



사고 현장 실시간 실내 인명 위치확인 및 구조대응 연구

고영주·신용범*·유상우**·[†]신동일***

명지대학교 재난안전학과 석박사통합과정, *명지대학교 화학공학과 석사과정,
명지대학교 재난안전학과 석사과정, *명지대학교 화학공학과/재난안전학과 교수
(2021년 5월 6일 접수, 2021년 6월 24일 수정, 2021년 6월 25일 채택)

Real-Time Location Identification of Indoor Rescuees at Accident Sites and Location-Based Rescue Response

Youngjoo Ko*·Yongbeom Shin**·Sangwoo Yoo*·[†]Dongil Shin*,**

*Dept. of Disaster and Safety, Myongji University, Yongin, Gyeonggi-do 17058, Korea

**Dept. of Chemical Engineering, Myongji University, Yongin, Gyeonggi-do 17058, Korea

(Received May 6, 2021; Revised June 24, 2021; Accepted June 25, 2021)

요약

본 연구는 스마트폰 Wi-Fi AP를 이용한 건축물내 구조대상자 위치정보 수집을 통해서 사고 현장대응에 활용할 수 있는 방안을 제안하고 그 효용성에 대해 분석하였다. 8개 건축물 지점에서 평균 30회 이상 Wi-Fi AP 네이밍 위치 확인 및 전파세기를 측정하도록 위치 측위 서버에 요청하고, 수신된 측위 결과 좌표값을 분석하는 방식으로 위치정보의 정확도와 오차범위를 확인하였다. 기존 기지국 기반 위치 오차값 263m에 대비해 최대 93% 이상 범위를 축소할 수 있었고, 8개 지점의 최소·최대 오차값은 4.137m ~ 14.037m, 평균오차는 9.525m로 확인되었다. 위치정보 유무에 따라 인명구조에 소요되는 시간을 3가지 상황에 대해 비교한 결과, 화재진압 및 인명구조에 소요되는 측정시간 결과는 위치정보가 정확하게 소방대원에게 제공되었을 경우 구조 활동에 소요되는 시간이 10분 50초로 나타났으나, 위치정보가 전혀 없는 경우 45분 이상 소요되었다. 스마트폰 Wi-Fi AP를 이용하여 건축물 내 구조대상자 위치정보를 정확하게 구조대원에게 제공함을 통해, 사고 현장에서 탐색에 소요되는 시간을 단축시킴으로써, 인명구조 및 골든타임 확보에 제안 시스템이 효과적인 것으로 분석되었다.

Abstract - In this study, the on-site location identification and response system was proposed by accurately checking the location information of rescue requesters in the buildings using the smartphone Wi-Fi AP. The location server was requested to measure the strength of the Wi-Fi AP at least 25 times at 8 different building location points. And the accuracy of the position and the error range were checked by analyzing the coordinate values of the received positions. In addition, the response time was measured by changing the conditions of location information in three groups to compare the response time for saving lives with and without location information. The minimum and maximum error values for the eight cases were found to be at least 4.137 m and up to 14.037 m, respectively, with an average error of 9.525 m. Compared to the base transceiver station (BTS) based position error value of 263m, the range could be reduced by up to 93%. When the location information was given, it took 10 minutes and 50 seconds to save lives; however, when there was no location information at all, rescue process took more than 45 minutes. From this research effort, it was analyzed that the acquisition of the location information of rescuees in the building using the smartphone Wi-Fi AP approach is effective in reducing the life-saving time for on-site responses.

Key words : location based service, real-time fire responses, Wi-Fi AP

[†]Corresponding author: dongil@mju.ac.kr

Copyright © 2021 by The Korean Institute of Gas

I. 서론

2019년 8월 6일 경기도 안성 생활용품 제조공장 지하 화재에서 소방관 1명이 순직하였다. 숨진 소방관은 지하층에 공장 직원들이 더 남았을 것으로 오인하여 내부로 진입하였다. 이처럼 소방관이 화재 건물 내부로 진입하는 경우 대부분은 건물 내에 구조대상자가 존재한다는 판단 때문이다. 화재 시 건물 내에 구조를 기다리는 인명의 존재 여부를 정확히 알 수 있다면, 불필요한 건물 내부로의 진입을 막을 수 있고, 혹시나 있을 수 있는 소방관의 인명 사고를 방지하는 방법이 될 수 있을 것이다.

