

# CSI 데이터를 활용한 독거노인 응급상황 감지 시스템

전형선, 방용환, 한재혁, 이준희, 윤정우, 김수민\*

한국공학대학교 전자공학부

E-mail : hsun5163@gmail.com, \*suminkim@tukorea.ac.kr

## An Emergency Detection System for Senior Citizens Who Live Alone Using CSI Data

Hyeong-Seon Jeon, Yong-Hwan Bang, Jae-Hyeok Han, Jun-Hee Lee, Jeong-Woo Yoon,

Su-Min Kim\*

Dept. Electronics Engineering, Tech University of Korea

### 요 약

본 논문은 고령화가 심화됨에 따른 고독사 문제를 해결하고자 독거노인의 응급상황을 상시 외부에서 감지할 수 있도록 하는 시스템을 다룬다. 최근, 대부분의 가정에서 Wi-Fi를 사용하고 있다는 점을 이용하여, 별도의 특화 센싱 네트워크를 구축하지 않고도 Wi-Fi 채널정보를 이용하여 사람의 움직임을 센싱하고 응급상황을 판단하는 알고리즘을 제안하고 실제로 구현한다. 또한, 애플리케이션을 통해 외부에서도 보호자가 일정시간 동안 피보호자의 움직임이 감지되지 않을 시, 긴급알림을 보내고 추가적인 조치를 할 수 있는 기능을 구현한다.

### I. 서 론

통계청 기초자치단체 전수조사 자료에 따르면, 평균수명이 증가하면서 고령자 인구비율과 1인 가구가 지속적으로 증가하고 있어 이로 인한 고독사도 해마다 늘어나고 있다 [1].

본 논문에서는 증가하는 독거노인의 고독사를 방지하기 위한 해결 방안으로 Wi-Fi 모듈이 탑재된 MCU를 활용한 CSI 데이터 수집 및 분석을 통해 독거노인의 움직임을 실시간으로 모니터링하여 응급 상황을 감지하고, 응급상황을 판단하는 시스템을 제안한다. 또한, 모바일 애플리케이션과의 연동을 통해 응급 상황 발생 시, 보호자에게 SMS로 긴급알림을 전송하고 주변 응급시설과 자동으로 연결하여 신속한 대처가 가능한 독거노인 응급상황 감지 시스템을 구축한다.

### II. 시스템 구성

그림 1과 같이 제안 시스템은 (1) 동작 감지를 위한 장치부, (2) 데이터베이스를 관리하는 서버부, (3) 사용자 인터페이스 제어부로 구성된다.

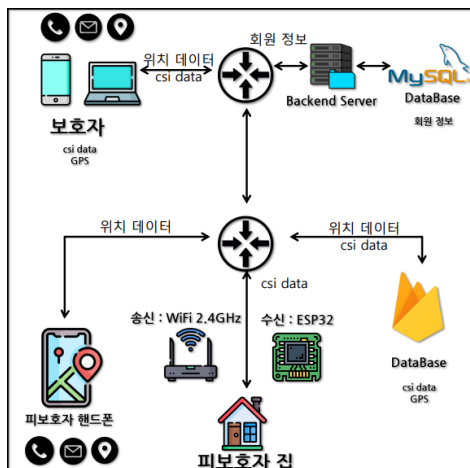


그림 1 시스템 구성도

장치부는 동작 감지를 위해 Wi-Fi와 Bluetooth가 통합된 마이크로컨트롤러인 ESP32와 Wi-Fi 라우터로 구현한다. 카메라나 적외선(IR) 기반 감지·모니터링 솔루션과는 달리 Wi-Fi 센싱에는 NLOS (Non-Line-of-Sight) 조건에서도 동작할 수 있어, 더욱 먼 거리와 넓은 각도의 확대된 센싱 커버리지를 지원한다는 장점이 있다 [2]. 채널상태정보 (CSI) 데이터 수집의 경우, ESP CSI Toolkit을 이용해 ESP32가 라우터에 Ping 패킷을 전송하여 CSI를 요청하고, 라우터가 반환한 Ping 재생에 포함된 CSI 정보를 얻는다. CSI는 진폭과 위상 값을 모두 가지기 때문에 패킷당 신호 강도를 나타내는 한 개의 정수만 가지는 수신신호강도 (RSSI)보다 많은 정보를 포함한다 [3]. 수집된 CSI 데이터는 Python으로 시각화하여 실시간 그래프로 나타낸다.

서버부는 CSI 데이터와 회원들의 정보를 관리한다. 이를 위해 구글의 애플리케이션 개발 플랫폼인 Firebase를 이용해 실시간 데이터베이스를 구축하고, CSI 데이터를 수집 및 분석을 통해 움직임을 감지하여 움직임이 없다고 분석되면 응급상황이라 판단한다. 또한, 관계형 데이터베이스 관리 시스템인 MySQL DB를 이용하여 데이터베이스 서버를 구축하고 보호자와 피보호자의 회원 정보를 관리한다.

