

SLAM을 활용한 AI 병원 토탈 서비스 로봇 개발

남현수¹, 김서연¹, 임승원¹

¹이화여자대학교 휴먼기계바이오공학부

pollux1472@ewha.ac.kr, kimkite@ewhain.net, 2170078@ewhain.net

Development of an AI Total Service Robot for Hospitals Using SLAM Technology

Hyunsoo Nam¹, Seoyeon Kim¹, Seungwon Lim¹

¹Division of Mechanical and Biomedical Engineering, Ewha Womans University

요 약

유동 인구가 많고 다양한 서비스를 필요로 하는 병원에서는 여러 기능을 통합적으로 수행할 수 있는 토탈 서비스 로봇이 필요하다. 자율주행, 얼굴인식, 음성 처리기술 등을 적용한 AI 자율주행 토탈 서비스 로봇을 도입함으로써 의료진의 업무 부담을 줄이고, 병원의 운영 효율성을 높이며, 전반적인 서비스의 질을 향상할 수 있다.

1. 서론

의료진의 업무 과중 문제는 꾸준히 제기되고 있다. 그러나 이를 유의미하게 해소할 방안은 아직 도입되지 않았다. 일부 병원에서는 물류 로봇, 안내 로봇 등 서비스 로봇이 업무를 대체하고 있으나, 서비스 로봇은 하나의 주요 서비스를 중심으로 동작한다. 이는 유동 인구가 많고 다양한 서비스가 필요한 병원 환경에서 인력을 대체하는 데 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 자율주행, 얼굴 인식, 음성 처리 기술 등 다양한 인공지능 기술을 적용한 병원 토탈 서비스 로봇을 제안한다. 이를 통해 의료진과 환자를 위한 종합적인 서비스 제공을 목표로 한다.

2. 본론

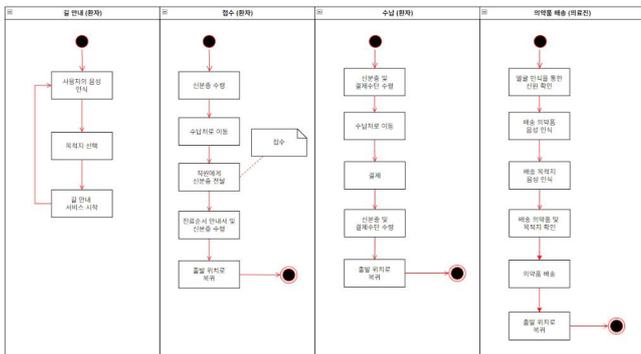


그림 1. 기능 흐름도

본 연구에서는 다양한 기능을 종합적으로 수행하는 의료 토탈 서비스 로봇을 제안한다. 로봇은 의료

진 대상 의약품 배달, 환자 대상 접수/수납 및 길 안내 서비스를 제공한다. 신원 확인이 필요한 일부 기능에는 얼굴 랜드마크 인식 기술을 적용하였다.

로봇은 음성 인식으로 사용자의 요구 사항을 파악하고 맞춤형 서비스를 제공한다. 또한, 자율주행 기능이 탑재되어 이동형 서비스를 수행할 수 있다.

2.1 자율주행(SLAM, Navigation)

터틀봇3 버거로 자율주행 서비스 로봇을 개발하였다. SLAM(Simultaneous Localization and Mapping), 회피 주행, 최적 경로 탐색 기술을 적용하여 안전하고 효율적인 주행이 가능하다.

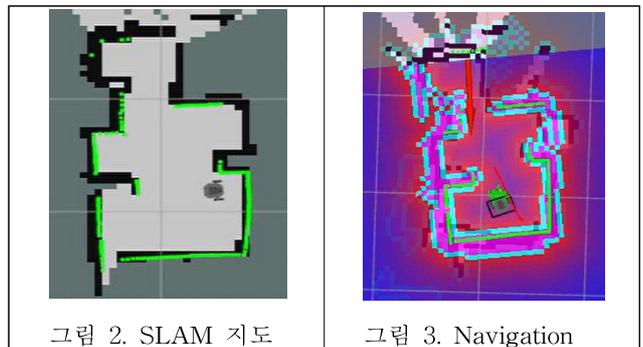


그림 2. SLAM 지도

그림 3. Navigation

SLAM은 로봇이 주변 환경 지도를 작성하는 동시에 지도 내에서 자기 위치를 추정하는 기술이다. 이를 위해 다양한 센서가 사용된다. Lidar는 360도 환경 스캔을 통해 주변 장애물과 공간 구조를 인식하며, IMU와 엔코더는 로봇의 자세 정보를 측정한다. ROS의 Gmapping 패키지를 사용하여 실시간으로

맵을 업데이트하고 로봇의 위치를 추정하였다.