긴급구조기관은 재난이 발생한 건물 내 구조대상자의 수와 정확한 위치정보를 수집해 대응계획을 선정하고 현장대응 활동에 임해야 하지만, 건물 내 구조대상자의 존재여부를 확인할 수 있는 마땅한 방법이 현재로서는 없고, 제한적인 기술 장비마저도 부족한 실정으로 건물 내 구조대상자 존재 유무를 파악하는 기술적 위치확인 시스템이 구조적으로 구성되어 있지 않다. 현재 소방에서는 관계인 등의 진술에 의존한 위치정보와 현장활동 표준작전절차(SOP)에 의한 인명탐색 방법을 활용하고 있으며, 그 외 구조대상자에 대한 정확한 위치 정보를 습득할 수 있도록 하는 기술 개발은 없는 실정이다.

인명구조는 출동벨이 울릴 때부터 사고의 종류, 상황, 건물용도, 불특정인 출입 여부 등에 대한 정보를 수집하고, 현장에 도착해서는 관계인 및 목격자, 피난자 등에게 수집한 정보를 통해서 재난발생 건물 내에 대피하지 못한 구조대상자의 유무를 확인하는 정도의 낙후된 기법을 활용하고 있다. 관계인에게 전달받은 구조대상자의 정보는 기억의 오류 등이 있는 정보일 수 있으므로 신중을 기해야 하며, 부정확한 정보로 인해 실제 인명구조가 필요한 구조대상자를 놓칠 수 있다는 위험성과 함께 구조대상자가 존재하지 않음에도 위험성에 노출되는 소방관의 생명위험성에 대한 고민도 필요하다.

이에 본 연구는 재난 발생 시 건물 내 구조대상자 위치를 확인하기 위해 건물에 이미 설치되어 있는 휴대전화의 Wi-Fi AP (Access Point: 무선연결가능한 디바이스를 연결하는 네트워킹 디바이스)의 신호세기를 활용하여 휴대전화 소지자(구조대상자)가 App을 이용해 신고 시 건축물 내 또는 공간(호실)의 위치를 확인함으로써 소방관이 현장 활동을 하는데 있어 과거보다 더 나아간 새로운 위치정보 습득 모델을 제시함과 동시에 인명구조 시스템 구축의 유용성에 대한 검증은 시도하였다. 재난 상황 시 구조

대상자 휴대전화 Wi-Fi 값을 읽어, 구조대상자의 존재 여부, 인원, 수직적·수평적 위치를 정확히 확인하여 적정 소방력을 투입함으로써 검색반경을 최소화하고 효율적인 구조활동을 수행하는 것이 본 연구의 목표이다. 이를 위해, 본 연구에서는 Wi-Fi AP를 이용한 위치정보의 정확성 및 오차범위를 확인하고 위치정보 유무에 따른 현장대응 시간을 비교하였다. 현재의 기지국 기반 위치정보 기술을 Wi-Fi AP 기반 시스템으로 전환하여 효율적 현장대응 개선을 도출하고자 하였다.

II. 위치 확인 기술

2.1. 긴급구조 신고 현 체계

소방 및 경찰에 긴급전화가 오면 신고자가 전달한 위치와 별도로 신고자 휴대전화를 통해 신고자의 위치를 알아내는 긴급 위치추적을 실시한다. 이 긴급 위치추적은 법적 근거에 따라 개인정보에 해당하는 신고자의 위치를 추적하는데, 통신사의 도움을 받아 신고자의 위치를 찾아낸다. 신고자의 위치 확인을 위해서 Fig. 1과 같이 첫 번째는 주변 기

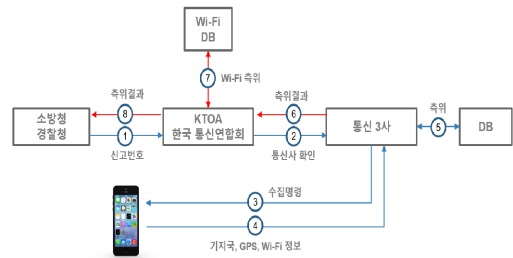


Fig. 1. Flow diagram of current emergency location tracking method.



