

## 비콘을 활용한 감염병 확산 방지 시스템에 관한 모델

김호윤<sup>1</sup>, 김효종<sup>1</sup>, 신승수<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동명대학교 컴퓨터미디어공학과 학생, <sup>2</sup>동명대학교 소프트웨어융합보안학과 교수

### A model for preventing the spread of infectious diseases using beacons

Ho-Yoon Kim<sup>1</sup>, Hyo-Jong Kim<sup>1</sup>, Seung-Soo Shin<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Student, Dept. of Computers & Media Engineering, Tongmyong University

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Software Convergence Security, Tongmyong University

**요약** 코로나-19 감염병이 전 세계적으로 확산하여 장기화됨에 따라 감염 예방과 확진자 파악을 위해 시설 출입 시 다양한 방식으로 출입명단을 작성한다. 본 연구에서는 기존 출입명단 작성 및 관리에 관한 문제점을 해결하기 위해 비콘을 활용한 출입관리 시스템을 제안한다. 연구 방법으로는 개인정보 수집 관련 법률에 대해 알아보고 개인정보 수집 현황과 비콘 활용 동향을 파악하여 비교한다. 제안하는 시스템은 기존 방식과 보안성, 효율성에 대해 비교 분석하고 이를 통해 정확하고 신속한 출입등록을 확인한다. 비콘 출입관리 시스템을 활용하면 추후 신종감염병 발생 시에도 확산 방지 및 대응에 효과적이다.

**주제어** : 비콘, 출입명단, 개인정보, 코로나-19, 감염병예방법

**Abstract** As the Covid-19 outbreak spreads and prolongs around the world, visitor lists are prepared in various ways when entering the facility to prevent infection and identify confirmed people. In this study, we propose an access management system using beacons to solve the problems with the preparation and management of existing visitor lists. The research method searches the laws related to the collection of personal information and compares the current status of personal information collection and trends in the beacons. The proposed system compares and analyzes existing methods and security and efficiency, which confirm accurate and rapid access registration. By using Beacon access management system, it is effective in preventing and responding to the spread of new infectious diseases in the future.

**Key Words** : Beacon, Visitors list, Personal Information, COVID-19, Law for the Prevention of Infectious Disease

### 1. 서론

세계적으로 확산하고 수많은 사망자를 낳고 있는 코로나-19는 2019년 12월 중국 우한에서 처음 발생했고, 2002년 사스, 2012년 메르스에 비해 심각하다. 코로나

-19는 주로 비말을 통해 감염되고, 사람 간 직·간접 접촉과 눈, 코, 입을 만지는 행위 등으로 감염되며 전파력이 강해 확산의 위험이 크다. 코로나-19가 지속함에 따라 국제보건기구 WHO는 2020년 3월 세계적인 팬데믹을 선포했다[1]. 우리나라에서는 2020년 2월 대구 신천지 집

\*This research was supported by the BB21plus funded by Busan Metropolitan City and Busan Institute for Talent & Lifelong Education(BIT).

\*Corresponding Author : Seung-Soo Shin(shinss@tu.ac.kr)

Received June 23, 2021

Accepted August 20, 2021

Revised July 22, 2021

Published August 28, 2021

단감염 사태 당시 확진자 수가 세계 2위로 매우 심각하였고, 정부는 2020년 3월부터 ‘사회적 거리두기’를 시행하고 있다. 사회적 거리두기를 시행함과 동시에 집단감염 위험 시설에 대해 출입자 명단 작성을 시작하였다[2].

출입자 명단은 확진자 발생 시 신속하고 정확한 역학 조사를 위해 출입자의 개인정보를 작성한다. 최초 출입자 명단 작성은 수기작성 방식으로 시행하였다. 하지만 이태원 클럽에서 집단감염 사태가 발생했을 때, 수기작성 방식의 문제점인 출입명단 작성 누락과 허위 기재로 인해 방역망 역학조사 혼란초래가 발생했다. 특히 불특정 다수의 개인정보가 노출되면서 악용하는 사례가 발생해 문제가 심각하다. 수기작성 방식의 보완이 필요해 보건복지부에서는 QR(Quick Response)코드 기반 전자출입명부 KI-Pass를 개발 및 배포했다[3]. QR코드 기반 전자출입명부는 수기작성 방식의 문제점을 보완함에도 여전히 문제점이 존재한다. 인증절차의 번거로움, 대기 지연시간 발생, 그리고 스마트기기의 배터리 소모가 크다는 등의 문제점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 새로운 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 문제점을 해결하기 위해 비콘을 활용한 새로운 출입관리 시스템을 제안한다. 새로운 시스템은 간단하면서 효율적 이어야 한다. 비콘이 설치된 시설에 출입자가 비콘 근처로 접근 시 출입자 앱을 통해 자동으로 출입등록한다. 비콘을 활용하면 최소한의 개인정보를 신속하게 수집·제공하고, 자동으로 출입등록이 가능하여 허위 기재를 막을 수 있다. 그리고 비콘은 멀티캐스트를 지원하여 다수의 출입자를 동시에 등록할 수 있어 대기 지연시간을 줄인다. 이때 출입정보 데이터는 서버로 전송되어 4주간 보관 후 폐기 처리한다.

