



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

비콘과 BLE를 이용한 출석관리
모델 구축

濟州大學校 大學院

컴퓨터工學科

張 俸 壽

2019 年 2月



碩士學位論文

비콘과 BLE를 이용한 출석관리
모델 구축

濟州大學校 大學院

컴퓨터工學科

張 俸 壽

2019 年 2月

비콘과 BLE를 이용한 출석관리 모델 구축

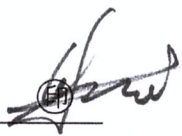


指導教授 李 尙 俊

張 俸 壽

이 論文을 컴퓨터工學 碩士學位 論文으로 提出함

2018 年 12月

張俸壽의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 박 조영 
委 員 이 상근 
委 員 김 도형 

濟州大學校 大學院

2018 年 12月

An attendance management model using beacon and BLE

BongSoo Jang
(Supervised by professor Sang Joon Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of
Master of Science in Computer Engineering

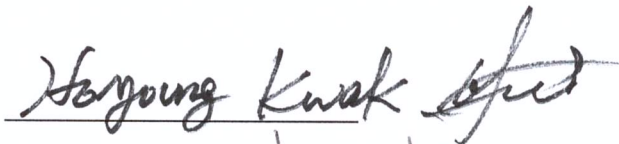
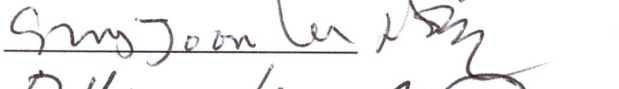
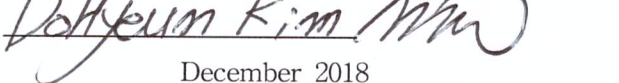
2018. 12.

This Thesis has been examined and approved.

Thesis director,

Thesis director,

Thesis director,

December 2018

Department of Computer Engineering
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
그림목차	ii
표 목 차	iii
국문초록	i
Abstract	ii
I. 서 론	1
II. 관련 연구	2
1. 전자출결 시스템	2
2. 블루투스	10
3. 비콘	12
III. 제안 시스템	22
1. 시스템 설계	22
2. 데이터베이스 설계	26
IV. 구현 및 평가	28
1. 구현 환경	28
2. 시스템 UI	33
3. 평가	36
V. 결론	37
참고문헌	38

그림 목 차

그림 1. RFID 시스템 구성요소	4
그림 2. 바코드 대비 QRcode	5
그림 3. 비콘 전자출결 시스템	7
그림 4. BLE 광고를 이용한 전자출결 시스템	8
그림 5. iBeacon 작동 원리	13
그림 6. 다양한 상용 비콘 제품군	13
그림 7. 플라잉비콘	14
그림 8. 3가지 실내 위치 측위 기술	16
그림 9. iBeacon 패킷 구조	16
그림 10. Eddystone 패킷 구조	19
그림 11. 시스템 구성도	22
그림 12. 시스템 시퀀스 다이어그램	24
그림 13. 시스템 활동도(교수자 앱)	25
그림 14. 시스템 활동도(학습자 앱)	26
그림 15. 시스템 ERD	27
그림 16. 사용기기(RECO 비콘, 갤럭시 S4, 갤럭시 J7)	28
그림 17. RECO 멤버 센터 사이트	30
그림 18. 관리자 앱 리스트화면과 iBeacon 모드에서의 수정 화면 ...	31
그림 19. Eddystone UID, URL 모드에서의 수정 화면	31
그림 20. BLE 광고 테스트 화면(갤럭시S4, 갤럭시 J7, 아이폰)	32
그림 21. 교수자 화면	33
그림 22. 학습자 화면	34
그림 23. 교수자 화면(출결 확인 창)	35

표 목 차

표 1. NFC를 통한 서비스 지원 분야	3
표 2. GPS의 응용분야	6
표 3. 전자출결 시스템 비교	10
표 4. 블루투스 버전별 성능 비교	11
표 5. 비콘을 이용한 서비스	15
표 6. iBeacon 페이로드 정보	17
표 7. GAP의 4가지 역할	21
표 8. 웹서버 구현환경	29
표 9. RECO 비콘 명세	29
표 10. 기존 시스템과 비교	36

비콘과 BLE를 이용한 출석관리 모델 구축

컴퓨터공학과 장 봉 수
지도 교수 이 상 준

본 논문에서는 비콘과 스마트폰의 BLE 광고기능을 이용한 출석관리 모델을 제안한다. 비콘을 이용한 블루투스 출결 확인 모델은 강의실의 크기에 따라 여러 대의 비콘을 설치해야 한다. 스마트폰의 BLE 광고 기능을 이용한 출결 확인 모델의 경우, 장소에 대한 정보가 없어, 출결시의 위치 파악이 어렵다. 제안한 모델에서는 강의실 비콘으로 교수자 스마트폰의 위치를 확인한 후 교수자의 스마트폰으로 BLE 기능을 이용하여 학습자의 출결 확인이 가능하다. 따라서 강의실의 크기에 상관없이 하나의 비콘으로 출결을 확인할 수 있다.

주제어 : 비콘, BLE, 출석관리, BLE 광고 기능

Abstract

An attendance management model using beacon and BLE

Jang, BongSoo

Department of Computer Engineering

Graduate School

Supervised by Professor Lee, Sang Joon

In this paper, we propose an electronic attendance management model using the bluetooth function of the beacon and BLE advertising function of the smart phone. In the beacon-only bluetooth attendance confirmation model, if the class room size is larger, more beacons are needed to eliminate blind spots in the beacon distance. A BLE advertising function based attendance confirmation model can not provide the information about the location of the attendances. In the proposed model, we can identify the location of the instructor using the beacon of the class room, and confirm the attendances by checking the position of the attendances's smart phone. In this model, we can achieves the goals of electronic attendance management system using only one beacon per a class room.

Keyword : Beacon, BLE, Attendance Management, BLE Advertisement Function

I. 서 론

무선 통신 기술의 발전으로 이전의 수기 출석부를 이용한 호명방식에서 벗어난 전자 출결 확인 시스템에 대한 관심이 늘고 있다. 전자 출결 시스템은 수기 출결확인 시스템보다 사용이 편리하여 현재 많은 대학교에서 전자출결방식을 이용하고 있다. 전자출결 시스템은 NFC, RFID, QRcode, GPS, 블루투스 등과 같은 기술을 이용한다[1-11]. RFID를 사용할 경우, RFID칩이 내장된 카드를 RFID 리더기에 태그하여 출결 확인을 진행하기 때문에, 대리출석을 방지하기 어렵고, RFID 리더기가 추가로 필요하다. 그리고 NFC는 수신범위가 짧고 보통 책상에 붙여서 사용하는 편이 많아 태그 손상이 잦다.

IoT에서 근거리 무선 통신에 자주 사용되는 블루투스 비콘 기술을 이용한 전자출결 확인 시스템은 스마트폰을 가진 학습자가 비콘 신호가 있는 특정 장소에 진입하면 학습자의 스마트폰이 비콘 신호를 감지하고 서버에 접속하여 출석처리를 수행한다.

블루투스 전자출결 시스템에 대한 대부분의 연구는 학습자의 위치를 찾기 위한 삼각측량을 이용하기 때문에 여러 대의 비콘이 필요하다[13-18].

그리고 최근 BLE 광고 기능을 이용한 연구는 이동식 전자출결 시스템으로 활용하기 위한 형태로 현재 위치를 특정 짓기 힘들다[19-20].

본 논문에서는 학습자가 아닌, 교수자가 비콘으로 위치를 확인, 교수자의 스마트폰의 애플리케이션으로 출결을 하게 하는 모델을 제안하였다. 기존의 방식은 여러 대의 비콘의 블루투스 기능을 이용하여 학습자의 위치를 확인해야 하지만 제안한 방식은 강의실당 한 개의 비콘만 설치하면 위치를 특정하여 출결을 확인할 수 있다.

본 논문의 구성으로 2장에서는 관련 연구에 대하여, 3장에서는 제안된 모델에 대하여 설명하였다. 4장에서는 제안된 시스템의 구현과 구현된 내용에 대한 평가를 실시하였으며, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 제시하였다.

II. 관 련 연 구

1. 전자출결 시스템

다양한 무선 통신기술을 이용해 전자출결 시스템이 만들어 졌고 운영되고 있다. 어떤 기술을 이용한 전자출결 시스템이 있으며, 각 시스템은 각각의 장단점을 가지고 있다.

1-1. NFC 전자출결 시스템

NFC(Near field communication)는 기존 무선주파수 표준기술을 사용하여 2002년 노키아, 필립스, 소니 등이 개발한 근거리 무선 통신 기술로써 13.56Mhz 대역을 가지며 양방향 무선통신을 빠르고 간편하게 제공하기 위한 사물인식 기술이다.

RFID와는 다르게 양방향 통신을 지원하기 때문에 수신기가 필요 없는 장점이 있으며 낮은 전력으로도 데이터 전송이 가능하다. 또한, 10cm 이내의 가까운 거리에서 인식하기에 사용자가 연결하고 싶은 단말기가 자연스럽게 식별 가능하며, 10cm를 벗어나면 통신이 불가능하므로 해킹 가능성이 저하된다.

RFID에 비하면 훨씬 적은 비용으로 시스템 구축이 가능한 NFC는 작고 빠르며 신뢰성이 높은 장점이 있다. 하지만 일부 스마트폰의 경우 NFC 서비스를 지원하지 않아 호환성의 문제가 발생할 수 있다.[18]

그리고 대부분의 NFC 출석확인시스템은 NFC 태그를 각 좌석에 배치하여

사용되도록 되어 있는데 사용자가 직접 태그에 인식함으로 처리된다. NFC 태그에는 주로 강의실 번호, 책상 번호가 등록되어 있으며 스마트폰에서 인식하여 태그 정보와 같이 개인정보를 서버에 전송되는 방법이다. NFC 태그를 변조하여 읽히는 정보에 스캠이나 악성 페이지로의 링크가 있을 수도 있으며 태그로부터 정보를 읽어오는 것뿐만 아니라 어떤 명령을 받아들일 수도 있다는 점에서 보안에 취약하다. 또한 강의실의 태그가 분실되거나 손상을 입었을 시에는 매번 교체를 해줘야 한다는 단점이 있다.[19]

표 1. NFC를 통한 서비스 지원 분야[1]

정보제공	대형 박람회, 박물관, 관광지 정보 등
개인인증	출입자 확인, 사용자 인증 등
전자결제	모바일 결제, 지급 등
서비스	위치기반 광고, 티켓팅, 의료 서비스, 각종 콘텐츠, 미디어 서비스 등

1-2. RFID 전자출결 시스템

RFID란 13.56Mhz 대역의 HFID(High-Frequency IDentification), 868~956Mhz 대역의 UHFID(UltraHigh-Frequency IDentification)를 주로 사용하는 단방향 통신으로 마이크로 칩을 내장한 태그, 레이블, 카드 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용하여 리더기가 자동으로 인식하는 기술이다. 비접촉식으로 여러 개의 태그를 동시에 인식할 수 있고, 인식시간이 짧으며, 태그에 대용량의 데이터를 저장할 수 있으며, 반영구적인 사용이 가능하다.

RFID 시스템은 태그와 리더기가 필요하며, 태그는 액티브 방식과 패시브

방식으로 나뉜다. 액티브 방식은 태그 자체에서 배터리 전원 공급이 되어야 하지만, 패시브 방식은 태그에 배터리가 없고, 10m 이내 근거리 통신용으로 가격이 저렴하며 반영구적인 수명을 가지고 있다.[3]

RFID를 이용한 전자출결 시스템 모델은 보통 사용자에게 RFID 카드 혹은 태그를 발급하고, 각 교실에 있는 RFID 리더기를 통해 사용자의 출석을 확인한다. 방식은 패시브 방식으로 태그에 배터리가 없고, 리더기에 전원이 있는 패시브 방식을 주로 이용한다.

RFID방식에서 사용하는 카드나 리더기는 기존의 PC, 스마트폰과 호환되지 않으며, 학생과 교실의 수에 따라 태그와 리더기를 발급해야 하므로 시스템 구축에 상당한 비용이 발생하게 된다.