Fig. 2. Current 119 reporting standard system.

지국 중심으로, 두 번째는 휴대전화 GPS 정보와 주변 Wi-Fi 정보를 받아서 위치를 추정한다. 예컨대, 소방 및 경찰은 신고자의 휴대전화 번호를 한국통신연합회에 전달하여 신고자의 통신사(SK, LGU+, KT)를 확인하고 해당 통신사로 긴급위치추적 요청을 보낸다. 통신사는 신고자의 휴대전화가 연결된 기지국을 확인하여 대략적인 위치를 파악하고, 신고자 휴대전화로부터 GPS 좌표 및 주변 Wi-Fi 정보를 받아 기존의 보유한 DB와 비교하여 위치를 예측한다. 예측된 위치를 한국통신연합회에 전달하면, 한국통신연합회는 전달받은 정보에 Wi-Fi 정보가 있는 경우 전국 Wi-Fi DB와 비교하여 추가적인 위치를 예측하여 소방 및 경찰에 위치 예측 결과를 전송하고, Wi-Fi 정보가 없다면 통신사로부터 전달받은 위치를 그대로 전달한다.

Fig. 2는 현재 119 긴급구조시스템에 표시된 위치정보 요청 화면이다. 신고자의 GPS, Wi-Fi 기반 위치정보를 요청하여 그 결과값을 지도로 표시되고, 현장대원에게 위치정보를 전송하여 구조대상자인명검색에 활용한다.

2.2. 긴급구조 신고체계 문제점

현재 소방관서에서 사용중인 긴급구조신고시스템은 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」에 따라 운영 중이다. 하지만 위치정보는 사회적으로 활용 가치가 높은 순기능적 측면을 가지고 있음과 동시에 사생활 침해라는 역기능도 있다. 이러한 이유로 위치정보의 공적 활용 및 순기능에 대한 필요성은 인정되더라도 그 범위나 대상은 제한적이어야 할 것이며, 「위치정보법」에 따라 긴급구조기관이 공익 증진을 위해 위치정보를 요청한다고 할지라도, 개인 위치정보는 개인정보로써 공공기관의 접근이 극히 제한적으로 허용된다.

개인위치정보의 수집·이용 또는 제공을 위해서는 원칙적으로 “개인위치정보주체의 동의”를 얻어야 하고, 위치정보 요청 주체를 배우자 등으로 한정하고 있다. 그런데 긴급구조기관이 화재 발생 건물 내 개인위치정보를 “수신”해야 하는 긴급한 상황에서는 시기적절하게 배우자 등이라는 요청조건을 충족시키는 것이 사실상 불가능하다. 따라서 급박한 위험으로부터 국민을 보호하기 위해서는 법률을 개정함으로써 긴급구조기관이 신속하게 위치정보를 활용할 수 있도록 하여야 한다.

더욱이, 현재의 긴급구조신고시스템에서 수신한 위치정보는 현실적으로 다음과 같은 문제점을 안고 있다[1-3].

첫 번째, 이동통신 3사에서 1차 GPS 정보조회를 요청하고 GPS 위치 측위 실패 시 Wi-Fi 위치정보 조회 요청, Wi-Fi 위치정보까지 측위 실패 시 다시 기지국 위치정보를 조회하게 되어 있어 순차 조회로 인한 시간 지연이 발생한다.

두 번째, 소방의 위치정보 제공 요청에 대한 한국통신연합회의 응답 회신율이 낮다. 단말기 종류에 따라 위치정보를 제공하지 않는 경우가 많아 위치정보 파악에 어려움을 겪는다. 아이폰 등 외국폰, 알뜰폰, 자급제, USIM 단말기는 기지국 위치정보를 제공하지만, GPS 와 Wi-Fi 정보를 부분적으로 제공하거나 또는 제공하지 않음으로 인해 위치추적이 곤란한 상황이 발생하고 있다.