## 2. 동향 분석

코로나-19가 장기화됨에 따라 일상생활 속 대부분의 시설 이용 시 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률(이하 ‘감염병예방법’)에 따라 필수로 출입자 명단을 기재해야 한다. 그 목적은 확진자 발생 시 역학조사를 위한 신속한 동선 파악과 위치 정보를 활용하기 위해서이다. 본 절에서는 코로나-19로 인한 확진자 역학조사 시 법률에 기반 한 개인정보 수집현황에 대해 알아보고 비콘을 활용한 개인정보 수집방식을 위한 비콘의 활용 사례를 알아본다.

### 2.1 코로나-19 관련 개인정보 수집 법률

코로나-19 확산 지속과 동시에 우리나라는 코로나-19 확산 방지를 위해 정부에서 ‘사회적 거리두기’를 2020년 3월 22일부터 시행한다[4]. 확진자 발생 시 역학조사를 위한 개인정보 수집이 필요하며 코로나-19 감염병과 관련된 일련의 행정작용을 포함하는 대표적인 법률은 ‘감염병예방법’이다[5]. 코로나-19 감염병을 예방하기 위하여 감염병 전파의 위험성이 있는 시설관리자는 이용자에 대해 출입자 명단을 작성해야 한다.

출입자 명단은 4주 보관 후 폐기 조치해야 하고, 불이행 시 300만원 이하의 벌금에 처한다. 출입자 명단을 4주 동안 보관한 후 정보 주체가 개인정보 삭제 요청 시에도 이를 이행하지 아니하는 경우 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다. 개인정보를 처리하거나 처리하였던 자가 개인정보를 유출하는 경우에는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처한다[6-7].

전자출입명부 동의에 따른 개인정보 수집·이용·제 3자 제공은 개인정보 보호법, 위치정보법에 따른다. 감염병예방법에 따르면 감염병 예방 및 감염 전파의 차단을 위한 역학조사 시 정보제공을 요청할 수 있고, 요청받은 자는 이에 따라야 한다[8]. 유·무선 통신, 정보통신기술을 활용한 기기 등을 이용하여 감염병의 증상 유무 확인과 위치 정보의 수집을 할 수 있다[5].

### 2.2 개인정보 수집 현황

코로나-19 확산으로 역학조사 및 동선 파악을 위한 개인정보 수집은 최초 수기작성 방식으로 시행했다. 그러나 수기작성 방식은 개인정보 허위 기재, 방역망 역학조사 혼란초래, 그리고 개인정보 유출 등의 심각한 문제점이 있다. 수기작성 방식의 문제점을 개선하기 위해 보건복지부는 QR코드 방식을 도입한다.

QR코드 방식은 기존의 수기작성 방식의 개인정보 허위 기재 등 여러 문제점을 보완하였음에도 본인인증 절차의 번거로움, 개인정보 제공 남용, 그리고 네트워크 연결문제 및 대기 지연시간의 새로운 문제점이 있다. 이후 지자체별로 도입된 ARS 방식은 QR코드 방식의 문제점을 보완하지만, 각각 시설마다 고유 발신 번호 개통, 체계화된 관리, 그리고 홍보 등의 문제점이 있다. 개인정보 수집 방식인 수기작성 방식, QR코드 방식, 그리고 ARS 방식에 대해서 구체적인 내용은 다음과 같다.

수기작성 방식은 질병관리청 수기명부 관리 요령 지

침에 따라 잠금장치가 있는 별도 보관 장소에서 수기명부를 제공하고 타인의 개인정보는 볼 수 없게 해야 한다. 시설관리자는 개인정보 수집 및 정보 제공 동의서를 이용자에게 안내하고 개인정보 작성은 신분증 대조 확인 후 본인이 직접 작성해야 한다. 시설관리자는 개인정보 수집일로부터 4주 경과 후 반드시 파쇄 또는 안전한 장소에서 소각해야 한다[9].

QR코드 방식은 QR코드에 기반한 전자출입명부 보건복지부에서 개발 및 배포했다. 수기작성 방식에서 코로나-19 역학조사 결과, 출입자 명부 허위 작성과 개인정보 유출 등 문제점의 보완이 필요하여 전자출입명부가 도입됐다(20.06.10)[3]. QR코드 발급은 사용자가 개인정보를 제공하는 업체로부터 본인인증 후 발급되며, 시설 이용자의 불편을 최소화하기 위해 네이버(20.6.10)와 PASS(20.6.24), 그리고 카카오톡(20.7.1)에서 발급한다[10]. 전자출입명부 작성 절차 과정은 Fig. 1과 같다.

