

비콘과 스마트 신호등을 이용한 치매환자 배회 감지 및 보행자 보호 시스템

이늘숨¹, 이민선¹, 이재민², 전태수³, 김동성*

금오공과대학교 전자공학부^{1,2,3,*}

{2eunheng¹, 20170798¹, ljmpaul², taesoo.jun³, dskim*}@kumoh.ac.kr

Pedestrian Protection System for Dementia Patients Using Beacons and Smart Traffic Lights

Neul-Som Lee¹, Min-Seon Lee¹, Jae-Min Lee², Tae-Soo Jun³ and Dong-Seong Kim*

Kumoh National Institute of Technology

School of Electronic Eng.^{1,2,3,*}

요 약

치매 환자를 포함한 노인 보행자의 사고는 생명에 치명적이기 때문에 실종 및 사고 예방을 위한 위치 추적 시스템과 IoT 교통 인프라에 대한 활발한 연구가 이루어지고 있다. 위험 상황에서 노화로 인해 판단력과 반응력이 저하된 노인 보행자의 안전을 위해 고려되어야 할 것은 위치 추적의 실시간성과 보행 환경에서의 효율성이다. 이에 본 연구에서는 BLE 비콘과 스마트 신호등을 이용한 시스템을 설계하여 치매 배회를 감지하고 보행자를 보호할 방안을 제안한다. 해당 시스템은 사용자 디바이스, 스마트 신호등, 보호자 및 운전자 전용 애플리케이션, 관리 기관 서버로 구성되어 사용자의 위치를 실시간으로 모니터링하고 주변 운전자들의 서행을 유도할 수 있다.

I. 서론

우리나라는 고령화가 가속화되면서 치매 환자는 노인 인구의 10%, 노인의 교통사고 사망자는 전체의 37.5%를 차지하게 되었다. 치매 환자를 돌봄에 있어 가장 큰 어려움은 돌발적 거소 이탈 문제로 실종 확인, 신고 접수, 수색 및 인력의 출동과 발견까지 걸리는 골든 타임이 매우 중요하다. 이를 해결하기 위해 배회 감지기 대여사업을 추진하고 있지만 충전, 분실, 사용료 부담, 배터리 수명 문제 등의 이유로 보급률이 저조하다. 또한 고령층은 걸음 속도가 느리고, 변별력이나 인지능력이 떨어져 사고 발생이 빈번하고 사망률도 높기 때문에 고령자를 포함한 보행자 교통사고 사망자를 줄이기 위해 사물 인터넷(IoT, Internet of Things) 등 스마트 기술을 적용한 교통 환경의 조성이 주목받고 있다. IoT는 제한된 메모리, 배터리 용량, 처리 능력과 같은 특성을 갖는 감지 장치들이 상호 연결된 광범위한 시스템으로, 현대 산업과 사회 실현의 핵심이다[1].

따라서 본 논문은 치매 환자를 포함한 고령층의 사용자를 위해 BLE 비콘과 스마트 신호등을 사용하여 구축된 IoT 환경을 통해서 기존 배회 감지기의 단점을 보완하여 치매 환자의 실종을 예방하고 고령자의 교통사고를 예방하는 시스템을 설계하고자 하였다.

II. 기존 연구의 문제점

기존 이동형 비콘을 이용한 배회 감지기 연구는 대부분 RFID, NFC, GPS를 이용한다. RFID는 태그의 크기와 인식 거리 문제, 개인정보 보안의 취약성 문제가 존재하고, NFC는 약 10cm 이하의 근거리에서만 동작하는 비접촉식 통신 기술로 인식 거리가 짧다. 가장 많이 사용하는 GPS의 경우 실내 환경에서 신호 송수신이 어렵고 배터리 유지 시간이 짧다[2]. GPS의 배터리 절약을 위한 연구에서 GPS를 단독으로 사용할 때 배터리 유지 시간은 8.2시간, Wi-Fi 네트워크 기반으로 실내 출몰을 판단하여 비활성화하는 경우 16.5시간, 가속도계로 사용자의 동작을 감지하여 Wi-Fi 기법을 보완하는 경우 25.8시간으로 다소 짧은 편이다[3].

교통사고를 방지하기 위해 제안된 기존의 스마트 신호등은 교통 약자에게 추가 보행 시간을 제공하는 등 보행자가 주의하는 방식 중심으로 개발되었으며[4], 이는 인지 기능장애를 보이는 치매 환자나 신체 능력이 저하된 노인의 경우에 판단 능력의 저하를 보이므로 효율성이 떨어진다.

