

생성형 AI 활용한 환자 케어 로봇

선승진¹, 안현아¹, 배가은², 홍 빈², 김인수³

¹한국공학대학교 임베디드시스템학과, ²한국공학대학교 전자공학과, ³ECS텔레콤
gene0407@icloud.com, dksgus97@gmail.com, qorkdms0713@gmail.com,
ghdqls6996@tukorea.ac.kr, diun81@daum.net

Patient Care Robot Utilizing Generative AI

Seung-Jin Seon¹, Hyeon-Ah An¹, Ga-Eun Bae², Binn Hong², In-Soo Kim³

¹Dept. of Embedded System, Tech University of Korea,

²Dept. of Electric Engineering, Tech University of Korea, ³ECS Telecom

요약

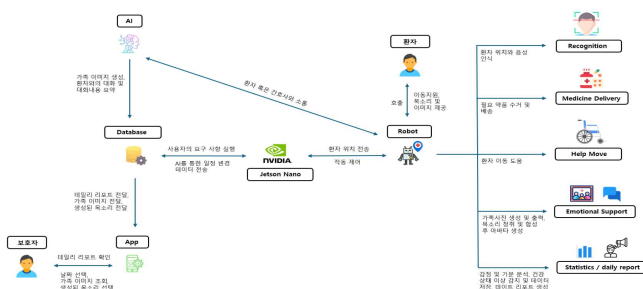
본 논문은 요양보호사의 인력 부족 문제를 완화하고, 환자와 보호자의 안전한 요양생활을 지원하기 위해 의료기관 종사자의 주요 역할을 수행하는 ‘생성형 AI 기반 환자 케어 로봇’ 제안한다. 주요 기능 다음과 같다. 첫째, 환자 위치와 음성 인식 등을 통해 환자에게 약품을 전달한다. 둘째, 진료실·화장실 등 목적지까지 안전한 이동을 지원한다. 셋째, 생성형 AI를 활용하여 가족 아바타를 생성하고 대화를 제공함으로써 정서적 지원을 수행한다. 넷째, 로봇과의 대화 내용을 요약하여 환자의 건강 및 정서 상태를 가족에게 전달한다. 이러한 기능을 통해, 정부의 장기요양보험 등 재정 부담 경감, 환자의 정서적 안정 및 돌봄 서비스의 질 향상, 병원 종사자의 업무 효율성 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

고령화 사회가 가속화되면서 요양보호사 1인당 담당 환자 수가 수십 명에 달하고 있다. 이에 따라 처우 개선 요구가 높아지고 있으나, 정부의 재정 여건에는 한계가 있어 간병비 부담은 환자 가족에게 전가되고 있다[1]. 또한 환자 학대 신고 건수의 증가로 보호자들의 불안감도 증대되고 있다[2]. 최근 연구에 따르면, 인공지능을 활용한 노인과의 소통은 정신건강에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다[3][4]. 이러한 문제의식과 최근 연구 결과를 바탕으로, 본 논문은 요양보호사의 주요 업무(약품 전달, 환자 이동 지원 등)를 보조하여 업무 과중을 경감하는 ‘생성형 AI 기반 환자 케어 로봇’을 제안한다. 제안하는 로봇은 생성형 AI를 통해 가족 아바타를 생성하고 소통하여 환자에게 정서적인 상호작용을 제공하고, 로봇과 환자 대화를 요약 및 전달함으로써 환자 상태의 지속적인 파악과 요양시설의 간접 모니터링을 가능하게 한다.

