한국정보전자통신기술학회논문지(jkiiect)'20-12, Vol.13 No.6
논문 20-13-06-496 http://dx.doi.org/10.17661/jkiiect.2020.13.6.496

지오펜스 기반 스마트 출결시스템 설계

홍성표*, 김태연**

Design of Geo-fence-based Smart Attendance System

Seong-Pyo Hong*, Tae-Yeun Kim**

요 약 전자출결관리시스템의 경우 일부 대학 및 교육기관에서 시범적으로 도입, 운영하고 있다. 그러나 대부분의 관련시스템은 기존의 바코드 및 마그네틱 카드시스템을 설치, 운영하고 있으며, 비접촉식 RF카드를 도입하여 강의실의 출결관리를 하고 있으나 인식거리(5cm이하) 문제, 학생들의 출결을 위한 매번 카드를 리더기에 읽혀야하는 체크과정을 요구함으로 학생들의 강의실 이용의 혼잡 발생 등의 문제점을 야기 시켰다. 또한 한번 체크한 기록을 가지고 한 과목의 강의시간에 활용하므로 중간이석(조퇴, 두 번째 강의시간 결석 등) 상황에 실시간으로 대응 할 수 없다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서 제안된 다양한 모바일 출결 시스템들 또한 스마트폰의 애플리케이션만을 활용하여 출석여부를 확인하기 때문에 중간 이석 및 대리 출석 등과 같은 문제들을 본질적으로 해결하지는 못하는 실정이다. 본 논문에서는 가상의 경계로 구분된 영역에 대해서 사람, 사물 등의 진입과 진출을 감지하는 측위 기반 기술인 지오펜싱 기술을 이용하여 수강생이 스마트폰을 가지고 지오펜스로 설정된 강의실을 드나들 때 출입기록을 자동으로 기재하도록 설정하여 중간 이석 및 대리출석 문제를 해결하는 스마트 출결시스템을 제안한다. 그리고, 강의실에 입장할 때 스마트폰의 기능 일부를 제한(무음, 진동, 인터넷 사용)하여 스마트폰을 통해 발생되는 의도하지 않은 실수들을 미연에 방지할 수 있는 기능 또한 제공한다.

Abstract The electronic attendance management system is being introduced and operated on a pilot basis by some universities and educational institutions. However, most of the related systems have installed and operated the existing barcode and magnetic card systems. Classroom attendance is managed by introducing RF cards, but it causes problems such as recognition distance (less than 5cm) and the need for a check process in which students have to read the card each time with a reader for attendance. Also, it is not possible to respond in real time to the situation of midterm (early leave, absence from the second lecture time, etc.) because it is used in the lecture time of one subject with the record checked once. In order to solve these problems, the various mobile attendance systems proposed to solve these problems are also unable to fundamentally solve problems such as interim attendance and proxy attendance because they check attendance using only the application of a smartphone. In this paper, we use geofencing technology, which is a positioning-based technology that detects the entry and exit of people, objects, etc. in areas separated by virtual boundaries. The proposed system solves the problem of intermediate attendance and alternate attendance by setting the student to automatically record the access record when entering and leaving the classroom set as a geofence with a smartphone. In addition, it also provides a function to prevent unintentional mistakes that occur through the smartphone by limiting some of the functions of the smartphone such as silence, vibration, and Internet use when entering the classroom.

Key Words : Attendance System, Geofencing, BLE module, Beacon, Location Awareness

This study was supported by research funds from Chosun University, 2020.
*National Program of Excellence in Software center, Chosun University
**Corresponding Author : National Program of Excellence in Software center, Chosun University, (tykim@chosun.ac.kr)
Received December 07, 2020 Revised December 14, 2020 Accepted December 16, 2020

