압사 예방을 위한 스마트 IoT 조끼 시스템

이영수[1], 이태훈[1], 김동현[1], 이경준[2]
[1]영남대학교 컴퓨터공학과, [2]고려사이버대학교 정보관리보안학과 외래교수(강사)
yuyoungsu5582@gmail.com, tenteniball@gmail.com, tmdrl583205@naver.com, kjune83@cuk.edu

Smart IoT vest to prevent stampede accident

Yeong-Su Lee[1], Tae-Hoon Lee[1], Dong-Hyun Kim, Kyung-June Lee[3]
[1]Dept. of Computer Engineering, YeongNam University
[2]Dept. of Information Management and Security, the Cyber University of Korea

요 약

대규모 행사에서 압사 예방을 위해 스마트 IoT 조끼 시스템을 개발했다. 일반 사용자들이 해당 조끼를 착용해 긴급 상황 발생 즉시 행사 관리자에게 정보를 전송하고 동시에 Linear Actuator를 활용해 개발한 에어백 기능으로 인명피해 사고를 보다 예방할 수 있다.

1. 서론

2022년 10월에 발생된 이태원 참사로 인해 대규모 행사나 유동인구가 단시간 내에 많아진 상황에서의 안전 확보에 대한 사회적 관심이 대두되었다[1]. 그 밖의 유사한 사건을 개괄적으로 살펴보면 결국 사람들 간의 충분한 공간확보가 되지 못해 큰 압력이 가해지고, 이를 버티지 못한 사람들이 부상을 입거나 목숨까지 잃게 되었다는 걸 알 수 있다[2].

유사 사고가 재발하지 않기 위해서는 대규모 행사 시 충분한 공간확보, 안전시설 구비, 안전요원 배치 등이 필수적이겠으나 이 같은 준비가 충분하지 않았을 상황까지 고려해 개개인을 위한 대책 마련 역시 필요할 것이다. 이에 압사 예방을 위한 스마트 IoT 조끼 시스템을 기획하였다. (이하 “조끼 시스템”)

2. 기획

조끼 시스템의 구성은 하드웨어와 소프트웨어로 나누어진다. 먼저 하드웨어(조끼)를 대규모 행사 참가자에게 착용시킨다. 관리자는 조끼에 표시된 QR 코드를 통해 입장 시 인원을 자동으로 셀 수 있다. 이를 기초로 행사 공간 내 인구밀도를 계산할 수 있다. 또 행사 진행 중 압력, 심박수 측정을 통해 압사 위험이나 건강상 이상징후가 포착될 경우 해당 조끼의 위치정보를 서버로 전송한다. 또 이용자는 앱을 통해 SOS 긴급 구조 메시지를 전송할 수 있다. 마지막으로 긴급 상황 즉시 조끼에 내장된 에어백 기능을 통해 개인별 호흡 공간을 확보할 수 있다.

(그림 1) 압사 예방을 위한 스마트 IoT 조끼 시스템 개요

3. 소프트웨어 구현

구현을 위한 통합개발환경(IDE)은 VSCode를 사용하였다. 프론트엔드는 Flutter, 서버 및 소켓통신은 Node.js의 Express를 통해 구현하였다. 또, Github로 소스코드 공유와 형상 관리를 수행하였다. 하드웨어는 에어백이 내장된 조끼, 아두이노, GPS, 심박측정, 압력감지 센서로 구성하였다.

3.1 Front-End

프론트엔드를 구현하기 위해 사용한 언어는 Flutter이다. Flutter 프레임워크의 장점을 이용해 하

나의 코드로 안드로이드, iOS 등 다양한 모바일 플랫폼과 디바이스에서 실행되도록 구현했다. 어플리케이션 이용자는 행사 관리자와 일반 사용자로 구분하였다. 행사 관리자는 일반 사용자 다수의 메시지를 수신할 수 있으며, 조끼에서 전송되는 GPS, 심박, 압력 정보를 실시간으로 확인할 수 있다. 일반 사용자와의 채팅은 실시간 통신을 위해 socket.io를 적용하였다. 채팅 메시지를 화면에 빠르게 렌더링하기 위해 해시 맵 구조를 사용해 사용자의 채팅을 사전에 정의한 시간 안에 가져올 수 있도록 구현하였다. 행사 관리자는 GPS 정보를 통해 일반 사용자들이 어느 공간에 많이 몰려있는지를 파악할 수 있다. 그리고 일반 사용자가 SOS 긴급 구조 메시지를 보내면 관리자가 이를 파악하고 빠르게 대처할 수 있도록 하였다.

