

# 비컨 신호를 이용한 실내 경로 안내 시스템의 설계 및 구현

김동현\* · 김상연\* · 윤주현\* · 반재훈\*\*

The Design and Implementation of an Indoor Navigation System using Beacon Signal

Dong-Hyun Kim\* · Sang-Yeon Kim\* · Joo-Hyun Youn\* · Chae-Hoon Ban\*\*

## 요약

건축 기술의 발전에 따라 건축물이 대형화되고 실내 구조가 복잡해지고 있기 때문에 사용자가 목적지까지 이동하기 위한 경로를 파악하기 어려워지고 있다. 그러나 기존의 경로 안내 시스템은 GPS를 사용하기 때문에 실내에서 사용하기 어려운 문제가 있다. 이 논문에서는 이를 해결하기 위하여 비컨을 이용한 실내 경로 안내 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 사용자의 스마트폰에서 블루투스를 이용하여 기 설치되어 있는 비컨에 접속한다. 그리고 수신된 비컨의 데이터를 이용하여 현재 위치를 파악하고 목적지까지 경로를 생성한 다음에 사용자에게 안내한다. 구현된 시스템은 복잡한 실내에서 사용자가 쉽게 목적지까지 이동할 수 있는 경로를 안내할 수 있는 장점이 있다.

## ABSTRACT

As the structure of a construction, such as a building and a shopping mall, becomes more wide and complex, it is difficult for an user to find out a path to a designated destination. However, since the existing navigation systems exploit the Global Positioning System in order to measure a current position, it is impossible to be used on the indoor environment. To solve this problem, we propose an indoor navigation system using beacon signal. The proposed system connects to a pre-installed beacon exploiting bluetooth on the user's smartphone. After receiving the data of the beacon, the system generates and displays a path based on the destination which the user put on and the current position measured by the beacon's data. The implemented indoor navigation system has the benefit to show the path to the destination easily at the complex indoor structure.

## 키워드

Path Navigation, Beacon, Indoor Position, Complex Building, Smartphone  
주행 경로, 비컨, 실내 위치, 건축물, 스마트폰

## 1. 서론

통신기술이 발전함에 따라 기존의 실외에서 이루어

어지던 이동통신의 사용이 실내로 옮겨가고 있다. 미국의 경우 2011년 가구의 30%가 이동통신 전화만을 사용하며 있으며 이동통신 사용의 50%가 실내에서

\* 동서대학교 컴퓨터공학부(pusrover@dongseo.ac.kr, sangyk@dongseo.ac.kr, joohy@dongseo.ac.kr)  
\* Received : Oct. 27, 2016, Revised : Feb. 13, 2017, Accepted : Feb. 24, 2017  
\*\* 교신저자 : 고신대학교 IT경영학과  
\* Corresponding Author : Chae-Hoon Ban  
Dept. of IT Business, Kosin University,  
Email : chban@kosin.ac.kr  
• 접수일 : 2016. 10. 27  
• 수정완료일 : 2017. 02. 13  
• 게재확정일 : 2017. 02. 24

발생하고 있다[1]. 실내에서의 활동이 증가하는 추세이기 때문에 이동통신을 기반으로 실외에서 사용하던 위치기반 서비스들을 실내에서 효과적으로 사용하기 위한 기법에 대한 연구가 필요하다.

기존의 건축물들은 실내 구조가 단순하기 때문에 특정 장소로 이동할 때 사용자가 직관적으로 이동하는 것이 가능하였다. 그러나 현대 건축 기술이 발전함에 따라 사용자들의 다양한 요구 사항을 만족하기 위하여 건축물의 실내 구조가 복잡해지고 있다. 특히 건축물의 크기가 커지고 넓어짐에 따라 사용자들이 특정 위치로 이동할 때 쉽게 이동경로를 파악하지 못하는 문제가 발생한다. 예를 들어 롯데아울렛이나 신세계아울렛과 같은 대형 아울렛에서 사용자가 특정 가게로 이동하고자 할 때 복잡하고 넓은 구조로 인해 가게 위치를 알기 어렵고 이동 경로를 직관적으로 파악할 수 없다. 또한, 전역측위시스템(GPS: Global Positioning System)의 위치 정보를 사용하는 기존의 경로 안내 시스템은 실내에서 위치 정보를 수신할 수 없기 때문에 실내 경로 안내를 위하여 사용할 수 없는 문제가 있다.