세 번째, 한국통신연합회로부터 제공되는 위치정보의 오차가 크다. 2020년 방송통신위원회의 긴급구조 위치정보 품질평가 결과 수평거리 오차 목표 50m와 위치 응답시간 30초를 동시에 만족시키는 GPS 위치 성공률은 SKT 91%, KT 90%, LGU+ 59% 이고, Wi-Fi 위치 성공률은 SKT 93%, KT 90%, LGU+ 57%로 나타났다. 종합적으로 살펴보면, 기지국은 위치 응답시간이 가장 빠르나 위치정확도는 가장 떨어졌으며 GPS는 위치정확도는 가장 높으나 위치 응답시간이 가장 늦고, Wi-Fi는 GPS보다 위치정확도는 약간 떨어지나 위치 응답시간은 약간 빠른 것으로 나타났다.

네 번째, 신고자가 실내에 있는 경우 위치정보 오차가 커서 실효성이 없다. 콘크리트 벽으로 구성된 실내는 휴대전화 위치정보와 위성 연결이 불가하여 GPS를 이용한 위치정보 조회가 어렵고, Wi-Fi AP 정보를 통신 3사에서 실시간 AP 정보 등록 및 업데이트가 불가능 경우 AP DB 오차에 따른 위치정보 오차가 발생하며, 건물의 층간 위치정보는 일부 특수 건물을 제외하고는 구축을 하고 있지 않기 때문에 위치정보의 수직적 오차 범위를 크게 한다.

예를 들어, 현재의 긴급위치 추적 기술은 주로 신고자가 실외에 있을 때 신뢰성이 있으며, 화재상황에서 신고자가 건물 밖에 있는지 내부에 있는지 파악하는 것은 정확성의 문제로 확인이 불가능하다. 화재시 건물 안에 인명이 있는지와 어디쯤 몇 명이 있는지 등에 대한 정보는 구조활동에 있어 매우 중요한 정보이다. 긴급위치추적 정확도를 현저히 높인다 해도, 본 논문에서 목표로 하는 건물 안의 인명 존재 유무 및 몇 명이 있는지 등의 정보를 명확히 알 수가 없어 현재의 긴급위치추적 기술은 재난 현장에서 건물 내의 인명을 확인하기 위한 기술로 사용하는 데는 한계가 있다.

III. Wi-Fi 기반 실내 구조대상자 위치 확인 시스템

3.1. 시스템 설계

본 연구에서는 Wi-Fi 기반 실내 구조대상자 위치 추적기술의 구조현장 적용을 위한 시스템 구축 및 활용을 제안한다. 표준적인 소프트웨어 개발 방법론인 V-Model에 따라[4, 5], Wi-Fi 데이터 기반의 위치추적 기술을 활용한 화재현장 실내 구조대상자 추적 및 현장대응 시스템의 요구사항을 분석하고 시스템 설계, 개발 및 검증을 진행하는 단계는 다음과 같다.

- (1) 비즈니스 요구사항 분석: 개발 시스템의 화재현장 사용에 있어 “고객”에 해당되는 현장 지휘관들의 기대치와 정확한 요구사항을 이해하고 분석하였다.
- (2) 시스템 설계: 시스템 엔지니어와의 협업을 통해 사용자 요구사항을 바탕으로 연구하여 비즈니스를 분석하고 해석함을 통해 시스템 설계를 진행하였다.
- (3) 아키텍처 설계: 모듈 목록, 각 모듈의 간단한 기능, 인터페이스 관계, 종속성, 데이터베이스 테이블, 아키텍처 다이어그램, 기술 세부 사항 등 개발시스템의 H/W, S/W를 설계하였다.
 - 전국 Wi-Fi Map DB 구축(각각의 Wi-Fi Mac 에 기준 위치 부여)
 - 사용자 핸드폰에 App(앱)설치
 - 필요시 App에서 주변 Wi-Fi를 스캔하여 서버로 전송 기술
 - 전송된 Wi-Fi Mac은 기존 DB에 있는 Wi-Fi 값과 비교하여 일치하는 것을 위주로 위치 계산(GPS좌표, 주소, 상호)
 - 계산된 위치를 지도에 표시
- (4) 구현: H/W, S/W 설계서를 바탕으로 전문 기업의 도움을 받아, 적용성 검증을 위한 proto-

type 시스템을 구현해, 현장 테스트에 활용하였다.