3.2 Back-End

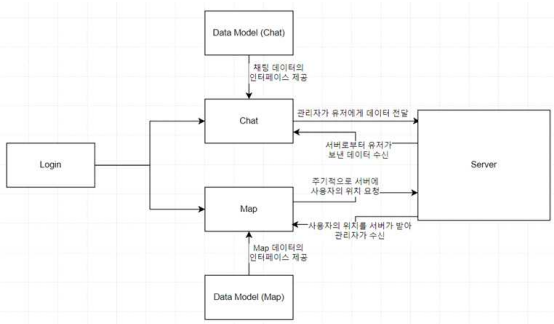
백엔드 구현은 Node.js의 Express 소켓통신을 활용하였다. 일반 사용자들의 정보나 행사 관리자의 정보는 해시 맵에 저장된다. 소켓통신 기능에는 채팅방 연결, 연결해제, 메시지 송수신 등이 있다. 스마트 조끼의 GPS 위치정보를 수신하는 기능, 긴급 구조 필요 상황 발생 시 SOS 긴급 구조 메시지를 수신할 수 있다.

4. 하드웨어 구현

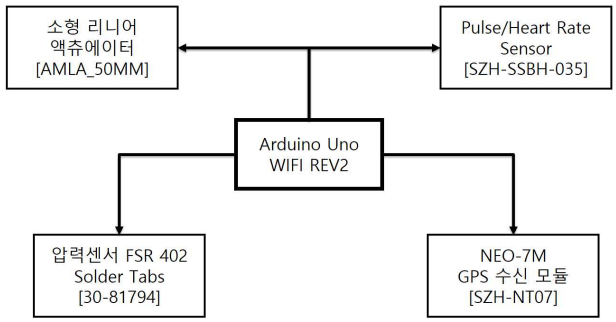
스마트 IoT 조끼 실물 구현을 위해서 Backend Server와 소켓 통신을 위해 와이파이 모듈이 필요하고, 심박 측정 센서와 압력 측정 센서가 아날로그 핀을 활용하기 때문에 아날로그 핀 개수가 충분한 Arduino Uno WiFi Rev2를 채택하였다. 조끼의 핵심기능인 에어백은 외부에서 이용자의 신체로 가해지는 압력이 높아도 이를 반대로 밀어야 하기 때문에 Linear Actuator를 채택하였다. 조끼에 내장된 아두이노는 평상 시 Backend Server로 정상 신호를 보내지만 착용자의 심박수나 압력감지 수치가 위험 수치에 근접하거나 높아질 경우 SOS 긴급 메시지 신호와 GPS 위치정보를 자동으로 송신해 행사 관리자가 해당 위치를 파악할 수 있다. 동시에 Linear Actuator를 외부 압력의 반대 방향으로 작동시켜 호흡 공간을 확보해 압사를 예방한다.

5. 결론

압사 예방을 위한 스마트 IoT 조끼 시스템은 대규모 행사를 즐기러 온 일반 사용자들의 상황을 행사 관리자가 파악해 안전사고를 방지할 수 있다.



(그림 2) Back-End Function Diagram



(그림 3) 스마트 IoT 조끼 Hardware Architecture

또 긴급 상황 발생 즉시 Linear Actuator 동작을 통해 생존 가능성을 높인다. 그 밖에 채팅 기능, GPS 정보 송수신 기능, SOS 긴급 구조 메시지 기능을 통해 행사 관리자가 보다 신속한 대처를 할 수 있다.

향후 개념증명(Proof of Concept) 수준에서 구현된 각 구성요소의 완성도를 보다 높여야 한다. 또 에어백 조끼의 경량화, 내장된 하드웨어 시스템의 내구성 및 에어백 동작을 위한 Linear Actuator 신뢰성을 보다 향상해야 한다.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 이호영, “10.29 이태원 참사에 대한 행정안전부 장관의 법적 의무와 책임”, 민주법학 제81호, 47-78쪽, 2023년 3월

[2] 이경원, “상주 시민 운동장 압사 사고의 임상적 고찰”, 대한응급의학회지, 제18권 제5호, 367-374쪽, 2007년 10월