실내에서 위치기반 서비스를 제공하기 위하여 위치를 측정하는 것이 필수적이다. 실내 위치 측정을 위하여 와이파이, 무선주파수식별기(RFID: Radio Frequency Identification) 등을 이용할 수 있으며 최근에는 비컨을 이용하여 위치를 측정하는 연구가 이루어지고 있다. 비컨은 근거리 무선 통신인 블루투스를 이용하여 일정 범위내에서 무선 신호를 발생시키는 저전력 무선 장치이다. [2]에서는 iBeacon을 이용하여 측정된 사용자의 위치를 보정하기 위하여 확장칼만 필터를 이용하였다. 효율적인 비컨 배치를 위하여 [3]에서는 건축물의 복도 형태를 고려하여 삼각측량을 이용한 배치 기법을 제시하였다. [4]에서는 수신된 비컨의 신호를 분석하여 사용자의 주요 이동 경로를 분석하고 이를 시각화하는 기법이 제안되었고 [5]에서는 유전 연산을 이용하여 비컨과 단말기 사이의 최적의 거리 및 위치 값을 찾는 최적화 기법을 제시하였다. 그러나 기존의 연구들은 위치 데이터의 정확성을 높이고 간섭화된 비컨의 신호를 보정하기 위하여 고비용의 시스템을 요구하는 문제가 있다.

이 논문에서는 건축물 실내에서 사용자에게 경로를 제공하기 위하여 비컨을 이용한 실내 경로 안내 시스

템을 설계하고 구현한다. 제안한 시스템은 기 설치되어 있는 비컨과 통신하여 비컨의 위치를 중심으로 사용자의 현재 위치를 파악한다. 그리고 사용자의 스마트폰을 이용하여 사용자가 이동하고자 하는 목적지까지의 경로를 시각적으로 제시한다. 이를 위하여 시스템은 비컨 위치 데이터와 이동 가능 경로를 이용한 네트워크를 구축하고 최단경로알고리즘을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 기술하며 3장에서는 실내 경로 안내 시스템의 설계를 제시한다. 4장에서는 설계한 경로 안내 시스템의 구현 결과를 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

## II. 관련연구

[1]에서는 현재 진행되어지고 있는 실내 위치 기반 서비스의 기술 및 표준화 동향에 대하여 기술하였다. 실내에서 위치를 파악하기 위하여 주로 와이파이, 센서 그리고 비컨 등을 사용한다. 위치를 측정하기 위하여 비컨 수신 장치는 비컨으로부터 장치ID, 비컨서비스장소명, 송신신호세기 등을 수신한다. 그리고 장치ID 또는 장치간 거리를 이용하여 기준점 측위 또는 다변 측위로 수신 장치의 위치를 계산한다.

기존의 비컨을 이용한 연구는 실내에서 위치를 측정하기 위한 연구가 주로 이루어졌다. 이는 실내 위치 기반 서비스를 위하여 필수적인 데이터이기 때문이다. [2]에서는 iBeacon을 이용하여 측정된 사용자의 위치를 개선하는 기법에 대하여 제시하였다. iBeacon의 상황별 신호를 측정된 뒤에 간섭 요인을 분석하고 확장형 칼만 필터를 이용하여 위치 데이터를 보정하였다. 수신된 비컨 신호를 기반으로 삼각측량법을 이용하여 사용자의 위치를 측정하는 기법은 [3]에서 제시되었다. 이 기법에서는 건축물의 기본 구조중 하나인 복도의 형태를 고려하여 비컨 신호간의 간섭을 최대한 배제하면서 최소한의 비컨으로 위치를 측정하기 위한 배치 기법을 제안하였다.

