

사용자 물품 보호를 위한 블루투스 기반 실시간 거리 감지 및 경고 시스템

나유성, 안성진, 김상대

순천향대학교

yusung052077@gmail.com, khksj0109@gmail.com, sdkim.mie@sch.ac.kr

Bluetooth-Based Real-Time Distance Detection and Alert System

YuSung Na, SungJin An, SangDae Kim
Soonchunhyang University

요약

본 논문은 현대 사회에서 공공장소에서 빈번히 발생하는 물품 도난 사고로 인해, 실시간 보호 기술에 대한 수요가 증가하고 있음을 다룬다. 기존의 GPS 기반 시스템은 사후 대응 중심으로, 실시간 감지 및 다중 장치 대응에는 한계가 존재한다. 본 연구에서는 스마트폰과 블루투스 장치 간의 RSSI 신호를 기반으로, 일정 거리 이상 이탈 시 푸시 알림, 진동, 경고음을 통해 경고를 제공하는 실시간 분리 감지 시스템을 설계하였다. 또한 사용자 편의성을 고려하여 자유모드, 백그라운드 감지, 신호 시작화 등의 기능을 포함시켜 실용성과 확장성을 강화하였다.

I. 서론

현대 사회의 이동이 짧은 생활 패턴 속에서, 공항, 카페, 기차역 등 공공 장소에서 발생하는 물품 도난·분실 사고가 빈번하게 보고되고 있다.

[1], [2] 이에 따라 사용자의 소지품을 실시간으로 보호하고 감시할 수 있는 스마트 보호 시스템 기술에 대한 수요가 증가하고 있다.

기존의 분실 방지 시스템은 주로 GPS 기반의 위치 추적이나 스마트폰을 통한 원격 잠금 제어에 초점을 맞추고 있으나, 이는 대부분 사후 대응 방식으로 실시간 감지에는 한계가 있다. 이를 보완하고자 블루투스 기반의 실시간 분리 감지 기술이 주목받고 있다.

선행 연구인 ‘블루투스를 이용한 분실방지 시스템’[3]에서는 블루투스 장치와 스마트폰 간 1:1 연결 구조에서 연결이 끊어질 경우 단일 장치의 경고음을 통해 분리를 감지하는 시스템을 제안하였다. 하지만 이 방식은 단일 장치에만 적용 가능하며, 확장성과 사용자 편의성 측면에서 한계가 존재한다.

이에 본 연구에서는 스마트폰을 중심으로 다수의 블루투스 장치와 1:N 연결이 가능한 실시간 분리 감지 시스템을 설계하였다. 스마트폰이 각 블루투스 장치의 RSSI 신호 세기를 지속적으로 측정하고, 신호가 설정된 임계값 이하로 약해질 경우, 진동, 부저, 푸시 알림을 통해 경고를 발생시킨다.

또한, 자유모드 전환, 신호 시작화, 백그라운드 감지 유지 기능을 통해 실용성과 확장성을 강화하였다. 본 시스템은 단순 연결 유무 감지를 넘어, 분실 이전 단계에서의 예방과 사용자 맞춤 설정이 가능한 실시간 블루투스 장치 기반 경고 시스템으로서의 의미를 가진다.

II. 본론

본 절에서는 물품 도난 방지를 위한 시스템 설명을 목표로 한다.

