

고령자를 위한 모니터링 및 응급 이송 시스템에 관한 연구

김태민, 김영진, 정진영, 김주현, 강병권
순천향대학교 정보통신공학과

{xo3693, 20194168, jeong3078, wnguss506, bgkang}@sch.ac.kr

A Study on ROS-based Elderly Welfare Facility Monitoring System

Kim Tea Min, Kim Young Jin, Jeong Jin Young, Kim Ju Hyun and Kang Byeong Gwon
Dept. of Information and Communication Engineering, SoonChunHyang Univ.

요약

본 논문에서는 요양시설과 같은 환경에서 효과적인 상태 모니터링 및 응급 이송 시스템을 구현한다. 해당 연구에서는 시설 환경데이터 수집 및 공조 제어를 통한 쾌적한 환경을 보장함과 동시에, 사용자의 건강정보 모니터링하여 이상여부를 수시로 확인할 수 있다. 또한 응급 상황 발생 시 신속한 응급 의료 보고 체계를 통한 알람과 로봇 네비게이션을 활용한 이송을 통한 응급 조치가 가능하다. 해당 결과는 모두 사용자 모니터링 앱으로 실시간 열람이 가능하며 신속한 판단과 조치로 인하여 사용자의 안전성을 높이고, 응급 상황에서 환자의 생명과 결정적으로 연결된 골든 타임 또한 보장할 수 있다.

I. 서론

최근 의료 기술의 발달로 인하여 초고령화 사회로 진입하였다. 이에 따라 노약자를 위한 보조 도구와 요양원과 같은 시설 등의 수요는 증가하고 있다. 하지만 저출산 등 원인으로 인하여 이를 충족하기 위한 인력은 감소하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 사회적 약자의 활동에 도움을 주는 보조 도구와 복지 시설 관리 시스템 등에 관한 연구가 이루어지고 있다[1, 2].

대표적인 연구로 사용자의 특성을 고려하여 휠체어에 인터페이스를 구현하여 사용자의 이동을 돕는 연구가 있다[1]. 해당 기술은 노약자는 해당 보조 도구 등을 활용하여 활동의 제약 문제를 비교적 해소할 수 있다. 또 다른 연구로는 인간 친화 복지로봇 등을 활용하여 생활을 보조하는 연구가 있다[2]. 해당 기술은 센서 등의 정보를 활용하여 사용자의 건강 등을 모니터링 할 수 있다. 또한 도움이 필요할 때는 비서 로봇을 활용하여 사용자의 제약을 최소화하고 활동에 도움을 줄 수 있다.

위와 같은 연구와 같이 노약자의 생활제약을 해결하고 도움을 주는 방법, 특히 복지 시설에서 적은 인력의 효율적인 운영과 안전한 노약자 관리를 위해서는 다양한 조건을 고려해야 한다. 고령으로 인한 건강 위험이 높은 노약자의 특성 상 실내 온도, 습도, 미세먼지 농도와 같은 환경에 취약하다. 따라서 항상 모든 방의 온습도를 모니터링하여 각 방의 최적의 컨디션을 유지하도록 해야 한다. 또한 청년에 비해 질병으로 인한 심정지 등으로 인하여 응급 상황이 발생할 수 있다. 이때 생명을 구할 수 있는 최소 시간, 골든 타임 내 이송 및 조치를 하지 않으면 뇌사 혹은 사망이 이르는 심각한 상황이 올 수 있다. 따라서 수시로 사용자의 건강을 실시간으로 모니터링하고 이상이 있을 시, 최대한 빠르게 이송 가능한 시스템이 구현되어야 한다.