2. 본론

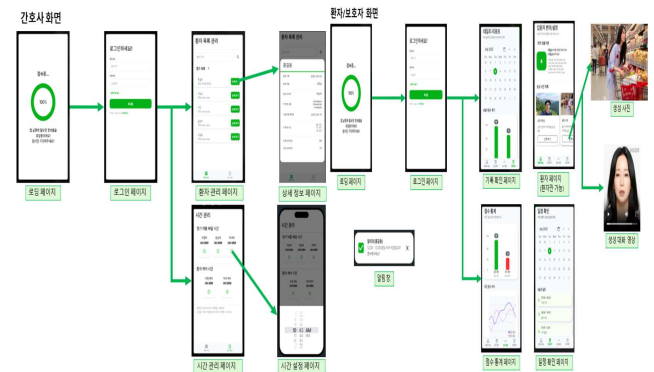
2.1 시스템 구성도



(그림 1) 시스템 구성도

환자 케어 로봇은 환자 식별, 약물 배달, 이동 지원, 정서적 지원 및 데일리 리포트 작성, 통계의 총 5가지의 기능을 수행한다. 각 과정에서 생성형 AI가 사용되며 로봇이 직접 DB에 정보를 전달하고 사용자로부터 DB에 저장된 내용을 로봇이 불러와 사용하면서 환자의 일상을 지원한다. 환자와 간호사가 앱을 통해 로봇을 작동시키고 보호자가 앱을 통해 환자의 일상을 파악할 수 있다.

2.2 SW 흐름도



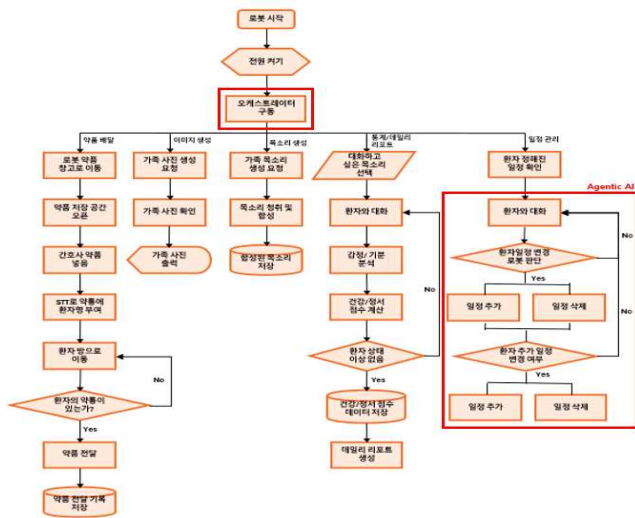
(그림 2) 간호사 App 흐름도

(그림 3) 환자, 보호자 App 흐름도

(그림 2)와 (그림 3)은 각각 간호사와 환자의 App 흐름을 도식화한 것이다. 간호사와 환자의 로그인 이후의 UI/UX를 달리하여 사용하는 기능이 다름을 확인할 수 있다. 먼저, 간호사는 환자의 목록과 상세 정보를 확인할 수 있으며, 약을 복용하는 시간을 설정하여 로봇이 해당 시간에 작동할 수 있도록 한다. 환자는 로봇을 통해 가족 이미지와 아바타를 생성할 수 있으며, 원하는 아바타 선택을 통해 대화를 할 수 있다. 보호자는 환자의 일정이나

정서적, 체력적 점수를 확인할 수 있다. 또한, 데일리 리포트를 통해 환자가 로봇과 한 대화의 내용 및 불편 사항, 만족한 점 등을 확인할 가능하다.

