

# Life-Road : 증강현실과 비콘을 사용하는 긴급대피용 애플리케이션 개발

조면균

세명대학교 스마트IT학부 교수

## Life-Road : Development of an Emergency Evacuation Application using Augmented Reality and Beacon

Myeon-gyun Cho

Professor, School of Smart IT, Semyung University

**요약** 최근 사람이 많이 모이는 극장에서 갑자기 화재가 나서, 대피로를 찾지 못한 많은 사람들이 뒤엉켜 다치고 연기를 마시어 질식하는 등 대형 화재 사고가 있었다. 젊은 사람이 대부분인 상황에도 대피하지 못하였는데 만약 노약자였다면 더 큰 인명피해로 이어질 수 있었다. 특히 실내의 경우는 GPS로부터 정확한 위치정보를 전달받기 어렵기 때문에 비콘을 이용한 위치기반서비스와 직관적으로 스마트폰을 이용하여 증강현실로 대피로를 보여주는 긴급대피 시스템이 절실하게 필요하게 되었다. 본 논문에서는 비콘(Beacon)과 화재센서(IoT) 이용한 화재위치 및 대피로 경로 파악을 바탕으로 하여 증강현실 기반의 긴급대피용 스마트폰 앱을 개발하였다. 향후 제안 시스템이 사람이 밀집되는 실내공간에 적용된다면 갑작스런 화재사고에서도 신속한 대피가 가능하여 인명피해를 최소화 할 수 있을 것이다.

**주제어** : 위치기반서비스, 증강현실, 스마트폰 앱, 응급대피, 비콘

**Abstract** Recently, a fire suddenly broke out in a crowded theater, and many people were unable to find an escape route, becoming entangled, injured, and suffocating from smoke inhalation, resulting in a large-scale fire accident. Even though most of the people were young, they were unable to evacuate. If they had been elderly, it could have resulted in greater casualties. In particular, since it is difficult to receive accurate location information from GPS indoor, there is an urgent need for location-based services using beacons and an emergency evacuation system that intuitively shows evacuation routes in augmented reality using smart-phones. In this paper, an augmented reality-based emergency evacuation smartphone app was developed based on identifying fire locations and evacuation routes using beacons and fire sensors (IoT). In the future, if the proposed system is applied to indoor spaces where people are crowded, rapid evacuation will be possible even in a sudden fire accident, minimizing human damage.

**Key Words** : Location Based Service, Augmented Reality, Smart-phone App., Emergency Evacuation, Beacon

### 1. 서론

최근 일 년에도 수사 레씩 대형극장과 같은 다중이용 시설에서 화재가 나서 연기를 마시거나 대피하면서 부딪혀서 다치는 등 인명피해가 다수 보고되었다[1]. 특히 실내에서 화재가 발생하면 GPS 수신이 불안정하여 정확한 발원지의 추적 및 대피로의 확보가 쉽지 않다[2].

기존의 방법은 건물내부로 부터의 대피만을 목적으로 하기 때문에 부정확한 위치파악과 잘못된 경로설정으로 인해 고립되거나 오히려 더 큰 위험에 빠지는 경우도 있었다[2,3]. 이러한 단점을 보완하기 위하여 실내의 구조물에 비콘(Beacon)을 설치하면 실내에서도 정확한 사용자의 위치를 파악할 수 있을 뿐 아니라 화재경보기 등의 IoT 센서와 연동하여 화재의 위치도 파악할 수 있다[4-6].

\*Corresponding Author : Myeon-gyun Cho(mg\_cho@semyung.ac.kr)

Received November 7, 2023

Revised December 12, 2023

Accepted December 28, 2023

Published December 28, 2023

사용자의 위치와 화재발생 위치가 파악된다면 중앙화재통제 시스템은 대피로를 확보하여 사용자에게 최단거리의 안전한 대피경로로 탈출하도록 도울 수 있다[7,8]. 하지만 고령자와 어린이의 경우 인지능력과 신체 능력이 떨어져서 단순한 대피 방송만으로는 화재로부터 신속하게 탈출할 수 없다[9].

한편 4차 산업혁명의 대표적 응용기술인 증강현실/가상현실 기술은 사용자에게 가상 화재대피훈련 및 재난대응훈련의 수단을 제공하고 있다[10-12]. 그러므로 이런 경우는 스마트폰을 사용하여 최근 자동차에도 적용되고 있는 증강현실 내비게이션 기술을 융합하여 사용자에게 실시간 대피로로 대피하도록 직관적으로 안내할 수 있다[13].

