

A Study of Attendance Management System using Beacon and BLE Advertisement Function

Bong-Soo Jang*, Sang-Joon Lee**, Ho-Young Kwak***

Abstract

In this paper, we propose an electronic attendance management system using the bluetooth function of the beacon and BLE advertising function of the smart phone. In the beacon-only bluetooth attendance confirmation system, it is needed more than one beacons according to the class room sizes. A BLE advertising function based attendance confirmation system can not provide the information about the location of the attendances. In the proposed system, 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 system, 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

1. Introduction

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 RFID, NFC, 블루투스 등 같은 기술을 이용한다[1-9]. RFID를 사용할 경우, RFID칩이 내장된 카드를 RFID 리더기에 태그하여 출결 확인을 진행하기 때문에, 대리 출석을 방지하기 어렵고, RFID 리더기가 추가로 필요하다. 그리고 NFC는 수신범위가 짧고 보통 책상에 붙여서 사용하는 편이 많아 태그 손상이 잦다.

사물인터넷에서 근거리 무선 통신에 많이 사용되는 블루투스 비콘 기술을 이용한 전자출결 확인 시스템은 학습자가 비콘 신호가 있는 특정 장소에 진입하면 학습자의 스마트폰이 해당 비콘 신호를 감지하고 서버에 접속하여 출석처리를 수행한다.

대부분의 연구는 학습자의 위치를 찾기 위한 삼각측량을 이용하기 때문에 여러 개의 비콘이 필요하다[10-14].

그리고 최근 BLE 광고 기능을 이용한 연구는 이동식 전자

출결 시스템으로 활용하기 위한 형태로 현재 위치를 특정 짓기 힘들다[15-16].

본 논문에서는 학습자가 아닌, 교수자가 비콘으로 위치를 확인, 교수자의 스마트폰의 애플리케이션으로 출결을 하게 하는 방식을 제안하였다. 기존의 방식은 여러 개의 비콘의 블루투스 기능을 이용하여 학습자의 위치를 확인해야하지만 제안한 방식은 강의실당 한 개의 비콘 만 설치하면 위치를 특정하여 출결을 확인할 수 있다.

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

• First Author: Bong-Soo Jang, Corresponding Author : Sang-Joon Lee

*Bong-Soo Jang (jbs0209@gmail.com), School of Computer Engineering, Jeju National University

**Sang-Joon Lee (sjlee@jejunu.ac.kr), School of Computer Engineering, Jeju National University

***Ho-Young Kwak (kwak@jejunu.ac.kr), School of Computer Engineering, Jeju National University

• Received: 2018. 07. 23, Revised: 2018. 08. 05, Accepted: 2018. 08. 07.

• This research was supported by the 2017 scientific promotion program funded by Jeju National University

II. Related works

1. Bluetooth

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 전력 소모가 증가 하여 스마트 기기에서 제한적인 서비스만 가능하다. 블루투스 4.0 버전은 이러한 문제들을 개선하여 전력 소모를 줄이도록 설계 되었는데 블루투스 3.0에 비해서 상대적으로 낮은 활성화 상태 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 블루투스 클래식 방식과 블루투스 저에너지(Bluetooth Low Energy; BLE) 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.[10]

2. 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.[15] 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.

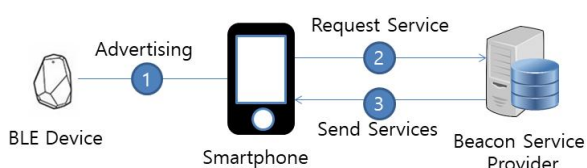


Fig. 1. Operating principle of iBeacon

3. Beacon Attendance Checking System

비콘 출결 시스템은 교수자가 출석 체크를 시작하면 삼각 측량을 이용해 학습자가 자체적으로 비콘 인식, 홈페이지 접속을 하여 위치를 확인한다. 좁은 강의실에서도 3개의 비콘이 필요하고, 만약 비콘을 한 곳에만 설치 할 경우, 강의실이 규모가 크다면 학습자가 출석을 위해 해당 위치 근처로 이동해야 한다.

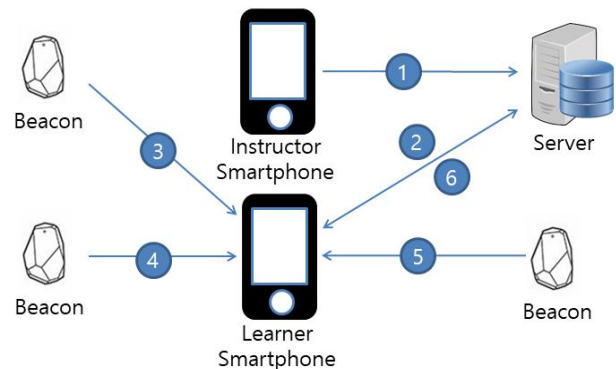


Fig. 2. Beacon Departure System configuration

- 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.

4. Attendance Checking System Using BLE Advertise Of Smartphone

스마트폰의 BLE 광고 기능을 이용한 출결 시스템의 경우, 시간과 장소의 문제를 해결하기 위한 연구이고, 교수자의 스마트폰의 BLE 광고를 학습자의 스마트폰에서 받아 출석을 확인하는 시스템이다.

이 시스템의 경우는, 위치를 확인하는 것은 아니기 때문에, 장소를 특정하지 못하는 문제가 생긴다.

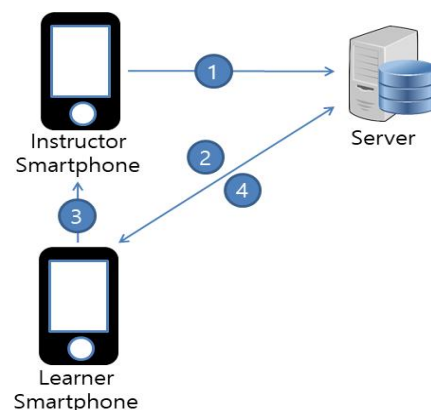


Fig. 3. The decision system configuration using the BLE Adoptions feature

- 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.

III. The Proposed System

1. System design

시스템 동작도는 [Fig. 4]와 같다.

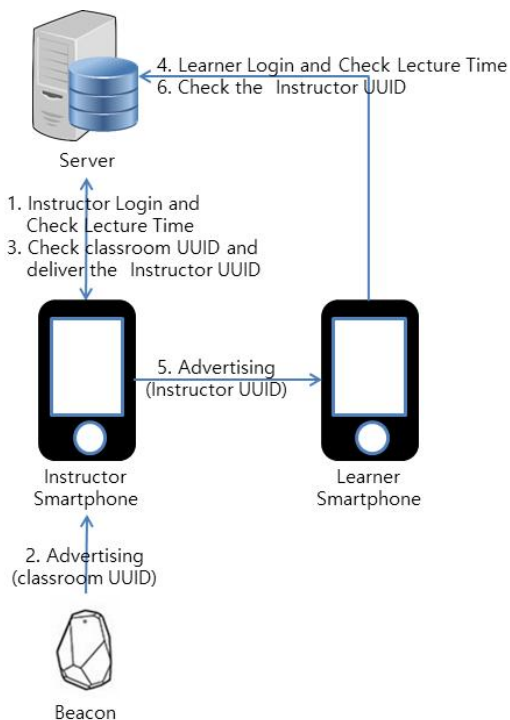


Fig. 4. Proposed system configuration diagram

제안 시스템은 서버 구성요소는 출결관리서버로 인증과 전자출결을 위한 데이터베이스와 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 스

마트폰에서 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 강의가 아닐시, 강의 아님 화면을, 강의일시 로그인된 화면을 보여준다.

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

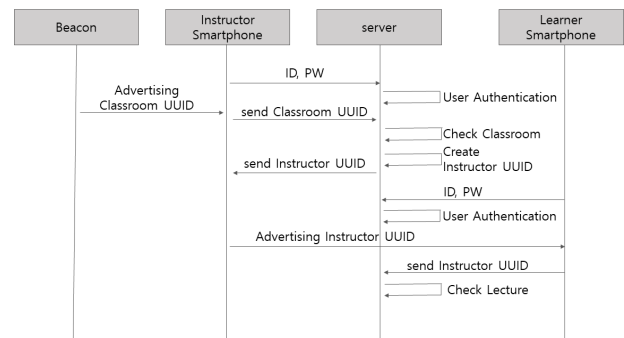


Fig. 5. Sequence diagram of the proposed system

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 보낸 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.

[Fig. 5]는 출석 관리 시스템에서 비콘, 교수자 스마트폰, 학습자 스마트폰과 출결관리 서버 사이의 메시지 흐름을 나타낸다.

제안 시스템의 활동도는 [Fig. 6]과 [Fig. 7]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 암호

가 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.