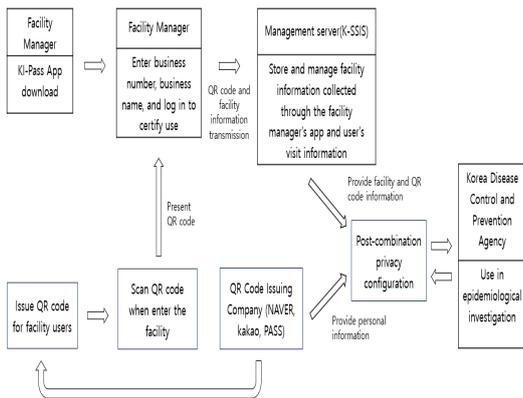


Fig. 1. KI-Pass Access Procedures

ARS 출입 인증 방식은 수기작성 방식과 QR코드 방식을 보완하기 위해 도입한다. ARS 출입 인증 방식은 각각 지자체, IT 기업, 그리고 통신사가 협력하여 개발하고 각각의 시설마다 고유 발신 번호를 부여한다. 시설 이용자는 부여된 번호로 발신하면 시설 출입 기록이 4주간 전화인증 서버에 저장된다[11]. ARS 방식은 출입자, 전화인증 서버, SMS 서버, 시설관리자로 구성되며 절차 과정은 Fig. 2와 같다.

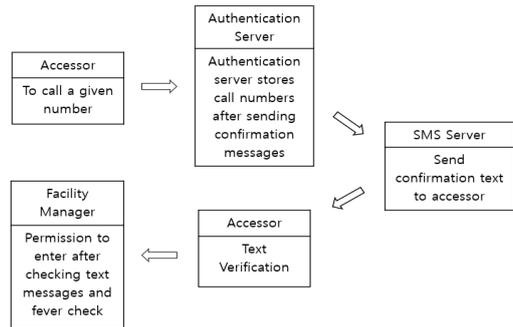


Fig. 2. ARS Access Procedures

### 2.3 비콘 기술 동향

비콘은 BLE(Bluetooth Low Energy) 기술을 기반으로 하는 위치 정보 및 블루투스 신호를 주기적으로 전송하는 장치이다. 비콘의 특징은 통신 거리가 50~100M 까지 가능하며, 식별 가능 범위는 5~10cm로 비교적 정확하다[12]. 비콘은 GPS보다 정밀한 실내 측정이 가능하여 다양한 기술과 융합이 가능하다. 비콘의 신호종류는 초음파, Wi-Fi, 고주파, 가시광선, 그리고 블루투스 등으로 다양하다[13].

비콘을 활용한 대표적인 서비스에 대해 알아본다.

첫 번째, 스타벅스의 사이렌오더가 있다. 사이렌오더는 고객이 스타벅스 App을 통해 사전주문 및 결제할 수 있는 서비스이다. 음료를 사전에 주문하기 때문에 주문 대기시간을 줄일 수 있다. 그리고 고객이 매장에 도착할 경우, 매장의 비콘 장치에서 발생시킨 고주파음 신호가 고객 스마트폰 마이크로 인식하면 매장에서는 고객의 도착 사실을 인지한다. 고주파음을 활용하기 때문에 기존의 블루투스 기능을 활성화하지 않아도 가능하다[14].

두 번째, 현대백화점 무역센터점은 블루투스 비콘 기반의 서비스로 스마트기기를 통해 이용자의 위치 정보를 파악하여 유용한 쇼핑 정보를 푸시 알림으로 제공한다. 네이버와 업무제휴를 맺고 테스트를 거쳤으며, 이용객은 네이버 지도 App을 내려받은 후, 비콘 수신에 동의하면 환영 메시지 및 할인 행사 정보 등을 알림 서비스로 제공한다. 비콘 기술을 활용하면 O2O(Online to Offline & Offline to Online) 서비스의 구현이 가능하다[15].

### 2.4 기존의 문제점 분석

시설 이용 시 출입등록을 위해 가장 많이 활용하는 방식은 QR코드 방식이다. 그러나 대부분 시설에서는 입

구에 스마트기기로 QR코드 스캔 화면만 띄워 놓고 시설관리자의 관리 감독이 미흡하다. 이는 현실적인 인력 문제로 일일이 확인하기 어려워 정확한 출입자 정보 파악에 대한 문제점이 있다. 또한, ARS 방식을 이용하는 공공기관 및 다중이용시설 중 몇몇은 입구에 인력을 배치해 ARS 전화 요청을 함에도 직접 확인까지는 하지 않는 문제점도 있다. 특히 백화점과 대형마트 등 다중이용 시설은 이용객이 많음에도 불구하고 입장 시 발열 체크만 하며 출입통제 명목으로 출입구를 한곳으로만 통제하여 화재 발생 등 비상 상황 시 혼란을 초래할 수 있다.