또한, RFID 태그가 달린 카드나 장치를 다른 사람이 사용함으로써 쉽게 부정 출석이 이루어질 가능성이 있다.[18]

그리고 RFID는 정해진 국제 규격이 없으며 각 국가별 주파수가 달라 서로 호환성이 없다. 게다가 보안기능이 매우 취약하여 같은 주파수를 읽는 판독기만 있으면 누구라도 쉽게 복제할 수 있다.[19]

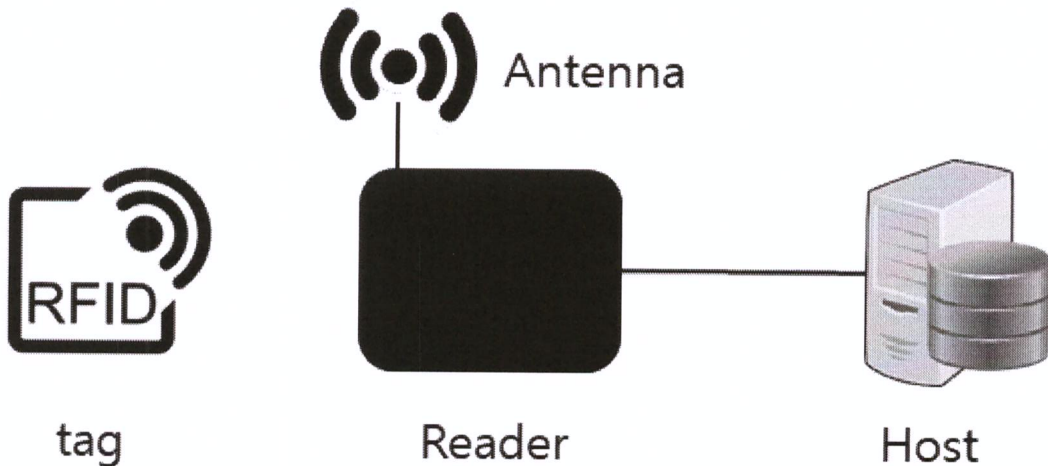


그림 1. RFID 시스템 구성요소

1-3. QRcode 전자출결 시스템

QR 코드(Quick Response COde)는 1994년 덴소 웨이브사가 개발한 흑백 격자 무늬 패턴으로 정보를 나타내는 매트릭스 형식의 이차원 코드 방식의 하나이다. 특허를 포기함에 따라 누구나 자유롭게 사용할 수 있다. 주로 한국, 일본 중국, 영국, 미국 등에서 많이 사용된다. 덴소 웨이브의 등록 상표 'Quick Respones'에서 유래하였다. 기존 바코드는 한 방향으로 정보를 저장하는 반면, QR코드는 가로, 세로 두방향을 정보를 저장하기 때문에 기록할 수 있는 정보량이 많다.

QR코드는 대용량 정보 수납, 작은 공간에 인쇄 가능, 오류 복원 기능, 다양한 방향에서의 빠르고 높은 인식률 등의 특징을 갖는다. 영문, 한글, 숫자, 한자, 기호, Binary, 제어 코드 등 모든 데이터의 처리가 가능하고, 가로/세로 양 방향으로 정보를 표현하기 때문에 바코드와 비교해 볼 때, 같은 정보에서 1/10의 크기를 가진다.[10]

QR코드를 이용한 출석 시스템은 교실 정보가 담겨 있는 QR코드를 교실에 부착하고, 학생이 스마트폰으로 교실에 있는 QR코드를 촬영하면 QR코드에 담겨있는 교실 정보가 학생 앱에 전달되게 된다. 그 다음 교실 정보에 GPS, 학생 정보를 더하여 와이파이나 이동통신망을 통해 출석 관리 서버에 보내어 출석이 완료된다.



그림 2. 바코드 대비 QRcode[11]

QR코드 방식은 기존의 학생이 가지고 있는 스마트폰을 이용하여 출석을 진행

하므로 비용이 저렴한 장점이 있다. 그러나 교실에 있는 QR코드를 촬영해 저장해 두고 다른 장소에서 출석 정보를 보내면 출석 체크가 되는 부정 출석의 가능성이 있다.[19]

1-4. GPS 전자출결 시스템

GPS(Global Positioning System)는 현재 GLONASS와 함께 완전하게 운용되고 있는 범지구 위성항법 시스템이다. 미국 국방부에서 개발되었으며 무기 유도, 항법, 측량, 지도제작, 측지, 시각동기 등의 군용 및 민간용 목적으로 사용되고 있다.

GPS 기술은 [표 2]과 같이 항공과 산업, 운송과 레저에 이르기까지 다양하게 우리 생활 곳곳에서 활용되고 있다.

표 2. GPS의 응용분야 [12]

국가업무	경제산업	과학기술	사회문화
<ul style="list-style-type: none"> - 측량·지적 업무 - 국방 - 지진방재 - 기상예보 - 재난구급(119) - 국가표준시 - 관리 - 항해안전 	<ul style="list-style-type: none"> - 건설측량 - 수송(물류, 철도) - 정보통신 (IT, PDA) - 지형정보시스템 (GIS) - 차량관제 (택시, 버스) - 공항관제 	<ul style="list-style-type: none"> - 위치천문학 (극운동) - 측지학 - 지구물리 - 지구과학 - 지진연구 - 원격탐사 - 우주항법 - 기상학 	<ul style="list-style-type: none"> - 자연재해방재 - 장애인 개인항법 - 환경오염 대처 - 응급구조서비스 - 도난차량추적 - 스포츠 (골프, 스키) - 레저(낚시, 등산)

GPS를 사용한 학생 출석 시스템은 학생 스마트폰에서 GPS 신호를 수신하고 현재 위치정보를 출석관리 서버에 보낸다. 출석관리서버에서는 기존에 입력되어 있는 교실 위치와 학생 스마트폰에서 보낸 GPS값을 비교하여 출석을 확인하게 된다.

GPS기반의 학생 출석 시스템의 경우 기존의 스마트폰에 있는 GPS 센서를 이용하여 시스템 구축에 큰 비용을 들지 않는 장점이 있다.

하지만 기본적으로 GPS 센서에 수십 미터의 오차가 있으며, 특히 실내에서는 GPS 신호가 잘 잡히지 않기 때문에 정확도가 떨어지는 문제가 있다.[19]

1-5. Beacon 전자출결 시스템

비콘 출결 시스템은 교수자가 출석 체크를 시작하면 학습자가 자신의 스마트폰에 설치된 앱으로 접속하여 여러 대의 비콘을 인식하고 삼각 측량 알고리즘을 이용하여 현재 위치를 확인한다. 정확한 위치를 파악할 수 있지만, 좁은 강의실에서도 3개의 비콘이 필요하고, 강의실이 규모가 비콘의 통신 거리보다 클 경우, 비콘 통신 사각지대 해소를 위하여 더 많은 수의 비콘을 설치하여야 한다.[13-18]

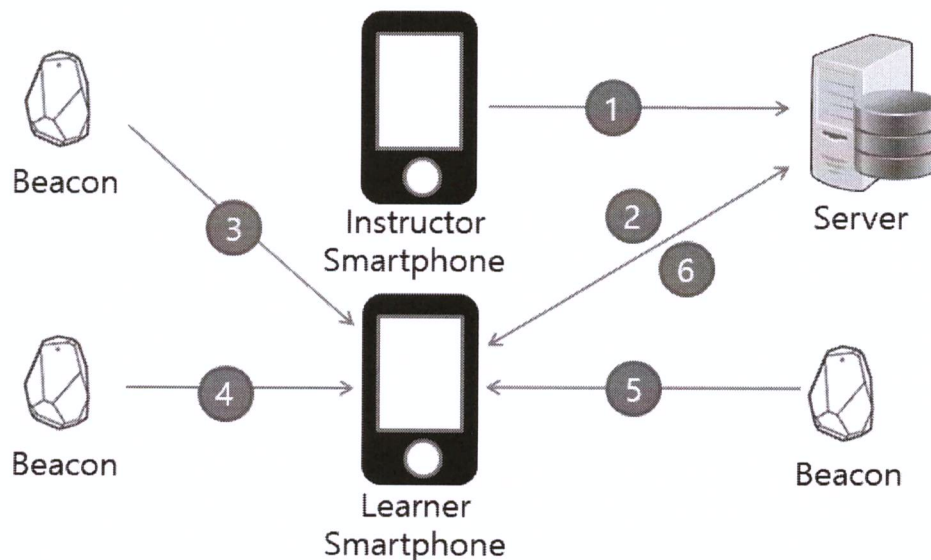


그림 3. 비콘 전자출결 시스템

- 1) 교수자 폰이 로그인 인증을 하고 출결 체크를 시작함을 알린다.
- 2) 학습자 폰이 로그인 인증을 한다.
- 3,4,5) 학습자 폰에서 접근 가능한 모든 비콘을 확인한다.
- 6) 학습자 폰에서 출석 서버로 정보를 넘기고 현재 강의실 위치에 맞게 있는지 출석 서버에서 확인하여 출결을 체크한다.

1-6. 스마트폰 BLE 광고를 이용한 전자출결 시스템

스마트폰의 BLE 광고 기능을 이용한 출결 시스템은 시간과 장소의 문제를 해결하기 위한 연구인데, 교수자의 스마트폰의 BLE광고를 학습자의 스마트폰에서 받아 출석을 확인하는 시스템이다.

이 연구의 경우 GPS나 어떤 기기 등을 이용해 위치를 확인하는 것이 아니기 때문에, 장소를 특정하지 못하는 문제가 생긴다.[20]

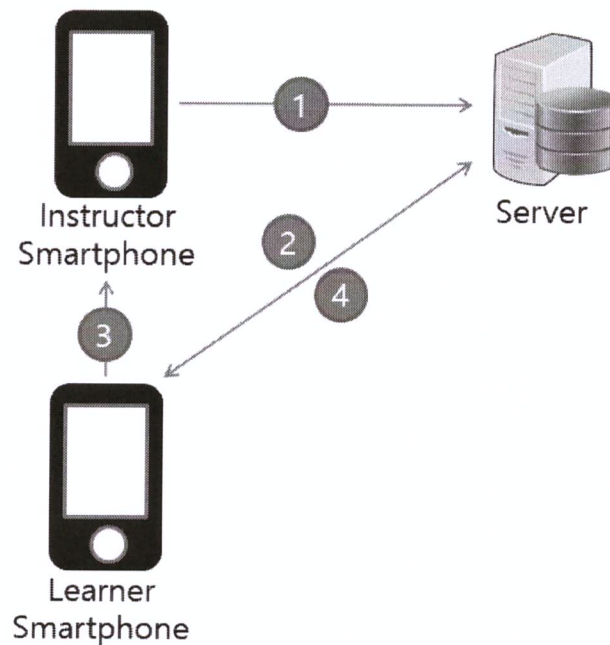


그림 4. BLE 광고를 이용한 전자출결 시스템

- 1) 교수자 폰에서 로그인 인증을 한다. 그리고 서버에서 받은 UUID 값을 BLE 광고 기능을 통해 주변에 뿌린다.
- 2) 학습자 폰에서 로그인 인증을 한다.
- 3) 학습자 폰이 교수자 폰의 BLE 광고를 감지한다.
- 4) 학습자 폰에서 받은 UUID를 출석관리 서버로 보내고 서버에서 교수에게 보낸 UUID 값과 같은지 확인하며 출결 체크를 한다.

1-7. 전자출결 시스템 비교

위에 설명한 전자출결 시스템을 [표 3]에서 비교해 보았다.

NFC를 이용한 전자출결시스템은 태그를 만드는 비용이 상당히 저렴하지만 태그가 책상에 붙이는 경우가 많아 손상이 잦다는 문제가 있다. 스마트폰 앱을 이용해서 태그를 인식하는데, 10cm 이내의 거리로 인식해야하기 때문에 위치를 바꾸기도 어렵다.

RFID를 이용한 전자출결시스템은 학생증 등 카드에 RFID 태그를 부착하여 사용한다. 카드가 손상되지 않는 한 반영구적으로 사용할 수 있는 장점이 있지만, 카드 대여나 주파수 복제를 이용한 카드 복제가 가능하여 부정출석에 대한 취약점이 존재한다.