[4]에서는 비컨을 이용하여 사용자의 위치 데이터를 획득한 후에 누적된 위치 데이터를 이용하여 사용자의 주요 이동 경로와 사용자 분포를 분석하고 시각화하기 위한 시스템을 제시하였다. 이를 위하여 오픈

소스 통계 패키지인 시스템R을 사용하였다. [5]에서는 비컨을 이용한 실내 측위 데이터의 신뢰성을 높이기 위하여 유전 연산을 사용하는 기법을 제안하였다. 실측 거리를 측정된 다음에 유전 연산을 이용하여 측정 데이터를 최적화한다. 그러나 기존의 연구들은 고비용의 시스템을 요구하고 비컨간의 신호 간섭에 따른 오차를 완전히 배제할 수 없는 문제가 있다.

비컨을 이용하는 응용 시스템으로 [6]에서는 비컨을 이용한 출석 확인 시스템을 제안하였다. 이를 위하여 강의실 출입문마다 비컨을 설치한 후에 학생과 교수의 BLE 통신을 매개 수단으로 이용한다. [7]에서는 비컨을 이용하여 외국인을 인식하고 이에 따라 스마트 TV에서 해당 외국어로 서비스하기 위한 플랫폼을 제안하였다. 그리고 이를 위하여 비컨을 중심으로 한 각 디바이스, 앱, 게이트웨이로 구성된 IoT 플랫폼을 설계하였다. [8]에서는 비컨을 이용한 유치원 안전 체계에 대하여 제안하였다. 이를 위하여 각 유아마다 장착된 목걸이형 비컨으로부터 수신된 데이터를 이용한다. 그 외에 [9-10]에서 비컨을 이용한 응용시스템을 제안하였다. 그러나 이러한 응용시스템들은 실내 경로를 제시할 수 없는 문제가 있다.

### III. 비컨을 이용한 실내 경로 안내 시스템

#### 3.1 시스템 구성도

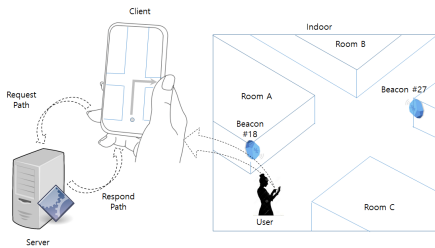


그림 1. 실내 경로 안내 시스템 개념도  
Fig. 1 System concept of indoor navigation system

그림 1은 본 논문에서 제안한 비컨을 이용한 실내 경로 안내 시스템의 개념도를 보여준다. 사용자가 소지한 스마트폰의 클라이언트는 블루투스 통신을 이용

하여 주변에 있는 비컨과 접속한다. 비컨으로부터 전송받은 비컨의 ID와 장소 정보를 서버로 전송하고 경로 안내를 요청한다. 서버는 전송받은 데이터를 이용하여 접속된 비컨의 위치를 기준으로 클라이언트가 이동하고자 하는 목적지까지의 경로를 생성한 다음에 생성된 경로 데이터를 클라이언트로 전송한다. 그림 2는 실내 경로 안내 시스템의 흐름도를 보여준다.