비콘을 활용하는 서비스 중 스타벅스는 매장이라는 한정된 구역 내에서 출입자를 인식하기 위해 블루투스 보다는 고주파음이 적합하여 활용하고 있다. 그러나 소리는 스마트기기의 방향과 위치 등에 영향을 많이 받는다는 단점이 있고, 고주파음을 활용하기 때문에 블루투스를 꺼놓아도 되지만 소리를 이용하기에 결국 마이크 권한 설정을 따로 주어야 한다. 비콘을 활용한 서비스는 대부분 쿠폰, 광고 등 알림 서비스와 O2O 서비스로 활용한다[16]. 그러나 무분별한 알림 서비스는 그 목적에서 벗어나 스팸으로 전락할 수도 있다.

본 논문에서는 비콘을 활용하여 문제점을 해결한다. 문제점을 해결하기 위해 비콘을 활용하면 출입등록 시 자동화가 가능하다. 자동으로 출입자를 등록하기 때문에 정확한 파악이 가능하며, 다수의 출입구도 관리 가능하여 출입구를 한곳으로 통제할 필요가 없다. 특히 비콘은 BLE 기술 기반으로 동전 모양의 소형 배터리로 수년간 사용 가능하여 경제적이다[17]. 출입등록 시스템 문제점을 해소하기 위해 비콘을 활용한 출입관리 시스템을 제안한다.

### 3. 비콘을 활용한 출입관리 시스템

본 논문에서는 출입을 등록할 때 허위 작성(수기, 전화)을 방지하고, 멀티캐스트를 지원하여 다수의 출입자가 출입을 등록할 수 있는 대기시간을 줄이고, 개인정보 유출을 방지하는 출입관리 시스템을 제안한다.

#### 3.1 출입관리 시스템 구성

비콘을 활용한 출입관리 시스템은 비콘, 서버, 클라이언트로 구성된다. 클라이언트는 출입관리 앱에서 비콘으

로부터 수신한 데이터와 클라이언트 정보를 클라우드 서버로 전송한다. 일련의 과정은 출입자와 시설 관리자의 개입 없이 자동으로 출입을 등록한다. 클라이언트는 일반적인 스마트기기로 비콘이 멀티캐스트를 지원하여 여러 기기를 동시에 대상으로 한다. 시스템 구성도는 Fig. 3과 같다.

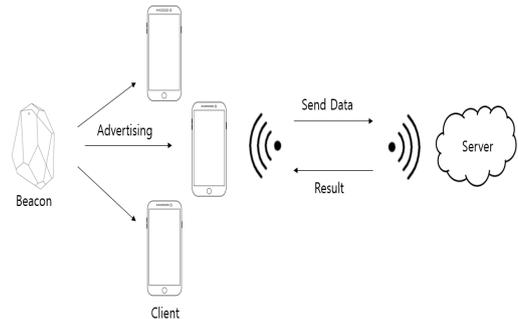


Fig. 3. Beacon system operating flow

#### 3.2 개발환경

비콘 신호 발생을 위한 하드웨어는 iBeacon E7을 이용하고, 클라이언트 스마트기기는 삼성 갤럭시 S10+ 모델로 CPU는 Exynos 9 9820 Octa-core, RAM은 12GB이다. 개발을 위한 PC는 삼성 노트북 시리즈 5 모델로 CPU는 1.7GHz의 i5-3317U와 RAM은 8GB이다.

개발 소프트웨어 구성은 다음과 같다. OS(Operating System)는 Microsoft의 Windows 10을 사용한다. 데이터 관리를 위한 서버는 google cloud의 f1-micro, Apache, PHP, MySQL을 이용해 구축하고, 앱 개발환경은 Android Studio IDE, 언어는 Java를 사용한다. 시뮬레이션을 위한 소프트웨어 개발환경은 Table 1과 같다.

Table 1. Software Development Environment

OS	Windows 10
Language	Java, PHP
Server	google cloud f1-micro, Apache
Database	MySQL

#### 3.3 시스템 흐름도

클라이언트는 비콘으로부터 UUID, Major ID, Minor ID 값을 수신하면 앱 백그라운드에서 서버로 데

이더값을 보낸다. 서버로 전송되는 데이터는 시설번호, 출입자의 전화번호, 출입시간이 전송되며, 서버에서는 클라이언트에게 출입등록 완료 메시지와 4주 뒤 개인정보 자동 파기 안내 푸시 알림을 보낸다. 개인정보 보관 기간은 방역 당국 전자출입명부 관련 개인정보 보호조치에 따라 잠복 기간 2주의 최대 2배인 4주 후 자동 폐기한다. 서버는 질병관리청(KDCA)의 역학조사 필요에 따른 데이터 요청 시 접근 권한을 준다. 비콘 출입관리 시스템의 데이터 흐름은 Fig. 4와 같다.