1. 서론

대학에서 강의실 내에 설치된 단말기를 통해 학생증을 이용하여 출석여부를 확인하는 현재의 전자출결 시스템 방식은 학생들이 대신 출석을 하거나 출석만 하고 나갈 경우 부정 출석 문제가 발생하게 되는 문제점이 존재한다. 앞서 언급한 문제들을 해결하기 위해서 다양한 모바일 출결 시스템들이 제안되었으나 제안된 모바일 출결 시스템들 또한 스마트폰의 애플리케이션만을 활용하여 출석여부를 확인하기 때문에 중간 이석 및 대리 출석 등의 문제들을 본질적으로 해결하지는 못하고 있다[1][2]. 따라서 본 논문에서는 가상의 경계로 구분된 영역에 대해서 사람, 사물 등의 진입과 진출을 감지하는 측위 기반 기술인 지오펜싱 기술을 이용하여 수강생이 스마트폰을 가지고 지오펜스로 설정된 강의실을 드나들 때 출입기록을 자동으로 기재하도록 설정하여 중간 이석 및 대리출석 문제를 해결하는 스마트 출결시스템을 제안한다.

제안 시스템은 지오펜싱 기술을 이용하여 강의실 입출 기록을 자동으로 저장하여 수업시간 이외의 이석 및 대리출석 여부를 바로 확인할 수 있으며, 강의실에 입장할 때 스마트폰의 기능 일부를 제한(무음, 진동, 인터넷 사용)하여 스마트폰을 통해 발생되는 의도하지 않은 실수들을 미연에 방지할 수 있는 기능을 제공한다.

2. 관련 연구

2.1 지오펜스(Geo-fence)

지오펜스는 '지구', '토양' 등의 뜻을 나타내는 접두어인 'Geo'와 울타리를 의미하는 단어인 'fence'가 결합한 단어로써, 사전적으로는 "실제 지형에 구획된 가상의 반경(a virtual perimeter for a real-world geographic area)"을 의미하고, 기술적으로는 특정한 지리적 위치 주변에 설정한 지오펜스 안으로 RFID 태그나 모바일 기기가 진입하거나 빠져나가는 순간, 미리 설정된 동작이 앱 또는 다른 소프트웨어에서 진행되는 원리이다. 이때 GPS, 와이파이(Wi-Fi), RFID 또는 셀룰러 데이터 등이 활용되어 진다. 즉, 그림 1과 같이 가상의 경계로 구분된 영역에 대해서 사람, 사물 등의 진입과 진출을 감지하는 측위 기반 기술을 뜻한다[3][4].

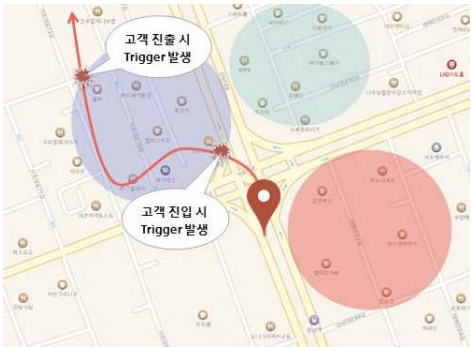


그림 1. 지오펜스의 기본동작
Fig. 1. Basic Operation of Geofence

2.2 지오펜스 활용

2.2.1 소셜미디어 서비스

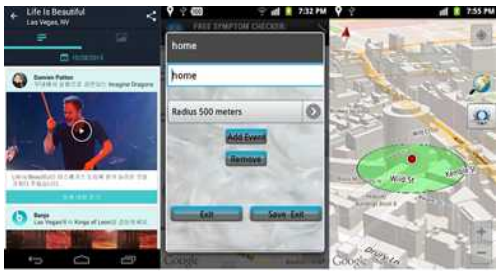


그림 2. 'Banjo' App 캡쳐 이미지
Fig. 2. 'Banjo' App Snapshot

소셜미디어는 가장 기본적인 지오펜싱 활용 방식으로 위치 기반 필터, 스티커, 기타 공유 가능한 콘텐츠를 모두 지원하고 있다. 지오펜싱 서비스가 적용된 'Banjo' App[5]는 유저의 주변에서 페이스북, 인스타그램 등 소셜 네트워크 서비스를 사용하는 사람들의 이야기와 특정 장소에서 일어나고 있는 일을 실시간으로 제공한다. 특히 친구 알림 기능은 유저가 설정한 범위 내에서 친구들이 체크인을 하면 'OOO님이 가까이에 있습니다' 와 같은 알림을 받을 수 있다. '어라운드' App 또한 유저가 설정한 범위 내에 있는 사람들의 이야기를 볼 수 있는 위치 기반 소셜 서비스로, 익명 소통이 특징이다.