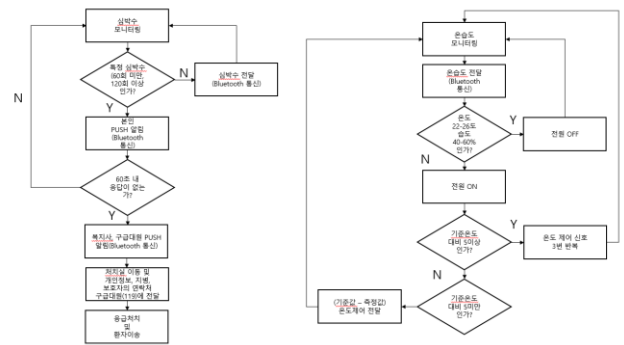


그림 1. 모니터링 및 환경 제어 알고리즘

위와 같은 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 노약자 모니터링 및 응급 이송 시스템을 구현하였다. 개발한 시스템에서는 각종 센서들을 활용하여 실내 환경을 확인한다. 이후 적외선(IR)통신을 이용한 공조 제어로 질병과 환경에 취약한 노약자들에게 최적의 환경을 제공한다. 또한 사용자의 건강 상태를 확인하기 위해 스마트워치 모듈을 활용하여 심박수와 같은 건강 정보를 수시로 확인한다. 이때 임계 범위 외의 이상수치 감지되면, Bluetooth 통신을 통해 사용자 어플리케이션에 푸시 알람을 전송한다. 이후 일정시간(1 분)동안 응답이 없으면 사용자의 질병과 현재 상황의 정보를 응급 구조 센터로 연결한다. 동시에 사용자가 현재 위치한 침대를 Nav2 알고리즘을 사용하여 목적지까지 이동시킨다[3]. 이때 사전 작업으로 경로 계획을 위한 지도 작성으로 SLAM 을 활용한다[4]. 마지막으로 모든 과정 및 기술 구현은 앱 인벤터로 제작한 사용자 어플리케이션에 시각화 하여 모든 상황을 보호자와 관리자가 모니터링 가능하게 설계한다.

II. 본론

본 논문에서는 노약자 건강 확인과 환경 정보 수집을 독립적인 MCU 모듈을 사용하여 측정/제어를 진행하였다. 각 모듈에서 데이터 수집 및 처리는 [그림 1]과 같은 알고리즘을 따르며 각 모듈의 동작과정은 다음과 같다.

먼저 요양 시설 내 최적의 환경을 위한 정보 수집 및 공조 제어는 Arduino Uno 보드에서 온 습도 센서와 IR 센서를 활용한다. 대부분의 노약자는 면역력이 약해 질병에 쉽게 노출되어 온습도가 중요하다. 따라서 환경에 대한 조건으로 적정 기온은 22-26°C, 습도는 40-60%로 정의한다. 본 연구에서는 DHT11 센서를 이용하여 온습도를 확인한다. 이후 환경에 맞는 공조 제어는 적외선(IR)통신을 활용한다. 실내 공조장치의 16 진수의 입력 데이터를 받아 처리한 제어로 환경에 맞게 설정한다. 실내 온도가 사전에 정의한 기온 범위에 있을 경우 효율적인 전력소모를 위해 전원을 차단한다. 또한 정의된 기온과 차이에 따른 온도 제어를 통해 사용자에게 적합한 환경을 유지한다. 이후 시간이 작을수록 잘못된 신호 제어를 방지하기 위해, 온도 제어를 위한 신호 전송은 최대 3 번까지 반복한다.

또한 심박수와 같은 사용자의 건강 정보 수집을 위해 Arduino nano 보드에 심박수 센서와 Bluetooth 모듈을 사용하여 구성하였다. 해당 모듈에서는 산소 포화도와 심박수 데이터를 수집하여 사용자의 신체 건강 상태를 포함한 여러 가지 질병과 스트레스 유무 등을 분석할 수 있다. 측정된 결과는 모듈 전면 LCD 패널에 시각화 되어 본인의 상태와 이상여부 등을 수시로 확인 가능하다. 또한 Bluetooth 통신을 이용한 데이터 전송으로 모바일 기기로도 건강상태를 모니터링 가능하다.