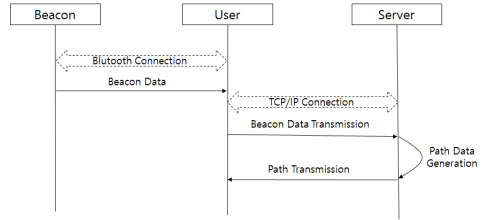


그림 2. 시스템 흐름도  
Fig. 2 System flowchart

#### 3.2 클래스 정의

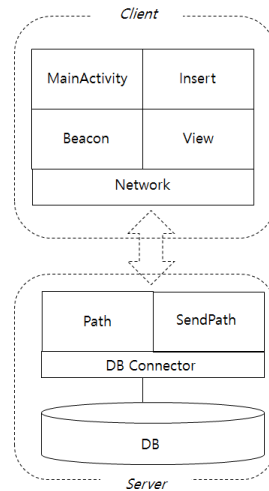


그림 3. 클래스 구성도  
Fig. 3 Block diagram of class

그림 3은 실내 경로 안내 시스템의 클래스 구성도를 보여준다. 클라이언트는 MainActivity, Insert, Beacon 그리고 View인 네 개의 클래스로 구성된다. MainActivity 클래스는 안드로이드 운영체제에서 클라이언트를 구동시키고 하부 클래스를 관리하기 위한

클래스이고 Beacon 클래스는 스마트기기와 접속할 수 있는 비컨에 대하여 검색 및 연결하고 데이터를 수신받기 위한 클래스이다. Insert 클래스는 사용자가 입력한 목적지와 함께 비컨을 이용하여 검출된 출발지를 관리하기 위한 클래스이고 View 클래스는 경로를 전송받았을 때 출력하기 위한 클래스이다. Network 클래스는 서버와 네트워크 연결을 위한 클래스이다.

서버는 Path, SendPath 그리고 DbConnector인 세 개의 클래스로 구성된다. Path 클래스는 클라이언트로부터 전송받은 출발지와 목적지 데이터를 이용하여 데이터베이스에 저장되어 있는 비컨의 설치 데이터를 비교한 다음에 경로를 생성하기 위한 클래스이다. 이 논문에서는 경로를 생성하기 위한 최단경로알고리즘으로 다익스트라 알고리즘을 이용한다. DBConnector 클래스는 데이터베이스에 접속하기 위한 클래스이고 SendPath 클래스는 생성된 경로를 클라이언트로 전송하기 위한 클래스이다.

### 3.3 데이터베이스

그림 4는 실내 경로 안내 시스템의 데이터베이스를 구성하는 ER 다이어그램을 보여준다. 데이터베이스는 beacon과 path인 2개의 테이블로 구성된다.

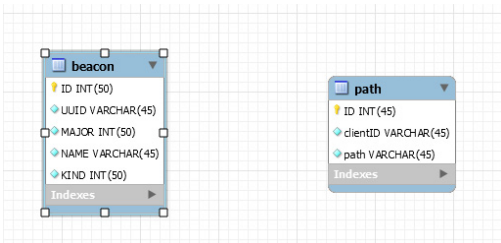


그림 4. ER 다이어그램  
Fig. 4 ER Diagram

beacon 테이블은 비컨에 대한 정보를 저장하기 위한 테이블로 표 1과 같이 아이디, 고유 아이디, 식별자 아이디, 이름 그리고 설치장소종류인 5개의 속성으로 구성된다.

path 테이블은 사용자별로 생성된 경로를 저장하기 위한 테이블로서 표 2와 같이 ID, 클라이언트ID 그리고 path인 3개의 속성으로 구성된다.

표 1. Beacon 테이블  
Table 1. Beacon Table

No	Col ID	Col Name	Type	Len	NULL	Key
1	ID	beacon ID	INT	50	x	PK
2	UUID	beacon UUID	VARCHAR	45	x	
3	MAJOR	beacon major	INT	50	x	
4	NAME	name	VARCHAR	45	x	
5	KIND	Type	INT	50	x	

표 2. Path 테이블  
Table 2. Path Table

No	Col ID	Col Name	Type	Len	NULL	Key
1	ID	ID	INT	45	x	PK
2	clientID	Client ID	VARCHAR	45	x	
3	path	Saved Path	VARCHAR	45	x	

## IV. 시스템 구현

실내 경로 안내 시스템은 사용자의 스마트폰에 접속된 비컨의 위치를 이용하여 실내에서 현재 위치를 추정하고 데이터베이스에 저장된 비컨의 위치 데이터를 이용하여 경로를 탐색하고 안내한다. 클라이언트 소프트웨어는 안드로이드 2.2 이상에서 구동될 수 있도록 구현하였고 서버는 3GHz의 체온 CPU와 4G의 메모리를 사용하는 IBM 워크스테이션을 사용하였다. 그리고 데이터를 저장하기 위한 데이터베이스로 MySQL을 사용하였다.