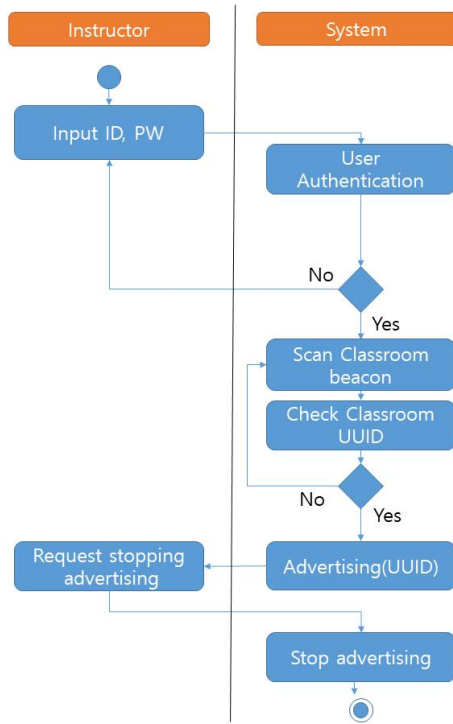


Fig. 6. Proposed system activity diagram(Instructor App)

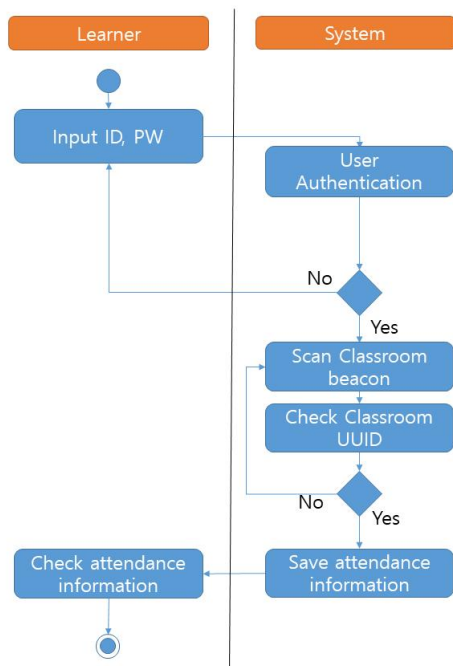


Fig. 7. Proposed system activity diagram(Learner App)

2. Database design

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 위한 강의번호, 교수자의 교번과 강의명으로 구성한다.

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

강의실정보 엔티티는 강의실번호, 강의실명, 강의실 UUID로 구성된다.

설계된 결과는 [Fig. 8]과 같다.

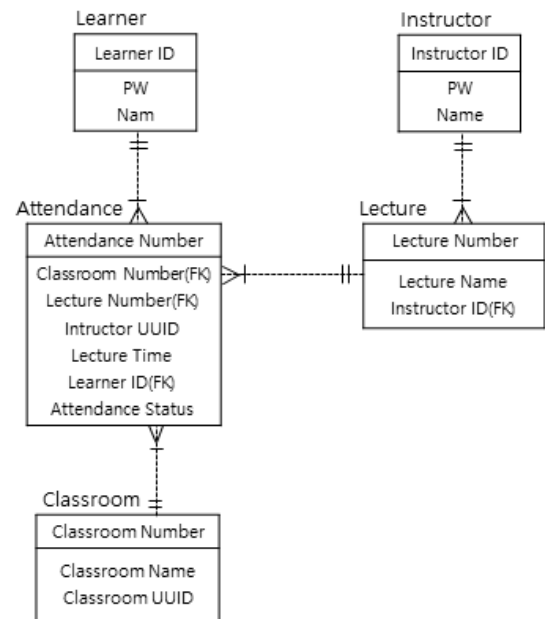


Fig. 8. Proposed system ERD

IV. Implementation and evaluation

1. Implementation environment

제안 시스템의 구현환경은 다음과 같다.

서버는 아파치, PHP, MariaDB를 이용해 구현하였고, 스마트폰은 안드로이드와 아이폰 환경에서 구현하여 JAVA와 Swift 언어를 사용하였다.

비콘은 RECO 비콘을 이용하였으며, 그 스펙은 Table 1과 같다.

Table 1. RECO Beacon Spec.

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 500ms)
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)

2. UI design



Fig. 9. Instructor screen

[Fig. 9]는 교수자 화면이다.

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



Fig. 10. Learner screen

[Fig. 10]은 학습자 화면이다.

첫 번째 화면은 교수자 화면에서와 같이 로그인 화면이다. 로그인 후 BLE 옵저버 기능으로 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.

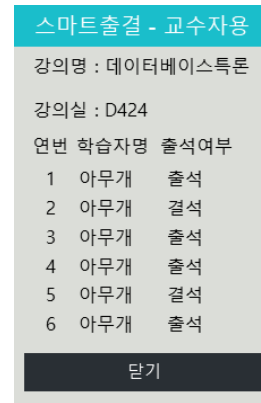


Fig. 11. Instructor screen
(check window)

[Fig. 11]는 교수자 스마트폰에서 출결여부를 보는 창이다. 학습자가 출결을 완료하면 해당 창에 '출결'이라고 보이게 된다. 다음의 Table 2는 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 하며, 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.