2.2 얼굴 랜드마크 인식

로봇 시스템에서 신원 확인을 하기 위해 얼굴 랜드마크 인식 기술을 적용하였다. 사용자는 의료진 인터페이스에 접근하거나 대리접수 기능을 사용하기 위해 신원 확인 절차를 거쳐야 한다. 의료진 인터페이스의 경우 권한이 있는 사용자만 접근이 가능하며, 대리접수 기능의 경우 건강보험 본인확인 의무화 제도(2024.05.20. 시행)로 신분증 본인 확인을 필수로 해야 하기 때문이다.

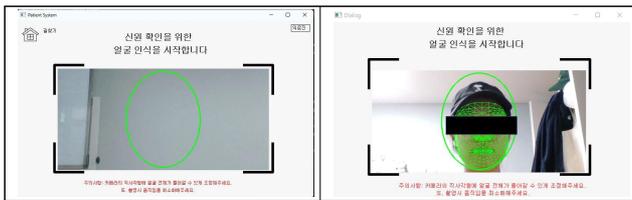


그림 4. 얼굴 랜드마크 추출

신원을 확인하기 위해 Mediapipe로 얼굴 특징점 468개를 추출한다. 이후, FAISS를 이용한 유사도 계산 방식으로 L2 거리(식(1))를 채택하여 특징점 벡터 간 유사도를 측정한다. 유사도가 임계값보다 작을 경우, 신원이 일치한다고 판단한다. 이러한 신원 확인 과정을 거친 후에 의료진 인터페이스에 접근하거나 신분증 잠금장치를 사용할 수 있다.

$$d(p, q)^2 = (p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 \quad \text{식 (1)}$$

임계값에 따른 얼굴 인식 성능 차이를 비교하기 위한 실험을 진행하였다. 실험자 3인은 <1> 본인의 얼굴 랜드마크를 추출하고, <2> 저장된 랜드마크와 본인의 얼굴을 200번씩 비교한다. <3> 다른 참가자의 랜드마크와 본인의 얼굴을 100번씩 비교한다. 실험은 동일한 환경에서 진행하였으며, 각 시행의 결과는 다른 시행의 결과에 영향을 주지 않는 독립시행이라고 가정한다.

임계값	0.0001	0.0002	0.00025
TP(True Positive)	172	183	195
FP(False Positive)	2	37	164
TN(True Negative)	198	163	36
FN(False Negative)	28	17	5
Accuracy	0.925	0.865	0.578
Precision	0.989	0.832	0.543
Recall	0.860	0.915	0.975
F1-Score	0.920	0.872	0.698

표 1. 임계값에 따른 얼굴 인식 성능평가 지표

성능평가 지표에 따라 분석되는 최적의 임계값은 0.0001이다. 임계값이 0.0001일 때의 성능 지표는

Accuracy 0.925, Precision 0.989, Recall 0.860, F1-Score 0.920이다. 이는 얼굴 식별의 정확도가 높다는 의미이다. 임계값을 높일수록 특징점 벡터 간 유사도 판단 기준이 완화되어 Accuracy, Precision, F1-Score 값이 감소한다. 이때, Recall 값이 증가하는 것은 신원 일치율이 증가하기 때문이다.

2.3 음성 처리 기술: STT(Speech to Text, 음성 인식)와 TTS(Text to Speech, 음성 합성)

음성 인식 및 안내 기능으로 서비스 이용의 편의성을 높였다. 이는 환자 대상 '길 안내'와 의료진 대상 '의약품 배송' 기능에 사용되며, 사용자의 음성 데이터를 추출하여 목적지와 배송 대상 의약품 정보를 파악한다. 의약품 배송의 경우, 의료진이 음성 명령으로 필요한 의약품을 빠르게 선택할 수 있어 작업 효율이 향상된다.

2.4 GUI 인터페이스

사용자가 로봇과 직관적으로 상호작용할 수 있도록 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 설계하였다. 터치 스크린 기반의 GUI를 통해 사용자는 시각적으로 제공되는 서비스를 확인하고 이용할 수 있다.



그림 5. PyQt로 개발한 GUI 화면

3. 결론

본 연구에서는 길찾기, 의약품 배송, 음성 안내 등 다양한 기능을 종합적으로 수행하는 의료 도탈 서비스 로봇을 제안한다. 로봇은 단일 기능에 국한된 기존 서비스 로봇에 비해 경제적이며 여러 기능을 종합적으로 수행함으로써 병원 운영을 더욱 효율화한다. 이는 의료진의 업무 부담을 줄이고 의료 생산성 증대에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

"본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다."

참고문헌

[1] 보건복지부 보도참고자료, "건강보험 본인확인 제도 시행", 건강보험정책국 보험정책과 (2024.05.17), 1.
 [2] 김의선, 김범수, 김익상. (2019). ROS를 활용한 서빙 이동로봇의 구현. 한국정보기술학회논문지, 17(2), 33-43.