그림 5는 경로 안내 시스템을 구동 후 보여주는 초기 화면을 보여준다. 이 논문에서는 시스템 구현을 위하여 가상의 쇼핑몰을 가정하고 도면을 구성한 다음에 실내 광장에 도면대로 비컨을 배치하였다. 별표는 비컨을 나타낸다. 클라이언트를 구동하면 가장 가까이 있는 비컨을 인식한 다음에 비컨의 위치를 기

준으로 사용자의 위치를 그림 5와 같이 보여준다. 그림 5에서 사용자는 현재 좌편 상단에 하트 기호로 표시되었다.

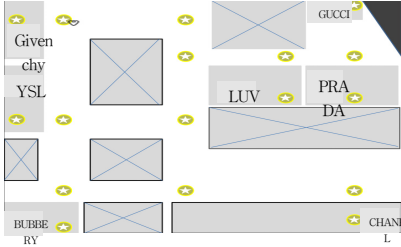


그림 5. 실내 도면  
Fig. 5 Indoor Diagram

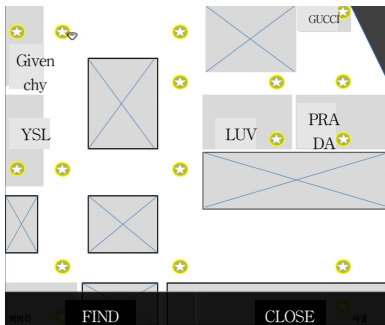


그림 6. 화면 메뉴  
Fig. 6 Screen Menu

그림 6은 클라이언트의 화면 메뉴를 보여준다. 프토포타입 시스템이므로 간략하게 경로 탐색과 종료인 두 개의 메뉴만을 제공한다. 위치 찾기 메뉴를 선택하면 그림 7과 같이 목적지를 지정하기 위한 메뉴를 화면에 보여준다.

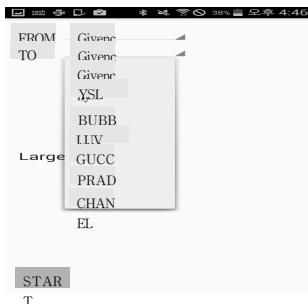


그림 7. 목적지 지정  
Fig. 7 Destination Selection

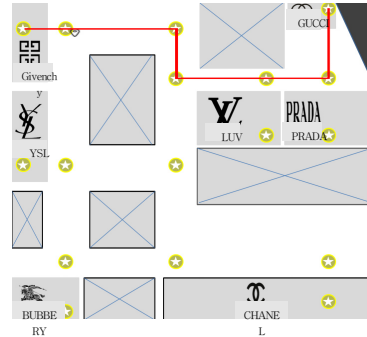


그림 8. 경로 안내  
Fig. 8 Path Display

그림 7과 같이 목적지를 지정하면 서버에서 경로를 탐색하고 생성한 다음에 클라이언트로 전송하고 클라이언트는 그림 8과 같이 생성된 경로를 보여준다. 그림 8은 서버로부터 전송된 경로를 이용하여 클라이언트 화면에서 안내하는 것을 보여준다.

## V. 결 론

사용자의 다양한 요구 조건을 만족하기 위하여 건축물의 실내 구조는 좀 더 복잡해지고 다양해지는 추세이다. 특히 건축 기술의 발전에 따라 건축물들이 좀 더 대형화되고 넓어짐에 따라 사용자들은 실내에서 특정 위치로 이동하기 위한 경로를 쉽게 파악하기 어렵다. 그러나 기존의 경로 안내 시스템은 위치를 파악하기 위하여 GPS를 사용하기 때문에 실내에서 사용하기 어려운 문제가 있다.