본 연구에서는 실내의 벽면에 비콘을 설치하고 IoT 센서를 연결하여 중앙 서버에서 화재 발생지와 실내 사용자 위치를 분석함으로써 최적의 대피로를 결정한다. 추가로 사용자의 스마트폰에 대피로를 증강현실 기반의 화살표로 표시하도록 하였다. 이처럼 제안하는 비콘을 사용한 LBS와 증강현실을 이용한 스마트폰 애플리케이션(이후 App. 앱)을 통합하여 노약자에게 언제 어디서나 신속하게 위험지역을 탈출하는 방법을 획득하게 될 것이다.

## 2. 이론적 고찰

본 장에서는 제안 시스템의 이론적 기초가 되는 비콘을 활용한 위치기반서비스와 증강현실 구현을 위한 기술들을 설명하도록 한다.

### 2.1 비콘(Beacon)을 이용한 위치기반서비스 (Location Based Service)

비콘은 블루투스 통신기술을 이용하여 데이터를 전송하는 무선장치이다[4]. 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy)를 사용하는 기술로 스마트폰과 근거리 통신을 가능하게 하고 블루투스모스 모드만 켜져 있으면 자동적으로 스마트폰과 연결된다[5]. 비콘은 반경 50~70m 안에 있는 단말기에게 메시지를 전송하거나 모바일 결제를 가능하게 할 수도 있다[6]. 비콘은 낮은 전력 소모량 못지않게 높은 정확성과 경제적인 설치비용으로도 유명한데 2cm~10cm 단위의 거리도 구별가능하며 1만원 내외로 구매할 수 있다. 그러므로 GPS보다 실내의 위치를 정확하게 파악하여 사용자에게 전달하는 역할을 한다. Fig. 1에서는 3개의 비콘을 이용하여 사용

자로 하여금 자신의 위치를 파악하게 하는 그림이다.

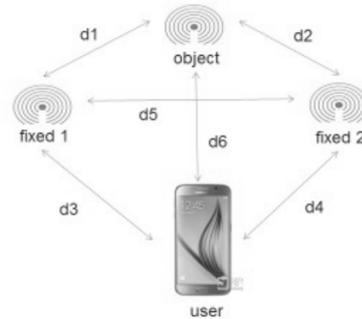


Fig. 1. Finding User's Location using 3 Beacons

이처럼 건물의 특정 위치에 비콘을 부착하면 사용자가 스마트폰을 가지고 이동하기만 하면 가장 가까운 곳의 비콘의 ID를 수신 받게 됨으로써 현재 자신의 위치를 찾을 수 있게 된다.

### 2.2 IoT(Internet of Things) 센서를 이용한 화재발생 지역 확인

최근 IoT 센서 즉 온도센서와 연기센서를 이용하여 일정 임계치 이상의 데이터가 수신되면 화재가 난 것으로 판명하는 하는 연구가 수행되었다[7]. 이러한 IoT 센서의 정보는 관제컴퓨터 및 통합관리시스템과 연동하여 화재유무 및 그 대응방법을 수행하게 된다[8,9].

Fig. 2를 보면 두 개의 화재감지 센서인 온도센서와 연기센서를 노드 MCU에 연결하고 그 값을 메인 서버로 보내서 일정 임계치 이상이면 화재가 난 것으로 판명한다. 동시에 무선으로 사용자 스마트폰으로도 연결하여 화재발생 유무 및 2.1절의 비콘 기반의 위치정보와 결합하여 정확한 화재발생 위치를 파악할 수 있게 된다.

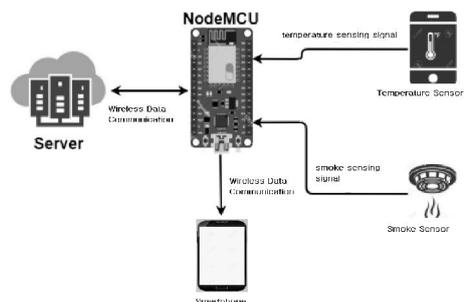


Fig. 2. Detecting Fire Place using IoT Sensors

### 2.3 증강현실을 이용한 스마트폰 내비게이션

증강현실(AR)은 가상의 콘텐츠가 마치 실제로 존재하는 것처럼 화면상에 보여주는 기법으로 현실 세계에 3차원 가상물체를 겹쳐서 보이는 것을 말한다[10]. 기존에는 증강현실이 원격의료진단·방송·건축설계·제조공정관리 등에 활용됐으나, 최근에는 위치기반 서비스, 모바일 게임 등으로 활용범위가 확장되고 있다[10,11].

