

# 지오펠스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리시스템

손원석\*, 이현동\*\*, 조대수\*

\*동서대학교 컴퓨터공학부

\*\*동서대학교 산학협력단

e-mail: sws5494@gmail.com, win4class@hanmail.net, dscho@dongseo.ac.kr

## In-patient Access Control System using geofence and hybrid beacon

Won-Seok Son\*, Hyun-Dong Lee\*\*, Dae-Soo Cho\*

\*Dept of Computer Engineering, Dongseo University

\*\*Industry Academy Cooperation Foundation, Dongseo University

### 요 약

지오펠스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리시스템은 모바일 앱, 관리자는 웹 화면을 이용해 입원 환자들의 병원 출입을 관리하는 시스템이다. 기존의 외출 시스템은 환자가 외출 신청서를 수기로 작성하고 주치의의 허락 하에 외출하는 형태이지만, 신청서 작성 과정을 거치지 않고 무단으로 외출하는 환자의 경우 외출 시점이나 현재 위치 등을 파악하기 어려운 문제가 있다. 무단 외출 환자를 즉각적으로 파악하지 못하는 경우 해당 환자들이 음주 또는 귀원하지 않는 등의 사고의 원인이 되는 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 지오펠스와 하이브리드 비콘을 이용해 환자들의 병원 출입 유무의 정확성을 높이고 무단 외출 환자를 즉각적으로 파악하는 방안을 제시한다.

### 1. 서론

기존의 교통사고로 병원에 입원한 환자들이 외출할 경우 의료기관의 허락을 받아야 외출할 수 있지만, 외출환자 중 42%가 여전히 무단으로 외출하고 있다[1]. 입원 환자의 외출 기록을 관리하는 당직자나 관리 대장이 없거나 제대로 기재하지 않는 등[2], 치매나 범죄전력 등으로 병원 측에서 관리해야 할 환자임에도 불구하고 무단외출을 방치해 여전히 환자관리에 대한 문제점이 지적되고 있다 [3, 4]. 또한, 외출 신청서를 작성하지 않거나 의료기관의 동의를 받지 않고 무단으로 외출하는 환자들이 다른 진료 공간에서 사설치료를 받거나 불필요한 장기 입원하는 일이 발생해 부당한 보험금을 청구하는 사례도 늘고 있다 [4]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 입원 환자의 병원 출입을 관리, 무단 외출을 제한하고 무단 외출한 환자들의 위치를 실시간으로 파악해 관리하는 시스템을 제안하고자 한다. 이를 통하여 출입 신청 업무를 간소화하고, 실시간으로 외출 환자를 관리함으로써, 긴급 상황에 즉각적으로 대응하고 환자 관리에 편의성을 줄 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절 관련 연구에서는 지오펠스와 하이브리드 비콘 기술을 살펴보고, 3절에서는 본 논문에서 제안하는 입원환자 출입관리 시스템 구성, 4절에서는 입원환자 출입관리 시스템의 서비스 시나리오 및 테

스트 과정, 마지막으로 4절에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 지오펠스(Geofence) 기술

지오펠스(Geofence)는 실세계 지리에서 구획된 가상의 반경(Virtual Perimeter)으로 정의되며, 위치 기반 서비스(LBS, Location Based Service)를 기반으로 한 원형이거나 다각형 모양의 가상공간 구역이다[5]. 본 논문에서 제안하는 입원환자 출입관리 시스템에서는 병원 주변에 다중의 지오펠스 영역을 만들어 환자들의 병원 출입을 판별하고 무단 외출 환자를 즉각적으로 파악하기 위해 사용하는 위치 기반 기술이다. 그림1은 지오펠스 기본 동작을 나타낸다.

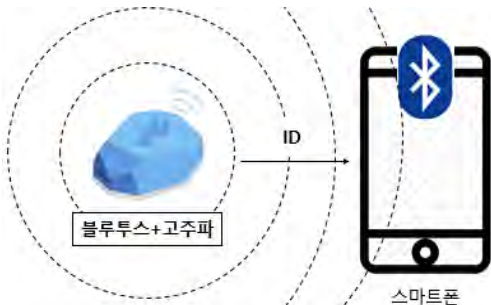


(그림 1) 지오펠스 기본 동작

그림1과 같이 병원 주변으로 가상의 영역을 지정하고 환자가 그 영역을 진입·진출할 때 트리거(Trigger)를 발생시켜 상황에 따른 알림을 관리자에게 보낸다. 다수의 지오펜스 영역을 지정할 수 있으며 지오펜스마다 각각의 ID값을 가지고 있다.