현재 사용하는 위치조회 방법은 신고를 접수하면 이동통신사를 통해 이동통신사 연합회에서 번호를 조회하고 도출된 정보를 회신해주는 형태로 장시간 소요되고 정확하지 않다는 단점이 있다. 통신사에서는 신고를 받은 후 통신사가 수집하고자 하는 정보를 인식해야 하고, 그 통신사에 요청을 보내면 신고한 사람의 위치를 추적해서 통신사가 가진 DB와 비교하는 절차를 거쳐 전송해 오기 때문에 시간이 오래 걸릴 수밖에 없는 구조이다. 보유하고 있는 DB도 정확하지 않고 과정도 여러 가지 절차를 거치게 되기 때문에 반응이 느릴 수밖에 없다. 반면 Fig. 3과 같이 이동통신사 연합회를 거치지 않고 바로 Wi-Fi 측위서버로 보내졌다가 회신되므로 신속하게 수신과 송신 반응이 나타나기 때문에 빠른 속도로 정확하게 위치를 측위 할 수 있다. 또한, 앱을 사용하는 형태를 전제로 하기 때문에 효과적으로 운영할 수 있다는 장점이 있다.

본 시스템은 Table 1과 같이 화재/재난 발생 건물 내에 설치되어 있는 Wi-Fi AP를 활용하여 인명의 존재 여부를 확인하기 위한 것으로 Wi-Fi AP 데이터를 건물 내에 있는 스마트폰(기타 통신기기)이 수집하여 전송할 수 있도록 제어할 수 있는 측위 요청 시스템과 수집된 데이터를 수신하고 측위 요청을 받는 측위 서버로 구성된다.

기존 측위기술은 수신된 신호의 세기를 나타내는 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 정보를 이용한 Fingerprint 측위 기법이 주로 사용되었지만 [6-8], 본 연구에서는 수신된 신호 중 가장 신호가 강한 Wi-Fi 접속점의 위치로 사용자의 위치를 결정하는 방법인 기준점 중심의 위치 측위 방법과 Wi-Fi

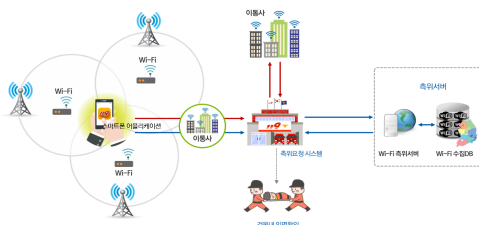


Fig. 3. Flow diagram of proposed emergency location tracking method.

Table 1. Configuration of Wi-Fi AP naming extraction technology

항목	내용
스마트폰 애플리케이션	건물 내 Wi-Fi AP들을 수집하여 측위 요청 시스템으로 전송
측위 요청 시스템	스마트폰의 애플리케이션으로부터 수집된 Wi-Fi AP 데이터를 받아 측위 서버로 측위 요청
측위 서버	수집된 Wi-Fi AP들로부터 상호를 추출하고, 스마트폰의 측위를 처리한 후, 측위 요청 시스템으로 측위 결과를 전송

AP와 매장의 상호를 맵핑하는 기술을 사용하여 정확성을 높이고, Wi-Fi DB 자동 갱신 기술을 사용하여 Wi-Fi AP의 신규, 소멸, 이동 등의 구성이 바뀌면 자동으로 DB를 갱신하도록 했다. 건물 내 인명 존재 여부 확인에 대한 기술적인 측위 접근 방법을 Wi-Fi AP naming 추출 기술 및 Wi-Fi AP의 기준점 기반 측위를 구현하여 시스템의 성능을 평가하고자 한다. 따라서 스마트폰들의 애플리케이션에서 수집되어 전송되는 Wi-Fi AP 데이터들을 측위 요청 시스템을 통하여 요청받은 측위 서버는 측위를 위한 측위 알고리즘을 Wi-Fi AP naming 추출 기술을 통한 알고리즘과 Wi-Fi AP의 기준점 기반 측위 기술을 통한 알고리즘으로 비교 평가하도록 한다.