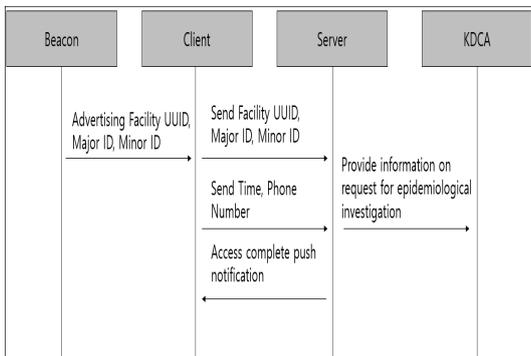


Fig. 4. System Data Flow

### 3.4 시스템 구축 및 시뮬레이션

#### 3.4.1 시스템 구축

클라이언트와 비콘이 데이터 패킷을 주고받을 때 iBeacon의 패킷 구조는 UUID(16bytes), Major ID(2bytes), Minor ID(2bytes) 값으로 구성된다. iBeacon의 패킷 구조는 Fig. 5와 같다.

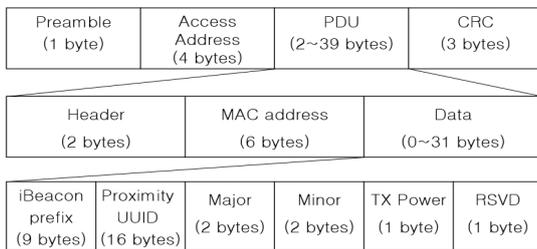


Fig. 5. Packet format of iBeacon

각각의 값들은 사용자가 지정하는 특정 값으로 변경 가능하다. 비콘 시스템에서는 UUID 값을 건물번호로 설정하고, Major ID 값을 건물 내에 위치한 시설번호로 설정한다. Minor ID 값을 같은 시설 내에 비콘의 개수

가 다수일 경우 서로 구분하기 위한 값으로 설정하고 기본 설정값은 1로 설정한다.

데이터 관리를 위해 구글 클라우드 서버 내에 로컬서버로 데이터베이스 서버와 웹 구동을 위한 아파치 HTTPS 서버를 구축한다. 아파치 기본 서버는 HTTP이며 비암호화로 보안에 취약하다. 데이터 통신 중 스니핑을 방지하기 위해 기존 SSL(Secure Socket Layer)의 최신 기술 TLS(Transport Layer Security)를 적용한 HTTPS 서버로 통신한다. TLS는 SSL 3.0 버전을 표준화한 것이다.

HTTPS의 기본 포트는 443번이 쓰이며 기존 HTTP 접속 포트 80번으로 접속 시에도 아파치 옵션 설정을 통하여 HTTPS로 주소를 리다이렉션 시켜 이것을 받은 아파치 서버는 자동으로 포트 443번으로 보낸다. 아파치 서버는 PHP 언어로 구현하고, MySQL로 운용한다. MySQL은 웹 인터페이스로 운용 관리하기 위하여 phpMyAdmin을 이용한다.

#### 3.4.2 시뮬레이션

기존의 번거로움을 해소하는 것을 목적으로 시스템 동작 과정은 매우 간단하다. 클라이언트는 비콘 앱이 설치된 상태에서 비콘이 있는 시설에 출입한다. 비콘은 주기적으로 신호를 보내 광고를 하고 클라이언트는 출입과 동시에 디바이스로 비콘 신호를 감지한다. 시스템에서는 비콘의 신호 세기를 -30dBm으로 설정하고, 신호 범위 안에서 수신해야 시설에 출입한 것으로 인식한다.

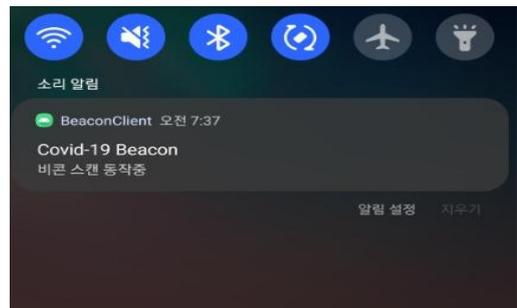


Fig. 6. Scan beacon signals

신호 세기가 너무 높으면 출입자와 비콘의 거리가 매우 근접해야 하므로 비콘의 실효성이 떨어지며, 세기가 너무 낮아도 다른 시설과 혼동할 수 있으므로 적당한 신호 세기 값을 주어야 한다. 신호 세기를 -30dBm으로

설정하면 클라이언트와 비콘이 1~2미터 범위 안에 있을 때 Fig. 6과 같이 클라이언트는 비콘을 인식한다.

클라이언트는 비콘 신호를 약 2~3초가량 수신 받으면 자동으로 서버에 데이터를 보내고 Fig. 7과 같이 서버에서는 출입등록 완료 메시지 푸시 알림을 보낸다. 출입등록 과정은 백그라운드에서 진행하므로 출입자의 개입이 없다.

