

비콘과 웨어러블 밴드 기반의 낙상 사고 알림 시스템 설계 및 구현

허한슬*, 고용국*, 심재훈*, 심효빈*, 양경석*
 *세종대학교 컴퓨터공학과
 e-mail : yongguk12@sju.ac.kr

Design and Implementation of Fall Accident Notification System Based Beacon and Wearable Band

Han-Seul Heo*, Yong-Guk Go*, Jae-Hoon Shim*, Hyo-Bin Shim*, Kyeong-Seok Yang*
 *Dept. of Computer Engineering, Sejong University

요 약

사람들은 예측하지 못한 순간에 발생할 수 있는 안전 사고에 대해 항상 불안해한다. 매년 노년층 인구 비율이 증가함에 따라 낙상 사고 발생 빈도도 비례적으로 증가하고 있다. 낙상 사고는 대체로 골든 타임이 짧으므로 보호자와 함께 생활하지 않는 노인에게 낙상 사고가 발생한 경우 이를 대처하는 것은 매우 어렵다. 본 논문에서는 비콘과 웨어러블 밴드를 활용하여 낙상 사고 발생을 효과적으로 감지하고 초동 응급 대처가 가능할 수 있도록 돕는 알림 시스템을 설계하고, 이러한 기능을 수행하는 모바일 애플리케이션을 구현하고자 한다.

1. 서론

생활 속에서 일어나는 대부분의 사고들은 예측하지 못한 순간에 발생한다. 이러한 사실은 사람들을 불안하게 만드는 가장 큰 요소이지만, 사고가 발생하더라도 빠른 응급 대처를 받을 수 있다면 불안함은 분명히 억제될 수 있다. 하지만 노인 1인 가구는 예기치 못한 사고가 발생하더라도 응급 대처를 받기 어렵다. 특히, 낙상 사고는 대체로 골든 타임이 짧으므로, 보호자와 함께 있지 않는 경우 빠른 응급 대처가 힘들다. 따라서 우리는 이러한 문제를 해결할 수 있는 낙상 사고 알림 시스템을 설계하고 구현하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 비콘과 가속도 센서 및 자이로스코프 센서에 대하여 다룬다. 3 장에서는 낙상 사고 알림 시스템의 설계를 위한 요구 분석을 다룬다. 4 장에서는 요구 분석을 바탕으로 실제 낙상 사고 알림 시스템을 설계하는 과정과 결과에 관하여 다룬다. 5 장에서는 앞서 설계한 시스템이 탑재된 Android 5.0 및 Android Wear 2.0 기반의 모바일 애플리케이션을 구현하고 시험한다. 마지막으로 6 장에서 결론으로 끝을 맺는다.

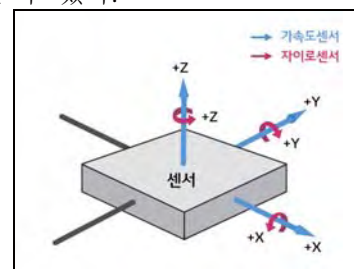
2. 비콘과 가속도 센서 및 자이로스코프 센서

비콘(Beacon)은 근거리에서 있는 스마트 기기를 인식하여 데이터를 전송할 수 있는 무선 통신 장치이다. 근거리 무선 통신인 NFC(Near Field Communication)가 10cm 이내의 근거리에서만 작동하는 반면, 비콘은 최대 50m 거리에서 활용할 수 있다. 또한, 비콘은 저전력으로 동작하여 배터리 소모량이 적으며, 실내에서

는 GPS 보다 정교한 위치 파악이 가능하다는 장점을 가진다.

가속도 센서는 x 축, y 축 및 z 축 방향의 가속도를 측정할 수 있으며, 가만히 정지한 상태에서는 중력 가속도를 감지하기 때문에 기본적으로 z 축 방향으로 -g 만큼의 값을 출력한다. 세 개의 축에 걸리는 중력 가속도를 통해, 지면을 기준으로 센서가 부착된 물체의 기울어진 각도를 측정할 수 있다. 예를 들어, 물체를 y 축 방향으로 45° 만큼 기울이면 x 축과 z 축 방향으로 동일한 값의 가속도가 측정된다. 이때, 중력 방향으로 g 만큼의 크기 값이 측정되어야 하므로, x 축과 z 축은 각각 0.707g 만큼의 값이 출력된다. 결과적으로 두 개의 값의 비율을 arctan에 대입하여 y 축 방향으로 기울어진 정도를 유도할 수 있다.