III. 제안하는 시스템

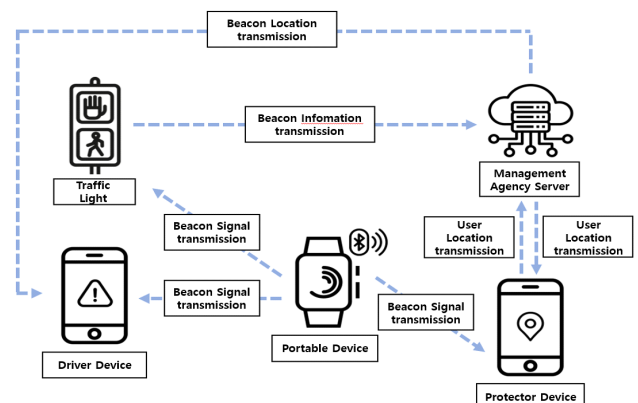


그림 1 제안하는 치매환자 배회 감지 및 보행자 보호 시스템

제안하는 시스템은 BLE 비콘이 내장된 웨어러블 형태의 사용자 디바이스, 스마트 신호등, 운전자 및 보호자용 애플리케이션, 관리 기관 서버를 포함한다. 디바이스는 보호자용 애플리케이션을 통해 사용자의 신원 정보와 비콘 식별 정보를 등록한 뒤 사용할 수 있으며 비콘 수신기의 역할을 하는 신호등이 근방의 비콘 신호를 수신하여 교통 신호를 제어하고 관리 기관 서버로 전송한다. 서버는 전달받은 비콘 수신 정보, 신원 정보를 저장하여 이를 위치 제공 서비스에 활용하는 구조이다. 사용자 디바이스를 제외한 각 구성부는 파이어베이스(Firebase)에서 제공하는 SDK를 사용하여 연결되며 사용자 디바이스는 블루투스로 통신한다.

3.1 사용자 디바이스

주기적으로 비콘 신호를 생성하는 BLE 기반 비콘(iBeacon)이 내장된 웨어러블 타입의 디바이스이다.

3.2 스마트 신호등

도로상의 차량 신호 또는 보행 신호를 제어하는 동시에 사용자 디바이스의 비콘 신호를 수신하여 별도의 보행자 주의 신호를 제어한다. 또한 비콘 스캔 정보와 함께 신호등의 위치 정보를 서버로 전송한다. 신호등은 라즈베리파이(Raspberry Pi)로 구현하였으며, 서버 역할을 하는 파이어베이스에 등록된 비콘의 MAC 값 중 스캔한 비콘의 MAC 값이 있다면 보행자 주의 신호 역할을 하는 LED를 점등하고 해당 비콘의 MAC 값, 설치된 위치의 위·경도 값과 스캔 시간을 파이어베이스로 전송한다.

3.3 운전자 애플리케이션

내비게이션 서비스를 제공하며 운전자 근방에 사용자 디바이스가 있으면 운전자에게 서행을 유도한다. 운전자 단말기가 블루투스 통신으로 비콘의 MAC 값을 직접 스캔하여 알람을 띄우는 방식과 운전자의 현재 위치를 기준으로 기설정된 거리 이내에 있는 신호등에 사용자 디바이스가 감지되는 경우 알람을 띄우는 방식을 혼용한다. 운전자 애플리케이션은 안드로이드 스튜디오(Android Studio)를 사용해 구현되었다. 지도를 표현하기 위해 구글 맵(Google Map), 위·경도 좌표값 사용을 위해 지오코더(Geocoder)를 사용하였다. 알람의 구현은 애플리케이션 실행 중에 백그라운드에서 지속해서 비콘 신호를 스캔하여 서버 내 MAC 값 리스트와 대조하는 방식과 서버 내 비콘을 스캔한 신호등의 위·경도 값을 운전자 단말의 위·경도 값을 비교하여 서로 간의 거리가 임의 설정한 값 이내인지 판별하는 방식으로 이루어졌다.

3.4 보호자 애플리케이션

보호자가 사용자의 실종에 대비할 수 있도록 서버에 사용자 디바이스를 사용자의 신원 정보를 함께 등록할 수 있다. 서버를 통해 사용자의 위치를 확인하고 보호자의 판단에 따라 곧바로 관리 기관에 실종 신고를 할 수 있으며 주민등록번호 등 민감한 개인정보를 제외한 실종 신고 된 사용자의 신원 정보는 애플리케이션 내에 공유된다. 역으로 미리 신고 된 다른 실종자의 정보도 열람할 수 있다. 보호자 애플리케이션의 구현에는 안드로이드 스튜디오와 구글 맵, 지오코더가 사용되었다. 사용자와 보호자의 인적 사항 관리, 실종 신고, 실종 신고 열람을 위한 UI를 제공하며 사용자의 위치를 직관적으로 확인할 수 있도록 지도 위에 서버 내 비콘을 스캔한 신호등의 위·경도 값을 마커로 표시한다.