해당 건강정보를 측정하는 동안 사용자의 건강에 이상이 발생하는 경우 다양한 방식을 통해 사용자의 안전을 보장한다. 이에 따른 조건으로 정상 심박수는 60~120bpm 으로 정의한다. 사용자 정보 수집 중 임계영역 외의 측정되는 경우, 즉시 모니터링 시스템을 통해 푸시 알림을 전송한다. 이후, 일정시간(1 분) 응답이 없다면 사용자의 지병과 현재 상태 그리고 보호자의 연락처와 같은 정보를 응급 구조센터(119)에 전송하며 동시에 현재 환자가 누워있는 침대는 처치실로 이동하게 된다. 처치실까지 이동은 로봇 운영체제(ROS, Robot Operating System)를 이용하여 침대를 모바일로봇처럼 원격으로 제어한다. 이때 모든 경로 계획과 이동은 SLAM 과 로봇 네비게이션을 활용한다. SLAM(동시적 위치 추정 및 지도화 기법)은 센서 데이터를 통하여 탐색한 주변 데이터를 활용하여 현재 로봇의 위치를 추정하고 인식된 장애물을 바탕으로 일종의 지도를 작성하는 기법이다. 본 논문에서는 해당 부분을 SLAM 오픈소스 패키지인 Cartographer[4]를 통해 구현하였다. 이후 작성된 지도와 센서 정보를 기반으로 장애물을 판단하고 최적의 동선을 계획하고 이동은 로봇 네비게이션을 통해 가능하다. 본 연구에서는 Nav2 알고리즘[3]을 통해 LIDAR 데이터와 사전에 작성한 지도를 바탕으로 신속하게 사용자를 처치실까지 이동을 돕는 방법을 구현하였다. 위 방법들을 통해 환자의 상태에 따른 적절한 응급처치를 하여 환자의 생명을 지키는 골든 타임을 지킬 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 요양원과 같은 환경에서 노약자들의 건강 상태와 해당 공간에 대한 정보를 실시간으로

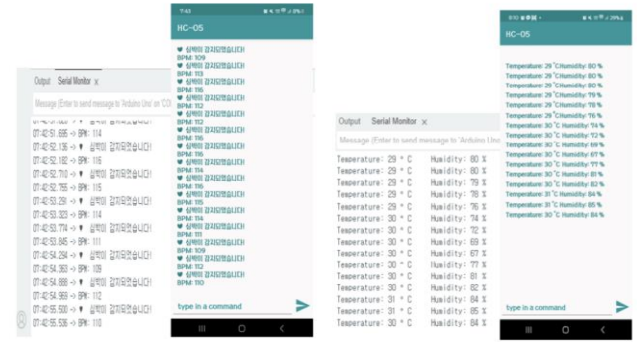


그림 2. 측정 결과 및 모니터링 어플리케이션 구현

모니터링 하고 응급 상황이 발생 시, 푸시 알림과 더불어 ROS 와 로봇 네비게이션을 통한 신속한 대처가 가능한 응급 이송 시스템을 구현하였다. 해당 시스템에서 공간 환경 정보 측정 및 제어는 Arduino UNO 보드에서 온 습도 센서로 측정하였다. 그리고 사용자 건강 상태 측정은 Arduino nano 보드에서 심박수 센서를 활용하여 측정하였다. 해당 정보는 블루투스 센서를 통해 보호자와 관리자에게 전송되며, 시각화 구현은 제작한 모니터링 어플리케이션에서 구현한다. [그림 2]는 각 모듈에서 측정된 데이터와 사용자 앱을 통해 구현된 화면이다. 해당 시스템을 활용하여 요양시설 관리와 안전 문제를 해결하고, 인력 부족으로 인한 시설 종사자의 자원 부족 문제 해결할 수 있다. 또한 뇌출혈, 심장마비와 같은 생명과 연관된 응급 상황이 발생할 경우 신속한 대처와 처치로 골든 타임을 보장할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 2024년도 SW중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음(2021-0-01399)

참 고 문 헌

- [1] 김용휘, 이형욱, 김현희, 박광현, 변중남. 인간 친화적 로봇 상호작용을 위한 집사 로봇의 작업 관리 시스템. 한국 HCI 학회 학술대회.
- [2] 김상철, 전문진, 이상완, 박광현, 변중남. (2007). 사용자 특성을 고려한 장애인 및 노령 인구를 위한 보조 소프트웨어의 개발. 전자공학회논문지-SC, 44(4), 8-14.
- [3] Steve Macenski, Francisco Mart'ın, Ruffin White, Jonatan Gins Clavero, "The Marathon 2: A Navigation System" journal of arxiv, doi : 2003.00368, 14 July, 2020
- [4] Wolfgang Hess, Damon Kohler, Holger Rapp and Daniel Andor. "Real-Time Loop Closure in 2D LIDAR SLAM". 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA).