

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.6.195>

IIBC 2015-6-27

## Beacon을 이용한 대중교통 자동결제 시스템

### Automatic Billing System of Public Transport using Beacon

박현화\*, 이재현\*, 한현미\*, 이현정\*, 지인호\*\*

Hyun-Hwa Park\*, Jae-Hyun Lee\*, Hyun-Mi Han\*, Hyun-Jung Lee\*, Innho Jee\*\*

요 약 대중교통을 이용하는데 있어서 모바일 기기들이 발달함에 따라 대중교통 도착 정보를 알 수 있는 다양한 어플리케이션들이 생겨나고 있다. 그러나 단순히 대중교통의 정보만 제공할 뿐 대중교통을 승/하차 하는 과정에서 발생하는 문제점이나 불편함을 해소할 수 있는 어플리케이션은 존재하지 않는다. 이러한 불편함은 주로 카드를 태그 할 때 발생하며 태그 오류나 사전 준비가 되지 않은 경우에는 승/하차 과정에서 지연이 발생하는 원인이 되어 교통체증을 일으키는 원인이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 Beacon을 이용하여 NFC의 좁은 인식 범위를 벗어나고 동시에 여러 사람의 승/하차가 가능하도록 구현함으로써 지연을 줄일 수 있는 안드로이드 어플리케이션을 개발하고 그 적용 방법을 제시하였다.

**Abstract** As mobile equipments have been developed while we use public transport, several applications for knowing arrival informations of public transport have happened. But these only provide public traffic informations simply, these solving applications for problems and inconvenience that we ride/get off public transport do not exist. These inconveniences are occurred mainly on tagging card, when tag error or without advanced preparation are happened, these caused for delay while we use ride/get off. Also, these caused for traffic congestion. In this paper, in order to solve these problems, we use Beacon and we overcome narrow range of NFC and we implemented for Android application for decreasing delay while several people could ride/get off simultaneously.

**Key Words** : Beacon, Public Transport, NFC, Android

#### I. 서 론

최근 몇 년간 무선통신기술과 모바일 단말 기기들이 급격히 발달하였다. 과거에는 대중교통을 이용하기 위해서는 직접 현장에 나가서 버스나 지하철이 올 때까지 기다리는 방법이었다면 현재는 대중교통과 관련된 서비스를 제공하는 어플리케이션을 이용해서 미리 도착정보를 알고 시간에 맞춰서 대중교통을 이용하고 있다. 또한 대중교통간의 위치를 파악하는 기술이 정착됨에 따라 더

정확한 도착 정보를 제공하는 어플리케이션들이 계속해서 발전되고 생겨나고 있다. 최근 어플리케이션들은 도착 정보뿐만 아니라 대중교통을 이용하는 사람들 개인의 도착알림서비스를 제공하기도 한다. 기존의 도착 정보만을 알려주는 서비스만으로는 대중교통을 이용하는 사람들의 불편함을 완벽하게 해소할 수 없다.

사람들이 대중교통을 이용하는 과정을 살펴보면 탑승 전에 도착 정보를 미리 알고, 탑승이나 하차 시에 교통카드나 현금을 이용하여 요금을 결제하게 된다. 대중교

\*준회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

\*\*정회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(교신저자)

접수일자: 2015년 11월 1일, 수정완료: 2015년 12월 1일

게재확정일자: 2015년 12월 11일

Received: 1 November, 2015 / Revised: 1 December, 2015 /

Accepted: 11 December, 2015

\*\*Corresponding Author: [ijee@hongik.ac.kr](mailto:ijee@hongik.ac.kr)

Dept. of Computer & Information Communications Engineering,,  
Hongik University, Korea

통을 이용하는 과정에서 발생하는 지연이나 불편함은 교통카드가 바로 인식되지 않아서 다시 태그 해야 한다거나 교통카드를 미리 소지하지 못하여서 탑승과정에서 카드를 찾아야한다는 부분에서 발생한다. 교통카드의 사용은 현금을 사용하던 시기와 비교하였을 때보다는 불편함을 감소시켰지만 여전히 존재하고 있다.

탑승 과정에서 요금을 정산하기 위해서는 사람과 대중교통간의 통신이 존재해야한다. 이러한 통신 기능을 사용하기 위해서 최근에는 근거리통신기술(Near Field Communication: NFC)<sup>[1]</sup>를 많이 이용한다. NFC는 근거리 무선 통신 기술로 0.2m정도의 범위 내에서 통신이 이루어지게 된다. 하지만 NFC는 통신 영역이 제한적이기 때문에 한명 씩 탑승처리가 진행되어야한다는 단점이 있고, 바로 통신이 이루어지지 않을 경우도 있다. 이러한 대중교통의 승/하차 상황에서는 광범위한 범위에서 동시에 여러 사람들의 탑승처리가 되는 것이 효율적이다.

더 넓은 범위에서 인식이 가능하게 하여 여러 사람들의 탑승처리가 이루어지도록 하기 위해서 NFC 보다는 더 넓은 통신 범위를 가진 블루투스를 지속적으로 내보내는 Beacon이라는 장치를 이용한다. Beacon이란 주기적 신호 발생 장치로 최근 마케팅 플랫폼과 결제서비스를 통합해 제공하는데 각광받고 있는 기술이다. 또한 더 넓은 범위의 통신을 제공할 수 있고, NFC보다 이해관계가 적다는 점이 더욱 주목받고 있다. Beacon은 주로 위치 추정 기법과 관련되어 많이 활용되고 다양한 논문들이 존재한다.<sup>[1][2][3]</sup> 그리고 버스정보시스템에 적용되는 기술 중 하나로도 활용되고 있다.<sup>[4]</sup> 지하철의 경우에는 실내이기 때문에 효율적인 통신을 위하여 Beacon을 사용하여 네트워크 환경을 구축하는 논문도 존재한다.<sup>[5]</sup>

본 논문의 구성은 2장에서는 Beacon의 동작원리와 사용된 거리 측정 알고리즘에서 매개변수에 대하여 기술하였고 3장에서는 사용된 어플리케이션 구성 및 구현 방법을 기술하였고 4장에서는 결론을 유도하였다.

## II. Beacon

Beacon은 기지국 반경의 무선 단말에게 주기적 신호를 전달하는 기능으로 용어가 사용되며, Bluetooth Low Energy 규격을 이용하여 주기적 신호 발생 장치로 통용되고 있다. Beacon의 동작 원리는 그림 1과 같다.<sup>[6]</sup>

Beacon 단말은 자신의 신호 도달 영역 내에 스마트폰을 가진 사람이 들어오면 특정ID 값과 신호세기 등을 내보낸다. 스마트폰 어플리케이션은 이러한 값들을 인식해서 관련정보를 저장하고 있는 서버로 전송하고, 서버는 해당 Beacon에 설정된 이벤트나 서비스 정보를 스마트폰으로 전송한다.



그림 1. Beacon의 서비스 동작 원리  
Fig. 1. Operating principle of Beacon service

하지만 이러한 Beacon과의 통신이 이루어지기 위해서는 그림 2<sup>[6]</sup>과 같이 스마트폰의 OS가 Android 4.3이상이고, 블루투스 장치가 반드시 작동하고 있어야한다. 추가적으로 Beacon SDK가 내장된 서비스 어플리케이션이 설치되어 있어야한다.



그림 2. Beacon 서비스 동작 흐름  
Fig. 2. Operating flow of Beacon service

Beacon의 장점으로는 수신기가 신호의 수신세기(RSSI : Receive Signal Strength Indication)로 근접정도를 산출하고, 저전력으로 전원 구성 필요 없이 배터리로 동작이 가능하다는 점이다. 그리고 한 번에 많은 사람들에게 도달할 수 없는 NFC의 한계점을 극복하여 다수에게 서비스를 제공할 수 있고, 모바일 기기를 굳이 꺼내지 않아도 서비스를 제공받을 수 있다는 장점이 있다.

현재 Beacon의 거리 측정 알고리즘에서 매개변수는 RSSI 값에 의거한다<sup>[7]</sup>. RSSI란 Received Signal Strength Indicator'의 줄임말로 수신된 신호의 강도를 나

타내는 지표이다. 신호의 범위는 -99dB부터 -35dB이며 숫자가 높을수록 신호의 세기가 강하다는 것을 의미한다. 본 시스템에서도 Beacon과의 거리를 측정할 때 신호세기인 RSSI 값을 기준으로 구현하였다.

### III. 어플리케이션 구성 및 구현 방법

그림 3은 전체 시스템을 간략화한 구조이고, 본 시스템은 그림3과 같이 스마트단말기, Beacon이 부착된 대중교통, DB서버, 연결된 결제 서비스로 구성된다. 스마트단말기에 설치된 어플리케이션은 Beacon API를 사용하여 Beacon을 감지한다.

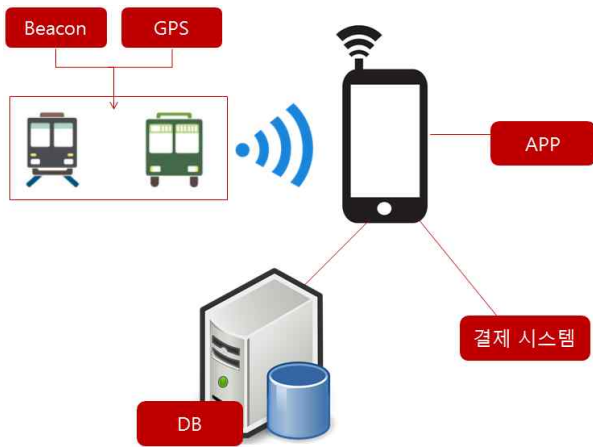


그림 3. 전체 시스템의 구조  
 Fig. 3. Total system structure

본 어플리케이션은 로그인 화면에서 회원번호와 비밀번호를 이용해 로그인하고 난 후에는 그림 4에서 보이는 것과 같이 크게 4가지 기능을 제공하는 메뉴들과 미결제 누적금액으로 구성된다. 각 메뉴는 회원정보, 결제정보, 사용정보, 공지사항으로 이루어져 있다. 각 메뉴에 대해서는 아래에 자세하게 설명한다.

(1). 어플리케이션을 실행하여 로그인하고 난 후에는 백그라운드에서 Beacon을 감지하는 서비스를 제공한다. 각 대중교통에 부착되어있는 Beacon은 자신이 신호를 보낼 수 있는 영역을 생성하게 되고 해당 영역에 속할 때에 각 Beacon들과의 통신이 이루어져 신호세기나 Major 값을 알 수 있다. 사용자가 승차라고 간주되는 신호의 세기를 감지할 때 Database에서 해당 Beacon에 대한 정보

를 검색하여 기록을 저장하고, 사용자에게 이용 정보를 팝업으로 알리는 방식으로 유지된다. 이용 정보에는 시간, 이용한 대중교통정보, 요금 등을 포함하고 있다. 팝업은 안드로이드의 상태 바에 표시되는 Notification을 사용한다.



그림 4. 주요 메뉴 화면  
 Fig. 4. Major main screen

버스의 경우에는 그림 5에서 보이듯이 Beacon을 차량의 입구에 위치시켜서 Beacon에 대한 정보와 최근 이용 시간을 검색하여 승차와 환승을 결정한다. 탑승 후에는 사용자가 Beacon의 영역 내에 존재하기 때문에 주기적으로 해당 Beacon을 감지하는 서비스를 제공하여 차량에서 하차해 Beacon이 감지되지 않는 순간을 자동으로 하차로 구분한다.

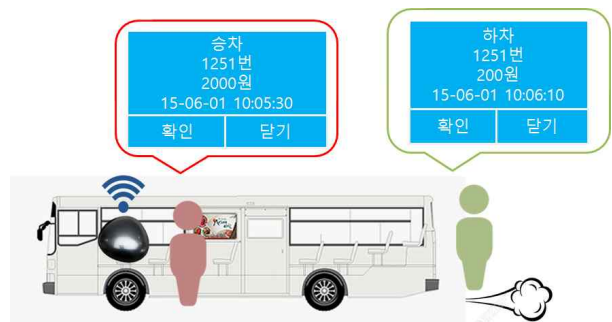


그림 5. 버스에서의 작동 과정  
 Fig. 5. Operating procedure of bus

지하철의 경우에는 그림 6에서 보이듯이 Beacon을 개찰구에 위치시켜 자연스럽게 개찰구를 지나는 과정에서

최근 각 사용자가 이용한 기록을 이용하여 승차와 환승을 구분한다. 탑승 후에는 버스와는 다르게 탑승한 역과는 다른 역에서 하차가 이루어지기 때문에 하차 시에도 승차와 동일하게 최근 기록을 이용하여 하차로 구분한다.



그림 6. 지하철에서의 작동 과정  
Fig. 6. Operating procedure of subway

(2). 그림 7은 어플리케이션의 사용자 개개인에 맞는 최근 사용 내역을 확인할 수 있는 메뉴이다. 이 메뉴에서는 이용 시간, 요금, 승/하차 구분 등을 알 수 있다. 또한 그림7은 사용자의 월 사용금액을 확인할 수 있는 메뉴이다. 이 메뉴에서는 년도를 선택하고 OK 버튼을 누르면 매달 사용 금액을 확인할 수 있는 메뉴이다. 위의 두 가지 메뉴는 사용자의 이용 상태를 카드 기록 조회를 통해서 불편하게 접근하는 방법이 아니라 손쉽게 통계를 확인할 수 있어 사용자 편의성을 높인다.

그림 7. 최근 내역과 월 사용 내역  
Fig. 7. Recent and month's usage statement

(3). 그림 8은 각 사용자에게 맞는 미결제 금액을 결제할 수 있는 메뉴이다. 결제하기 서비스는 사용자가 원하

는 때에도 자신의 미결제 금액과 내역을 확인하고 결제할 수 있다. 뿐만 아니라 매달 25일마다 결제되지 않은 금액을 등록된 카드로 자동 결제가 이루어진다. 결제하기 서비스는 하단의 결제하기 버튼을 클릭하면 추후에 연동될 결제서비스로 연결된다.

그림 8. 결제 기능과 결제 내역  
Fig. 8. Settlement function and settlement statement

#### IV. 시스템 현장 테스트 및 검증

그림 9에 보이는 바와 같이 개발 시스템의 버스에 대한 현장 테스트를 실제 현장차고지에서 실시하였으며, 승/하차와 관련된 신호세기(RSSI)를 측정하였다. Beacon은 현재 교통카드 리더기가 설치된 위치에 동일하게 위치하였으며, Beacon의 신호 출력세기는 0dB로 설정하였다.



그림 9. 개발 시스템 현장 테스트  
Fig. 9. Field test of implemented system

측정 위치 - 외부												평균
첫줄	-70	-72	-71	-73	-70	-72	-74	-75	-73	-71	-72.1	
중간줄	-75	-82	-86	-84	-81	-83	-78	-76	-82	-87	-81.4	
측정 위치 - 내부												평균
첫줄	-67	-68	-70	-69	-67	-68	-68	-70	-67	-69	-68.1	
내부	-68	-62	-61	-64	-67	-70	-72	-71	-69	-73	-67.5	
비트셋	-61	-58	-60	-62	-59	-67	-63	-61	-62	-60	-60.9	

그림 10. 0dB일 때 출력 세기를 분석한 데이터  
 Fig. 10. Analysis data of output signal strength at 0dB

그림 10은 출력 세기를 0dB로 설정하였을 때 외부에서 평균 -72dB에서 -81dB의 신호세기가 측정되고, 내부에서는 평균 -60dB에서 -68dB의 신호세기가 측정됨으로써 차량의 외부와 내부의 신호세기(RSSI)가 분명하게 구분되는 것을 확인 할 수 있는 데이터이다.

RSSI			총 실험횟수 :	60
-56				
-59	평균	-61.2		
-57	분산	18.73898		
-57	표준편차	4.328855		
-58				
-64	*-65db이상인 확률 :	88.33333333		
-62				
-57	*-68db이상인 확률 :	90		
-61				
-57	*-69db이상인 확률 :	95		
-56				

그림 11. 승차기준을 위해 신호 값을 분석한 데이터  
 Fig. 11. Analysis signal data for standard of taking a bus

또한, 자연스럽게 비콘 근처를 지나갈 때의 신호 세기(RSSI)를 60번 측정해본 결과 그림 11에서와 같이 -70dB 이상의 값이 측정되는 확률이 가장 높았으나, -70dB은 차량에 완벽히 탑승하지 않은 외부 상태에서도 측정되므로 90% 확률로 그 다음으로 높은 -68dB 이상의 값이 측정될 때 승차 및 환승으로 간주한다. 본 현장 테스트를 통하여 본 시스템이 추구한 자연스럽게 탑승하는 과정에서의 승차 처리와 외부에 있는 사람과 내부로 입장하는 사람 간의 구분 등이 정상적으로 수행됨을 확인할 수 있었다.

