

인공지능 병원안내 로봇에 관한 연구

유지상¹, 박민수², 조성규², 정형준³, 박상욱², 이성진¹

¹동서울대학교 전자공학과

²동서울대학교 컴퓨터정보과

³동서울대학교 전기정보제어학과

jisang1103@naver.com, hskiok@naver.com, csk2751@gmail.com, sba418@naver.com,
qkrtdnr55@naver.com, sungjinlee@du.ac.kr

A Study on the Artificial Intelligence based Hospital Guide Robot Systems

Jisang Yoo¹, Minsu Park², Sungkyu Cho², Hyeoungjoon Jeong³, Sanguk Park²,
Sungjin Lee¹

¹Dept. of Electronic Engineering, Dong Seoul University

²Dept. of Computer Engineering, Dong Seoul University

³Dept. of Electrical and Information Engineering, Dong Seoul University

요 약

본 논문에서는 병원 로봇의 주요기능은 총 3가지로 분류된다. 첫 번째로는 병원 진단 절차 및 진료과목 길을 텍스트와 음성으로 안내함으로써 환자를 안내해준다. 두 번째로는 체온 측정 및 마스크 착용 여부를 확인하여 문진표 작성을 돕는다. 세 번째로는 물품을 로봇에 넣어 병동을 지정하면 병동으로 이동하는 서비스를 제공한다. 본 병원로봇을 통해 병원 업무 효율화 및 잠재적 비용감소 효과를 기대한다.

1. 서 론

전 세계를 강타한 팬데믹 Covid-19로 인해 다수의 분야에 비대면 서비스와 로봇 프로세스 자동화 즉, 디지털 가속화가 급속히 진행되고 있다. [1] 그중에서도 병원은 면역력이 약한 환자들의 출입이 잦고 또한 밀집해 있다 보니 의료진은 위험에 쉽게 노출되어 있게 마련이다. 이에 로봇을 이용한 환자 응대 시스템에 대한 수요는 점차 증대되고 있어 산업계에서는 관련 로봇개발에 집중하고 있는 추세이다.

현재 서빙 로봇, 안내 로봇 등 인공지능 로봇 시장의 규모가 증가하고 있는 반면, 여러 기능이 로봇에 탑재되어 있지 않아 병원에서 사용하기에는 어려움을 겪고 있어서 병원에서 필요로 하는 기능들을 탑재한 로봇개발을 제안한다.

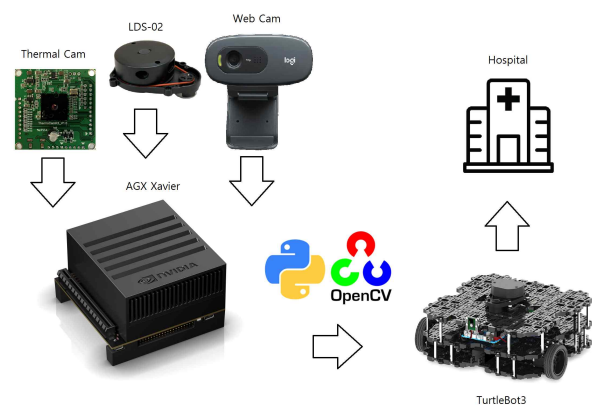
본 연구는 서랍 기능, 길 안내, 온도 측정, 마스크 착용 여부와 같은 여러 기능을 구현하여 비대면으로 인한 열악한 환경에서 작업하는 인력을 로봇으로 대체함으로써 인건비 및 편리성의 상당한 절감 효과를 기대할 수 있다.

2. 본론

본 논문에서는 비대면 의료보조 로봇 제작을 위한 선행연구로써 비대면 의료보조 로봇 시뮬레이터를 로봇용 오픈소스 프레임워크인 ROS(robot operating system)를 기반으로 구현하고, 로봇에 탑재된 화면의 터치를 통해 사용자의 입력을 받아 SLAM과

Navigation을 통해 사용자를 최적의 경로로 안내하는 시스템을 개발하였다. 카메라와 열화상 카메라로 사용자의 마스크 착용 여부를 판단하고 방문자의 얼굴을 인식하여 체온을 측정한다.

2.1 시스템 구조



(그림 1) 시스템 구성도.

Fig. 1 system diagram.

