

사회적 약자를 위한 다기능 감정케어 로봇 설계: 자세 인식, 표정 분석, 대화 생성 및 환경 모니터링의 통합

심지은¹, 이윤빈¹, 전예진¹, 이승미²
¹ 한양여자대학교 스마트 IT 과 학부생
² 한양여자대학교 소프트웨어융합학과 학부생

sim26975@gmail.com¹, dldbsqls0609@naver.com¹, dpwls02142@gmail.com¹,
ajdlru99@gmail.com²

Design of a Multifunctional Emotional Care Robot for Socially Vulnerable Groups: Integration of Posture Recognition, Facial Expression Analysis, Dialogue Generation, and Environmental Monitoring

Ji-eun Shim¹, Yun-bin Lee¹, Ye-jin Jeon¹, Seung-mi Lee²
¹Dept. of Smart IT, Han-yang Women's University
²Dept. of software convergence, Han-yang Women's University

요 약

본 연구는 사회적 약자를 위한 다기능 감정케어 로봇 시스템의 설계 및 개발에 관한 것이다. 이 로봇 시스템은 자세 인식, 표정 분석, 대화 생성, 그리고 환경 모니터링 기능을 통합하여 사용자의 신체적, 정서적 웰빙을 지원하는 것을 목표로 한다.

1. 서론

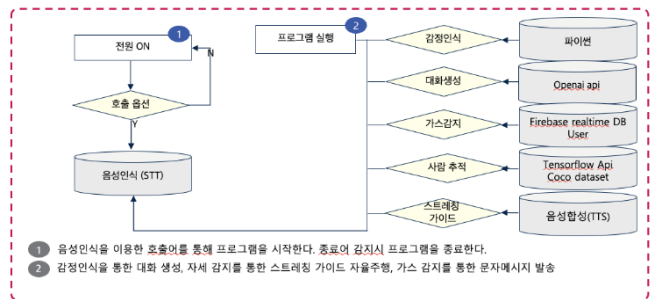
현대 사회에서 사회적 관계의 부족은 심각한 문제로 대두되고 있다. OECD의 '더 나은 삶 지수'에 따르면, 한국의 사회적 관계 순위는 41 개국 중 38 위로 하위권에 머물러 있다.[1]

이러한 약한 사회적 관계는 개인의 고립감을 초래하고 사회적 성장을 저해할 수 있다. 또한, 디지털 헬스케어 기술의 발달로 인해 보건의료서비스의 패러다임이 변화하고 있으며, 이에 따라 디지털 헬스케어의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 특히 돌봄 사각지대에 놓인 사람들의 문제는 더욱 심각하다. 아동, 고령노인, 장애인 등 다양한 계층이 적절한 돌봄을 받지 못하는 상황에 처해 있다.

본 연구에서는 이러한 사회적 맥락을 바탕으로, 사회적 약자를 위한 다기능 감정케어 로봇 시스템의 설계 및 개발에 초점을 맞추고자 하며 이를 통해 소외 계층의 정서적 웰빙을 증진시키고, 동시에 돌봄 서비스의 질적 향상을 도모하고자 한다.

2. 본론

2-1. 시스템 흐름도



(그림 1 기능 흐름도)

사용자가 시스템의 전원을 켜 후, 사용자가 시스템 호출어인 '핑크아'를 발음하여 시스템을 활성화한다. 시스템이 호출어를 인식하면, 사용자의 표정을 분석하여 해당 표정을 분류한다. 표정 분석 결과에 따라 시스템은 사용자의 상태를 파악하고, 이에 적합한 멀티턴 대화를 시작하여 사용자와의 상호작용을 지속적으로 유지한다.

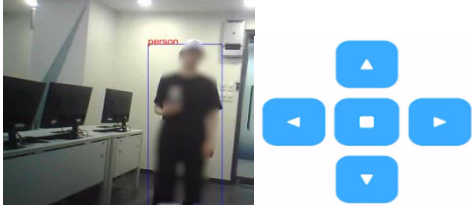
또한, 시스템은 사용자를 추적하며 사용자의 움직임에 따라 이동할 수 있으며, 사용자가 원하는 경우 앱에서 웹으로 연결되어 수동 조작성 가능하도록 한다. 사용자가 30 분 동안 지속적으로 앉아 있을 경우엔

시스템은 알림을 통해 사용자에게 휴식이 필요함을 알려주고, 헬스케어 튜토리얼을 제공한다.

아울러, 시스템은 가스 수치를 실시간으로 모니터링해, 해당 정보는 안드로이드 앱의 메인 화면에 표시된다. 만약 가스 수치가 이상 범위를 벗어날 경우 시스템은 보호자에게 즉시 알림을 전송한다. 이 때 보호자 정보는 사용자가 안드로이드 앱에서 회원가입 시 입력한 전화번호를 바탕으로 한다.