VR(가상현실)과 AR(증강현실)을 비교하면 다음의 차이가 있다. VR은 현실이 아닌 가상공간에서 실제로 존재하지 않는 것을 경험하기 때문에 몰입도가 높지만, 현실감은 떨어진다. 반면, AR은 현실세계를 기반으로 하므로 더욱 현실감이 높은 추가정보를 얻을 수 있다. VR과 비교해 몰입감은 떨어지지만, HMD 같은 별도의 장비를 착용하지 않아도 되기 때문에 편리하다[11].

AR은 현실을 바탕으로 추가정보를 보이기 때문에 Fig. 3과 같은 증강현실 기반의 자동차용 내비게이션으로 상용화되어 있을 정도이다[12]. 이를 이용하면 도로면에 직접 가상으로 진로를 표시해 주기 때문에 복잡한 도로나 교차로에서도 헤매지 않고 길을 찾을 수 있다.



Fig. 3. Augmented Reality based Navigation for Driving

## 3. 제안 알고리즘 및 구현 방법

### 3.1 연구모형

본 연구의 시작은 인원 밀집 지역인 대형건물에서 화재가 발생했을 경우를 가정하는 것이다. Fig. 4와 같이 매층의 비상구 및 갈림길마다 비콘을 설치한다. 동시에 구역을 나누어 화재센서(온도센서, 연기센서)를 장착하여 노드 MCU를 통해 건물 관리소에 있는 중앙관제 서버에서 모니터링을 한다.

화재가 발생하면 중앙서버는 건물내 사용자들의 위치를 파악하여 그룹화하고 화재발생장소에서 먼쪽의 대피로로 경로를 설정한다. 추가로 파악된 내부사용자들에게

긴급화재 경보를 보내고 팝업으로 화재 대피용 스마트폰 앱을 켜도록 증용한다. 사용자는 중앙관제 서버의 요청에 따라 화재 대피용 스마트폰을 켜고 전면 카메라에 보이는 화면에 증강현실로 표시되는 대피로 화살표를 따라 대피하면 된다.

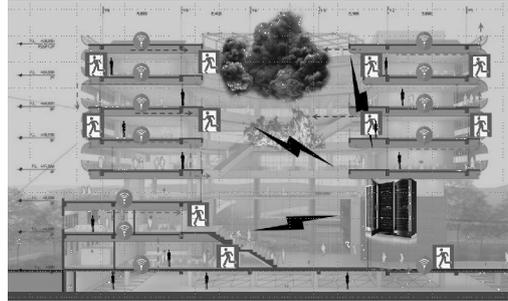


Fig. 4. Research model for fire evacuation of large buildings

### 3.2 제안 알고리즘

본 절에서는 비콘을 통한 사용자 위치파악 및 DB서버와의 사용자 스마트폰과의 통신흐름을 알아본다. 설명의 간략화를 위하여 2개의 비상구 배치된 비콘 A, 비콘 B가 있다고 가정하자.

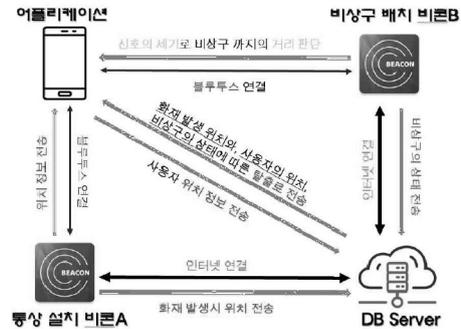


Fig. 5. Signal flow chart for identifying fire location and user location

Fig. 5는 두 개의 비콘과 DB서버 그리고 사용자의 스마트폰 앱 사이의 동작 흐름도를 나타낸 것이다. 먼저 비콘들과 스마트폰은 블루투스 통신을 이용하여 자동적으로 가까운 비콘의 ID를 수신하게 되어 건물 내부에서의 위치를 파악하게 된다. 두 번째로 비콘의 위치에 인접하게 배치된 IoT 화재센서들은 화재발생시 그 센서의 ID를 중앙서버에 보내게 된다. 세 번째로 중앙 DB서버는 사용

자의 위치와 화재발생 위치를 비교하여 화재가 나지 않은 비콘이 있는 비상구 쪽으로 경로를 설정한다. 마지막으로 DB서버는 건물내부에 존재하는 사용자들의 스마트폰에게 화재경보를 올리고 개개의 사용자 스마트폰을 통해 대피경로를 증강현실 형태의 화살표로 표시해 주게 된다.