Table 2. Compared to existing systems

Div.	Beacons per classroom
The Proposed System	1
Electronic Attendance System Using Beacon	3 or more
Electronic Attendance System Using BLE Advertising Function of Smart phone	none

V. Conclusions

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 단일 비콘으로 교수자의 위치를 확인하고 교수자의 스마트폰의 애플리케이션으로 출결을 확인하게 하는 방식을 제안하고 구현하였다.

테스트 결과 제안 시스템은 한 개의 비콘만을 이용하고 스마트폰 간 BLE 광고기능을 이용하여 학습자의 위치 파악이 가능한 출석관리가 가능함을 보였다.

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

REFERENCES

- [1] Bong-Ki Kim, "An Implementation of Auto Attendance Management System based on App using NFC Technique", Journal of the Korea Academia-Institute of Technology, Vol. 17, no. 2, pp. 719-723, February 2016.
- [2] Sun-ju Park, "Attendance Check System based on Smartphone using QR code", Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 18, No. 2, pp. 325-334, June 2014.
- [3] Keun-A Kim, "Design and Implementation of Attendance Management System Using RFID Application Framework", Master's Thesis, Pukyong National University, 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, id. 00038, 2014.
- [5] Sung-Geun Lee, Han-Il Kim, "A Study on Implement of Attendance management system using RFID connected to NEIS", Korea Multimedia Society Fall Conference, Vol. 11, pp. 55-58, November 2008.
- [6] Guang-Zhu Lee, Sung-Woon Choi, Chang-Ho Lee, "Development of Automatic Attendance Check System Using 900MHz RFID", Journal of the Korea safety management & science, Vol. 8, No. 4, pp. 119-127, 2006.
- [7] So-Hee Park, Byeong-Cheoul Moon, "The Development of Attendance Management System Using the RFID", Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 11, No. 2, pp. 139-146, June 2007.
- [8] Byung-Hyun Moon, Tae-Hoon Lee, Yong-Seok Seo, Ji-Young Hwang, Jeong-Tak Ryu, "RFID-based access management robot", Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 13, No. 4, pp. 139-144, 2008.
- [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, pp. 93-109, 2016.
- [10] Myeong-Jin Ahn, Jae-Hwang Oh, Yu-Jin Jeon, Soon-Heum Lee, "Appointment management application using MiniBeacon", Proceedings of KIIT Summer Conference, Vol. 2017, no. 6, pp.287-290, June 2017.
- [11] Yong-hwa Park, Jae-Young Baek, Gabor Prox, Kyung-Soo Bae, Kyu-Hyung Do, Jung-Jun Kim, "Attendance check system based on Bluetooth beacons", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, Vol. 2015, no. 6, pp. 406-407, June 2015.
- [12] Hyun-Jin Kim, Hee-Jin Shin, Seon-Yeong Lee, Sang-Ho Lee, "A Study on the BLE Beacon-based Attendance Management Systems", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, Vol. 2016, no. 11, pp. 154-155, November 2016.
- [13] Jae-Kyu Lee, "Implementation of Automatic Authentication System using ECG Sensor and Beacon: Focused on Attendance System", Master's Thesis, Dongguk University, 2017.
- [14] Hyung-Seok Park, Gyung-Ho Hwang, "Ad-hoc Electronic Attendance Checking System Based on BLE Beacon", The Journal of the KICS, Vol. 42, No. 1, pp. 227-229, January 2017.
- [15] Jun-Hyuk Lee, "Electronic Attendance System Using BLE Advertising Function of Smartphone", Journal of Fusion Research, Vol.8, no.1, pp. 7-12, January 2017.
- [16] Dae-Ung Son, "Attendance Checking System based on BLE Advertise Mode", Master's Thesis, Ajou University, 2016.

Authors



Bong-Soo Jang received the B.S. degrees in Computer Engineering from Jeju National University, Korea, in 2012. He is interested in intelligent system



Sang-Joon Lee received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Chung-Ang University, Korea, in 1984, 1989 and 1992, respectively. Dr. Lee joined the faculty of the Department of Computer Engineering at

Jeju National University, Jeju, Korea, in 1992. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He is interested in intelligent system, computer algorithm.



Ho-Young Kwak received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Hong-Ik University, Korea, in 1983, 1985 and 1990, respectively. Dr. Kwak joined the faculty of the Department of Computer Engineering at Jeju National University,

Jeju, Korea, in 1990. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He has served as the Vice-president of The Korean Society of Computer Information. He is interested in IT-Medical convergence, USN, IoT Technology and software system.