

효과적인 돌봄능력증진을 위한 환자로봇 개발에 대한 연구

이미란^{1,*}, 웨이췌^{2,3}

대구대학교 컴퓨터정보공학부 컴퓨터공학전공¹

계명대학교 의과대학 의용공학과²

주식회사 클레어오디언스³

Patient Robot for Improvement of Caregiver's Caring Ability

Miran Lee^{1,*} and Qun Wei^{2,3}

¹ Dept. of Computer and Information Engineering, Daegu University, South Korea

² Dept. of Biomedical Engineering, Graduate School of Medicine, Keimyung University, South Korea

³ Clairaudience Co., Ltd., South Korea

*miran@daegu.ac.kr

Abstract

With the advances in medical and health care systems, it is essential in care and nursing education to train professionals who can competently handle various situations and help the needs of individuals with diseases and care recipients' quality of life in homes, hospitals, and facilities. Although conventional training program has been conducted based on videos, books, and role-playing, the best way is to practice on an actual human. However, it is challenging to recruit patients for training continually, and the patients may have experienced fatigue or boredom with iterative testing. This paper introduces a patient robot that can express facial emotions or feelings of pain states like an actual human does in joint care education. The primary objective for the proposed patient robot-based care training system is to understand better the effects of care skills by deeper interpretation of the results based on quantitative data obtained from the robot for providing an effective patient robot-based care education system.

1. 서론

돌봄 능력 증진이란, 노인 또는 환자의 삶의 질을 개선시키기 위해 특정 과업에 대해 반복적이고 체계적인 학습을 통해 재활, 운동, 이동, 치료의 돌봄 전문 능력을 향상시키는 것을 의미한다. 돌봄 능력 증진의 교육을 이수한 간병인은 고령자나 환자들이 일상생활에서 손조로운 활동을 할 수 있도록 지원할 뿐만 아니라 정서가 안정되도록 하는 중요한 역할을 한다 [1]. 이들은 의료기관이나 센터 등에서 일정기간 필요한 교육을 받아 돌봄 능력을 향상시킬 수 있으며, 특히 비디오 시청, 책 읽기, 의료용 마네킹 사용 [2], 역할대행 등 전통적인 방법을 통해 경험을 쌓는다. 하지만, 이러한 기존의 방법은 정량적인 피드백을 받을 수 없다는 단점을 갖는다. 실제로, 환자 또는 노인을 대상으로 돌봄 교육을 수행하는 것이 가장 효과적인 교육 방법이지만 미숙한 훈련자가 실제 환자 또는 노인을 대상으로 돌봄 작업을 수행할 경우, 근육이나 관절이 약해진 노인에게 큰 부상의 위험이 있으며, 돌봄 교육을 위해 환자 또는 노인을 모집하는데 한계가 있다. 또한, 반복되는 시험으로 인해 피험자들이 신체적인 피로감이나 정신적인 고통을 받을 수 있다. 따라서 노인 또는 환자의 행동이나 근골격계 질환의 증상을 모방하고 훈련자가 어떠한 부담이 없이 돌봄 기술을 연습할 수 있는 돌봄 훈련 로봇 (환자 모방 로봇)의 연구개발이 요구되어지고 있다.

환자 모방 로봇은 실제 인간의 행동, 활동, 관절 각도의 가동범위 등을 재현하며, 간병인과의 상호 작용에서 간병 또는 간호 기술을 향상시키는 데 활용될 수 있다. Matsumoto 등 [3] 은 간호 능력 평가를 위한 노인의 전신 로봇 시뮬레이터에 대해 제안했다. Fujisawa 등 [4] 은 재활 훈련 경험을 위한 인간의 상지 시뮬레이터를 제안했으며, 이는 팔 관절의 강성을 재현하여 훈련자가 시뮬레이터를