제어부는 Java 기반의 안드로이드프로그래밍을 통해 애플리케이션을 구현하고 피보호자의 위치 추적 및 응급상황 발생 시, 긴급 알림을 메시지로 전송한다. 보다 세부적으로 방마다 설치된 ESP32가 수집한 정보를 활용하여 정확한 위급 상황 발생지를 파악하고, 보호자와 응급시설에 SMS를 전송하여 응급 상황을 신속하게 전파한다.

### III. 시스템 구현 결과

그림 2는 수신기 (Rx)인 ESP32와 송신기 (Tx)인 2.4G Wi-Fi 라우터를 설치한 실험환경이고, 그림 3은 사람의 움직임에 따른 CSI 데이터를 그래프로 시각화한 결과이다. CSI 데이터의 변화가 큰 부분을 파란색으로 표시해 사람의 움직임이 구분되도록 구현하였다.



그림 2. 실험환경

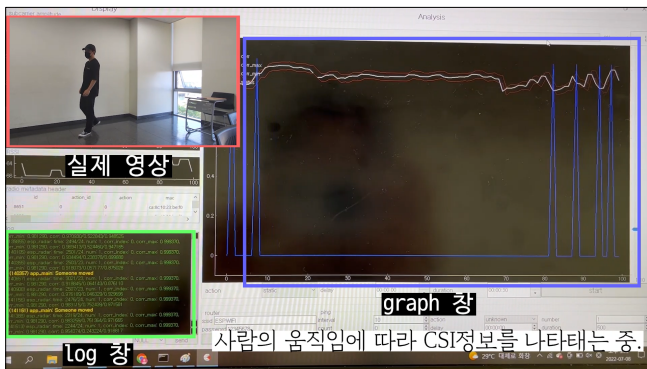


그림 3. 움직임에 따른 CSI 데이터 시각화

그림 4는 보호자와 피보호자의 기본적인 정보를 기입하여 회원가입을 진행하는 모바일 애플리케이션 화면이다. 애플리케이션은 실시간 그래프를 분석한 정보를 시리얼 통신을 통해 서버로부터 전달받는다. 이를 통해, 그림 5와 같이 피보호자의 자택 내에서의 위치별 움직임을 원격지의 보호자가 실시간으로 확인할 수 있도록 구현하였다. 그림 6은 피보호자의 현재 위치를 기반으로 외출 유무를 판단하여 자택 내에서의 응급상황 판단의 예외 상황 처리가 가능하도록 하였다.

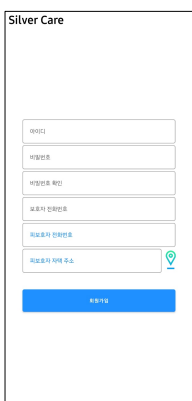


그림 4. 회원가입

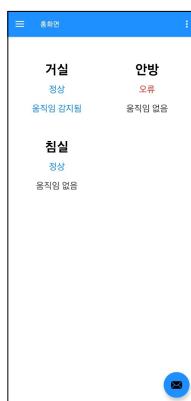


그림 5. 움직임 감지



그림 6. 위치정보

#### IV. 결론

본 논문에서는 Wi-Fi의 채널상태정보 (CSI) 데이터를 활용하여 사람의 움직임을 감지하여 응급상황을 판단하는 시스템을 제안하였다. 분석된 데이터와 모바일 애플리케이션의 융합 구현을 통해 원격으로 보호자가 피보호자인 독거노인의 응급상황 인지할 수 있고, 위급 상황 시, 응급시설과 신속하게 연락하여 대처할 수 있도록 한다. 대부분의 가정에 설치되어 있는 기존

Wi-Fi 라우터를 활용한다면 별도의 인프라 구축이 필요 없어 설치가 용이하고, 다른 센서들에 비해 저렴하여 비용적 측면에서 큰 이점을 가진다. 또한, Wi-Fi CSI 데이터를 이용한 센싱은 욕실과 침실 등과 같은 사적인 공간에도 설치할 수 있어 사생활도 보호하면서 집 내부의 전체 영역을 커버할 수 있다. 제안된 시스템은 최근 사회문제로 주목받고 있는 고령화 시대 독거노인 고독사 문제를 저비용의 Wi-Fi CSI 데이터를 활용하여 해결하는 방안으로 심각해지는 독거노인 고독사 비율을 줄여줄 수 있을 것으로 기대된다. 향후, 추가적인 연구를 통해 사용자 외출 동안 침입자 감지 및 보안 시스템에 적용하여 그 활용도를 더욱 높일 수 있을 것으로 기대한다.

#### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재 4.0 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2022-RS-2022-00156326).

#### 참 고 문 헌

- [1] [2021 무연고사 리포트] 홀로 사는 사람 느끼는데... 외로운 죽음도 오름 새, 아시아경제, 2021년 9월, Online: <https://cm.asiae.co.kr/article/2021090912193829277>
- [2] CSI를 고려한 스마트홈 Wi-Fi 센싱 사례, 테크월드뉴스, 2020년 11월, Online: <https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=107468>
- [3] M. Atif, S. Muralidharan, H. Ko, and B. Yoo, "Wi-ESP-A tool for CSI-based Device-Free Wi-Fi Sensing (DFWS)," *Journal of Computational Design and Engineering*, vol. 7, no. 5, pp. 644-656, Apr. 2020.