GPS를 이용한 전자출결시스템은 스마트폰 자체가 지원하는 GPS 위치 인식을 통하기에 추가적인 기기 제작 비용은 들지 않지만, 실외에서도 오차가 심하며, 실내의 경우 위치확인도 더욱 힘들어 실내 출결시 적합한 시스템이 아니다.

비콘을 이용한 전자출결시스템은 비콘을 이용한 삼각측량 기법으로 학습자의 위치를 확인할 수 있으며, 책상의 위치 등이 정해져 있다면 출석을 더 정확히 파악할 수 있고, 출석 재확인이 용이하다. 하지만 강의실 크기에 따라 3대 이상의 비콘이 필요한데 강의실의 수에 따라 설치 비용이 커진다.

스마트폰 BLE기능을 이용한 전자출결 시스템의 경우, 스마트폰으로 통신을

하는 부분이라 GPS처럼 추가적인 기기개발이 필요 없으나, 현재 위치에 대한 확인이 불가능하다는 단점이 있다.

표 3. 전자출결 시스템 비교

구분	장점	단점
NFC	저렴한 가격	태그 손상이 잦음
RFID	카드를 반영구적으로 사용 가능	카드 대여, 복제 가능
GPS	기기 제작 비용이 들지 않음	실내에서 위치확인이 힘들
비콘	위치가 특정되어 부정출석이 적음	3대 이상의 비콘 설치로 비용부담
스마트폰 BLE	기기 제작 비용이 들지 않음	위치 특정 불가

2. 블루투스

블루투스는 마우스, 키보드, 이어폰, 노트북 등 다양한 주변 기기들을 무선으로 쉽게 연결하기 해 만들어진 근거리 개인 무선 통신(Personal Area Network) 산업표준 기술이다.

블루투스 3.0은 PAL(Protocol Adaptation Layer) 기술을 응용하여 최대 2.4Mbps의 전송속도로 데이터 스트리밍, 동영상 전송과 같은 대용량 데이터 전송 서비스가 가능하도록 개발되었지만 그에 따른 전력소모가 증가하여 스마트 기기에서 제한적인 서비스만 가능하다.

블루투스 4.0 버전은 이러한 문제들을 개선하여 전력 소모를 줄이도록 설계 되었는데 블루투스 3.0에 비해서 상대적으로 낮은 활성화상태 유지시간(Duty Cycle)을 가지며, 저속의 데이터 전송을 통해 전력 소모를 최소화하도록 만들었다. 이를 이용하여 스마트폰, 스마트워치, 스마트홈, 스포츠, 헬스케어, 의료, 보안, 가전제품, 센서, 산업기기제어 등 사물인터넷(Internet Of Things) 분야에 다양하게 적용이 되고 있다.

블루투스 4.0에서는 Bluetooth Classic 방식과 Bluetooth Low Energy 방식으로 동작한다.

Bluetooth Class 방식은 기존의 블루투스 3.0 기술과 동일하게 데이터 전송률이 높고 전력소모가 많다. 또한 마스터, 슬레이브 방식의 관계 형성을 통해 고속의 데이터를 전송한다.

Bluetooth Low Energy 방식을 페어링 없이 데이터를 전송하는 것이 가능하며 iBeacon을 위한 기반 기술로 활용된다. 송신 기기에서 Advertiser는 Broadcaster로서 역할을 수행하며 송신되는 메시지는 하나 이상의 수신 기기가 observer로서 역할을 수행 한다.[19]

표 4. 블루투스 버전별 성능 비교 [19]

Version	Bluetooth 1.X (Basic)	Bluetooth 2.X (Basic + EDR)	Bluetooth 3.0 (Basic + EDR + HS)	Bluetooth 4.0~4.X (Basic + EDR + HS + LE)
개발시기 (표준화시기)	1998	2001	2009	2010
Data Rate	1Mbit/s	3Mbit/s	24Mbit/s	24Mbit/s +
전력소모	많다	적다	많다	매우 적다
보안	낮다----->매우 높다			
사용 분야		초기 스마트폰, 컴퓨터, 게임기, 노트북	스마트폰, 컴퓨터	스마트폰, 컴퓨터, 노트북, 스마트TV, iBeacon, 헬스케어 등

3. 비콘

비콘은 봉화나 등대와 같이 위치 정보를 전달하기 위해 어떤 신호를 주기적으로 전송하는 기기를 말한다. 2013년 6월 애플의 비콘 기술인 아이비콘(iBeacon) 발표 이후 블루투스 저에너지(BLE)를 기반으로 근거리 내의 스마트 기기를 감지하고 각종 정보와 서비스를 제공하는 근거리 데이터 통신 기술을 의미하는 좁은 의미로 사용되고 있다. 이 기술은 블루투스 4.0 기반의 프로토콜을 사용하는 근거리 무선 통신 기술에 해당된다.

비콘 자체는 위치를 알려주는 기준점 역할을 수행하며, 실제 정보 전달은 블루투스, 적외선 등의 근거리 통신기술로 이루어지는데, 전송하는 신호의 종류에 따라 저주파, LED, 와이파이, 블루투스 비콘 등으로 분류할 수 있다.[18]

3-1. iBeacon

iBeacon 기술은 2013년 애플이 WWDC(World Wide Development Conference)에서 iOS 7과 함께 소개한 기술로서 BLE 기술을 이용하여 스마트 기기 사용자의 위치를 추적하는데 사용되는 기술이다. iBeacon은 iOS 7이상을 사용하는 애플 기기와 안드로이드 4.3 이상과 BLE 통신을 지원하는 스마트 기기에서 사용이 가능하다. iBeacon은 송신 단말기를 이용하여 주기적으로 BLE 신호를 송신(Advertising)하고 이를 스마트 기기에서 수신(Scanning)하여 필요한 기능을 제공한다.[19] 블루투스 4.0 버전의 BLE방식을 기반으로 하며, 배터리는 2년 이상 사용할 수 있기 때문에 최소 5m에서 최대 70m까지 송신이 가능하다.

iBeacon은 UUID(Universally Unique Identifier), Major, Minor로 할당영역을 나누어 수신기에 정보를 브로드 캐스팅한다. 이로 인해 수신기의 수신강도로

GPS보다 정확한 거리 측정과 실내 위치추적까지 가능하다[16].

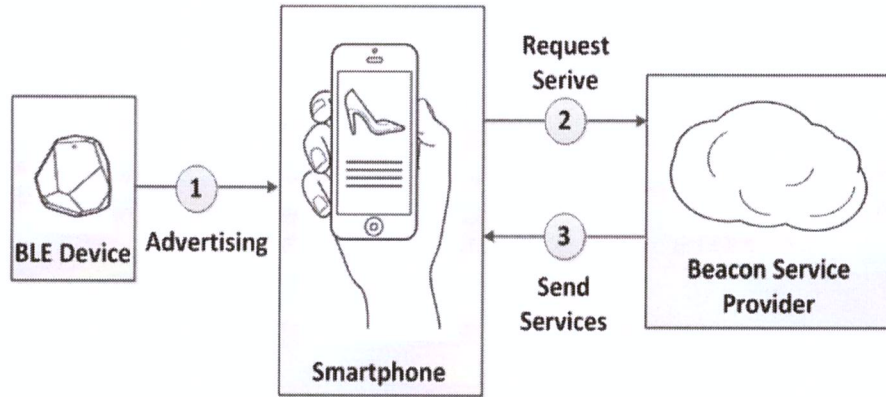


그림 5. iBeacon 작동 원리[19]

iBeacon은 NFC에 비해 비교적 원거리 통신이 가능하며 거리를 예측하는 것이 가능하기 때문에 실내에서 위치 기반 서비스를 제공하는데 최적화 되어 있다. 또한 송신기기와의 연동을 통해 정보를 획득하는 것이 가능하여 사물인터넷을 위한 기반 기술로서 관심이 주목되고 있다.



그림 6. 다양한 사용 비콘 제품군[22]

시중에는 iBeacon 기술과 연계하여, 저주파 등을 비콘에 추가하여 다양한

정보와 서비스를 제공하는 업체가 있다. 다만 저주파 등을 사용할 경우, BLE와 달리 배터리가 소모가 심해서 전력을 연결하기도 한다. [그림 4]와 같이 다양한 비콘 제품이 있으며, [그림 5]의 플라잉 비콘은 야외 행사 또는 넓은 장소에서 하나의 비콘을 사용하기 위해 만들었는데, 이와 같이 특이한 제품도 상당수 존재한다.



그림 7. 플라잉 비콘[21]

비콘을 이용해 상품·점포 정보 발송, 쿠폰 발행 등 관측의 수단으로 활용이 가능하며, 비콘의 실내 측위 기술을 이용해 상점 내 가이드 등 위치정보 서비스를 제공하여 다양한 서비스 창출에 유리하다.

비콘을 이용한 위치 측위 서비스는 크게 체크포인트(Check Point), 존(Zone), 실시간 위치(Track) 방식 등 3가지 방식으로 구분된다.

체크포인트 방식은 비콘 1대의 신호를 받아 그 위치를 통과한 경우 그 대상물이 그 위치를 통과한 정보를 기록하는 것으로 RFID 태그가 RFID 리더를 통과했을 때의 위치정보를 확인하는 방식이다.

존 방식은 비콘 1대, 혹은 여러 대가 신호 범위별로 배치되어 있고, 대상물이 특정 비콘 주변에 놓여 있을 때, 그 비콘 위치 주변에 있다는 정보를 기록하는 것으로 대부분의 BLE 비콘이 이 방식을 사용한다. 고객의 정보를 파악하여 매장의 할인 정보 등을 소개하는 실시간 서비스에 이용하기 좋은 방식이다.

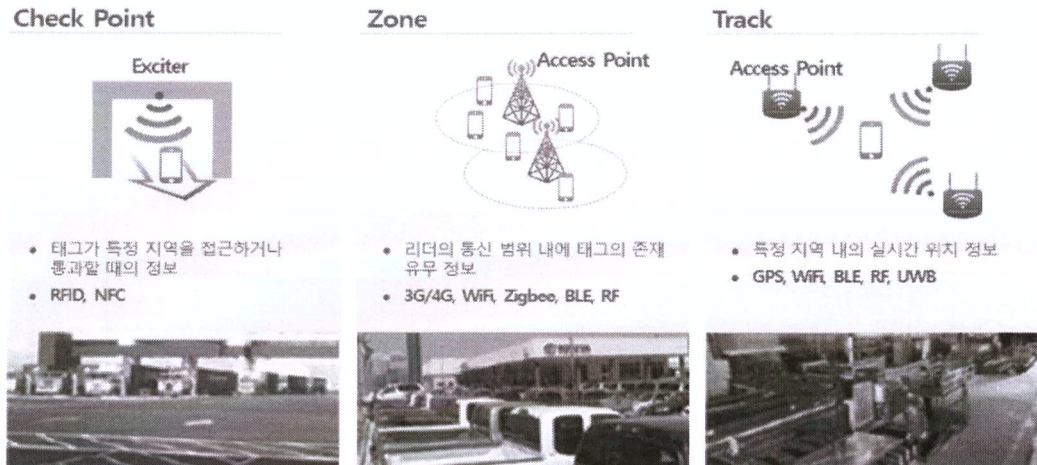
그리고 마지막 실시간 위치 방식은 여러 대의 비콘이 실내에 신호 범위별로

배치되어 있고, 대상물이 3대 이상의 비콘으로부터 ID 신호와 신호세기를 수신하여 그 위치를 측위 알고리즘으로 계산, 위치를 파악하는 방식이다. 정확한 측위 알고리즘을 위한 기술로는 AOA, ROA, Finger Print, TDOA, TOA 등의 기술이 있으며, 실외에서 사용하는 GPS 또한 3개 이상의 위성으로부터 오는 신호를 삼각측량 방식으로 계산한다.

표 5. 비콘을 이용한 서비스[22]

실시간 서비스 활용	고객 내점 인식 및 포인트/쿠폰 전달	<ul style="list-style-type: none"> - 전용 앱을 다운로드한 고객 내점 자동인식 - 각 점포나 판매대에 비콘을 설치하여 포인트 부여, 쿠폰 발행 등 다양한 서비스 가능
	실내 내비게이터	<ul style="list-style-type: none"> - 백화점, 대형 쇼핑몰에 비콘을 설치하여 플로어 안내도를 스마트폰으로 확인하며 판매장 확인 가능 - 내비게이션은 옥외, 옥내 필요 모두 대응 가능
	박물관, 전시회 안내	<ul style="list-style-type: none"> - 전시 코너에 비콘을 설치, 고객이 3미터 내로 진입시 상세 설명 송신 가능 - 전시회 안내를 위한 푸시 서비스
	역·옥외광고, 디지털 사이니지	<ul style="list-style-type: none"> - 역·공공시설 등의 광고와 연동하여 정보 발신 가능 - 사전 등록된 고객 정보를 기초로 더 세분화되고 정확한 홍보, 마케팅 활동 가능
	놀이공원, 유원지	<ul style="list-style-type: none"> - 간단한 앱을 활용하여 어트랙션 등의 오락성 향상
위치정보 서비스 활용	입·퇴실 관리, 범위내 존재 확인	<ul style="list-style-type: none"> - 사무실 입·퇴실 관리 가능 - 전용 AP를 설치, 시간 등을 포함한 상세 관리
	물류 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 창고내 재고·물류 관리 - 센서를 이용한 온도 관리 - 전용 AP를 복수로 설치하여 어디, 무엇이 있는지 확인
	돌봄·지킴이 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 비콘을 가지고 있는 치매노인이나 아이가 범주에 있을시 스마트폰으로 실시간 존재 확인 가능

위 설명에 대한 이해를 돕기 위해 [그림 6]을 추가하였다.[22]



자료 : 조영빈(KT), '스마트 관광 생태계 구축을 위한 관광 서비스 플랫폼 개발', 한국지식경영학회 추계학술대회, 2013
 그림 8. 3가지 실내 위치 측위 기술[22]

iBeacon 메시지의 패킷 구조는 [그림 7]과 같다.

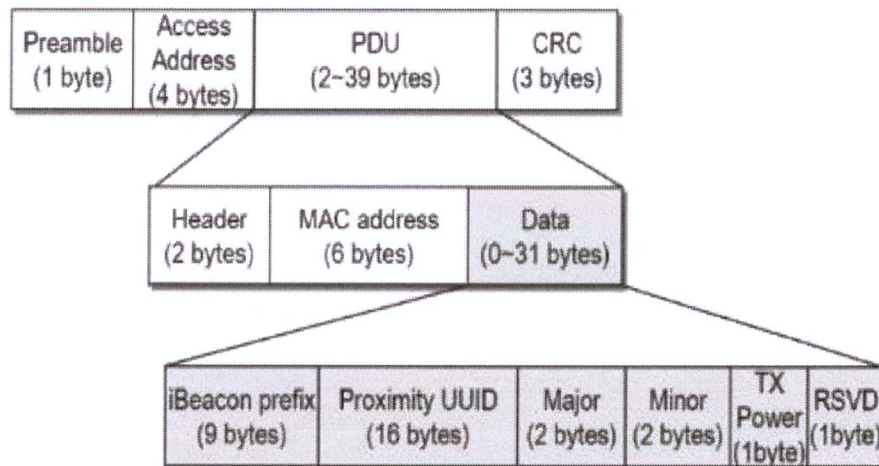


그림 9. iBeacon 패킷 구조[18]

데이터 프레임 중 PDU 내의 iBeacon Payload 부분은 최대 31 바이트를 차지하며, [표 5]와 같은 정보를 포함하고 있다.

표 6. iBeacon 페이로드 정보

항목	바이트 수	설명
AD flag	3	광고 데이터, 플래그 값 저장 : 길이(0x02), 플래그 타입(0x01), 플래그값(예, 0xFF)
AD headers	2	광고 데이터 : 길이(0x1A), 제조사 AD 타입(0xFF)
Company ID	2	회사 ID : 애플(0x4C00)
Type ID	1	iBeacon 타입 : 0x02
Data Length	1	나머지 페이로드 바이트 수 : 0x15)
128bit UUID	16	장치를 나타내는 128비트 ID
Major Number	2	주 번호로서 개별 회사/가게 등을 구분
Minor Numer	2	부 번호로서 특정 지역 내의 노드들을 구분
TX Power	1	전송할 때의 신호 세기(파워, 데시벨 단위)

이 중 Major와 Minor 번호는 한 지역의 비콘 장치들을 구분하는데 사용된다. 한 가게에서 여러 대의 비콘이 설치되어 있다면, 같은 Major 번호를 사용하고, Minor 번호를 다르게 설정하는 방식 등으로 각 비콘 들을 구분할 수 있다.

TX Power 값은 수신 신호의 세기(RSSI) 값과 더불어 비콘과의 거리를 측정하여 자신의 위치를 추정하는데 사용된다.

iBeacon의 데이터는 각각 크기(1바이트)와 값들로 구성된 그룹으로 나누어지며, 2개의 광고 데이터를 전송한다.

첫 번째 데이터는 3바이트이며 플래그 값을 저장한다. 먼저 첫 번째 바이트는 길이를 나타내고, 두 번째 바이트는 플래그 AD 타입을 나타낸다.

세 번째 바이트는 속성 플래그 값을 나타내는데, 각 비트에 대한 구체적인 값은 다음과 같다.

- 비트 0 (OFF) : LE 모드 중 제한된 발견 모드(Limited Discoverable

Mode)를 나타낸다.

- 비트 1 (ON) : LE 모드 중 일반 발견 모드(General Discoverable Mode)를 나타낸다.

- 비트 2 (OFF) : 예전 1, 2 버전의 블루투스 전송속도 BR/EDR을 지원하지 않음을 나타낸다.

- 비트 3 (ON) : 같은 장치(Controllor)에서 LE와 BR/EDR이 동시에 가능함을 나타낸다.

- 비트 4 (ON) : 같은 장치(Host)에서 LE와 BR/EDR이 동시에 가능함을 나타낸다.

두 번째 광고 데이터는 총 28바이트이며, AD 헤더, 회사 ID, iBeacon 타입 ID, 장치의 UUID, Major, Minor 번호, 전송 신호 세기 등을 포함한 그룹이다. 이 중에서 UUID는 범용 고유 식별자를 나타내며, 총 128비트(16바이트)로 구성된다. 000e0000-e12h-454d-a15e-4454564d8c21 처럼 8-4-4-4-12 라는 5개의 16진수 그룹을 하이픈('-')으로 연결한다[18].

3-2. Eddystone

Eddystone은 구글에서 개발한 공개 비콘 포맷으로 이 만든 것으로, 안드로이드 및 iOS 기기에서 모두 감지할 수 있도록 만들었다. UID, URL, TLM, EID라는 4가지의 Eddystone의 페이로드가 있다.

Eddystone-UID 는 10바이트의 네임스페이스 컴포넌트와 6바이트의 인스턴스 컴포넌트가 있는 iBeacon과 비슷한 고유한 정적 ID 16바이트의 비콘 ID를 보낸다. 네임스페이스 부분은 특정 비콘 집합을 그룹화하고 인스턴스에서 개별화해서 사용할 수 있다. 예를 들자면 네임스페이스에서 특정 가게를 나타내고 인스턴스 컴포넌트에서 위치를 나타내는데 사용할 수 있다.

Eddystone-URL은 제한된 광고 패킷 내에 더 많은 정보가 들어갈 수 있도록

압축된 코딩형식으로 이름처럼 URL을 전송한다.

Eddystone-TLM(Telemetry)은 배터리 전압, 장치 온도 및 보내는 패킷 수 같은 비콘 자체에 대한 원격측정 정보를 전달하기 위한 페이로드형식이다.

Eddystone-EID(Ephemeral ID)은 결정된 비율로 주기적으로 변경되는 암호화된 임시 식별자를 보낸다. 보안 및 개인정보 보호 강화용으로 사용할 수 있다. 원격에서 임시 식별자를 수정할 수 있다.[23]

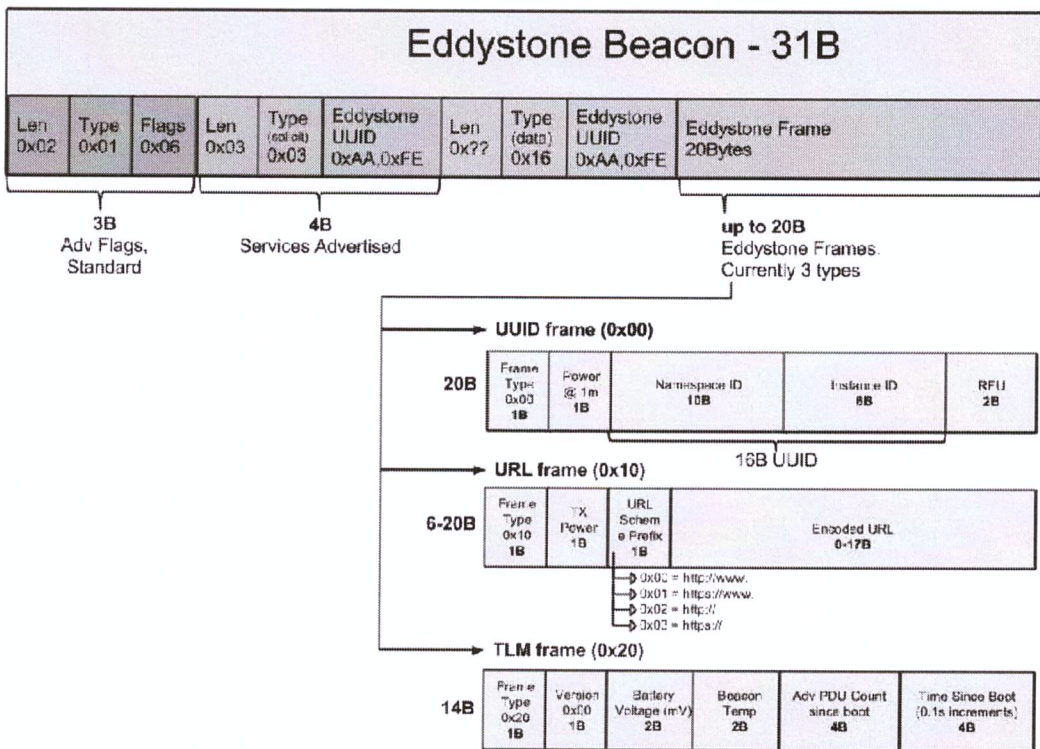


그림 10. Eddystone 패킷 구조[24]

3-3. BLE 통신

BLE는 기본적으로 Advertise와 Connection이라는 방법으로 외부와 통신한다. Advertisemode(=BroadcastMode)는 특정 디바이스를 지정하지 않고 주변의 모든 디바이스에게 Signal을 보낸다.

Advertising type의 Signal을 일정 주기로 보내게 되는데, Advertise방식은 한 번에 한 개 이상의 디바이스와 통신할 수 있는 유일한 방법이다.

주로 디바이스가 자신의 존재를 알리거나 적은 양(31Bytes이하)의 User 데이터를 보낼 때도 사용된다. 한 번에 보내야 하는 데이터 크기가 작다면, 오버헤드가 큰 Connection 과정을 거쳐서 데이터를 보내기 보다는, Advertise를 이용하는 것이 더 효율적이기 때문이다. 그리고 전송할 수 있는 데이터 크기 제한을 보완하기 위해 Scan Request, Scan Response을 이용해서 추가적인 데이터를 주고받을 수 있다. Advertise방식은 말 그대로 Signal을 일방적으로 뿌리는 것이기 때문에, 보안에 취약하다. Connection Mode의 경우 양방향으로 데이터를 주고받거나, Advertising Packet으로만 전달하기에는 많은 양의 데이터를 주고받아야 할 때 이용한다. Advertise처럼 ‘일대다’ 방식이 아닌, ‘일대일’ 방식으로 디바이스 간에 데이터 교환이 일어난다. 디바이스 간에 Channel hopping규칙을 정해놓고 통신하기 때문에 Advertise보다 안전하다.

Generic Access Profile(이하 GAP)은 서로 다른 제조사가 만든 BLE 디바이스들끼리 서로 호환되어 통신할 수 있도록 해주는 역할을 한다.