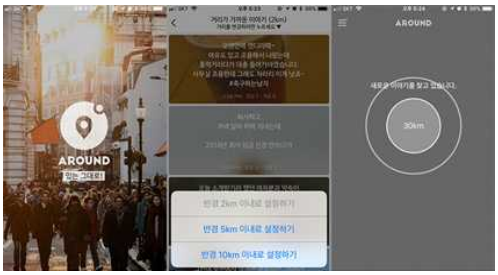


그림 3. 어라운드 App 캡쳐 이미지
Fig. 3. 'Around' App Snapshot

2.2.2 기업 타켓 마케팅

기업들은 지오펜싱을 이용해 소비자의 현재 위치를 파악, 가장 가까운 매장의 위치를 알려주거나 필요할 법한 제품을 안내하기도 한다. 일부 회사들은 경쟁업체 주변에 지오펜스를 설치해 잠재 고객이 경계선에 접근하면 다른 매장으로 가라는 푸시 알림과 함께 할인 쿠폰을 보내는 등 지오펜싱을 이용한 마케팅 경쟁은 갈수록 치열해지고 있다[6][7].

과테말라의 프리미엄 운동화 매장인 '미트팩(Meat Pack)은 소비자 확보를 위해 위치기반 프로모션인 '하이잭(Hijack)'을 진행했다. 경쟁사 매장에 GPS 기능을 설치해 방문 고객들의 위치를 파악한 후, 쇼핑 앱을 통해 '99% 할인쿠폰'을 획득할 수 있는 메시지를 전송했는데 독특한 점은 99%였던 할인율이 1초에 1%씩 줄어드는데 미트팩 매장에 도착해야만 카운트다운이 멈추도록 적용한 것이다. 소비자들은 이른 시간 내 매장에 도착하기 위해 전력 질주를 했고, 미트팩은 경쟁사 고객을 확보하는 데 성공하게 된다.

국내 사례로는 최근 모바일플랫폼 앱 '신한 판(FAN)'[8]에 지오펜싱 서비스를 적용한 신한카드를 들 수 있다. 해당 앱을 설치한 여행객은 인천공항에 도착하자마자 알림 메시지를 통해 여행자 보험 상품에 대해 안내받아 쉽고 간편하게 가입할 수 있다. 또 특정 매장에 들어섰을 때 신한카드 사용 시 할인율이나 다양한 혜택 등의 정보를 받아볼 수도 있다.

그림 4. '미트팩' App 캡쳐 이미지
Fig. 4. 'Meat Pack' App Snapshot

이외에도 미국 중서부 슈퍼마켓 체인점인 마이어(Meijer)는 스마트폰을 활용하여 맞춤형 정보와 가상 쿠폰을 제공하고 있으며, 의류업체인 노스페이스도 매장의 주변과 스키휴양지, 공원을 중심으로 지오펜스 마케팅을 적용하는 등 유통업체 전반으로 확산되고 있다[9][10].

2.2.3 안전 및 기타

갈수록 늘어가는 사회적 범죄로 인해 신변의 안전에 촉각을 기울이는 사람들이 늘고 있다. 특히 언제 어디서든 자녀의 위치를 확인할 방법을 찾는 부모들이 많다. 'VIVOplay' 손목시계[11]는 사용자가 직접 지오펜스를 설정해 경계를 벗어나면 경고음과 함께 부모의 스마트폰으로 위치를 알려주어 자녀가 있는 부모뿐만 아니라 가족, 친구 등이 위험에 빠지지 않게 안전한 울타리를 만들어 준다.