2-2. 기능 구현

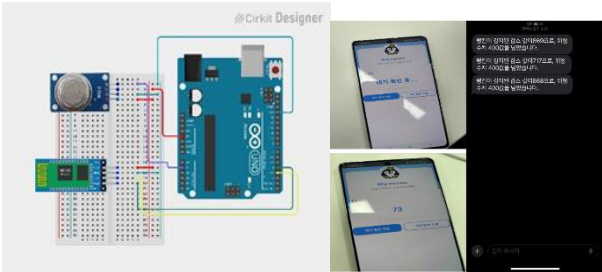
가. 사람 추적 및 수동 조작



(그림 2 사람 추적 및 수동 조작 웹 화면)

ESP32-Cam 카메라와 tensorflow Api 를 사용한다. COCO dataset 을 사용해 사람을 인식 후 좌표 값을 구한 뒤 BoundingBox 의 가로 값이 400 이하 일 때 전진하고, 400 이상 일 때 멈춘다. 또한, 중심 좌표를 구한 BoundingBox 값이 중심에서 200 이상 벗어난다면 오른쪽 또는 왼쪽 방향으로 추적한다. 수동 조작은 Web socket 값을 전송해 어플리케이션에서 사용자가 직접 모터를 조작할 수 있다.

나. 대기 감지



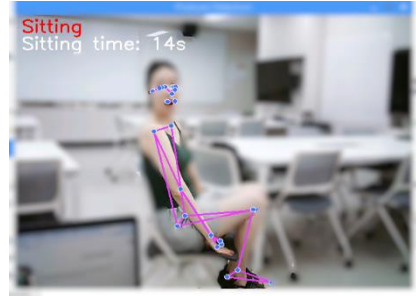
(그림 3 가스센서 회로도)

아두이노 MQ-135 공기질 센서와 HC-06 블루투스를 활용해 아두이노에 블루투스를 연결한 뒤 MQ-135 에서 들어온 값을 읽고, 읽은 값을 안드로이드에 전송한다. 이 값은 앱의 메인 화면에 띄워지며, 가스수치가 이상치를 가질 때(400 이상) 보호자에게 가스누출 경고 문자를 전송한다. 이 때 보호자의 전화 번호는 사용자가 회원가입을 할 때 입력한 값으로, firebase DB 에 저장된 값을 사용한다.

다. 대화 생성 및 표정 감지

Open ai 사의 gpt-3.5-turbo 를 사용하여 시스템-사간의 대화를 구축하였다. Haar cascade 분류기를 사용해 표정 검출 후 미리 정의된 표정 카테고리(예: 행복, 슬픔)에 매핑하는 과정을 거쳐 표정을 인식한다. 감지된 표정에 대한 대화를 open api 에서 자체 생성하여 일반적 대화에 국한되지 않고 시 낭독, 노래 추천 등 다방면으로 심도 깊은 대화 서비스를 사용자에게 제공한다.

라. 자세 감지



(그림 4 자세감지 실행 화면)

구글 AI 프레임 워크인 MediaPipe 활용하여 랜드마크로 앉음/일어섬을 구분한다. 또한, 사용자가 장시간(30분으로 가정한다) 이상 앉은 자세로 감지되었을 경우, 사용자에게 스피커로 알림을 전송하고 간단한 스트레칭을 권유한다. 매 스트레칭 동작 단계마다 사용자의 동작 완료 여부를 묻고, 사용자의 대답에 따라 스트레칭을 이어가거나 해당 단계를 재차 설명한다.

3. 결론 및 분석

본 논문에서는 기존 연구와 달리, 핑킨 로봇은 사용자 중심의 맞춤형 돌봄 서비스를 제공하며, 정서적 교감을 통해 사용자의 외로움을 해소하는 데 유의미한 영향을 미쳤다. 또한 감정, 건강, 경제성이라는 세 가지 측면에서 차별성을 두고, 이를 통해 더욱 포괄적이고 효과적인 돌봄 서비스 제공에 중점을 두었다.

다만, 상대적 위치라는 한정적 정보만으로 사람을 추적하는 한계점 및 정의된 표정 카테고리가 행복과 슬픔이라는 두 가지에 국한 되어있는 부분에는 보완이 필요한 것으로 보인다. 추후 특징 추출을 강화하거나 다중센서를 활용하여 사람 인식률을 높이고 딥러닝 기반의 표정 인식 모델을 고도화하는 방식으로 문제를 해결해나갈 수 있다.

결론적으로 본 연구는 로봇을 통해 돌봄 사각지대 해소를 위한 새로운 가능성을 제시했다. 핑킨 로봇은 정서적 교감과 맞춤형 돌봄 서비스를 제공하여 사용자의 삶의 질을 향상시키고, 업사이클링을 통해 경제적 효율성을 높였다. 이러한 결과는 핑킨 로봇이 미래 돌봄 서비스의 새로운 패러다임을 제시할 수 있음을 시사한다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 안수정, 고세인, 김수림, 서영석, Korean Journal Of Counseling And Psychotherapy Volume 35, Issue1, p131~176, 01 Feb 2023