## 2.2 하이브리드 비콘(Hybrid beacon) 기술

비콘(beacon)은 근거리 통신기술의 일종으로 GPS, NFC와 유사한 형태의 통신 기술이나 최소5 ~ 10cm부터 최대 70cm까지의 통신이 가능하며, 더욱 정확한 통신 기술이다. 다양한 공간에서 사용자의 디바이스와 반응하여 공간에서 제공할 수 있는 정보나 서비스 등을 효율적으로 제공할 수 있는 네트워크 서비스이다. 즉, 특정 공간에서의 온라인 결제나 모바일 쿠폰 수신 등이 자동으로 가능하게 하여 온라인과 오프라인을 연계하는 기술이다[6]. 그림2는 비콘 기본 동작을 나타낸다.



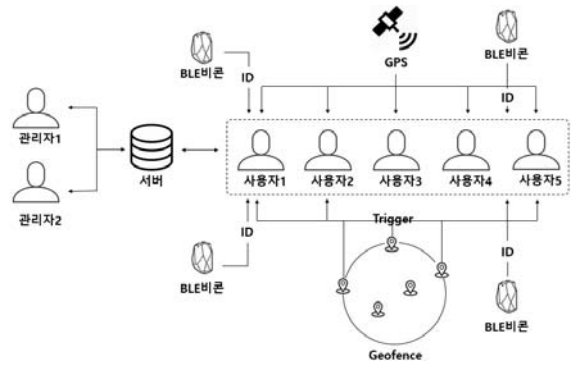
(그림2) 비콘 기본 동작

사용자의 위치를 파악해 상황과 맥락에 맞는 메시지를 제공하는 비콘 기술은 상점에서 뿐만 아니라 야구장, 전시회에서의 길안내 및 정보 제공에서부터 보안을 위한 위치 추적까지 다양한 분야에서 활용이 가능하다[7]. 하지만 기존의 블루투스를 이용한 비콘은 벽과 물체 등에 여과 없이 스펙처럼 무분별하게 전달되는 단점이 있다. 하이브리드 비콘(Hybrid beacon)은 기존의 저전력 블루투스(BLE)와 고주파(Ultra Sound)의 장점만을 결합한 새로운 비콘 기술로써 기존의 단점을 보완한 기술이다[8]. 고주파 사운드는 벽을 통과하지 못해 필요한 고객에게 맞춤 서비스를 제공할 수 있으며, 병원 실내에 있는 환자들의 상세한 위치를 확인할 수 있다.

## 3. 지오펜스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리 시스템

### 3.1 시스템 구성

다수의 입원 환자 출입관리 시스템 사용자는 모바일 디바이스로 GPS신호와 지오펜스 트리거, 하이브리드 비콘 ID값을 받는다. 각각의 정보를 데이터베이스에 저장하고 관리자는 이 데이터들로부터 환자의 출입 여부, 현재 위치 등을 파악한다. 그림3은 지오펜스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리 시스템의 구성을 나타낸다.



(그림3) 시스템 구성도

### 3.2 개발 환경

지오펜스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리 시스템은 사용자용 모바일앱과 관리자용 웹으로 구성되어 있으며, 데이터베이스는 MySQL을 사용한다. 관리자용 웹 개발을 위해서 Node.js, JQuery, Bootstrap 기술을 사용한다. 그림4는 개발 환경을 나타낸다.

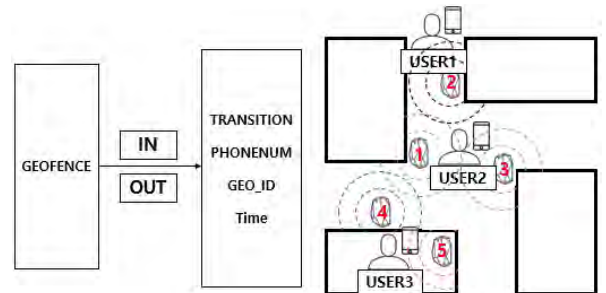
	모바일앱(사용자)	웹(관리자)
Front-end		HTML, CSS, JS
Back-end	MySQL	node.js
Library	Geo-Android, ddm	JQuery, Bootstrap

(그림4) 개발 환경

### 3.3 시스템 분석 과정

지오펜스 영역의 IN/OUT 여부는 Transition, 사용자를 구별하는 디바이스 번호, 지오펜스 영역을 구분하는 ID값과 출입한 시간을 알 수 있다.

다음 그림5는 사용자가 지오펜스 영역을 출입할 때 이벤트가 발생하는 것을 나타낸다. 또한, 그림6과 같이 하이브리드 비콘의 신호 범위내로 접근한 사용자에게 ID값을 전송해 실내 위치를 파악할 수 있다.