사용하여 물리 치료 스트레칭 기술의 능력을 향상시킬 수 있다는 것을 입증했다. 기존의 환자 모방 로봇의 연구는 시뮬레이터 설계에 관심을 기울이고 있음을 보여주지만 돌봄 훈련을 위한 시뮬레이터의 가용성은 여전히 충분하지 않다. 또한, 종래에 많은 모방 로봇이 개발되었지만 돌봄 교육이 종료된 후에 훈련자에게 정량적인 데이터를 제공하고 피드백을 줄 수 있는 인간-로봇 상호 작용의 측면에서는 개발은 여전히 부족하다. 따라서, 본 논문에서는 재활 훈련을 위한 환자로봇의 어깨복합체 및 팔꿈치 관절을 개발하고, 훈련자의 정확한 돌봄 능력을 평가하기 위해

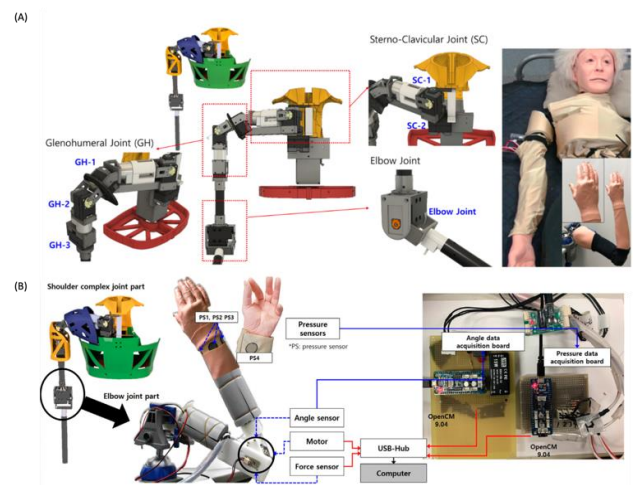


그림 1. 환자 모방 로봇 (A) 3D 모델과 센서 부착위치 (B) 하드웨어 구성도

로봇의 센서 데이터를 분석하고 실시간으로 모니터링할 수 있는 돌봄 교육 프로그램에 대해 제안한다.

2. 제안하는 방법

제안하는 환자 모방 로봇은 어깨복합체 (Shoulder Complex)에 3개의 모터, 팔꿈치 복합체 (Elbow Joint)에 1개의 모터로 구성되어 있으며 팔에 각도 센서와 손목관절에 4개의 압력 센서가 부착된다 (그림 1). 결과적으로, 로봇의 상지는 6-DOF (Degree of Freedom)를 기준으로 견갑상완골 (Glenohumeral Joint), 흉쇄골 (Sternoclavicular Joint), 팔꿈치 관절 (Elbow Joint)로 구성된다. 각 센서로부터 획득되어지는 로봇의 관절 각도, 토크, 압력 값은 OpenCM 9.0 보드를 통해 PC로 전송되며 모든 센서의 샘플링 속도는 100Hz로 설정된다. 로봇에서 각도, 토크 및 압력 값을 획득하기 위해 Python을 사용하여 훈련용 교육 모니터링 프로그램을 개발했다. 프로그램의 그래프에 표시된 가이드라인 (주황색 그래프)은 재활 및 물리치료 전문가로부터 사전에 취득한 원시 데이터이며, 훈련자는 전문가의 가이드라인에 따라 실시간으로 돌봄 훈련을 실시한다.

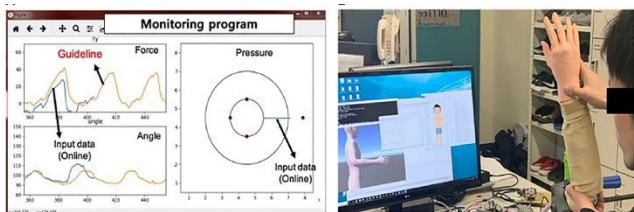


그림 2. 돌봄 훈련용 모니터링 프로그램과 실험 환경

3. 연구 결과

환자 로봇과 돌봄 훈련용 모니터링 프로그램을 통한 훈련 효과의 실험은 학생 초보자 그룹 (5명)과 전문가 그룹 (5명)으로 진행됐으며, 학생 초보자 그룹은 훈련 전 (Before)과 30분 훈련 후 (After)로 실험을 진행했다. 돌봄 훈련의 작업은 Range of Motion (ROM)의 반복적인 훈련이 수행됐다. 실험 결과, 로봇의 팔꿈치 관절 각도의