이 논문에서는 사용자가 쉽게 실내에서 목적지를 찾아 가기 위하여 비컨을 이용한 실내 경로 안내 시스템을 설계하고 구현하였다. 제한한 경로 안내 시스템은 기 설치되어 있는 비컨과 블루투스로 접속하여 비컨의 위치 데이터를 획득한다. 그리고 저장되어 있는 비컨들의 데이터를 이용하여 사용자가 입력한 목적지까지의 경로를 생성하고 사용자에게 안내한다. 향후 연구로는 비컨의 신호 세기 등을 이용하여 사용자의 위치 정확도를 향상시키고 증강 현실과 접목한 경로 안내 기법에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 동서대학교 학술연구조성비 지원으로 수행되었음.

References

[1] J. Kim and Y. Cho, "Trends in technical development and standardization of indoor location based services," *Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 29, no. 5, 2014, pp. 51-60.

[2] G. Nam, I. Lim, and J. Lee, "Location estimation method of positioning system utilizing the iBeacon," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 4, 2015, pp. 925-932.

[3] S. Kim, G. Kim, S. Lee, and S. Lee, "Bluetooth beacon arrangement methods with consideration of its wireless signal for developing navigation in corridor-type building," *Winter Conf. in Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Kangwongdo, Korea, vol. 176, no. 1, 2015, 12, pp. 1564-1566.

[4] J. Son, K. Cho, and S. Pian, "Development of indoor location and key movement routes monitoring system based on beacon," *Conf. in the Korean Institute of Communication and Information Sciences*, Jeju, Korea, vol. 60, no. 1, 2016, 06, pp. 1460-1461.

[5] C. Yoon and C. Hwang, "Efficient indoor positioning systems for indoor localization-based service provider," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 6, 2015, pp. 1368-1373.

[6] S. Ahn, "Smart attendance checking system using a beacon," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 2, 2016, pp. 209-214.

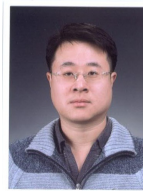
[7] K. Nam, "A study on context-aware beacon services connecting smart TV," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 5, 2016, pp. 499-504.

[8] K. Nam, "A study on the establishment of the safe kindergarten connecting a home and disaster preparedness(life safety) for infants," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 3, 2016, pp. 245-252.

[9] H. Shin, C. Kyu, C. Nam, and D. Shin, "Design of Beacon Location Service for Indoor Location Measurement," *Conf. in the Korean Institute of Communication and Information Sciences*, Jeju, Korea, vol. 59, no. 1, 2015, 06, pp. 1360-1361.

[10] D. Ryu, "Development of BLE sensor module based on open source for IoT applications," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 10, no. 3, 2015, pp. 419-424.

저자 소개



김동현(Dong-Hyun Kim)

1995년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학사)

1997년 부산대학교 대학원 컴퓨터 공학과 졸업(공학석사)

2003년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학 박사)

2004년 ~ 현재 동서대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 데이터베이스, 공간 데이터베이스, GIS, 센서데이터베이스



**김상연(Sang-Yeon Kim)**

2011년 동서대학교 컴퓨터공학부  
입학

※ 관심분야 : 데이터베이스, 웹, GIS, 안드로이드



**윤주현(Joo-Hyun Youn)**

2010년 동서대학교 컴퓨터공학부  
입학

※ 관심분야 : 데이터베이스, 웹, GIS, 안드로이드



**반재훈(Chae-Hoon Ban)**

1997년 부산대학교 컴퓨터공학과  
졸업(공학사)

1999년 부산대학교 대학원 컴퓨터  
공학과 졸업(공학석사)

2006년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학  
박사)

2008년~현재 고신대학교 IT경영학과 교수

※ 관심분야 : 인터넷응용, RFID, 모바일