## V. 결론

Reco사에서는 최근 Beacon을 개발하였고 안드로이드 4.3 버전 이후부터 Beacon API를 제공한다. 본 논문에서

는 이 Beacon API를 이용해서 안드로이드기반의 단말기에서 대중교통에 부착된 Beacon과의 통신을 통해 승/하차를 판단하여 정보를 제공하고, 후불 결제 서비스까지 제공하는 어플리케이션을 개발했다. 본 어플리케이션은 백그라운드에서 Beacon을 주기적으로 감지하고, 감지되는 Beacon의 신호 값을 이용하여 승/하차와 관련된 정보를 결정하여 어플리케이션의 사용자이자 대중교통 이용자에게 팝업으로 알린다. 또한 어플리케이션 상에서 자신의 사용 기록이나 월별 사용내역을 확인할 수 있고 자신이 사용한 대중교통 이용 금액은 어플리케이션을 통해 후불로 결제할 수 있다.

본 논문에서는 안드로이드에서 제공하는 블루투스 기능 활성화를 통해서 대중교통에 부착된 Beacon과 통신하여 카드를 태그하는 과정에서 발생하는 불편함을 해소하고 한명씩 승/하차할 필요 없이 여러 사람들이 빠르게 승/하차하여도 개개인에 맞는 승/하차 정보를 제공할 수 있는 기능을 구현하는 데에 초점을 두고 있다. 기존의 NFC 인식 범위를 안주할 필요 없으므로 각 대중교통에 맞는 Beacon 인식 범위를 생성하여 순서에 제한받지 않고 승/하차를 결정함으로써 대중교통을 이용하는 사람들의 승/하차와 관련된 지연을 줄일 수 있다. 이는 나아가 교통 트래픽이 몰리고 지연되는 현상을 줄이는 데에도 기여할 것이다.

## References

- [1] Hyung-Seo Kang and In-Soo Koo, "Beacon Node Based Localization Algorithm Using Received Signal Strength and Path Loss Calibration for Wireless Sensor Network", The Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication Vol. 11 No. 1, 2011.
- [2] Seungho Seo and Keung Hae Lee, "Location Sensing System for Location based Services", Proceedings of the Korean Information Science Society Conference pp. 475-477, 2005.
- [3] Ho Cheol Lee and others, "A Study on Localization System using 3D Triangulation Algorithm based on Dynamic Allocation of Beacon Node", The Journal of Korean Institute of Communications

and Information Sciences Vol. 36 No. 4 pp. 378-385, 2011.

- [4] Jeong-Keun Lee and Suk-Woo Choi and Beyoung-Ok Hwang, "The Study of Bus Information System's Efficiency", The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 2006.
- [5] Young-Duk Kim and others, "Design and Implementation of Beacon based Wireless Sensor Network for Realtime Safety Monitoring in Subway Stations", Journal of The Korean Society for Railway Vol. 11 No. 4 pp. 364-370, 2008.
- [6] Jung-a Lee and Yeounbin Jo, "Beacon Service Rise and New Business Spreading", NIA, 「IT & Future Strategy Report」, No. 8, 2014.
- [7] Sang-Hyun Lee, An-Gyoon Jeon, and Kyung-II Moon, "Intelligence Transportation Safety Information," International Journal of Internet, Broadcasting and Communication(IJIBC), Vol. 6, No. 2, pp. 20-24, 2014.

저자 소개

박 현 화(준회원)



• 2015년 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 학사과정  
<주관심분야 : IoT, Wireless Communications>

이 재 현(준회원)



• 2015년 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 학사과정  
<주관심분야 : IoT, Wireless Communications>

한 현 미(준회원)



• 2015년 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 학사과정  
<주관심분야 : IoT, Wireless Communications>

이 현 정(준회원)



• 2015년 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 학사과정  
<주관심분야 : IoT, Wireless Communications>

지 인 호(정회원)



• 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 공학사  
• 1983년 8월 : 서울대학교 전자공학과 공학석사  
• 1995년 6월 : Polytechnic School of Engineering at New York University, USA, 전기 및 컴퓨터공학과 공학박사  
• 1982년 ~ 1988년 : 국방과학연구소 선임연구원  
• 2004년 ~ 2005년 : University of Maryland at College Park, USA, 연구교수  
• 2012년 ~ 2013년 : Temple University at Philadelphia, USA, 연구교수  
• 1995년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 정교수  
<주관심분야 : DSP and 3D Image Processing, Multimedia Security, Multimedia Signal Processing>