디바이스 간에 서로를 인지하고 Data를 Advertising하고, Connection을 맺을 지에 대한 프레임워크를 제공한다. GAP는 최상위 Control Layer이라고도 불리며 Advertising Mode일 때, GAP에서 Advertising Data Payload와 Scan Response Payload를 포함할 수 있다. 또한 GAP에서는 BLE 통신을 위해 Role, Mode, Procedure, Security, Additional GAP Data Format 등을 정의한다. BLE Connection과 관련이 있는 Role는 다음과 같이 구성되어있다.

Broadcaster은 Link Layer에서 Advertiser 역할에 상응한다. 주기적으로 Advertising Packet을 보낸다.

Observer은 Link Layer에서 Scanner 역할에 상응한다. Broadcaster가 뿌리는 Advertising Packet에서 data를 얻는다.

Central은 Link Layer에서 Master 역할과 상응한다. Central 역할은 다른 디바이스의 Advertising Packet을 듣고 Connection을 시작할 때 시작된다. 보통 스마트폰은 Central의 역할을 한다.

Peripheral은 Link Layer에서 Master 역할과 상응한다. Advertising Packet을 보내서 Central 역할의 디바이스가 Connection을 시작할 수 있도록 유도한다. 일반적으로 비콘이나 스마트워치, 블루투스 마우스와 키보드, 헤드셋, 같은 기기가 이 역할을 한다.

[표 6]에서 위의 역할을 간략하게 요약하였다.

표 7. 4가지 GAP의 역할

역할	설명
Broadcaster	연결 불가능한 Advertiser
Observer	연결요청할 수 없는 Scanner(Advertisement Scan)
Peripheral	연결 가능한 Advertiser, Slave 장치로 동작
Central	연결 요청할 수 있는 Scanner, Master 장치로 동작

Generic Attribute Profile(이하 GATT)는 BLE Data 교환을 관리하는 디바이스들이 Data를 발견하고 읽고, 쓰는 것을 가능하게 하는 기초적인 Data Model과 Procedure를 정의한다. GATT는 최상위 Data Layer이라고 불린다. 디바이스 간에 low-level에서의 모든 인터랙션을 정의하는 GAP와는 달리, GATT는 오직 Data의 Format 및 전달에 대해서만 처리한다. Connection Mode일 때, GATT Service와 Characteristic을 이용하여 양방향 통신을 하게 된다.[20]

III. 제안 시스템

1. 시스템 설계

시스템 동작도는 [그림 11]와 같다.

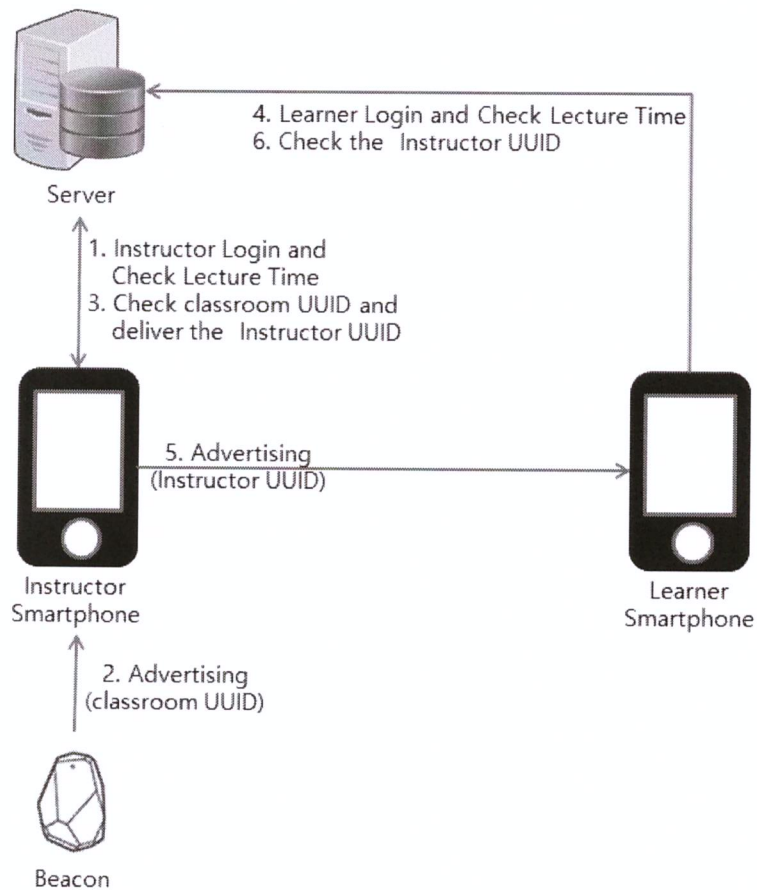


그림 11. 시스템 구성도

제안 모델의 서버 구성요소는 출결관리서버로 인증과 전자출결을 위한 데이터 베이스와 웹서버의 역할을 할 것이며, 클라이언트 구성요소로는 BLE 광고를

송신할 교수자 스마트폰과 수신할 학습자 스마트폰, 그리고 교수자가 해당 위치에 있는지 확인하기 위한 신호를 전송할 비콘으로 구성된다.

먼저 교수자 스마트폰은 출결관리 서버에 아이디, 암호를 보내며 로그인을 요청한다. 출결관리서버는 받은 교수자의 계정 정보(아이디, 암호)를 확인하여 로그인을 마친다.

이후 로그인한 교수자 스마트폰은 비콘 정보를 감지한 후, 해당 정보를 서버로 보낸다. 서버는 받은 정보가 기존에 저장된 강의실 비콘 정보와 같은지 확인한다. 같은 정보라면 교수자 스마트폰에서 보내야할 UUID를 교수자 스마트폰으로 전송한다.

교수자 스마트폰은 받은 UUID를 BLE 광고로 브로드캐스트한다.

이때 학습자 스마트폰은 먼저 출결관리서버에 자신의 아이디와 암호로 로그인을 요청한다. 출결관리서버는 해당 정보가 일치하는지 확인 후, 정보가 일치한다면 강의시간에 해당하는지 체크하여 정보를 학습자 스마트폰에 보낸다. 학습자 스마트폰은 강의시간이 아닐시, 강의 중이 아니라는 화면을, 강의일시 로그인된 화면을 보여준다.

학습자 스마트폰은 BLE 옹저버 기능을 이용하여 교수자 스마트폰에서 광고하는 UUID를 받는다. 그리고 출결관리서버로 전송한다. 출결관리서버는 해당 UUID가 학습자가 받아야할 강의 교수자의 UUID와 같은지 확인한다.

교수자는 교수자의 스마트폰으로 출결관리서버로 계정정보(ID, 암호)를 전송하고, 서버에서 사용자 인증을 하여, 인증 후 교수자의 스마트폰이 비콘의 UUID를 전송받아 서버로 전송한다.

서버에서는 전송받은 UUID 정보로 강의장소를 확인 하며, 교수자 스마트폰에서 보낼 UUID를 생성한다.

이후 학습자는 서버로 계정정보(ID, 암호)를 전송하여 인증한다.

교수자 스마트폰에서는 출결용 UUID를 BLE 광고기능으로 전송하고, 학습자 스마트폰은 BLE 감지 기능으로 출결용 UUID를 받아서 서버로 전송한다.

서버는 학습자에게 받은 출결용 UUID를 확인하여 해당 학습자의 출석을 인증한다.

[그림 12]는 출석 관리 시스템에서 비콘, 교수자 스마트폰, 학습자 스마트폰과

출결관리 서버 사이의 메시지 흐름을 나타낸다.

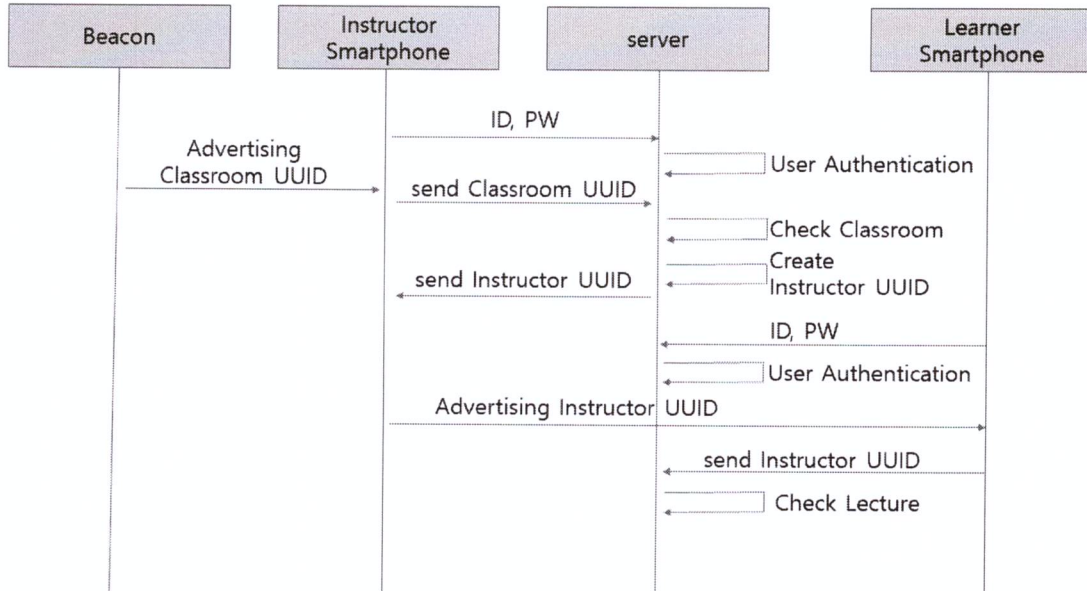


그림 12. 시스템 시퀀스 다이어그램

제안 시스템의 활동도는 [그림 13], [그림 14]과 같다.

교수자는 아이디와 암호를 입력하고 시스템은 해당 교수자 정보가 일치하는지, 교수자의 강의가 존재하는지, 현재시간이 강의시간과 일치하는지를 확인한다.

그리고 비콘을 감지하여 UUID가 해당 시간 강의실의 UUID가 맞는지 확인 후 교수자 앱에서 BLE 광고기능으로 UUID를 송신한다.

학습자는 아이디와 암호를 입력하고 해당 학습자의 학번과 암호가 맞는지 확인 후 현재 강의시간이 맞으면 로그인 처리를 한다.

로그인 후 교수자 앱에서 보낸 UUID를 감지하여 교수자 UUID가 맞는지 확인한다.

해당 UUID가 강의와 강의 시간에 맞는 UUID인지 확인 후 출석체크를 하고 학습자는 출석정보를 확인한다.

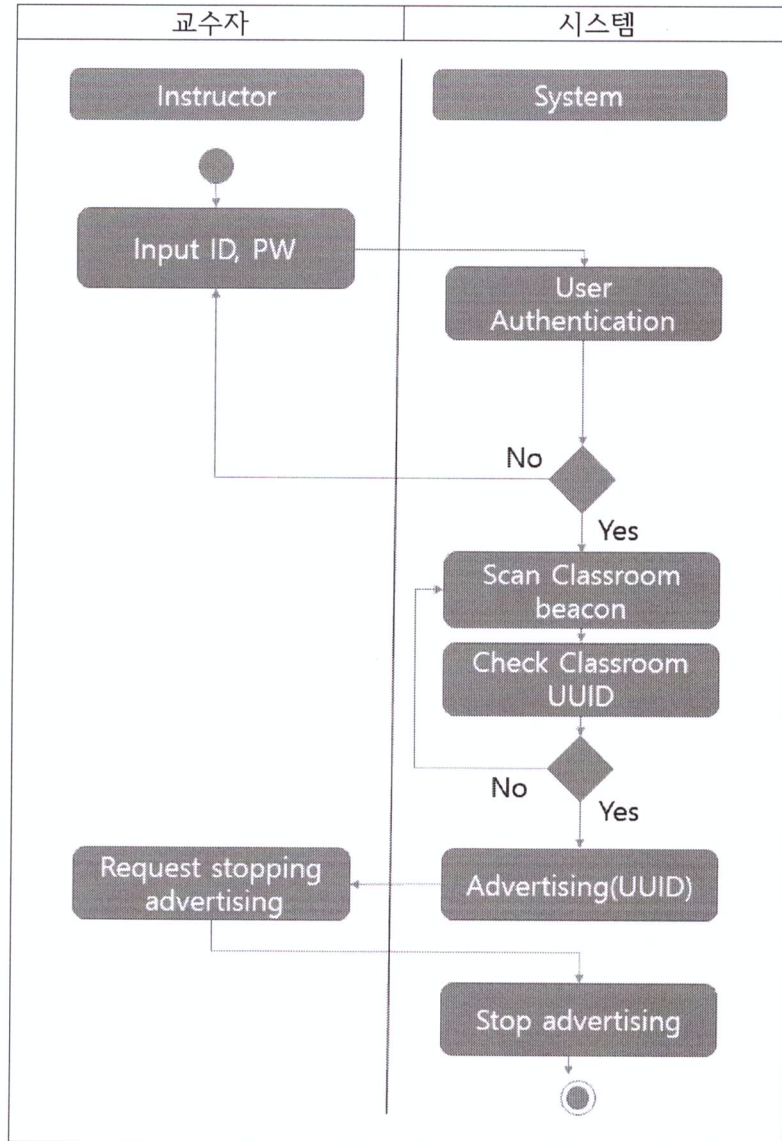


그림 13. 시스템 활동도(교수자 앱)

