

다중 센서 기반 노인 활동 모니터링 시스템

김하영, 김상대

순천향대학교 의료IT공학과

hayoungkim@sch.ac.kr sdkim.mie@sch.ac.kr

Multi-Sensor Elderly Monitoring System for Activity Detection

Hayoung Kim, Sangdae Kim

Dept. of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

요약

최근 고령화 사회가 가속화되며 독거노인 고독사 문제가 새로운 사회 문제로 등장하고 있다. 고독사 문제를 해결하기 위해 다양한 모니터링 시스템이 개발되는 추세지만, 데이터 습득 과정에서 발생하는 사생활 침해 및 부담스러운 설치 비용 등으로 보급에 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 다양한 센서를 복합적으로 사용하는 노인 활동 모니터링 시스템을 제안한다. 일상생활에 필수적인 이용 시설 앞에 다양한 센서를 설치하고, 해당 센서의 감지 여부로 활동 여부를 확인하여 위험성을 인지하면 긴급 알람을 보호자에게 전달하여 독거노인 고독사 문제를 해결할 수 있다.

I. 서론

2023년도 기준 노인 인구는 전체 인구수 51,558,034명 중에서 9,499,933명으로 18.4%를 차지하고 있으며 2021년 16.6%, 2022년 17.5%로 꾸준히 증가하고 있다. 반면, 2022년도 기준 출생아 수는 249,000명으로 합계출산율은 0.780%로 나타났다. 이는 2020년의 0.837%와 2021년의 0.808%에서 지속해서 감소한 수치이다[1]. 전체 노인 인구수는 늘어나지만 출생 인구는 줄어 노인 부양 부담률은 점차 늘어나고 있으며 혼자 사는 노인 인구가 또한 늘어나는 추세이다.

최근 의학의 발전으로 인한 기대수명 증가와 출생률 감소로 전체 인구 연령별 노인의 비율이 높아짐에 따라 독거노인 고독사 문제가 새로운 사회 문제로 부각되고 있다. 이에 다양한 모니터링 시스템이 개발되고 있다 [2, 3]. 그러나 이러한 연구들은 설치 비용이 많이 들거나 설치 방법이 복잡하여 경제적 취약 계층이나 보호자가 없는 노인들은 돌봄의 사각지대에 놓이게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고 노인의 활동 여부를 더 정확하게 판별하기 위해 다양한 센서를 복합적으로 사용하는 독거노인 활동 모니터링 시스템을 제안한다. 카메라나 사용자가 직접 착용해야 하는 센서 대신 압력 센서, 사운드 센서, PIR 센서를 생활 필수 시설에 배치한다. 여러 센서를 활용함으로써 노인의 움직임을 오인할 가능성을 줄이고 이러한 센서 데이터를 종합적으로 분석하여 위험 가능성을 인지한다. 이를 통해 긴급 알람을 전송하여 노인 고독사 위험을 효과적으로 줄일 수 있다.

II. 노인 활동 모니터링 시스템

본 장에서는 압력 센서, 사운드 센서, PIR 센서를 이용하여 노인 활동 움직임을 감지하고 홈 게이트웨이를 통해 서버로 전송하여 긴급 경고 메시지를 출력하는 노인 활동 모니터링 시스템을 제안한다.

본 시스템은 다음과 같은 구성 요소로 이루어져 있다.

II-1. End-Node 구성 요소

- 아두이노 우노(Arduino UNO)

- 압력 센서(FSR 402 Solder Tabs [30-81794])
- 사운드 센서(SZH-EK033)
- PIR 센서(HC-SR501)
- 직비 모듈(XBee ZigBee TH(S2C) - XB24CZ7WIT-004)
- XBee 쉴드(XBee Shield 3.0)

각 아두이노 우노 보드에는 하나의 센서와 XBee 쉴드, 직비 모듈이 연결되어 있으며 각각 압력을 감지하는 기능, 소리를 감지하는 기능, 사람의 움직임을 감지하는 기능을 수행한다. 수집된 감지 데이터는 직비 프로토콜을 통해 홈 게이트웨이로 전송된다.