기타 활용으로는 냉장고에 우유가 떨어지면 식료품점을 지나갈 때 알려주고, 귀가 시 지오펜스를 이용해 온도조절장치를 적정 온도로 설정할 수 있다. 또 집에 도착하면 자동으로 폰이 잠금 해제되도록 설정할 수 있고, 누군가가 집에 들어오거나 나가면 알림을 받을 수 있어 지오펜싱 도입과 함께 모바일 기기의 보안력도 한층 강화되는 효과를 가져왔다[12].

그림 5. VIVOplay 손목시계
Fig. 5. VIVOplay Watch

2.3 안드로이드용 Geofencing API

2013년 구글은 안드로이드 위치 서비스(Android Location Service)에 지오펜싱을 지원하여 새로운 지오펜싱 API를 추가하였다[13]. 다음 표 1은 안드로이드용 지오펜싱 API에서 제공되는 클래스와 인터페이스의 역할에 대한 것이다.

표 1. 안드로이드 지오펜싱 API
Table 1. Geo-fencing API for Android

API	Explanation
interface Geofence	Define constants related to geofence and express geofence geographic shape
class Geofence Builder	Geofence shape, expiration time, id and initial state setting
class GeofencStatusCodes	Geofence related state management-unavailable geofence, too many geofences
interface class GeofencingApi	State management for geofence addition and removal
class class GeofencingEvent	Event handling from GeofencingApi Trigger event for entering/exiting geofence - Error handling after geofence registration and monitoring
class GeofencingRequest	Geo-fence conversion type management(Entered|Exited|Dwell)
class GeofencingRequest. Builder	Add Geofence

그림 6은 제공되는 API를 이용하여 지오펜싱 서비스가 동작하는 과정을 보여준다. API에서 제공되는 지오펜스는 크게 2가지 기능으로 나뉜다. 하나는 지오펜스를 생성하고 모니터링하는 기능(Geofence Creation & Monitoring)이고, 또 하나는 지오펜스 영역에 진/출입에 대한 전환 서비스(Transition Service)로 나뉜다. 기본적으로 사용자의 위치 탐색을 시작으로 사용자가 정의한 지오펜스에 대한 정보를 토대로 지오펜스를 추가하고 제거하는 작업을 수행한다. 설정된 지오펜스를 추가하면 지오펜스 영역에 입장 상태로 설정(Initial Geofence State)하고 지오펜스가 추가되었다는 정보(intent)를 토대로 전환 서비스가 백그라운드에서 동작한다. 전환 서비스는 사용자의 위치를 지속적으로 탐색하여 지오펜스를 벗어나는지(Exited), 지오펜스내에서 이동 중인지(Dwell), 지오펜스에 입장을 하는지(Enterd)를 식별하여 알려준다.

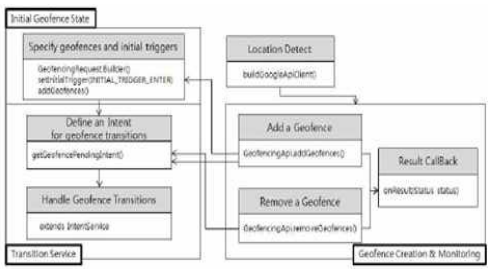


그림 6. 지오펜싱 API 서비스 과정
Fig. 6. Service process of Geofencing API

3. 시스템 설계 및 구현

본 논문에서 제안하는 스마트 출결시스템의 구성도는 그림 7과 같다. 스마트폰의 애플리케이션을 통하여 각 블루투스 모듈의 각 BLE 모듈의 TxPower 값과 RSSI 값[14][15]을 전달한 뒤, 스마트폰의 학생 정보와 MAC 주소를 앞서 전달된 TxPower 값, RSSI 값과 함께 출석 프로그램에 전달한다. 출석 프로그램은 전달받은 정보들을 통하여 스마트폰의 위치를 파악하고 출석 여부를 처리한 후 스마트폰의 기능 일부를 제한(무음, 진동, 촬영, 인터넷 사용)한다.