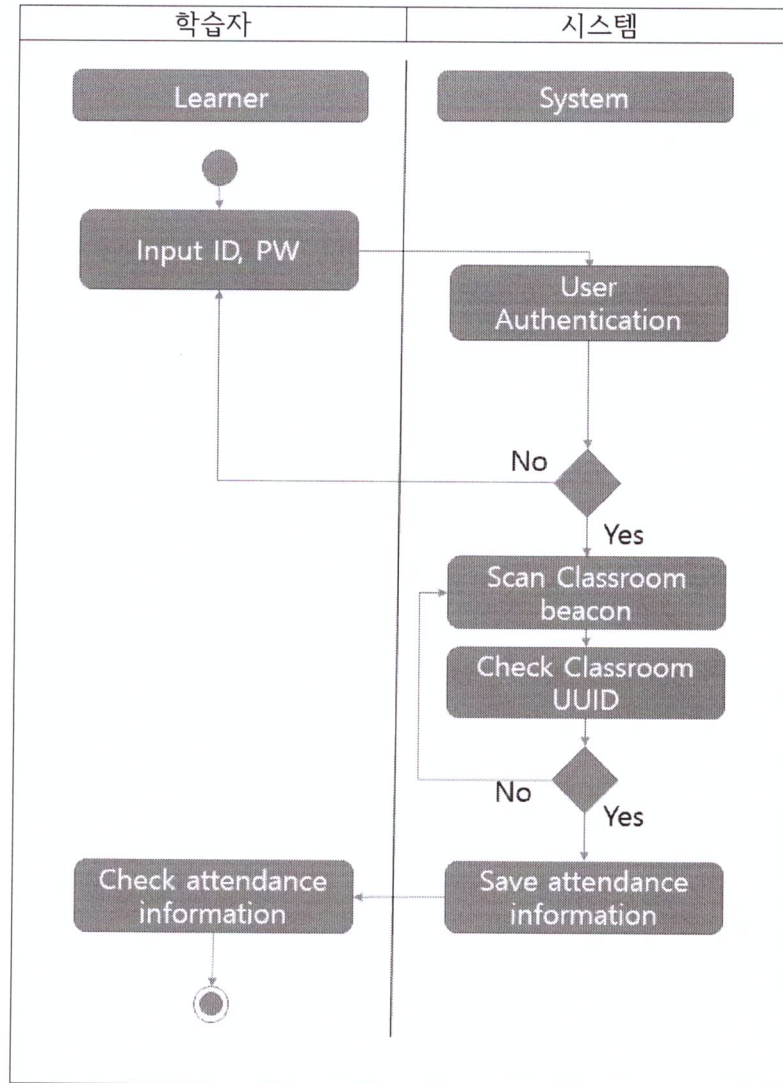


그림 14. 시스템 활동도(학습자 앱)

2. 데이터베이스 설계

제안 시스템은 학습자정보, 교수자정보, 강의정보, 출결정보, 강의실정보의 다섯 가지 정보에 대한 엔티티를 가진다.

학습자정보 엔티티는 학습자의 인증정보를 확인한다. 본 연구에서는 최소한의 정보만으로 구성하여, 학번, 암호, 이름으로만 구성하였다.

교수자정보 엔티티도 위와 같은 이유로 교번, 암호, 이름으로 구성하였다.

강의정보 엔티티에서는 해당 강의 인식을 위하여 강의번호, 교수자의 교번과

강의명으로 구성된다.

출결정보 엔티티는 인증된 학습자가 보내주는 학번, 강의번호, 강의실번호, 교수자 UUID, 강의시간, 학번, 출결상태로 구성된다.

강의실정보 엔티티는 강의실번호, 강의실명, 강의실 UUID로 구성된다.

설계된 결과는 [그림 15]과 같다.

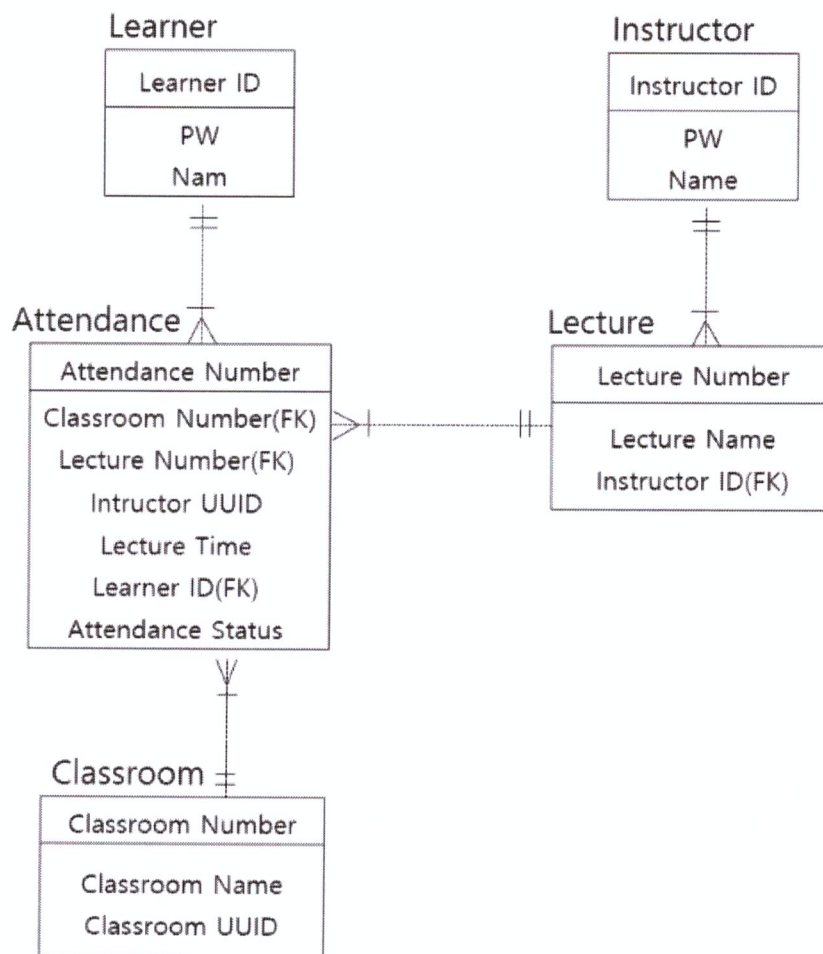


그림 15. 시스템 ERD

IV. 구현 및 평가

1. 구현 환경

제안 시스템의 구현환경은 다음과 같다.

학사서버를 대신할 웹서버는 네이버 클라우드 플랫폼 환경에서 아파치, PHP, MySQL을 이용해 구현하였고, 스마트폰은 안드로이드 버전이 5.1.1인 갤럭시 J7과 안드로이드 버전이 5.0.1인 갤럭시 S4를 이용하여 구현하였다.

비콘은 퍼플즈의 RECO 비콘을 이용하였다. 서버 환경은 [표 7], 비콘의 스펙은 [표8]과 같다.

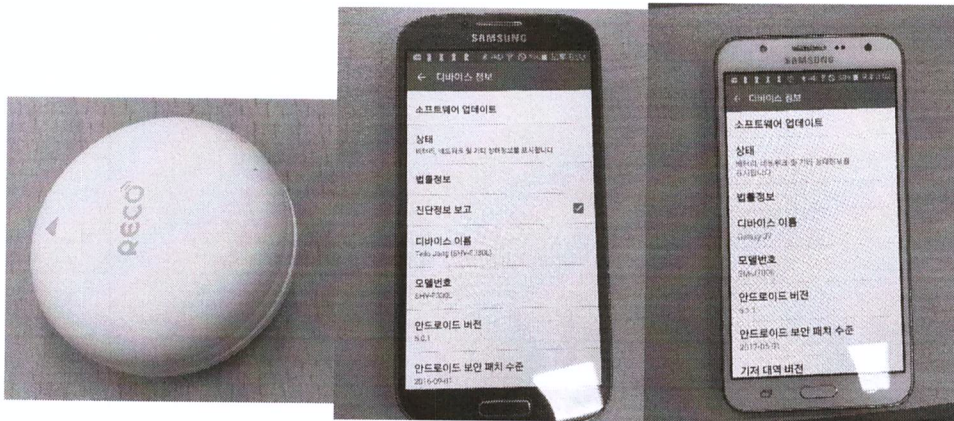


그림 16. 사용기기(RECO 비콘, 갤럭시 S4, 갤럭시 J7)

표 8. 웹서버 구현환경

플랫폼	네이버 클라우드 플랫폼
서버 타입	Micro 타입(vCPU 1개, 메모리 1GB, HDD 50GB)
OS	우분투 서버 18.04.1
웹서버	Apache2
php서버	PHP 7.2.10
DB서버	MySQL 5.7.24

표 9. RECO 비콘 명세

Dimensions	45mm x 20mm (Diameter x Height) 1.77" x 0.78"
Weight	11.6g (0.4oz)
Processor	32-bit ARM® Cortex®-M0
Battery	CR2450 Lithium Coin Battery (3v, 620mAh); Lasts up to 2 years (with tx power of 500 ms)
Wireless Technology	Bluetooth 4.0 (i.e. BLE or Bluetooth® Smart) Chipset: Nordic nrf51822
Signal	Range: 1m ~ 70m (3.2ft ~ 230ft)
Configuration	UUID, Major, Minor, interval (10ms~2s), tx power (-16dbm ~ + 4dbm), battery level iBeacon and Eddystone profile
Supported Profiles	iBeacon Eddystone-URL Eddystone-UID (Eddystone-TLM is an intervened profile) Configurable only with IOS; Android release expected soon
Certifications	KC, FCC, CE, TELEC (SIG in progress)

RECO 비콘 제조사의 경우, 관리자 앱과 멤버 센터 사이트를 지원한다.
사이트에서는 계정으로 로그인하여 자신이 구매한 RECO 비콘을 등록할 수 있고, 해당 Reco 비콘의 설정 값을 변경하는데 필요한 Passcode를 확인할 수 있다.

관리장 앱의 경우, 아이폰과 안드로이드를 지원하며 아이폰은 앱스토어에서, 안드로이드는 플레이스토어에서 검색하여 설치할 수 있다.

다만 관리자 앱에서 Reco 비콘의 설정 값을 수정할 수 있지만, RSSI가 -80 dBm 보다 작으면 수정이 불가능하다.

Reco 비콘은 펌웨어 3.0이상에서 iBeacon, Eddystone UID, Eddystone URL의 3가지 모드로 설정할 수 있다.