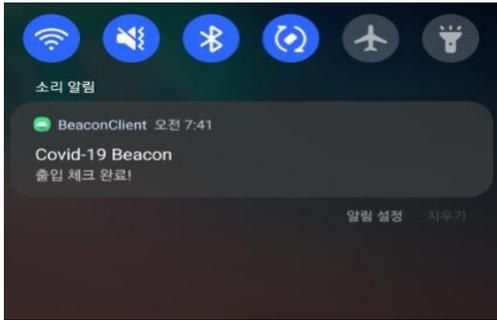
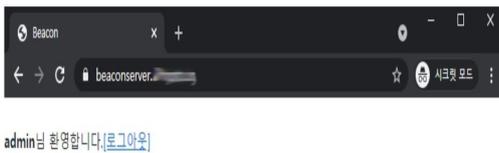


Fig. 7. Access complete push notification

출입이 완료되면 서버에 자동으로 클라이언트의 데이터가 저장된다. 데이터 서버는 테스트하기 위해 임의로 시설번호를 지정한다. 실제 활용 시에는 시·군·구 코드 번호를 기반으로 각 지역 시설마다 번호를 지정해 정확한 위치 정보 데이터구축이 가능하다. Fig. 8은 서버데이터 관리자 페이지로 시설에 출입한 클라이언트 데이터 정보를 보여준다.



순번	휴대폰 번호	시설 주소	시설 출입 시간
1	01046-...	1111	2021-04-18 10:12:15
2	01049-...	1234	2021-04-18 10:12:15

Fig. 8. Administrator page

#### 4. 분석

시스템 분석은 수기, QR코드, 그리고 ARS 방식과 제안하는 비콘 방식을 효율성과 보안성에 대해 분석하고, 대표적으로 활용되는 비콘 서비스와 비교 분석한다.

#### 4.1 효율성 및 보안성 비교 분석

출입등록 관리 방식에는 수기작성, QR코드, ARS 전화, 그리고 비콘을 이용한 시스템이 있다. 이에 대한 분석을 효율성과 보안성에 대해서 분석한다. 수기작성 방식은 한 명씩 종이에 직접 적는 과정에서 등록 소요시간이 발생하고, 줄을 서야 하는 대기가 필요하다. QR코드 방식도 마찬가지로 시설 입구에서 한 사람씩 QR코드를 등록하며, QR코드 발급과정이 있어 대기 지연시간은 더 늘어난다. 출입등록은 시설 입구에서 이루어지고, 대부분 시설 입구는 넓지 않기 때문에 복잡해질 수 있다.

ARS 방식은 간단히 전화 거는 것으로 출입등록하기 때문에 복잡함을 줄일 수 있고, 등록 소요시간이 신속하다. 개인정보 유출의 위험성이 가장 높고, 정확도가 가장 낮아 허위 기재율이 가장 높은 방식은 수기작성 방식이다. 비콘 시스템을 이용하면 기존 방식에 비해 소요시간이 단축되며, 보안성이 높다. 또한 비콘은 멀티게스트를 지원하여 여러 사람을 동시에 출입을 등록하여 대기 지연시간이 낮으며, 출입등록을 자동화하여 허위 기재를 막고 정확도가 높다. 위와 같은 내용은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Comparison of efficiency and security

	Hand written	QR code	ARS	Beacon
Registration Time	About 10~15 sec	About 15~20 sec	About 5 sec	About 2 sec
personal information leakage	High	Low	Low	Low
Accuracy	Low	High	High	High
Delay	Middle	High	Low	Low
Data security	Low	High	High	High
False rate	High	Low	Low	Low

수기작성방식은 누구나 간단하고 손쉽게 작성한다. 쉽고 간단히 작성하는 만큼 출입명부 기재 시 작성란에 여러 사람의 개인정보를 동시에 작성하기 때문에 개인정보 유출에 치명적이다. 시설관리자는 이용자가 출입명부 작성 시 본인확인을 거쳐 작성하여야 하지만 대부분 확인을 하지 않아 허위 작성 사례가 발생하고 정확도가 떨어져 역학조사 혼란을 초래한다.

QR코드 방식은 사용자가 개인정보를 제공하는 업체로부터 본인인증 후 발급이 진행된다. QR코드 발급 시 불필요한 개인정보 제공이 있어 개인정보 남용이 발생한다. QR코드 방식에는 제한 시간이 존재하며 발급 시

QR코드는 매번 달라진다. QR코드 방식은 허위 작성을 방지함에도 QR코드 등록기기를 시설 입구에 비치해 놓고 대부분 시설관리자의 확인이 없다. 이 역시 출입등록 정확성이 낮다. ARS 방식은 시설마다 고유번호를 발급해야 하고, 지자체별로 운영을 달리하여 관리와 홍보가 미흡하다. 특히 시설관리자가 악의적인 의도로 ARS 번호를 속여 개인정보의 수집 가능성이 있다.

비콘을 활용한 방식은 출입자를 자동으로 등록하여 정확도를 높여 허위 기재를 막고, 대기 지연시간과 출입 등록 소요시간을 줄인다. 역학조사에 필요한 최소한의 정보만 수집하므로 개인정보 제공의 남용과 유출을 막을 수 있다. 비콘 수신을 위한 설치비용이 들지만, 현재 가장 많이 쓰이는 QR코드 방식의 스마트기기 구축비용을 감안 하면 저렴하다. 각 방식의 장단점 분석은 Table 3과 같다.