II-2. Home Gateway 구성 요소

- Raspberry Pi 3 Model B+
- 직비 모듈 (XBee ZigBee TH(S2C) - XB24CZ7WIT-004)
- XBee 쉴드 (XBee Shield 3.0)

위 구성 요소는 End node에서 직비 프로토콜로 전송된 데이터를 수신하고 가공한 후 이를 소켓 통신을 통해 서버로 전송하는 기능을 수행한다. 이러한 요소들은 아두이노 우노, 라즈베리파이 3B+, PC와 함께 시스템을 구성한다.

II-3. 시스템 동작 과정

동작 과정은 그림 1과 같이 간략히 표현할 수 있으며 본 시스템은 크게 사용자의 움직임 여부 센서 데이터를 수집하는 End node, 수집된 데이터를 가공하고 서버로 전송하는 홈 게이트웨이, 그리고 PC 서버에서의 사용자 알림 부분으로 나뉜다.

먼저 각각의 End node는 압력 센서, 사운드 센서, PIR 센서를 통해 사용자의 활동 데이터를 수집한다. 오류로 인한 오작동을 방지하기 위해 압력 센서의 역치값은 500으로 사운드 센서의 역치값은 300으로 설정한다. 사용자의 활동이 감지되면, 센서 데이터는 직비 프로토콜을 통해 홈 게이트웨이로 전송된다. 우분투 환경의 홈 게이트웨이는 각각의 End Node에서 직비 프로토콜로 전송된 데이터를 분류하고 가공한 후 소켓 통신을 통

해 서버로 전송된다.

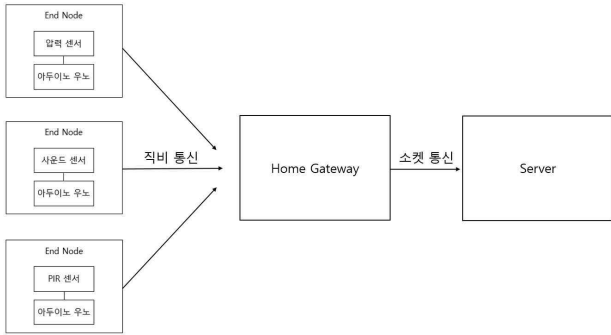


그림 1. 시스템 동작 과정의 개요

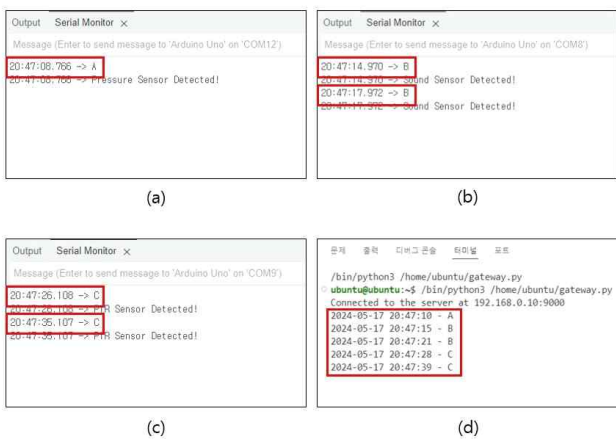


그림 2. End node와 홈 게이트웨이의 동작 화면

그림 2 (a), (b), (c)는 각각의 센서가 감지되면 홈 게이트웨이로 감지 여부를 전송하는 End Node의 동작 화면을 보여준다. 그림 2 (d)는 우분투 환경의 홈 게이트웨이에서 수신된 데이터의 출력 화면을 나타내며 아두이노 무노에서 직비 프로토콜로 전송된 데이터를 보여준다. 이를 통해 데이터가 성공적으로 전송되고 있음을 확인할 수 있다.

III. 성능평가

본 장에서는 제안된 시스템의 성능평가 결과를 나타낸다.