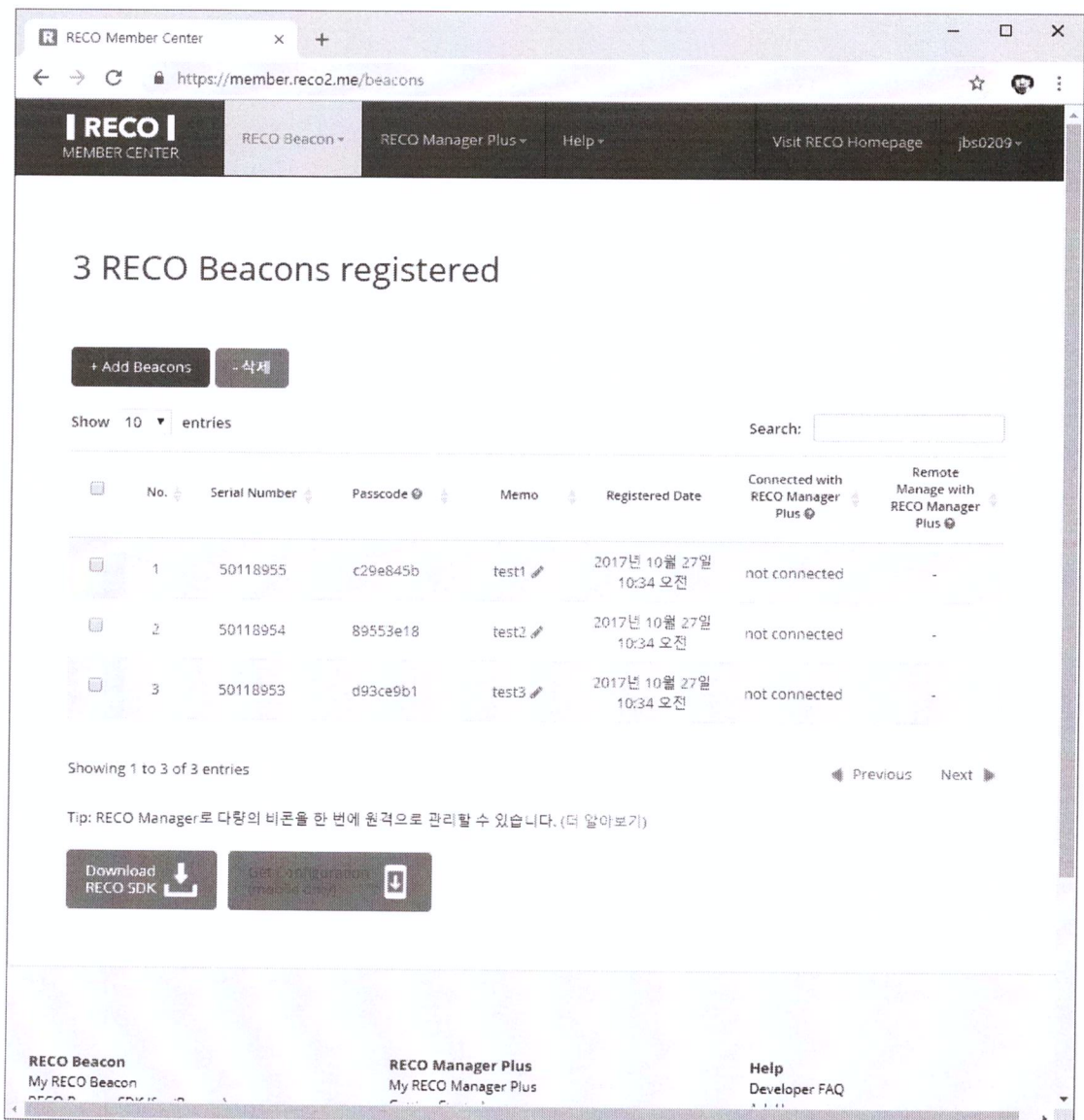


그림 17. RECO 멤버 센터 사이트

먼저 블루투스를 키고, 관리자 앱 실행시 [그림 18]의 좌측에서 보이는 것처럼 탐색한 Reco 비콘의 리스트가 보인다.

그리고 iBeacon의 경우, [그림 18] 우측에서와 같은 값을 변경할 수 있다. UUID와 Major, Minor, Tx Power, Interval이다.

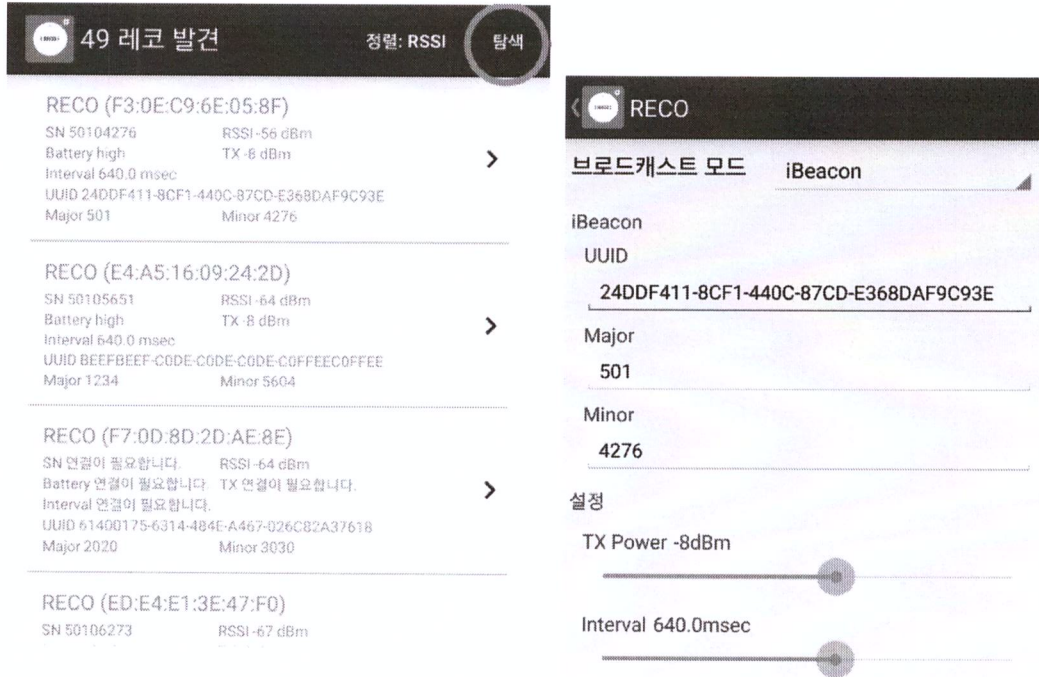


그림 18. 관리자 앱 리스트와 iBeacon 모드에서의 수정 화면

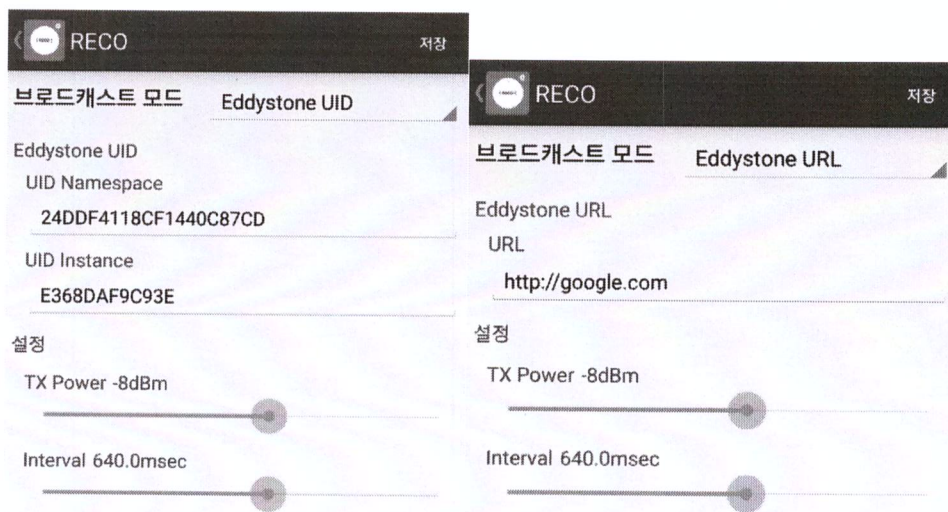


그림 19. 관리자 앱에서 Eddystone UID, URL 모드에서의 수정 화면

[그림 19]에서 보이는 것처럼 Eddystone UID 모드의 경우, UID Namespace와 UID Instance, Tx Power와 Interval을 변경할 수 있고, 마지막으로 Eddystone URL 모드의 경우에는 URL, Tx Power, Interval을 변경할 수 있다.

안드로이드의 경우, 초기 안드로이드 5.0이상이 탑재되는 기기부터 하드웨어에서 BLE 신호를 보내는 주변기기 모드를 지원하기에 BLE 광고를 보내야하는 교수자의 스마트폰으로 갤럭시 J7을 사용하고, 학습자의 스마트폰으로 갤럭시 S4를 사용하였다.

[그림 20]에서 보여주듯이 Advertise 테스트를 해본 결과 갤럭시 S4에서는 해당 기능이 구현이 되지 않아 안드로이드 SDK에서 지원하는 블루투스관련 클래스의 'BluetoothAdapter.getDefaultAdapter().getBluetoothLeAdvertiser()' 값이 null이 되어 'ADVERTISE' 버튼이 비활성화되었고, 갤럭시J7은 광고기능이 활성화되어 아이폰에서 신호를 확인할 수 있었다. 아이폰에서 사용한 앱은 'eBeacon:BLE Scanner'라는 앱이다.

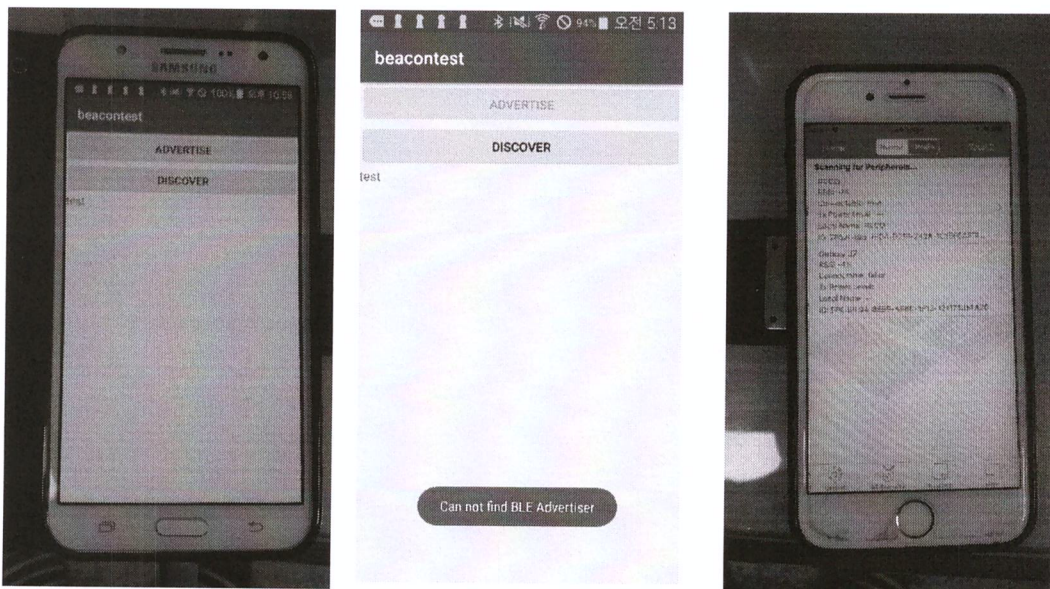


그림 20. BLE 광고 테스트 화면(갤럭시S4, 갤럭시 J7, 아이폰)

2. 시스템 UI

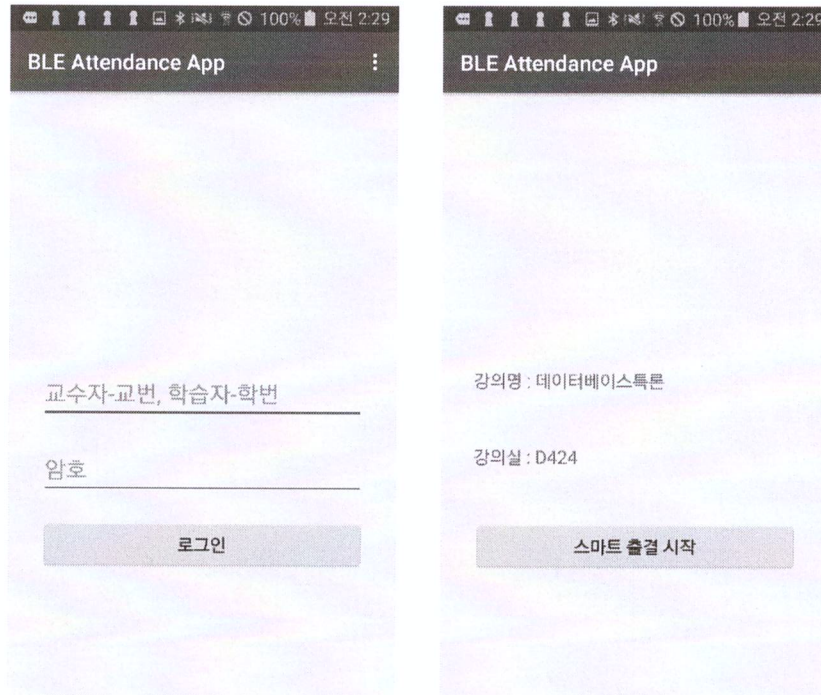


그림 21. 교수자 화면

[그림 21]는 교수자 화면이다.