**Table 3. Advantages and Disadvantages Analysis**

	Advantages	Disadvantages
Hand written	A straightforward process	False Writing, Delay, Accuracy, personal information leakage
QR code	Prevent False Writing	Identity certification procedure, Abuse of personal information, Delay, Accuracy
ARS	Quickness	Open unique facility number, Operation by local government, Insufficient publicity
Beacon	Accuracy, Quickness, Multicast	Beacon installation costs required

#### 4.2 비콘 시스템 분석

본 절에서는 비콘을 활용한 서비스 시스템과 본 논문에서 제안하는 비콘 시스템에 대해서 비교 분석한다. 비콘을 활용한 서비스는 대부분 O2O 서비스로 활용된다. 기업들은 효율적인 마케팅을 하기 위해 비콘을 이용하여 광고, 쿠폰, 포인트 등과 같이 소비자에게 맞춤형 알림을 제공한다. 대부분 스마트폰으로 쇼핑을 즐기는 시대에 소비자들을 유치하기 위한 전략이다.

구매 패턴을 분석하고 위치를 인식해 맞춤형 할인 쿠폰과 정보를 제공하지만 서비스 가입자가 많은 것에 비해 지속적인 사용률이 낮다. 또한, 무분별한 알림과 서

비스로 인해 자칫 스팸으로 전락할 수 있다. 대표적인 비콘 O2O 서비스로는 스타벅스가 있다. 스타벅스가 비콘을 활용하는 목적은 대기시간을 줄이기 위함이다. 스타벅스는 비콘을 활용할 때 고주파음을 이용하는데, 고주파음은 스마트폰의 위치와 방향에 영향을 많이 받으며 고객이 단순 매장 안에 들어왔는지에 대한 여부만 판별한다.

본 시스템은 시설 출입 시 비콘을 활용하여 신속하고 정확한 출입등록을 목적으로 한다. 비콘을 활용하면 시설 이용자에 대한 출입등록을 자동으로 등록하기 때문에 정확한 출입 데이터를 기반으로 역학조사 시 신속한 활용이 가능하다. 특히 자동화 출입등록으로 번거로움, 불편함을 해소하고, 대기 지연시간을 줄인다.

#### 4.3 기존연구와의 비교평가 및 분석

본 절에서는 기존 연구인 비콘을 이용한 출석 관리 시스템과 본 시스템에 대해 비교 분석한다. 출석 관리 시스템은 비콘의 BLE 광고 기능을 이용한다. 교수자가 출석 체크 시 학습자는 로그인 후 비콘을 인식하고 확인 및 출석한다. 삼각 측량을 이용하기 때문에 강의실이 좁아도 3개 이상의 비콘을 필요로 하여 큰 비용이 발생하고, 강의실 규모가 큰 경우 학습자는 출석하기 위해 비콘 근처로 이동해야 한다. 시스템은 학습자, 교수자, 강의, 출결, 강의실정보 등 다양한 엔티티를 가진다. 강의실 내부에서만 신호를 감지하도록 설정하면 되기 때문에 BLE를 활용하는 것 보다 스타벅스의 비콘 활용과 같은 소리를 이용하는 것이 더욱 효율적일 것이다.

출결 과정 중 로그인을 하고 신호를 인식하기 위해 설정해야 하므로 QR코드 발급과정의 문제점인 번거로움이 있다. 특히, 출결 하는 과정을 악용하여 제3 자가 로그인 후 대리출석이 가능하다는 문제점이 있다. 제안 시스템은 사용자의 전화번호만 이용하므로 회원가입 절차 없이 최초 개인정보 수집 이용 동의서만 받는다. 시설 출입 시 본인 단말기를 활용하기 때문에 제3 자의 대리 등록이 불가능하다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 코로나-19의 확산 방지와 역학조사를 위한 기존 출입명단 작성방식을 개선하고자 비콘을 활용한 감염병 확산 방지 시스템을 제안했다. 아직 수기작

성 방식이 많이 쓰이고 있고, 현재 가장 많이 쓰이고 있는 QR코드 방식은 본인인증과 QR코드 발급과정의 번거로움, 대기 지연시간 등의 많은 불편함과 문제점이 있다. 문제점을 개선하기 위해 비콘을 활용하여 자동 출입 등록으로 허위 기재를 막고 대기 지연시간을 줄이는 것을 확인하였으며, 개인정보 유출 문제를 해결한다. 또한, 비콘은 저전력으로 배터리 수명이 길다는 장점이 있다. 제안하는 비콘 시스템 활용 시 코로나-19의 감염 확산이 지속되는 상황에서 실용적일 것이고, 추후 새로운 감염병 발생 상황과 출입관리가 필요한 곳에서 본 시스템을 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

제안 시스템의 한계점으로는 각각 시설마다 비콘을 구입하여 설치해야 하는 비용이 발생한다. 그러나 QR코드 방식도 마찬가지로 시설마다 단말기를 구비해야 하고, 비콘은 약 3만 원 안팎으로 단말기에 비해 저렴하다.