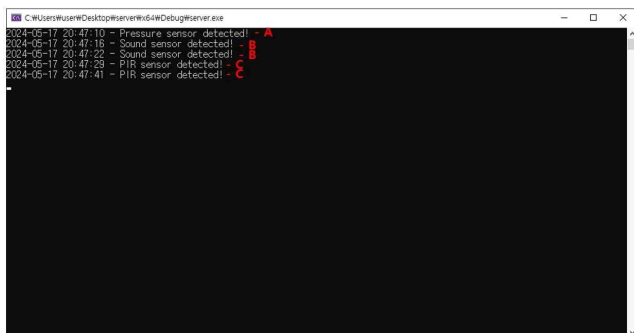


그림 3. 제안 시스템 서버 동작 화면 (감지 여부 출력)

그림 3은 홈 게이트웨이에서 소켓 통신으로 전송된 데이터가 서버에서 수신된 후 출력된 화면을 나타낸다. 이 화면에서는 센서가 감지한 시간과

어느 센서가 감지되었는지를 표시하며 사용자의 움직임으로 인해 발생한 감지 여부를 출력한다.

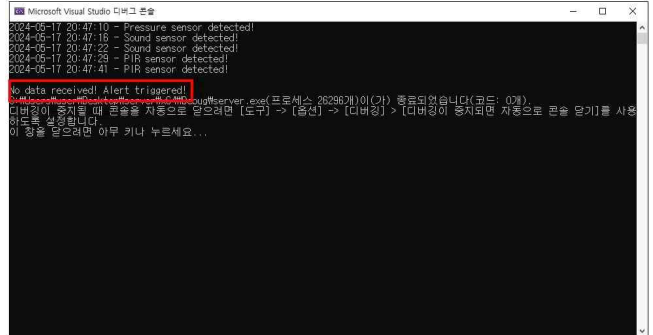


그림 4. 제안 시스템 서버 동작 화면 (경고 메시지 출력)

그림 4는 제안 시스템을 구현한 실제 사진이며, 본 시스템은 사용자의 필수 생활 공간에 배치된 센서들이 하나라도 감지되지 않았을 경우 사용자의 활동이 없다고 판단한다. 서버는 센서 데이터의 수신 여부를 타이머로 확인하며 어떠한 센서 데이터도 도착하지 않을 시 사용자의 활동이 없다고 판단하여 경고 메시지를 출력한다. 타이머는 24시간으로 설정해야 하지만 작동 여부를 확인하기 위해 60초로 설정되었다. 타이머가 종료되기 전까지 어떠한 센서의 감지 여부가 수신되면 타이머는 리셋되며 타이머가 종료되면 경고 메시지를 출력한다.

IV. 결론

본 논문에서는 고령화 사회의 가속화로 대두되는 독거노인 고독사를 방지하기 위해 다양한 센서를 복합적으로 사용하는 노인 활동 모니터링 시스템을 제안한다. 활동을 모니터링하기 위해 센서는 사용자가 일상생활에서 자주 활동하는 장소에 배치되며, 일정 시간 동안 활동이 없는 경우 타이머를 이용하여 감시한다. 모니터링 과정에서 이상이 발생하면 보호자(본 논문에서는 서버)에게 알람을 전달하여, 설치 비용과 방법의 복잡성을 줄이면서도 사용자의 움직임 여부를 정확하게 모니터링할 수 있는 해결책을 제시하였다. 이를 통해 독거노인의 안전사고에 효과적으로 대응할 수 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음”(2021-0-01399)

참고 문헌

[1] KOSIS. “「A Future Population Estimate」 Major Population Indicators (gender ratio, population growth rate, population structure, support ratio, etc.),” 2023, (https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tbId=DT_1BZ0503&conn_path=I2.)

[2] Fang, Le, et al. “A nonintrusive elderly home monitoring system.” IEEE Internet of Things journal 8.4, pp.2603-2614.

[3] Hu, B. David Chung, et al. “Internet of Things (IoT) monitoring system for elderly.” 2018 International Conference on Intelligent and Advanced System (ICIAS). IEEE, pp.1-6