실내 측위 기술인 Wi-Fi AP naming 추출 기술은 Fig. 3와 같다. 신고자는 스마트폰 애플리케이션을 동작시켜 주변의 Wi-Fi AP 정보 데이터를 수집한다. 수집된 Wi-Fi AP 리스트들 각각의 Wi-Fi AP SSID, Wi-Fi AP RSSI, MAC address 등과 현재 GPS 좌표(네트워크 좌표 등: 스마트폰에서 전달되는)를 측위요청 시스템으로 데이터를 전송하여 측위 요청을 한다. 측위 요청 시스템으로부터 측위 요청을 수신한 측위 서버는 측위 요청을 받은 스마트폰들의 데이터들을 분석하여 RSSI 세기별로 정리하고 각각의 Wi-Fi AP의 SSID를 분석하여 naming에 해당하는 문자를 모두 추출한다. 예를 들어, EDIYA로 Wi-Fi AP의 SSID가 표현되면, naming에 해당하는 문자는 EDIYA이고, olleh_starbucks라고 Wi-Fi AP의 SSID가 표현되면, naming에 해당하는 문자는 starbucks가 된다.

이렇게 스마트폰들에서 전송된 Wi-Fi AP 데이터들에 대한 모든 naming 추출 작업이 끝나면 해당하는 naming들에 대한 위치 확인 작업을 시작한다. 스마트폰들에서 전송되어 추출된 Wi-Fi AP naming들을 측위 서버 내에 구축된 Wi-Fi DB 측위 정보의 naming의 Mac address와 스마트폰들에서 추출된 naming과 같은 것이 존재하면 그 해당 naming의 Mac address의 위치를 추출한다. 이와 같은 방법으로 스마트폰에서 전송되어 추출된 모든 naming의 위치를 추출하고 이 추출된 naming들을 RSSI 세기별 순서로 정리한다. 여기서, 스마트폰에서 전송되어 추출된 naming들에 대하여 측위 서버 내에 구축된 Wi-Fi DB 측위 정보의 naming의 Mac address가 존재하지 않을 경우, 측위 서버는 측위 요청된 스마트폰의 위치를 기준으로 하여 가장 가까운 곳에 위치해 있는 naming과 같은 매장 및 상호를 검색 및 추출하여 검색한다. 그 후 검색된 상호 및 매장으로 스마트폰의 추출 naming을 매칭시킨다. 이렇게 하여

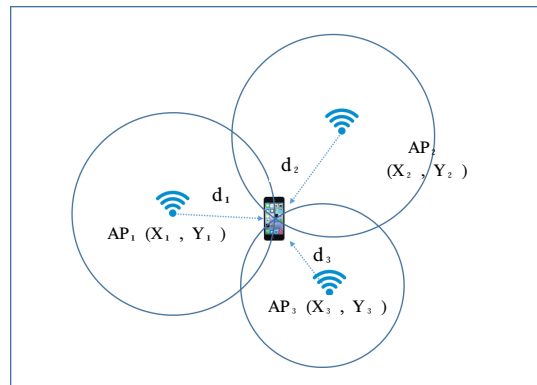
스마트폰에서 전송된 Wi-Fi AP들의 naming Mac address들을 RSSI 세기 순서로 정리 후 측위 서버는 측위 알고리즘으로 해당 스마트폰의 측위 결과를 산출하였다.

화재/재난 건물 내의 인명 존재 여부에 관한 확인 방법으로 Wi-Fi AP naming 추출 기술을 활용한 요소 기술을 첫 번째로 제시하고 있고, 정확도 보안을 위해 Wi-Fi AP의 기준점 기반 측위 기술을 추가적으로 제안할 필요가 있다.

측위 서버는 측위 요청된 스마트폰에서 전송된 Wi-Fi AP들을 RSSI 세기 기준으로 하여 -65 이상이 없는 경우 3개 이상의 Wi-Fi AP들에서 RSSI를 측정하여 거리를 계산하여 스마트폰 위치 측위 결과를 정하는 Fig. 4의 삼각측량 측위 방식의 측위 알고리즘을 활용한다. Wi-Fi AP의 기준점을 AP₁, AP₂, AP₃로 하고 각각의 AP가 가지는 좌표(위도, 경도)를 (X₁, Y₁), (X₂, Y₂), (X₃, Y₃)로 한다. 측위 요청 시스템으로부터 측위 요청된 스마트폰의 위치를(X, Y)라고 하고 이 스마트폰으로부터 각 AP와의 거리를 d₁, d₂, d₃라고 하여 각 AP와 개체 사이 거리인 d₁, d₂, d₃를 Fig. 4의 수식을 통해 구하고 피타고라스 정리 식에 대입하면 현재 위치의 좌표값을 구할 수 있다.