### 3.3 대피경로 결정방법

대피경로를 결정하는데는 경로의 숫자에 비례하여 복잡도가 올라가게 되는데 본 논문에서는 구현상의 용이성을 위하여 단순화하였으며 가장 간단한 알고리즘을 채택하기로 하였다. 최적의 화재대피 유도 알고리즘 제안을 위하여 각 노드간의 이동거리에 대한 거리와 화재 센서의 정상상태 및 화재상태의 가중치를 고려한 방법을 사용할 수 있다[12]. Fig. 6은 화재센서의 정상/화재상태의 가중치를 고려한 최단거리 산출기법을 나타내는 그림이다.

식 (1)은 각 노드간의 이동경로에 대한 거리를 나타낸 식이며,

$$D_{n(n-1)} = \frac{\alpha}{\beta} \frac{n(n-1)}{n(n-1)} \quad (1)$$

식 (2)는 m번 노드에서 n번 노구까지 거치게 되는 모든 노드간의 누적거리를 산출하는 식이다.

$$D_{nm} = \sum_{k=n}^m \frac{\alpha}{\beta} \frac{k(k-1)}{k(k-1)} \quad (2)$$

여기서  $\beta=1$ 은 정상상태,  $\beta=0$ 은 화재상태를 나타낸다.

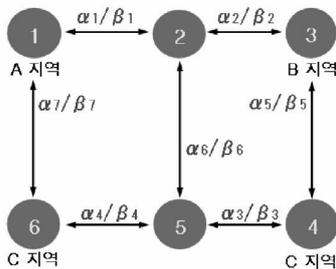


Fig. 6. Schematic diagram of short path finding evaluation method

### 3.4 증강현실 기반의 화재대피 스마트폰 앱

본 절에서는 건물의 화재를 담당하는 DB 서버가 화재위치 및 사용자의 건물내부 위치를 파악하여 사용자

별 대피경로를 도출하여 알려주었을 때 사용자의 스마트폰에 표시되는 상황을 설명한다.

Fig. 7과 같이 건물내에 화재가 발생하면 건물내부의 모든 사용자들에게 화재경보 메시지를 보낸다. 바로 이어서 대피경로를 알려주는 Life Road 앱이 자동적으로 실시된다. 대피로 안내받기 탭을 누르면 전면 카메라가 켜지면서 앞의 복도 및 코너에 증강현실로 화살표가 표시된다. 사용자는 이 화살표를 따라서 대피로로 신속하게 빠져나가면 된다.

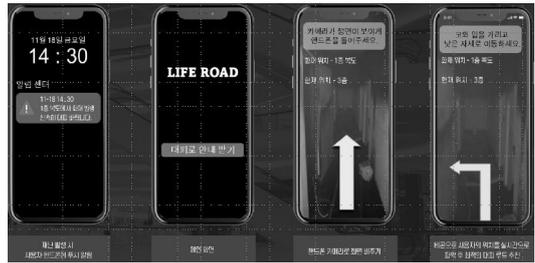


Fig. 7. Life-Road Application(App.) that displays evacuation routes to users in augmented reality

탈출경로를 찾는 것은 메인서버에서 제안하는 3.3 절에서 제안한 알고리즘으로 진행하고, 이것을 개개인의 스마트폰에게 전송함으로써 라이프로드 앱에서 화재가 일어나지 않은 가까운 비콘방향으로 증강현실 기법을 이용하여 화살표를 표시한다. 현재 실시간으로 동작하는 시스템은 아니지만, 향후 업그레이드를 통해 실시간 및 위치기반 대피로 표현이 가능해진다면 혼잡한 상황에서 사용자는 스마트폰만 의지해도 실패 없이 가장 안전한 비콘이 위치한 방향으로 탈출을 시도할 수 있을 것이라 생각한다.

## 4. 결론

본 연구는 최근 매년 발생하고 있는 다중이용시설에서의 대형화재사고 및 그로 인한 인명피해를 최소화하고자 비콘을 이용한 위치기반의 서비스와 증강현실과 스마트폰 앱을 이용한 직관적인 대피방법을 제안함으로써 고령자와 어린이의 생명을 보호하고자 하였다.

먼저 비콘을 건물내부의 주요위치에 부착하고 BLE 기반의 화재 센서도 같이 설치한다. 이를 통해 건물의 종합재난관리센터에서는 건물 내부로 들어온 사용자의 위

치 및 밀집도를 확인하고 정확한 화재의 위치를 확인하여 개개인의 탈출로를 종합적으로 결정한다.