향후 연구 방향으로는 다양한 기기와 서버를 연동하기 위한 최적화 작업, 서버데이터를 암호화하여 체계적으로 관리하고, 본 연구에서는 Android OS 기반으로 개발하여 추후 iOS 등 다양한 OS를 지원하는 연구가 필요하다.

## REFERENCES

- [1] S. C. Yoon, J. W. Lee, I. Y. Kim & S. E. No. (2020). *Korea's Covid-19 Response Using ICT and Its Achievements* : KOICA.
- [2] Naver Encyclopedia. (2021). *Social Distancing*. Naver(Online). <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=5928099&cid=43667&categoryId=43667>
- [3] J. G. Jeong & J. G. Son. (2020). Legal Analysis of COVID-19 Disclosure. *Kyungpook National University Law Journal*, 70, 103-131.
- [4] Y. S. Kwon & S. W. Cha. (2020). Problems and Improvement of Location Information in the Prevention and Prevention Process of COVID-19. *Legal Theory & Practice Review*, 8(4), 9-28.
- [5] J. S. Lee. (2021). The Successes and Challenges of Response to COVID-19 in South Korea. *Han Yang Law Review*, 32(1), 73-101.
- [6] D. S. Kim. (2021). A Critical Review on the IT-based Korean Epidemiological Investigation Support System Focusing on the Criminalization of Refusing the Epidemiological Investigation. *Institute of Law Studies PUSAN NATIONAL UNIVERSITY*, 62(1), 121-156.
- [7] B. M. Lee. (2021). Personal Information Protection Problems and Improvement Measures in the Era of Corona 19. *The Institute of Legal Studies Inha University*, 24(1), 101-136.
- [8] G. C. Lim. (2020). Critical Discussions on the Use of Personal Information in Implementing Corona Virus Overcoming Measures. *Chungnam National University Law Research Institute*, 31(4), 71-112.
- [9] T. J. Chung. (2020). Contents and legislative tasks of the 「Infectious Case Control and Prevention Act. *Korean Law Association*, 20(3), 289-316.
- [10] MOHW. (2021). *Ministry of Health and Welfare's Guide to KI-Pass*. MOHW(Online). <http://ncov.mohw.go.kr/shBoardView.do?brdId=2&brdGubun=25&ncvContSeq=2603>
- [11] KT. (2020). *080 Call check in service*. Naver(Online). <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=30287069&memberNo=30305360&vType=VERTICAL>
- [12] S. K. Kim, J. H. Kim, H. C. Kim, J. W. Lee & T. K. Kang. (2020). Autonomous disinfection platform using beacon. *The Korean Institute of Electrical Engineers*, 106-108.
- [13] M. J. You & E. G. Rhee. (2018). Smart Bus System using BLE Beacon and Computer Vision. *Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, 22(2), 250-257.
- [14] Y. B. Cho & E. H. Cho. (2019). The Effect of O2O Service Characteristics on Satisfaction and Behavioral Intention of Customers Using the Technology Acceptance Model. *Culinary Society of Korea*, 25(6), 67-78.
- [15] J. H. Jung, J. E. Baek & Y. S. Choi. (2016). Analysis of Features and Applications of Bluetooth Beacon Technology for Utilization in the Mining and Construction Industries. *TUNNEL & UNDERGROUND SPACE*, 26(3), 143-153.
- [16] J. Y. Choi & Y. J. Cheong. (2018). Beacon Technology TAM Study in ADTech Era - Focusing on the Perceived Benefits and Constraints. *Korean Association for Advertising and Public Relations*, 20(4), 7-39.
- [17] S. I. Kim, S. H. Ji & J. W. Lee. (2016). Bluetooth Low Energy(BLE) Beacon Security Vulnerability Study. *Korea Institute Of Information Security And Cryptology*, 26(3), 50-57.

김 호 윤(Ho-Yoon Kim) [정회원]



- 2021년 2월 : 동명대학교 정보보호학과 (공학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 컴퓨터미디어공학과 석사과정
- 관심분야 : 블록체인, DID, 암호 프로토콜, 자율주행
- E-Mail : miask376@gmail.com

김 효 종(Hyo-Jong Kim) [정회원]



- 2017년 2월 : 동명대학교 정보보호학과 (공학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 컴퓨터미디어공학과 석사과정
- 관심분야 : IoT, DDoS, 암호 프로토콜, 네트워크 보안
- E-Mail : khj47561404@gmail.com

신 승 수(Seung-Soo Shin) [정회원]



- 2001년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학박사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 소프트웨어융합보안학과 교수
- 관심분야 : 암호프로토콜, 네트워크 보안, U-헬스 케어, IoT, 데이터분석
- E-Mail : shinss@tu.ac.kr