3.2. Wi-Fi AP 기반 인명확인 시스템 위치정보 정확도 평가

건물 내 Wi-Fi AP 기반 인명확인 시스템을 활용하여 구조대상자의 위치를 확인하기 위해 실험장



$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \frac{C}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{L}{20}} [dB]$$

Fig. 4. Location estimation based on triangulation method.

Table 2. Wi-Fi AP experimental result

실험 장소	실험측정값				
	최소 오차 (m)	최대 오차 (m)	평균 오차 (m)	표준 편차	적중률 (%)
평균값	4.137	14.037	9.525	2.537	100

소를 8곳을 선택하여 평균 30회 이상씩 진행한 후 실험의 정확도 및 신뢰도를 분석하였다. 각 대상 건물 내부의 테스트 지점을 방문하여 지점별로 평균 30회 이상 Wi-Fi AP 전파세기 측정을 위치측위 서버에 요청하고, 수신된 측위 결과 좌푯값을 분석하는 방식으로 실험을 시행하였다. 실험에 사용할 휴대전화는 우리나라 휴대전화 보급률(안드로이드 73.94%, IOS(아이폰) 25.89%, 삼성 자체 운영체제 0.15%, 기타 0.02%)을 감안하여 삼성 갤럭시 유플러스 S10과 삼성 갤럭시 노트 5를 선택하였다. 실험의 시스템 구성은 Fig 3과 같이 화재/재난 건물을 예상하고 건물 내 전원이나 통신기기 등이 동작한다고 가정하고 실험 스마트폰이 실험장소의 Wi-Fi 값을 읽어 측위서버로 전송하여 실제 위치와 비교 분석하였다.

그 결과, 2020년 방송통신위원회에서 실시한 긴급구조 위치정보 품질평가에 의한 Wi-Fi 위치정확도가 이동통신 3사 평균 65.15m 오차를 나타내었으나, Table 2와 같이 Wi-Fi App 위치정보를 활용했을 때는 평균오차 9.525m, 최소오차 4.137m, 최대오차 14.037m를 나타냄으로써 기존 긴급구조 위치정보 시스템보다 93.65%~ 78.454% 이상의 위치오차 범위를 축소한 것으로 나타났다. Table 3에 기존 시스템과 제안 시스템의 차이점 및 개선점을 나타내었다.

3.3. 위치정보를 활용한 재난대응 효과 분석

위치정보에 따라 재난 대응 효과 분석을 위해 신고자로부터 획득한 1차 위치정보에 따른 구조활동과 IT기술(App)을 활용하여 파악된 2차 위치정보에 따른 구조활동을 각각 수행함으로써 총 소방활동에 소요되는 시간과 구조 결과가 어떻게 미치는지 알아보고자 하였다. 현직 소방대원을 통해 각기 다른 위치정보를 부여하여 진행하였다. 실험조건 1은 구조대상자 위치정보를 층과 호실까지 전달하였고, 실험조건 2는 해당 층만 전달, 실험조건 3은 위치정보를 전혀 전달하지 않았다.

실험의 결과, 현장 진입시간은 3분 30초대로 거

Table 3. Comparison between the standard system and the proposed system

항목	기존 시스템	제안 시스템
측위 요청 시스템	기지국	Wi-Fi AP
애플리케이션 필요 여부	무	유
측위 정보 취득의 신속성	낮음	높음
평균 측위 오차 (m)	65.15	9.525

의 비슷하였으나, 실험조건 1은 구조대상자 발견 시간이 5분 45초, 4분 55초로 나타났고, 실험조건 2는 12분 15초, 7분 50초로 나타나 실험조건 1과 비교하여 6분 30초, 2분 55초 추가 소요되었다. 실험조건 3은 구조대상자를 찾는 데 45분 이상 소요되어 부득이 실험을 중단하였다. 1층까지 인명구조를 완료하는 시점까지 실험조건 1(10분 50초)이 실험조건 2(19분 45초)보다 8분 55초 단축된 것으로 나타나 구조대상자의 위치정보가 정확할 경우 구조 시간을 절반 이상(54.8%) 단축할 수 있는 것으로 나타났다. 화재진압 시간 역시 실험조건 1(9분 25초)이 실험조건 2(16분 30초)보다 7분 5초(57.0%) 단축시키는 결과를 나타냈다.