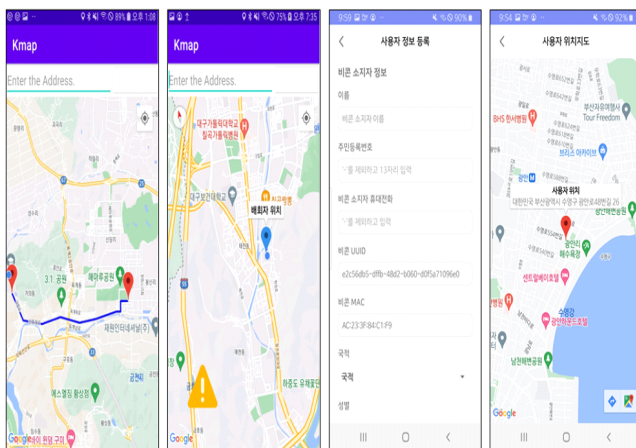


그림 2 안드로이드 기반 운전자, 보호자 애플리케이션 구현

3.5 관리 기관 서버

신호등의 비콘 스캔 정보, 보호자용 애플리케이션의 사용자 신원 정보 및 신고 상태를 사용자 단위로 저장한다. 연결된 시스템의 각 구성은 구축된 데이터베이스를 사용자의 현재 위치 특정, 신고 프로세스 등에 활용

다. 관리 기관 서버는 파이어베이스의 실시간 데이터베이스로 구현하고 관리자의 모니터링을 위해 파이어베이스가 지원하는 호스팅 기능으로 웹 애플리케이션을 배포한다. 웹 애플리케이션은 인지하기 쉽도록 데이터베이스를 테이블 형태로 재구성하였다.

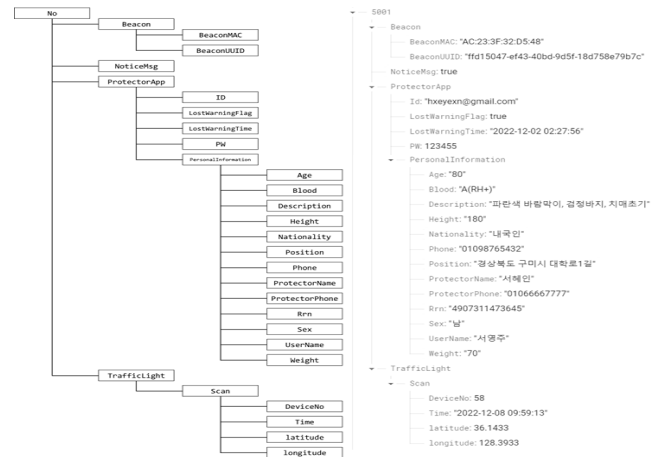


그림 3 데이터베이스 구조와 파이어베이스 기반 관리 기관 서버 구현

IV. 결론

본 논문은 치매 환자의 실종에 대응하고 노인 보행자의 교통사고를 예방하기 위해 BLE 비콘과 신호등을 사용한 시스템 구축을 제안하였다. 제안하는 시스템은 치매 환자의 배회 활동과 그로 인한 실종 상황에 사용자의 위치를 특정하여 신속하게 대처하고, 교통 약자 스스로 보호하는 것 대신 운전자로부터 적극적인 고령 보행자 보호를 끌어냄으로써 치명적인 교통사고를 줄이는 의미가 있을 것으로 사료된다.

향후 연구에서는 비콘 신호를 사용한 측위 방식의 측위 정확도, 민감한 개인 정보를 처리하는 면에서 암호화 등 보안 수준, 서버 환경의 안정성을 향상할 예정이다. 이에 AWS 기반의 데이터베이스 등을 활용함을 고려하고 있으며 사용자의 이동 동선을 확보하기 위해 필요한 부분을 추가 설계할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소(2018R1A6A1A03024003)와 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 Grand ICT연구센터지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(IITP-2022-2020-0-01612).

참고 문헌

- [1] A. Musaddiq, R. Ali, S.-W. Kim and D.-S. Kim, "Learning-Based Resource Management for Low-Power and Lossy IoT Networks", IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 17, pp. 16006-16016, 2022
- [2] D.-W. Kwon, "A Study of Dementia Patient Care Monitoring System Based on Indoor Location Using Bluetooth Beacon", J. Digital Convergence, vol.14, no.2, pp. 218-225, 2016
- [3] L.-M. Soria Morillo, "Outdoor exit detection using combined techniques to increase GPS efficiency", Expert Systems with Applications, vol.39, Issue 15, pp. 12260-12267, 2012
- [4] H. - J. Lee, "Constructing Effective Smart Crosswalk Traffic Light Mechanism Through Simulation Technique", KTCP, vol.22, no.2, pp. 113-118, 2016