II-1. 시스템 구성 요소

- 개발 환경 : 안드로이드 스튜디오, 아두이노
- 프로그래밍 언어 : KOTLIN, 아두이노

○ 아두이노 부품 : HC-06, 부저

II-2. 시스템 동작 과정

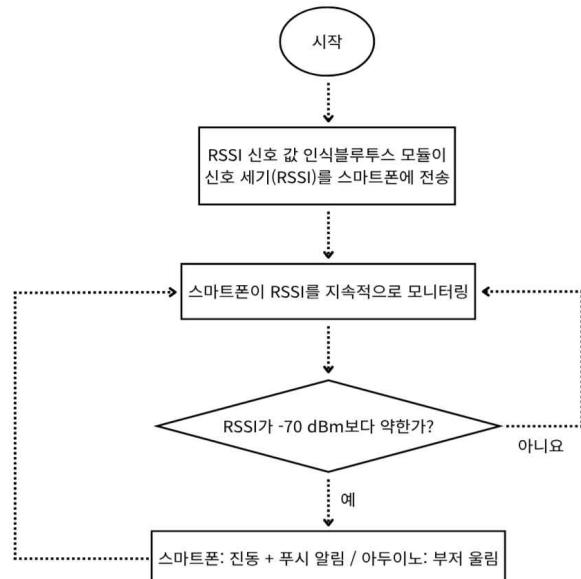


그림 1. 시스템 실행 순서도

II-2.1 시스템 동작 과정 설명

본 시스템은 위 [그림 1]과 같이 작동한다. 스마트폰과 블루투스 장치 간의 신호 세기(RSSI)를 기반으로 실시간 분리 감지를 수행하는 구조로, 사용자의 물품이 일정 거리 이상 멀어질 경우 이를 즉시 인식하고 경고하는 기능을 제공한다. 스마트폰은 중심 제어 장치로서 다수의 블루투스 장치와 1:N으로 연결되어 각 장치의 상태를 지속적으로 모니터링한다. 블루투스 장치와 스마트폰이 정상적으로 연결되어 있고 RSSI가 임계값보다 높은 경우, 시스템은 안정적인 상태로 간주한다. 이때 애플리케이션 화면에는 각 블루투스 장치의 이름, 신호 세기, 감시 모드 상태가 표시된다. 신호

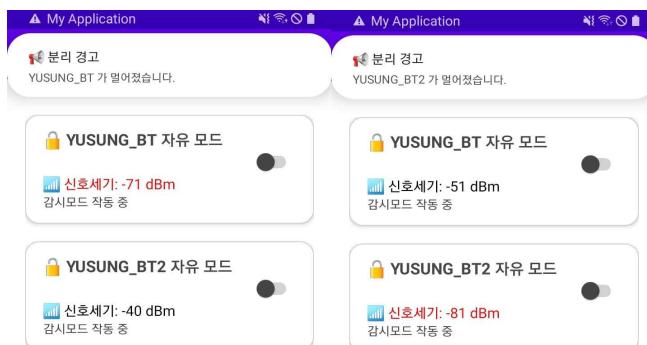
세기가 양호할 경우 검정색으로 표시되며, 특별한 알림 없이 백그라운드에서도 모니터링이 지속된다.

해당 상태는 아래 [그림 2]에 나타나 있다.



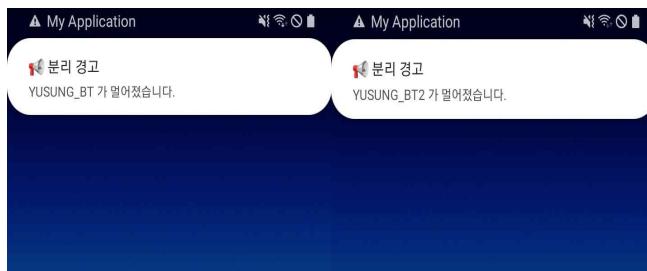
[그림 2. 평상시 감시 상태]

블루투스 장치와의 거리가 멀어지거나 장애물 등으로 인해 RSSI가 설정된 임계값 이하로 감소할 경우, 애플리케이션은 이를 위험 신호로 인식한다. 이때 UI 상에서 신호 세기 값은 붉은색으로 강조되고 스마트폰에서는 푸시 알림과 진동이 울린다. 이 시점에서 사용자는 물품이 멀어졌음을 인지할 수 있으며, 즉각적인 조치를 취할 수 있도록 시각적인 경고를 받을 수 있다. 이와 같은 동작은 아래 [그림 3]에서 확인할 수 있다.



