그러므로 Recall, Precision, mAP\_0.5:0.95, loss 값을 평가 기준으로 선정하였고, YOLOv5 모델 중 평가 기준에 YOLOv5l, YOLOv5x이 좋은 성능을 보였고, YOLOv5l이 3개(mAP\_0.5:0.95, Recall, Precision)의 지표에서 YOLOv5x 보다 높은 성능을 보였고, YOLOv5x는 1개(loss 값)의 지표에서 높은 성능을 보였다.

### 2.3.4 열화상 카메라를 사용한 고열환자 인식



(그림 7) 열화상 카메라 사진.  
Fig. 7 thermal camera image.

Thermoeye 사의 ThermoCam160B를 사용하여 160 x 120의 픽셀 값을 받는다. 픽셀의 범위가 작아 로봇의 터치스크린 위에 위치하여 사용자가 바라보았을 때 사용자의 상반신을 촬영할 수 있도록 각도를 조정하였다. OpenCV에서 제공하는 함수들을 사용하여 전체 픽셀의 값 중 최댓값을 추출하고 절대온도 값을 섭씨온도로 변환하여 최대 온도가 적정온도를 넘지 않을 때 경로설정 인터페이스로 넘어갈 수 있도록 UI를 구성한다.

## 3. 결론

본 논문에서는 팬데믹 시대에 발맞추어 로봇을 통해 방문자의 마스크 착용 여부를 판단하고 체온을 측정한 후, 길을 안내해 주는 인공지능 병원 안내 로봇을 ROS2를 활용하여 개발하였다. 병원 안내 로봇이 개발됨으로써 의료진들의 편리하고 효율적인 업무처리를 기대한다. 본 연구의 후속 연구는 다음과 같다. LiDAR와 Camera의 센서 퓨전을 통하여 안내 기능의 안정성을 높일 것이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신 창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

## 참고 문헌

[1] Accelerating Digital Transformation with COVID-19  
<https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148900736>

[2] TURTLEBOT3 Waffle Pi  
<https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/overview/>

[3] ROS2 Navigation  
<https://navigation.ros.org>

[4] Roboflow Mask Wearing Dataset  
<https://public.roboflow.com/object-detection/mask-wearing>