본 시스템의 구성은 그림 4와 같이 AGX Xavier보드에 Thermal Cam과 Web Cam을 연결하여 픽셀값을 받아온다. OpenCV를 통하여 이미지를 실시간으로 가공하고 각각의 알고리즘을 실행한다. 로봇 본체에 장착된 AGX Xavier 보드는 Host PC와 ssh를 통하여 상호작용한다.

2.2 하드웨어



(a) 로봇 3D 모델링 사진



(b) 실제 로봇 사진

(그림 3) 병원안내 로봇 및 하드웨어 구성.

Fig. 3 Hospital guide robot and hardware configuration.

<표 1> 병원안내 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

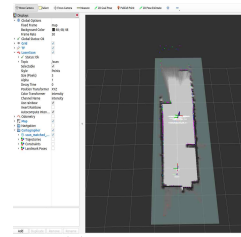
그림 3-(a)는 병원안내 로봇을 3D 모델링 프로그램인 Blender로 구현한 것이다. 표 1에서 로봇의 구성품 사양을 정리하였다. 표1의 값들은 기존에 있던 다른 안내 로봇의 규격을 반영함과 동시에 제작 중인 로봇의 하중에 위치한 로보티즈 와플파이3의 부품 크기를 반영하여 설정하였다. 그림 3-(b)는 현재 설계도면을 기반으로 제작된 병원안내 로봇의 실제 모습이다. 로봇의 디스플레이 상단부에 카메라를 설치하여 마스크 착용 여부와 환자의 체온을 측정하도록 설정하였다. 또한, 로봇의 후면에 물건을 수납할 수 있는 공간을 만들어 병동 내에서 필요한 물품이나 환자들에게 약품을 전달해주는 임무를 수행한다.

본 논문에서 설계한 인공지능병원안내 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 장착했다. 지도 작성 패키지인 SLAM 기능과 장애물 회피 및 최적 경로설정을 위해 본체 중앙부에 라이다를 장착하였다.

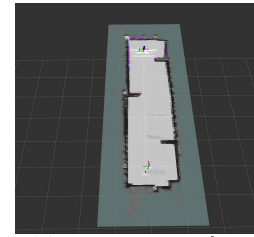
2.3 소프트웨어

본 절에서는 병원안내로봇의 병원 내 자율 주행 구현을 위해 로봇의 Lidar를 사용해 Cartographer로 map을 생성하며 navigation을 통한 목적지 자율 주행 및 장애물 회피 기능을 수행하였다.

2.3.1 Cartographer



(a) Cartographer



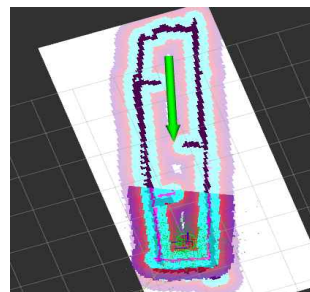
(b) Cartographer 완료

(그림 1) Cartographer를 통한 Mapping.

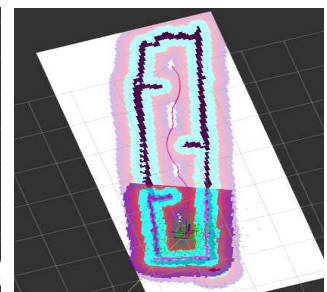
Fig. 1 Mapping via Cartographer.

그림 1-(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 teleop를 사용하여 Map을 작성했다. 그림 1-(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



(a) Navigation 도착지 설정



(b) Navigation 경로 계획 생성 후 이동

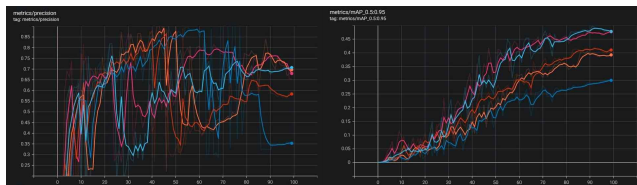
(그림 2) Navigation 실행 모습.

Fig. 2 Navigation execution appearance.

그림 2-(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 2-(b)는 그림 2-(a)에서 도착지 설정을 한 후 Navigation 경로 계획 생성 후 이동하는 모습이다. 현재 사용하고 있는 [5]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. Topic을 실행하고 Navigation에서 도착지를 설정하여 도착지의 좌표값을 확인한 후, Navigation의 노드인 Position Control에 입력하여 실행하면 직접 좌표를 찍지 않고 도착지로 이동하게 할 수 있다.