가동범위는 모든 그룹에서 유의미한 차이 ($p < 0.001$, ANOVA test)를 보였다. 특히, 학생 초보자 그룹의 관절각도 가동범위에서 토크결과를 비교했을 경우, 30분 훈련 후 ($M=11.63$, $SD=16.86$)의 토크데이터가 훈련 전 ($M=6.57$, $SD=16.86$)보다 감소된 것을 확인했다 (그림 3). 또한, 압력 센서의 정량적 데이터에서도 훈련 전 ($M=6.18$, $SD=10.90$)보다 훈련 후 ($M=1.32$, $SD=5.28$)가 유의미하게 감소한 것을 확인했다. 본 연구를 통해 학생 초보자 그룹의 훈련 효과를 입증했으며 향후에도 환자 로봇을 활용하여 돌봄 훈련의 다양한 ROM 작업들에 대해 실험을 수행할 계획이다.

4. Acknowledgements

본 연구는 일본 문부과학성 (MEXT) 국비유학생 장학금의 지원과 대경 혁신 대학 프로젝트(HuStar)의 지원과 정부 (과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행하였음 (No. 2020R1C1C1014161).

5.참고 문헌

- [1] Lee, Miran, Dinh Tuan Tran, and Joo-Ho Lee. "3d facial pain expression for a care training assistant robot in an elderly care education environment." *Frontiers in Robotics and AI* 8 (2021): 42.
- [2] Aung, Tin, et al. "Validation of a new method for testing provider clinical quality in rural settings in low-and middle-income countries: the observed simulated patient." *PLoS One* 7.1 (2012): e30196.
- [3] Matsumoto, Yoshio, et al. "Evaluating robotic devices of non-wearable transferring aids using whole-body robotic simulator of the elderly." *2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*. IEEE, 2018.
- [4] Fujisawa, Tomohiro, et al. "Basic research on the upper limb patient simulator." *2007 IEEE 10th international conference on rehabilitation robotics*. IEEE, 2007.

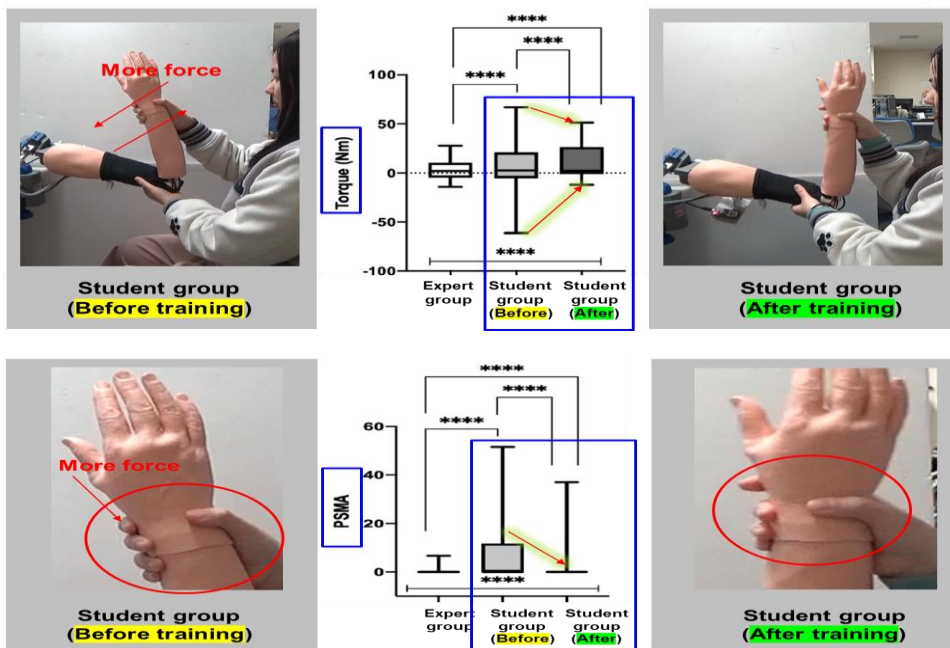


그림 3. 제안하는 환자 로봇과 돌봄 훈련용 모니터링 프로그램을 사용한 훈련 효과의 결과