자이로스코프 센서는 물체가 각각의 축에 대해서 회전하는 각속도를 측정한다. 각 축에 대한 반시계 방향의 속도는 음의 값을 가지며, 반대로 시계 방향에 해당하는 속도는 양의 값을 가진다. 단위 시간 동안 회전한 각속도를 적분하여 단위 시간 동안 회전한 각도를 구할 수 있다.



(그림 1) 가속도 센서와 자이로스코프 센서

3. 낙상 사고 알림 시스템 설계를 위한 요구 분석

의료 기술의 발달로 인간의 수명이 연장되면서 노인 가구 및 노인 1인 가구의 수가 증가하고 있다. 특히 노인 1인 가구의 경우, 낙상 사고가 가장 많이 발생하는 집에서 사고를 당했을 때 빠른 응급 처치가 거의 불가능하다. 따라서 실시간 낙상 감지 및 알림은 골든 타임이 짧은 낙상 사고의 빠른 대처와 신체적 약자들의 안전한 개인 활동 등을 보장할 수 있다.

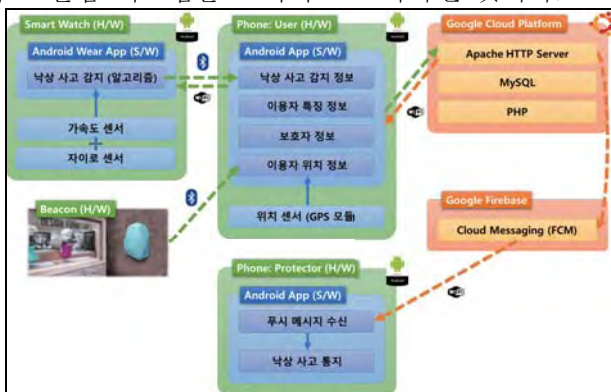
이러한 기능을 효과적으로 수행하기 위해서는 먼저 낙상 사고를 감지하는 과정이 올바르게 작동하여야 한다. 스마트폰을 이용하여 낙상 사고 발생을 감지하는 경우, 사고자가 스마트폰을 소지하지 않았을 때에는 정상적인 알림 프로세스의 동작을 기대하기 매우 어렵다. 뿐만 아니라, 스마트폰은 항상 손에 들고 있는 것이 아니므로 소지하고 있더라도 낙상 사고 인식을 올바르게 수행할 것이라 기대하기 어렵다. 이러한 단점들을 극복하기 위해서 사용자가 항상 손목에 차고 있을 수 있는 웨어러블 밴드를 통해 낙상 사고를 감지함으로써 비교적 정확하면서도 충실하게 해당 기능을 수행할 수 있도록 할 필요가 있다.

또한, 사고자의 위치 정보를 보호자가 정확하고 빠르게 알 수 있어야 한다. 실외의 경우에는 스마트폰의 GPS 정보를 활용하여 비교적 정확하게 위치를 파악할 수 있다. 하지만 공공장소를 비롯한 다양한 규모의 실내 장소에서는 GPS 정보만으로 사고자의 정확한 위치를 파악하기는 힘들다. 이러한 문제를 해결하기 위해 비콘을 활용한 위치 정보 수집 및 전송 기능을 적극적으로 도입할 필요가 있다. 추가적으로, 위치 정보 뿐만 아니라 사고자의 혈액형, 생년월일, 병력 등의 기본 정보들을 제공함으로써 효율적인 초동 응급 대처가 가능하게 해야 한다.

마지막으로 해당 시스템을 필요로 하는 이용자들이 상대적으로 스마트 기기에 익숙하지 않을 수 있다는 점을 고려하여, 전체적인 시스템 구조와 사용자 인터페이스는 최대한 간단명료하면서도 필수적인 기능들만 담을 수 있어야 한다.

4. 낙상 사고 알림 시스템 설계

그림 2는 요구 분석을 기초로 하여 설계한 낙상 사고 알림 시스템을 도식적으로 나타낸 것이다.