(그림5) 지오펜스 이벤트

(그림6) 비콘 이벤트

USER1은 비콘2의 신호를 받고 있고, USER2는 비콘1과 비콘3의 신호를 동시에 받고 있으므로 두 개의 비콘 사이에 위치하고 있음을 알 수 있다. 그리고 USER3은 비콘4와 비콘5 사이에 위치하고 있지만 비콘 신호가 벽을 통과할 수 없으므로 비콘5 주변에 위치하고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 출입관리 시스템의 서비스 시나리오 및 테스트

##### 4.1 사용자 모드

- 1) A환자는 원하는 날짜와 시간, 사유를 선택해 외출 신청한다.
- 2) 관리자에게 외출 승인이 거절되어 외출 시간을 변경한 후 재신청한다.
- 3) A환자는 모바일 앱으로 외출승인 알림을 확인한 후 외출한다.
- 4) B환자는 친구들과 술을 마시기 위해 외출 신청 없이 무단으로 외출한다.
- 5) 불만을 느낀 B환자가 GPS기능을 종료하고 모바일 앱을 삭제한다.
- 6) 경고를 받은 B환자는 앱을 다시 설치하고 GPS기능을 작동시킨다.
- 7) B환자는 외출 경고를 받고 병원으로 귀원한다.
- 8) A환자는 불일을 마친 후 외출 시간 내에 귀원한다.
- 9) A환자는 치료를 마친 후 퇴원한다.

##### 4.2 관리자 모드

- 1) 관리자는 병원 본관과 동관에 두 개의 지오펠스 영역을 추가한다.
- 2) 새로 입원한 A, B환자의 이름과 전화번호를 입력해 사용자를 추가한다.
- 3) A환자가 신청한 외출 시간이 너무 늦어 신청을 거절 한다.
- 4) A환자가 재신청한 정보를 확인한 후 외출을 승인한다.
- 5) A환자가 출입한 시간과 출입 여부를 확인한다.
- 6) A환자가 이동한 장소를 확인하기 위해 실시간 위치를 확인한다.
- 7) B환자가 무단으로 외출했다는 알림을 확인하고 B환자에게 전화를 건다.
- 8) B환자에게 외출 경고를 주고 외출신청 요령을 알려 준다.
- 9) B환자가 모바일 앱을 삭제했다는 알림을 받고 경고 및 교육한다.
- 10) A환자와 B환자가 귀원한 시간과 출입 여부를 확인 한다.
- 11) 관리자는 A환자의 사용자 정보를 삭제한다.
- 12) 관리자는 본관 지오펠스 영역을 확장하고 동관 영역은 삭제한다.
- 13) 별관에 새로운 지오펠스를 영역을 추가 한다.

지오펠스 트리거와 하이브리드 비콘 신호에 의해 사용자가 시나리오 3), 4)와 7), 8)에서 병원을 출입한 여부를 알 수 있다. 비콘 장치는 병원에 다수 비치되어 있으며 병실, 복도 등 실내 범위에서 환자들의 상세 위치를 구분하

고, 지오펠스는 병원 전체 범위에서 출입 여부를 파악한다. 병원에 비치된 다수의 비콘 신호 범위에 들지 않으면서 지오펠스 안에서 경계를 지나쳤기 때문에 시나리오 3), 4)에서 환자가 외출한 것을 알 수 있다. 그리고 외출한 환자들이 지오펠스 밖에서 경계를 지나치고 병원 출입구에 비치된 비콘의 신호를 받으므로 시나리오 7), 8)에서 환자가 귀원한 것을 알 수 있다.

##### 4.3 지오펠스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리 시스템 테스트

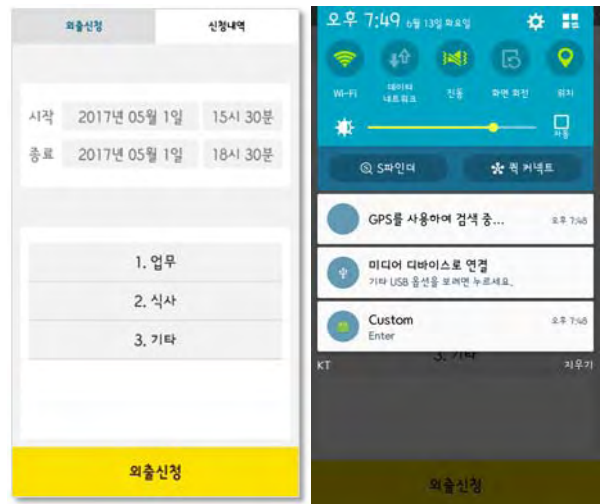
본 논문에서 구현한 입원환자 관리 시스템의 사용자 버전과 관리자 버전에 대한 몇 가지 테스트를 진행하였다.