IV. 결 론

본 연구에서는 Wi-Fi AP 기반 위치정보 시스템 구축을 통해 건축물 각 지점별 위치정보의 정확성 확인 및 재난 현장대응의 효과를 파악하여 현장재난대응 개선에 대한 연구를 수행하였다. 연구 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

실험대상 자체가 해당실(해당건물)에 있는 Wi-Fi AP 특성을 파악해(위치, Wi-Fi naming) 위치 측위 및 추출해서 매칭시키는 것으로 전체 건물이 하나의 Wi-Fi로 되어 있는 경우에는 하나의 구역으로 표기되어 층별(호수)로 나타낼 수 없는 한계가 있다. 따라서 건물마다 Wi-Fi DB가 확보될 수 있도록 한다면 건물 내 인명 존재 여부를 보다 쉽게 확인할 수 있어 효과적으로 재난에 대응할 수 있을 것이다.

현재 여러 지자체 또는 소방, 경찰에 국민이 긴급구조신호를 보낼 수 있는 다양한 App을 서비스하고 있지만, 홍보 미흡으로 국민들이 App을 설치하는

경우가 많지 않으며, 설치하더라도 실내에서 App을 실행시킬 경우, 신고자의 정확한 위치를 나타내기가 어려운 실정이다. App설치의 번거로움을 꺼리는 소비자의 입장에서 사전 고지의무를 통해 긴급구조기관이 재난 상황 시 위치정보를 습득할 수 있도록 기본 App 또는 웹 서비스를 제공해 출시하는 방안도 하나의 방법이 될 수 있다.

향후에는 화재현장이 확인될 경우 근처 스마트폰의 전용 App을 강제적으로 실행시키고 측위 서버로부터 측위 결과를 수신한 측위 요청 시스템은 해당 건물을 기준으로 가까운 거리순으로 스마트폰의 측위 위치를 정리하도록 한다. 긴급구조 기관이 강제적으로 정보를 수집해야 하는 한계가 발생함에 따라 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」 제 29조 제1항을 개정하여 위치정보주체의 요청과 관계없이 소방은 위치정보사업자에게 위치정보의 확보요청을 할 수 있고, 위치정보 사업자는 위치정보 확인 즉시 소방관서에 통보할 수 있는 제도적 정비 가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 지식서비스산업기술 개발사업-서비스핵심기술개발(20009265, 산업현장 화학물질 접촉 증상과 실시간 센서정보 융합 감지시스템(SEARCH) 지식서비스 개발)의 연구비지원과 스마트디지털엔지니어링전문인력양성사업(P0008475-G02P04570001903)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- [1] Baek, M, Y., “The Location information accuracy raise solution of the emergency rescue purpose”, Graduate School of Information Security, Korea University, (2014)
- [2] Kim, K, H., “A Study on the Improvement of Location Information System for Efficient Emergency Structure”, Graduate School of Industry, Kyonggi University, (2013)
- [3] Park, J. C. and Kwak, Y. G., “Comparison of the Operation of the Location Tracking System for Emergency Reporting: Focusing on 112 and 119 Reporting”, *Journal of Public Security Administration of Korea*, 14(4), 23-44, (2018)
- [4] Tiberi, U., “Introducing Control Theory in Industry: The case of V-model embedded software developers”, *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17320-17325, (2020)
- [5] Ponce, P., Mendez, E. and Molina, A., “Teaching fuzzy controllers through a V-model based methodology”, *Computers & Electrical Engineering*, 94, 107267, (2021)
- [6] Yiu, S., Dashti, M., Claussen, H. and Perez-Cruz, F., “Locating user equipments and access points using RSSI fingerprints: A Gaussian process approach”, *2016 IEEE International Conference on Communications*, 1-6, (2016)
- [7] Yoo, J., “Change Detection of RSSI Fingerprint Pattern for Indoor Positioning System”, *IEEE Sensors Journal*, 20(5), 2608-2615, (2020)
- [8] Yu, X., Wang, H. and Wu, J. “A method of fingerprint indoor localization based on received signal strength difference by using compressive sensing”, *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2020(72), (2020)