첫 번째 화면은 로그인화면이며, 정상적으로 로그인이 되었을 경우, 서버에서 UUID를 받으며 두 번째 화면으로 넘어간다. 두 번째 화면에서 ‘스마트출결 시작’을 누르면 서버에서 받은 UUID를 BLE 광고기능을 통해 주변으로 보내기 시작한다.

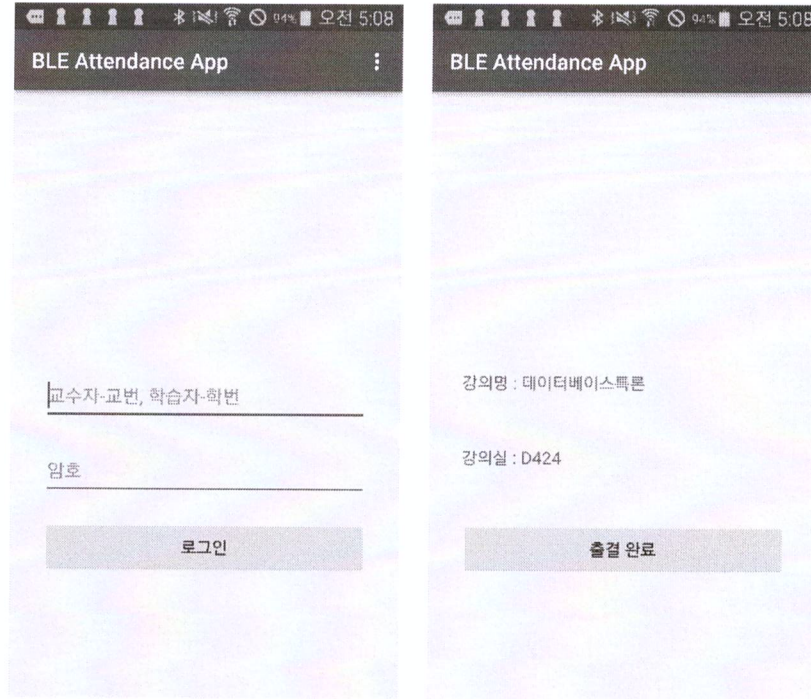


그림 22. 학습자 화면

[그림 22]은 학습자 화면이다.

첫 번째 화면은 교수자 화면에서와 같이 로그인 화면이다. 로그인 후 BLE 오픈서버 역할이 되어 교수자의 UUID를 받는다. 그리고 받은 UUID를 정상적으로 서버에 전송하면 서버에서 출결 여부를 확인하여 학습자에 보내주게 된다. 정상적으로 출결이 되었을 경우, 두 번째 화면의 형태로 확인할 수 있다.

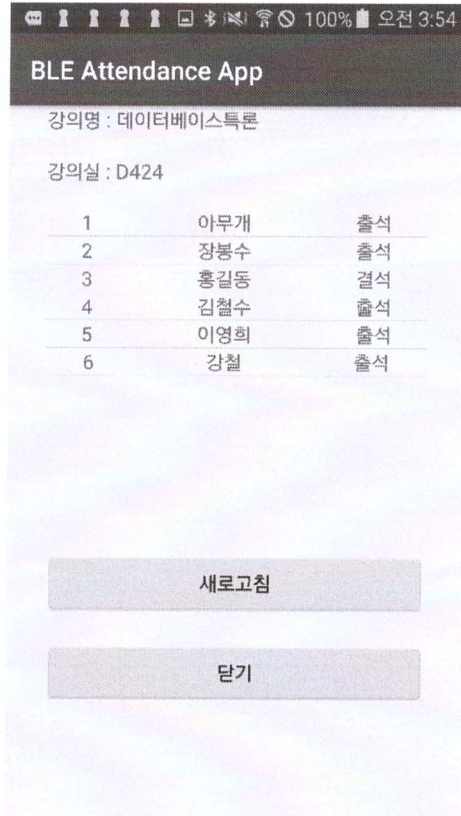


그림 23. 교수자 화면(출결 확인 창)

[그림 23]는 교수자 스마트폰에서 출결 여부를 보는 창이다. 학습자가 출결을 완료하면 해당 창에 '출결'이라고 보이게 된다.

3. 평가

[표 9]는 제안 출결 시스템과 비콘 출결 시스템, 스마트폰 BLE 광고 출결 시스템과의 비교표이다.

스마트폰 BLE 광고 출결 시스템의 경우, 교수자와 학습자가 함께 있음은 확인할 수 있으나, 정해진 강의실에 있음을 확인할 수 없다.

반면, 비콘 출결 시스템은 강의실에 설치된 비콘이 주는 신호를 학습자가 받음으로써 학습자의 입실여부를 자세하게 알 수 있다. 다만 학습자의 위치를 확인하기 위해 삼각측량을 사용해야 하여, 비콘을 3개 이상 설치해야 한다.

제안 시스템은 교수자 위치에서 근거리에 위치한 학습자만 BLE 광고를 감지하도록 세기를 줄여서 만들었기에 내부에서만 입실을 확인할 수 있으며, 비콘은 교수자의 강의실 위치여부를 확인하기 위해서만 필요하기에, 1개만 설치한다.

표 10. 기존 시스템과 비교

Div.	Location verification	Beacons per classroom
The Proposed System	possible	1
Electronic Attendance System Using Beacon	possible	3 or more
Electronic Attendance System Using BLE Advertising Function of Smartphone	impossible	none

V. 결론

블루투스 비콘 기술을 이용한 전자출결 확인 시스템은 학습자의 위치를 찾기 위한 삼각측량을 이용하기 때문에 강의실내에 여러 개의 비콘 설치가 불가피해진다.

반면에 BLE 광고기능을 이용한 방식은 이동식 전자출결 시스템으로 활용하기 위한 형태로 현재 위치를 특정 짓기 힘들다.

본 연구의 방식은 교수자가 출석을 진행할 때, 여러 대의 비콘으로 학습자의 위치를 확인하는 것이 아닌, 단 한 대의 비콘으로 교수자의 위치를 확인하고 교수자의 스마트폰의 애플리케이션으로 학습자의 스마트폰에 신호를 보낸 후 해당 신호를 학습자의 스마트폰에서 서버로 보내어 기존에 자신이 받아야할 신호가 맞을 경우, 출결을 확인하게 하는 방식을 제안하고 구현하였다.

실험 결과 제안 시스템 모델은 한 대의 비콘을 강의실에 설치하고 교수자와 학습자가 스마트폰을 가지고 있다면 스마트폰 간 BLE 광고기능을 이용하여 학습자의 위치 파악이 가능하기에 출석관리가 가능함을 보여주었다.

제안된 시스템에서는 교수자가 더욱 손쉽게 출결점검을 할 수 있기 때문에, 학습자의 이탈 등 출결점검이 필요한 상황에서 언제든지 출결 점검을 할 수 있다.

향후 연구에서는 본 연구에 포함이 되지 않은 교수자와 학습자 로그인, 블루투스 신호를 보내고 받는 부분에서의 보안에 대해 고려해보고 많은 수의 스마트폰을 이용한 신호 간섭 시 방해, 문, 벽 등 장애물이 있을 경우 신호 차단 등에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김광진, NFC 기반의 스마트 투어 시스템 개발에 관한 연구, 전남대학교 석사 학위논문 2013.
- [2] 김봉기, NFC 기술을 활용한 앱(App)기반 자동 출결 관리 시스템 구현, 한국산학기술학회논문지 Vol.17 No.2 [2016] 719~723
- [3] 김건아, RFID 애플리케이션 프레임워크를 이용한 출결관리시스템의 설계 및 구현, 부경대학교 산업대학원 석사 학위논문 2009.
- [4] S. Kurniali, Mayliana, “The Development of a Web-Based Attendance System with RFID for Higher Education Institution in Binus University”, EPJ Web of Conferences, Vol. 68, [2014] p. 00038
- [5] 이성근, 김한일, RFID를 활용한 출결관리시스템의 구현과 교무업무시스템 (NEIS)연계에 관한 연구, 한국멀티미디어학회 학술발표논문집, Vol. 2008, No. 2 [2008] 55~58
- [6] 이광수, 최성운, 이창호, 900 MHz 대역의 RFID를 활용한 자동출결관리 시스템 개발, 대한안전경영과학회지, Vol.8, No.4, [2006] 119~127
- [7] 박소희, 문병철, RFID를 이용한 출석관리 시스템 개발, 정보교육학회논문지, Vol. 11, No. 2 [2007] 139~146
- [8] 문병현, 이태훈, 서용석, 황지영, 류정탁, RFID를 이용한 출입관리 로봇, 한국산업정보학회논문지, Vol.13, No.4, [2008] 139~144
- [9] M. Meghdadi and A. A. Azar, “The Possibility of Using RFID System to Automate and Integrate the Attendance of Professors and Students in the Classroom”, Intelligent Control and Automation, Vol. 07, No. 04 93~109, 2016.
- [10] 박선주, QR코드를 활용한 스마트폰 기반 출석체크 시스템, 정보교육학회

논문지 Vol.18 No.2 [2014] 325~334

- [11] 오동식, QRcode를 이용한 모바일 클라우드 컴퓨팅 인증 프레임워크, 한남대학교 박사 학위논문 2012.
- [12] 조인경, 국내 GPS 서비스 보호기준 연구, 공주대학교 대학원 석사 학위논문 2012.
- [13] 안명진, 오재황, 전유진, 이순흠, MiniBeacon을 이용한 출결관리 어플리케이션, 한국정보기술학회, Vol. 2017, No. 6, [2017] 287~290
- [14] 박용화, 백재영, 가보르 프록사, 배경수, 도규형, 김정준, 블루투스 비콘 기반 출석관리시스템 개발, 한국통신학회 학술대회논문집, Vol. 2015, No. 6, [2015] 406~407
- [15] 김현진, 신희진, 이선영, 이상호, 최근 정보통신기술 BLE 비콘 기반 출석관리 시스템에 관한 연구, 한국통신학회 학술대회논문집, Vol. 2016, No. 11, [2016] 154~155
- [16] 이재규, 비콘과 심전도 센서를 이용한 자동 인증 시스템 구현 : 출결 시스템을 중심으로, 동국대학교 석사 학위논문 2017.
- [17] 박형석, 황경호, BLE 비콘을 이용한 애드혹 전자출결 확인 시스템, 한국통신학회, Vol. 42, No. 1, [2017] 227~229
- [18] 정서연, 위치 추적 기술을 활용한 자동출결관리 시스템의 구축, 전북대학교 정보과학대학원 석사 학위논문 2018
- [19] 이준혁, 스마트폰의 BLE 광고 기능을 이용한 전자출결 시스템, 한국융합학회논문지, Vol.8, No.1, [2017] 7~12
- [20] 손대웅, BLE Advertise Mode를 활용한 출석 확인 시스템, 아주대학교 석사 학위논문 2016
- [21] 권동준(2016. 3. 3.), “날아다니는 비콘 ‘플라잉비콘’ 나왔다”, 전자신문
- [22] 한국정보화진흥원, 비콘 서비스 부상과 새로운 비즈니스 확산, IT & Future Strategy, Vol.8, [2014]
- [23] Eddystone Format | Beacons | Google Developers, Google Beacon Playform, 2018년 4월 27일 수정, 2018년 11월 28일 접속, <https://developers.google.com/beacons/eddytone>

- [24] Pereira, Rodrigo V. M. et al. “A Digital Implementation of Eddystone Standard Using IBM 180nm Cell Library.” 2017 VII Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC) [2017] 161–166.