또한, 최근 게임과 메타버스에 적극적으로 활용되고 있는 증강현실을 도입하여 누구나 가지고 있는 스마트폰과 그 카메라를 이용하여 기 결정된 탈출로를 보여준다.

이처럼 제안하는 증강현실과 LBS를 활용하는 스마트 폰용 화재대피 애플리케이션을 노약자의 스마트폰에 설치하게 된다면 그들이 어떤 장소에 방문하든지 만약의 재난이 발생하게 된다면 가장 손쉽고 직관적인 설명방법을 통하여 위험지역을 대피하게 됨으로써 인명손실을 최소화하는 효과를 볼 것이라 기대한다. 제안하는 애플리케이션은 향후 지진 등의 천재지변 탈출이나 대형행사 시 사람들의 밀집으로 인한 압사 사고 예방 및 코로나 19와 같은 전염병의 방역활동에도 적극적으로 활용될 수 있다고 생각한다.

## REFERENCES

- [1] J. W. Lee. (2022). A Study on Ways to Improve Safety Management through Analysis of Fire Cases in Multiple-user Buildings. *The journal of Convergence on Culture Technology*, 8(3), 191-201.
- [2] E. S. Lee, H. s. Ji, & K. J. Lee. (2022). A Real-Time Indoor Tracking System in Fire Situation. *Journal of Digital Contents Society*, 23(11), 2293-2298. DOI : 10.9728/dcs.2022.23.11.2293
- [3] J. I. Kwon & Y. S. Nho, (2008). The shelter course guidance system using a sensor network, *Journal of the Korea Computer Information Society*, 13(5), 237-246.
- [4] J. H. Yeom, S. W. Cho, S. L. Yang & K. B. Kim, (2021). LoRa-Based Fire Escape Route Guidance System Available in Smart Cities, *Journal of the Korean Society of Information Science and Technology*, 2021(8), 1702-1704.
- [5] Y. J. Jeong, N. W. Park & D. H. Kim, (2020). Implementation of Smart Cane using Beacon Communication for Visually Impaired People, *Journal of Digital Contents Society*, 21(3), 453-461. DOI : 10.9728/dcs.2020.21.3.453
- [6] D. H. Kim, S. Y. Kim, J. H. Youn & J. H. Bhan, (2017). The Design and Implementation of an Indoor Navigation System using Beacon Signal,

*Journal of Korean Society of the Electronics and Telecommunications*, 12(1), 31-38.

DOI : 10.13067/JKIECS.2017.12.1.31

- [7] J. H. Lee, S. S. Lee, M. R. Park & H. Y. Kang, (2020). A Study on the Development of Safety Evacuation Path and Guidance System through Context-Aware Disaster Detection, *Journal of Information Science Society*, 2020(8), 141-143.
  - [8] H. K. Kim, (2017). A Study of Evacuation Route Guidance System using Location-based Information, *Journal of the Korean Society of Industrial-Academic Technology*, 18(9), 18-23. DOI : 10.5762/KAIS.2017.18.9.18
  - [9] M. G. Cho, (2023). A Study on the Smart Elderly Support System in response to the New Virus Disease, *Journal of Industrial Convergence Research Society*, 21(1), 175-185. DOI : 10.22678/JIC.2023.21.1.175
  - [10] J. P. Kim & D. C. Lee, (2014). Development of Mobile Location Based Service App Using Augmented Reality, *Journal of the Korea Information and Communication Society*, 18(6), 1481-1487. DOI : 10.6109/jkiice.2014.18.6.1481
  - [11] Navigation using Augmentd Reality, (n. d.) <https://www.top-rider.com/news/articleView.html?idxno=28684>
  - [12] K. Y. Lee et al, (2009). The Embody of the Direction Escape Algorithm for Optimization Escape, *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, 23(10), 115-120. DOI : 10.5207/JIEIE.2009.23.10.115
- 조 면 균(Myeon-Gyun Cho)** [정회원]
- 1994년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학사)
  - 1996년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
  - 2006년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 (공학박사)
  - 1996년 2월 ~ 2008년 2월 : 삼성전자 통신연구소 차세대시스템 팀 책임연구원
  - 2008년 2월 ~ 현재 : 세명대학교 정보통신학부 교수
  - 관심분야 : IoT 융합시스템, AR/VR, 5G이동통신, 메타버스
  - E-Mail : mg\_cho@semyung.ac.kr