(그림 2) 시스템 설계도

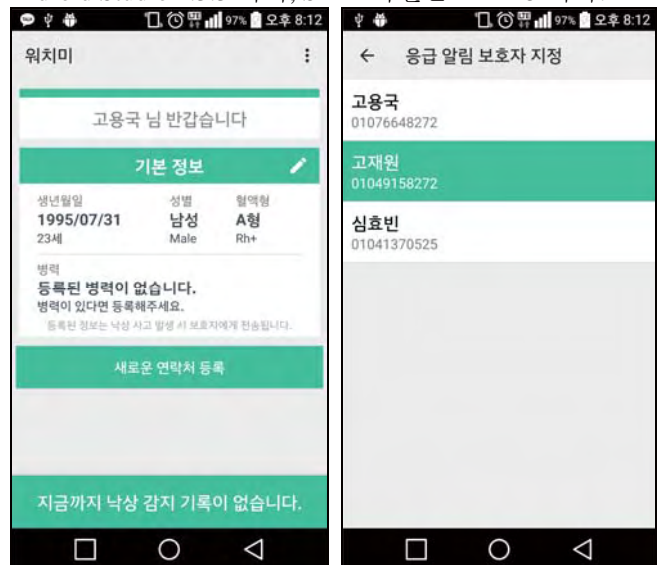
먼저, 이용자는 자신의 스마트폰에 설치된 애플리케이션을 통해 생년월일, 혈액형, 과거 병력과 같은 기본 정보와 낙상 사고 발생 시 알림을 보낼 보호자의 정보를 등록한다. 위치 정보 알림 시 비콘을 사용하기 위해서는 비콘의 설치 장소도 미리 등록해야 한다. 이용자의 스마트폰과 연동된 웨어러블 밴드는 블루투스 연결을 통해 실시간으로 낙상 사고 감지 정보 전송이 가능하도록 한다. 웨어러블 밴드에 내장되어 있는 가속도 센서와 자이로스코프 센서가 인식한 값들을 조합하여 이용자의 낙상 사고 발생 여부를 판단한다.

낙상 사고로 판단되면 웨어러블 밴드와 스마트폰에 낙상 사고 발생 알림이 출력된다. 이용자가 낙상 사고가 발생한 것이 아님을 알리기 위해 제한된 시간 안에 중단 요청을 보내면 낙상 사고 알림 프로세스를 완전히 멈추고, 스마트폰 애플리케이션의 내부 데이터베이스에 낙상 사고 감지 정보를 저장한다. 이때, 웨어러블 밴드에서는 낙상 사고 감지 알고리즘의 판별 문턱 값(Threshold Value)을 조정하는 작업도 함께 수행한다.

만약 실제 낙상 사고가 발생하여 이용자가 알림 중단 요청을 보내지 않으면, 이용자의 위치 정보와 기본 정보를 지정된 보호자에게 전송한다. 이때 위치 정보는, 이용자가 실외에 있다고 판단되면 스마트폰의 GPS 정보를, 실내에 있다고 판단되면 GPS의 정확성이 떨어지는 것을 보완하기 위해 비콘을 활용하여 얻어낸 정보를 이용한다.

5. 설계한 낙상 사고 알림 시스템 기반의 모바일 애플리케이션 구현

그림 3은 설계한 낙상 사고 알림 시스템을 바탕으로 구현한 Android 5.0 및 Android Wear 2.0 기반의 모바일 애플리케이션의 기본 구동 화면들을 나타낸 것이다. 애플리케이션 개발에 사용된 통합 개발 환경은 Android Studio 2.3.3이며, SDK 버전은 API 25이다.

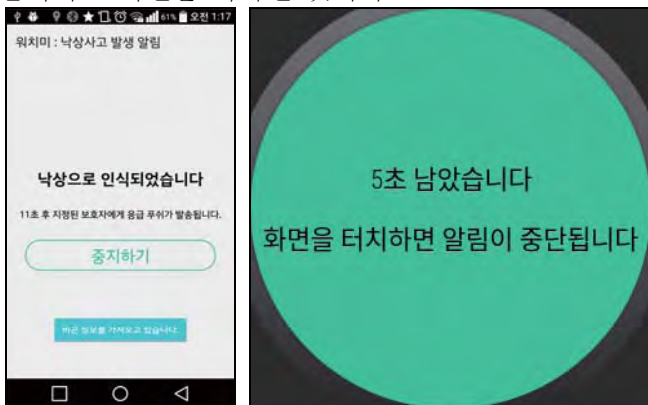


(그림 3) 구현 애플리케이션 기본 구동 화면

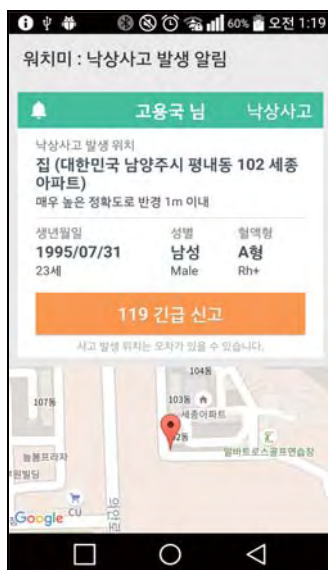
애플리케이션 초기 화면에서는 이용자 본인의 생년월일, 성별, 혈액형 및 병력 등의 기본 정보를 열람하고 수정할 수 있다. 또한, 손가락으로 화면을 위쪽 방향으로 쓸어 올리면 현재까지 웨어러블 밴드에서 감지한 낙상 사고 발생 기록을 열람할 수 있다. 시스템에서 가장 핵심적인 요소들을 모두 초기 화면에 직관적으로 배치함으로써 스마트폰 사용이 익숙하지 않은 노인들도 쉽게 기본 기능을 이용할 수 있도록 하였다.