그림7은 관리자 테스트 화면을 나타내며 관리자가 지도에서 원하는 위치와 범위를 선택해 지오펠스 영역을 추가할 수 있다. 관리자가 설정한 지오펠스 정보가 사용자의 모바일 앱에 적용되고 다수의 지오펠스를 설정할 수 있다. 그리고 사용자들의 외출 승인 여부를 결정하고 실시간 위치 정보를 지도에서 확인할 수 있다.



(그림7) 관리자 테스트 화면

사용자가 외출 시간대와 외출 사유를 선택한 후 외출 신청할 수 있다. 그림8은 사용자 테스트 화면을 나타낸다.



(그림8) 사용자 테스트 화면

사용자가 지오펠스 영역을 들어가거나 나올 때 지오펠스 트리거(Trigger)에 의해 상태바로 알림을 받는다. 또한, 외출 허가가 나지 않은 환자가 병원 밖으로 나갈 시 관리자에게 경고 알림을 보내며, 알림이 발생하는 경우는 다음과 같다.

- 1) 환자가 외출 신청 후 병원에서 밖으로 나가는 경우
- 2) 환자가 외출 시간을 변경하는 경우
- 3) 외출 시간이 지나도 환자가 귀원하지 않는 경우
- 4) 환자가 모바일 앱으로 긴급 요청한 경우
- 5) 외출 중인 환자가 외출 신청 시간 내에 병원으로 들어오는 경우
- 6) 외출 신청 하지 않거나 외출이 거부된 환자가 무단으로 외출하는 경우

또한, 사용자가 악의적으로 GPS기능을 종료하거나 모바일 앱을 삭제하는 경우를 대비해 관리자는 사용자의 안드로이드 백 그라운드 서비스로 실시간 ON/OFF, 설치/미설치 여부를 확인할 수 있다.

## 5. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 병원에서 환자가 모바일 앱을 이용해 외출 신청하고 관리자는 웹을 이용해 외출 환자를 관리하는 시스템을 구현하였다. 기존의 수기로 외출 신청하는 과정을 모바일 앱과 웹을 이용해 간소화하고, 실시간으로 외출 환자를 관리함으로써, 긴급 상황에 대해 즉각적으로 대응하고 환자 관리에 편의성을 줄 수 있다. 그리고 지오펠스를 이용해 다수의 구역과 범위를 효율적으로 관리할 수 있으며 사용자의 출입 여부, 시간 및 주요 이동 경로를 분석할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 지오펠스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리 시스템을 이용해 환자 관리의 업무 부담을 줄이는 방안을 제시하였으며, 테스트 과정을 거쳐 실현 가능성을 검토 하였다.

향후에는 지오펠스와 하이브리드 비콘을 이용한 입원환자 출입관리시스템의 데이터 처리 과정과 사용자 편의기능을 개선하고 사용자의 주요 이동 경로를 분석하는 방안을 연구하고자 한다.

## Acknowledgments

본 결과물은 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 대학특성화(CK-1) 사업의 연구 결과입니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김범규, 뉴시스, “교통사고 외출환자 무단외출”, <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=shm&sid1=102&oid=003&aid=0002185498> (accessed July, 10, 2017).
- [2] 정성호, 연합뉴스, “교통사고 입원환자 5명중 2명 무단 외출”, <http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=shm&sid1=101&oid=001&aid=0002164533>(accessed

2017,9,10).

- [3] 윤명원, 중부일보, “메르스 환자 경유 안성의료원, 입원환자들 버젓이 무단외출”, <http://www.joongboo.com/news/articleView.html?idxno=995113>(accessed 2017,9,10).
- [4] 정지용, 한국일보, “방화 용의자, 병원 무단 외출... 치매 환자 ‘허술한 관리’”, <http://hankookilbo.com/v.aspx?id=dff3a847c027402fa7843d10f52e65fb>(accessed 2017,9,10).
- [5] 엄영현, 최영근, 조성국, 전병국, “3차원 지오펠스를 위한 실내외 위치 식별 메커니즘”, *한국인터넷방송통신학회*, Vol. 16, No. 1, pp. 169-175, 2016.02.28.
- [6] 김병택, “사물인터넷 환경에서 사용자 만족도 향상을 위한 UX디자인 활용 체계 연구”, *디지털디자인학연구*, Vol. 15, No. 2, pp. 649-660, 2015.03.26.
- [7] 허서정, 조창환, 김주연, “비콘 활용 앱 사용의도 분석을 통한 광고 산업에서의 활용 전망 연구”, *한국광고홍보학보*, Vol. 17, No. 3, pp. 98-137, 2015.07.06.
- [8] 이호영, EPNC, “O2O 다크호스 ‘비콘(Beacon)’ 어디까지 왔는가?”, <http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=19418>(accessed 2015.09.15).