[그림 3. 임계값을 -70으로 설정한 경우]

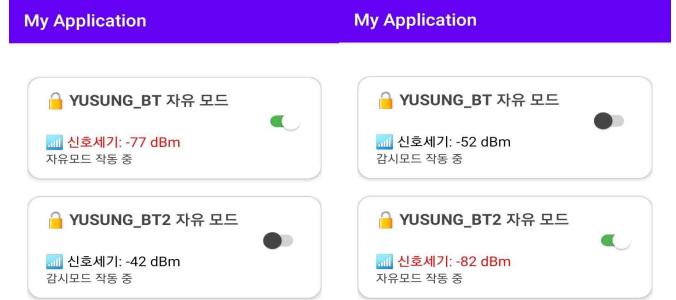
본 시스템은 앱이 닫히거나 화면이 꺼진 상태에서도 백그라운드에서 계속 실행되며 블루투스 신호 상태를 지속적으로 감지할 수 있도록 설계되었다. 따라서 사용자가 앱을 직접 켜두지 않아도, 분리 감지 시 즉각적인 푸시 알림과 진동이 발생한다. 이 기능은 실사용 상황에서 매우 중요하며, 화면을 켜지 않아도 스마트폰이 자동으로 분리 상황을 인식하고 사용자에게 경고를 제공함으로써 실시간 감지와 예방 기능을 강화한다. 이러한 백그라운드 감지 기능은 아래 [그림 4]에서 확인할 수 있다.



[그림 4. 백그라운드 경고 알림]

특정 상황에서는 경고를 일시적으로 비활성화하고 싶은 경우가 있을 수 있다. 이를 위해 본 시스템은 각 블루투스 장치별로 자유 모드(Free Mode) 설정 기능을 제공한다. 사용자가 자유 모드를 켜면, 해당 장치에 대해서는 신호 세기가 약해져도 경고가 발생하지 않으며, 앱 화면에는 "자유모드 작동 중"이라는 문구가 표시된다. 자유 모드는 개별 기기별로 설정이 가능하며, 사용자가 숙소나 집과 같은 안전 구역에서는 경고를 끌 수

있어 불필요한 알림을 방지할 수 있다. UI 상에서도 스위치가 초록색으로 변하며 활성 상태임을 직관적으로 보여준다. 자유모드 설정 상태는 아래 [그림 5]에서 확인할 수 있다.



[그림 5. 자유모드 설정]

III. 결론

본 논문에서는 블루투스 기반 신호 세기(RSSI)를 활용하여 사용자의 소지품과의 거리 이탈을 실시간으로 감지하고, 경고를 제공하는 스마트 보호 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 스마트폰과 블루투스 장치 간의 1:N 연결 구조를 기반으로 하며, 신호 세기가 설정된 임계값 이하로 멀어질 경우 진동, 부저, 푸시 알림을 통해 즉각적인 경고를 발생시킨다. 또한, 자유 모드 설정, 신호 시각화, 백그라운드 감지 등 다양한 사용자 중심 기능을 통해 실용성과 편의성을 강화하였다. 이를 통해 사용자는 공공장소에서도 물품 분실 및 도난을 사전에 예방할 수 있으며, 실시간 감시와 제어가 가능한 직관적인 인터페이스를 제공받을 수 있다. 하지만 본 시스템은 블루투스 신호 세기의 불안정성과 환경적 요인에 따라 감지 정확도에 한계가 존재하며, 사용자의 위치나 상황에 따라 경고 빈도가 달라질 수 있다. 향후에는 보다 정교한 거리 추정 알고리즘의 도입과, 사용자 맞춤형 임계값 설정 기능, 블루투스 장치의 배터리 모니터링, GPS와의 연계를 통한 안전구역 자동 인식 기능 등을 추가함으로써 시스템의 완성도를 높일 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 2025년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음”(2021-0-01399)“

참 고 문 헌

- [1] MBC 뉴스, “지난해 서울지하철 유실물 15만건”, https://imnews.imbc.com/replay/2025/nwtoday/article/6691244_36807.html, 2025.02.28
- [2] 비즈월드, “서울 지하철 최근 1년간 유실물 26만건 발생...’분실물 1위는 지갑’”, <https://www.bizwnews.com/news/articleView.html?idxno=92010>, 2024.11.19.
- [3] 임수현, 김기훈, 김형섭, 유동진, 강성혁, 김상진, 고영진. “블루투스를 이용한 분실방지 시스템,” 2016년도 대한전기학회 산업전기위원회 정기총회 및 학술대회 논문집, 2016, pp. 103 - 104.