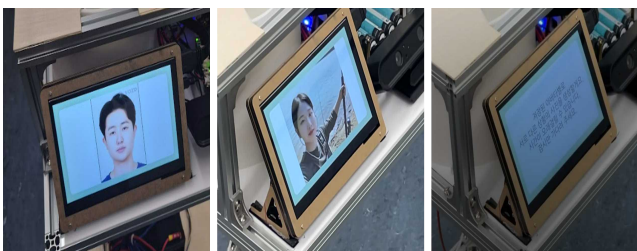
2.3 로봇 동작 알고리즘



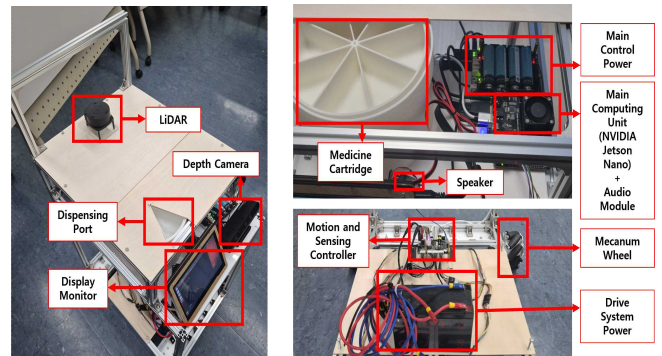
(그림 4) 로봇 동작 알고리즘

AI가 대화를 통해서 직접 판단할 수 있도록 대규모 언어 모델(LLM)의 함수 호출(Function Calling) 기능을 활용한 오케스트레이터(Agentic AI)를 구동한다. 약품배달 기능에서 로봇이 약품창고로 이동하면 STT(Speech-to-Text)를 통해 약통 칸에 이름을 부여하여 환자에 맞게 약을 담는다. 간호사가 설정한 시간에 맞춰 이동하고 환자가 이름을 말하면 맞는 약통 칸을 열어 약을 전달한 후, DB에 기록한다. 이름을 찾을 수 없는 경우, 다른 환자를 찾아 이동한다. 아바타 생성 기능에서는 가족의 목소리와 얼굴을 요청하고 이를 토대로 가족 사진과 아바타를 생성하여 DB에 저장한다. 통계/데일리 리포트 기능에서는 환자가 대화하고 싶은 아바타를 선택하면 DB에서 정보를 불러와 대화를 진행한다. 대화를 기반으로 환자의 감정/기분을 분석하고 기준에 따라 점수화한다[5]. 이상이 없다면, 건강/정서 점수 데이터를 DB에 저장하고 이상이 있다면, 대화를 계속 진행한다. 대화를 요약하고 데일리 리포트와 당일 점수 평가를 진행한다. 로봇은 대화하면서 환자의 상태가 개선이 필요하면 운동일정(ex. 필라테스, 요가 등)이나 진료일정을 추가할 수 있고 이는 일정 관리에서 확인할 수 있다.

3. 구현 결과



(그림 5) 이-바-타 선택 후 디스플레이 화면



(그림 6) 로봇 진경 (그림 7) 내부 보드, 약통, 스피커, 구동부 (그림 5)는 환자의 정서적 안정감을 위해 생성된 아바타 선택 시 환자에게 표시되는 화면이다. (그림 6)과 (그림 7)은 약품 전달과 이동 지원 기능을 수행하는 환자 케어 로봇의 전반적인 형태를 보여준다.

4. 결론

본 논문은 요양 현장에서 발생할 수 있는 환자의 정서적 학대 문제를 완화하고, 병원 종사자의 과중한 업무 부담을 경감하기 위해 ‘생성형 AI 기반 환자 케어 로봇’을 제안하였다. 해당 서비스는 환자에게 정서적 안정과 질 높은 돌봄을 제공하는 동시에, 병원 종사자의 업무 효율성을 높이고 정부의 장기요양보험 등 재정 부담을 완화하는 데에도 기여할 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화사업의 지원을 통해 수행한 한이음 드림업 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 대한요양병원협회, “국민 92% ‘요양병원 간병비 급여화 필요’”, 대한요양병원협회 보도자료, 2024
- [2] 이득식, “요양기관 종사자 5명 중 1명꼴 ‘노인학대’”, 실버종합뉴스, 2023
- [3] H. Li, R. Zhang, D. C. Mohr, et al., “Systematic review and meta-analysis of AI-based conversational agents for promoting mental health and well-being,” *npj Digital Medicine*, vol. 6, no. 1, pp. 15-26, 2023.
- [4] E. Broadbent, K. Loveys, G. Ilan, et al., “ElliQ, an AI-Driven Social Robot to Alleviate Loneliness,” *JMIR Aging*, vol. 7, 2024, Article e50534.
- [5] M. K. Rasmussen, A. H. H. M. Sorknaes, A.M. Hansen, and T. Bækgaard, “New colleague or gimmick hurdle? A user-centric scoping review of the barriers and facilitators of robots in hospitals,” *PLOS Digital Health*, vol. 3, no. 11, e0000660, pp. 1-17, Nov. 2024.