2.3.3 마스크 착용 여부 확인

코로나 팬데믹 상황으로 인한 거리 두기 방침이 완화되어 실외마스크 착용은 해제되었지만, 실내의 마스크 착용은 의무화되어있다. 이에 따라 방문자의 마스크 착용 여부 확인을 위해 객체 탐지 기술을 보유한 YOLOv5 모델을 채택했다. 마스크 착용 여부 확인 학습을 위해 [3]roboflows의 Mask Wearing Dataset을 사용하여, YOLOv5 모델로 학습을 수행한다.

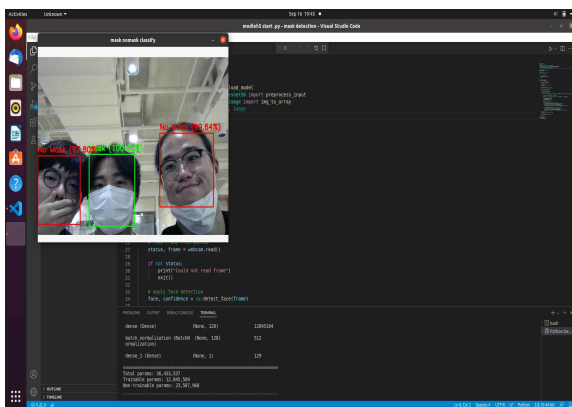


(a) Precision

(b) Recall

(그림 5) YOLOv5 훈련 결과 그래프.

Fig. 5 YOLOv5 training results graph.

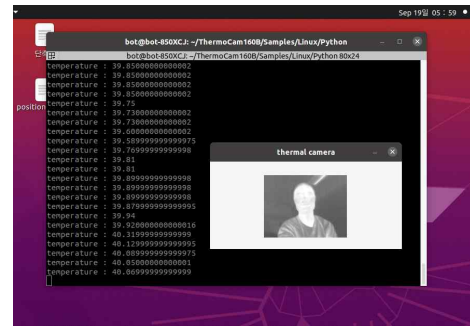


(그림 6) 마스크 착용 여부 인식.

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 16 으로 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(loss값)의 지표에서 높은 성능을 보였다.

2.3.4 열화상 카메라를 사용한 고열환자 인식



(그림 7) 열화상 카메라 사진.

Fig. 7 thermal camera image.

Thermoeye사의 ThermoCam160B를 사용하여 160 x 120 치수의 픽셀값을 받아오는데, 찍을 수 있는 범위가 작아 로봇의 터치스크린 위에 위치하여 사용자가 바라보았을 때 사용자의 상반신을 촬영할 수 있게 조정하였다. OpenCV에서 제공하는 함수들을 사용하여 최댓값을 추출하고 절대온도 값을 섭씨온도로 변환하여 최대온도가 적정온도를 넘지 않을 때 경로설정 인터페이스로 넘어갈 수 있도록 UI를 구성한다.

3. 결론

본 논문에서는 팬데믹 시대에 발맞추어 비대면으로 방문자의 마스크 착용 여부를 판단하고 체온을 측정한 후, 길을 안내해주는 인공지능 병원안내 로봇을 ROS2를 활용하여 개발하였다. 더욱 다양한 분야에서의 인공지능 기술 기반의 의료로봇 기술연구개발이 필요한 시대가 다가왔다. 병원안내 로봇이 개발됨으로써 병원의 환자들과 의료진들에게 현재보다 더 편리하고 효율적인 업무처리를 기대한다. 본 연구의 후속 연구는 다음과 같다. Cartographer를 활용한 로봇 청소기능을 구현할 것이다. 추후 시장 도입 이전 단계에서 카드 결제 시스템을 구현할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참고 문헌

- [1] Accelerating Digital Transformation with COVID-19
- [2] average height in korea
<https://www.kats.go.kr/content.do?cmsid=240&cid=23007&mcode=view>
- [3] Mask Wearing Dataset
<https://public.roboflow.com/object-detection/mask-wearing>
- [4] TURTLEBOT3 Waffle Pi
https://www.robotis.com/shop/item.php?it_id=901-0119-203
- [5] ROS2 Navigation
<https://navigation.ros.org>