낙상 사고 발생 시 응급 알림을 받을 보호자는 별도의 화면에서 지정할 수 있도록 구성하였다. 이용자의 편의를 위해 직접 전화번호를 입력하는 방식이 아니라, 기기에 등록된 연락처들과 서버에 이미 등록되어 있는 이용자 정보들을 모두 비교하여 일치하는 데이터들만 보여주고 원하는 보호자를 선택할 수 있도록 하였다. 연락처 정보를 짧게 누르면 보호자로 지정하며, 이미 보호자로 지정된 연락처를 길게 누르면 보호자에서 해제한다.

그림 4 는 웨어러블 밴드의 애플리케이션에서 낙상 사고 발생 감지 시 이용자의 웨어러블 밴드와 스마트폰에 출력되는 화면들을 나타낸 것이며, 그림 5 는 실제 낙상 사고 발생 시 지정된 보호자의 스마트폰에 출력되는 화면을 나타낸 것이다.



(그림 4) 낙상 감지 시 이용자 애플리케이션 화면



(그림 5) 낙상 사고 발생 시 보호자 스마트폰 화면

낙상 사고 발생 감지 시 이용자의 웨어러블 밴드와 스마트폰은 수행 중이었던 모든 프로세스들을 일시적으로 중단하고 낙상 감지 알림 화면을 출력한다. 낙상 감지 알림 화면은 지정된 타이머 시간 동안 이용자로부터 낙상 사고 알림 중단 요청을 받을 수 있도록 구성하였다. 이용자는 타이머 시간 내에 웨어러블 밴드의 화면을 누르거나, 스마트폰의 중단 버튼을 누르는 방법으로 낙상 사고 알림을 중단할 수 있다. 이때, 이용자에 의해 알림이 중단되면 웨어러블 밴드의 애플리케이션에서는 낙상 사고 감지 알고리즘의 감지 문턱 값(Threshold Value)을 조정한다.

정해진 타이머 시간 동안 이용자로부터 아무런 요청이 없으면 지정된 보호자에게 낙상 사고 발생 알림을 전송한다. 전송한 알림이 보호자의 스마트폰에 도달하면 보호자는 사고자의 위치 정보와 기본 정보들을 바로 확인할 수 있다. 또한, 위치 정보는 지도 데이터로도 변환되어 출력되므로 보호자는 사고자의 위치를 보다 더 빠르게 인지할 수 있다. 만약 사고자의 낙상 위치가 비콘의 인식 범위 안에 있는 경우에는 비콘의 설치 지점에서부터 사고 발생 위치까지의 거리 정보도 함께 출력되어 보호자는 매우 정확한 사고 발생 위치를 알 수 있다. 상황이 여의치 않은 경우, 보호자는 즉시 응급 기관으로 신고할 수도 있다.

6. 결론

본 논문에서는 낙상 사고 발생 상황을 분석하여 응급 알림 시스템 설계를 위해 필요한 정보를 조사하였으며, 이를 기초로 하여 비콘과 웨어러블 밴드를 이용한 낙상 사고 감지 및 알림 시스템을 설계하였다. 또한, 우리가 설계한 낙상 사고 알림 시스템의 일련의 과정을 온전히 수행하는 Android 및 Android Wear 애플리케이션을 구현함으로써 실생활에서의 실질적인 활용이 가능할 것으로 기대한다.

그러나 본 논문에서 사용한 낙상 사고 감지 방법은 간헐적으로 낙상 사고를 정확하게 판별해내지 못하는 문제와 반복적인 센서 데이터의 접근으로 인해 이용자 기기의 배터리 타임 감소의 한계를 가진다. 향후 연구를 통해 이러한 문제점들에 대해서 분석하고 해결 방안을 도출할 것이다.

“본 논문은 2017 년 한이음 ICT 멘토링 프로젝트의 결과물입니다.”

참고문헌

[1] 조형민, 이정우 (2010). 외부 GPS 모바일 단말기를 이용한 실내 위치 추적 기법. 한국방송통신대학교 학술포럼 논문집, 6-8.

[2] 신현호, 최창규, 남춘성, 신동렬. (2015). 실내 위치추적을 위한 Beacon 위치 서비스 설계. 한국통신학회 학술대회논문집, 1360-1361.