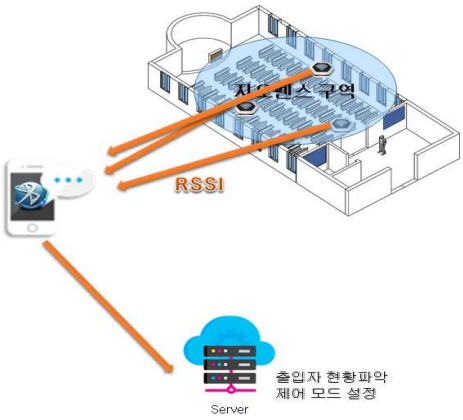
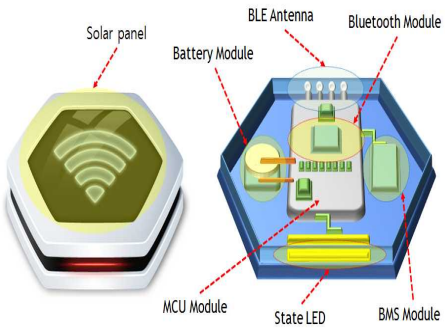


그림 7. 시스템 구성도
Fig. 7. Structure of the proposed systems

3.1 BLE 모듈 설계



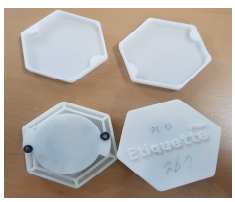


그림 8. BLE 비콘
Fig. 8. BLE beacon

BLE 모듈은 그림 8과 같이 MCU 모듈, BMS 모듈, 안테나, 배터리, 등으로 구성된다. Bluetooth 모듈은 정보를 건당 350 msec 속도로 전달함으로서 실시간 위치 판독과 배터리소모 효율성을 높도록 하였다. 전원의 경우 이차전지와 신재생에너지(태양광) 장치를 이용한 독립형태의 전원제어 시스템으로 설계 제작하였다. 주간에는 태양광 모듈을 활용하여 생성된 전력을 실시간으로 이용하며, 야간 또는 부조 일에는 리튬인산철 이차전지를 활용한다. 또한 충전량 및 발전량 부조 유무를 확인할 수 있도록 LED를 장착하였다.

3.2 스마트 출결 App

학생이 스마트폰 애플리케이션에서 출석 버튼을 누르게 되면 스마트폰 애플리케이션을 통해서 각 BLE 모듈의 TxPower 값과 RSSI 값을 전달된 뒤, 스마트폰의 학생 정보와 MAC 주소를 앞서 전달된 TxPower 값, RSSI 값과 함께 출석 프로그램에 전달한다. 출석 프로그램은 전달된 정보들을 통하여 스마트폰의 위치를 파악하고 출석을 처리한 후 스마트폰의 기능 일부를 제한(무음, 진동, 촬영, 인터넷 사용)한다.

스마트폰 App은 스마트폰 제어(무음, 진동, 알람, WI-Fi 제어), 입/출 판별 기능, 실시간 BLE 위치 판독 정보 수신으로 구성된다.

입/출 판별은 그림 9와 같이 각각의 구역 진입과 진출 판별 메소드로 구성되어져 있다. 진입 판별 메소드 didEnterRegion( )와 진출 판별 메소드 didExitRegion( )은 강의실에 설치된 BLE 비콘을 통해 수신된 스마트폰 소지자의 위치정보를 기반으로 하여 진입과 출입 여부를 판단한다.

스마트폰 소지자의 위치는 각각의 비콘에서 송출하는 블루투스 신호를 통해 고유 식별자(Identifier)로 기능하기 때문에 구분할 수 있다. 진입으로 판별된 경우에는 스마트폰 제어(무음, 진동, WI-Fi 제어, 알람) 메소드인 Set_Beacon_Ctl( )를 호출함으로서 관리자가 설정해 놓은 모드를 통해 제어한다. 진출로 판별된 경우에는 이전상태로 제어하며, 구현 코드는 그림 10과 같다.

```
public void didEnterRegion(RECOBeaconRegion region, Collection<RECOBeacon> beacons) {
    for(Iterator<RECOBeacon> irb = beacons.iterator(); irb.hasNext();){
        RECOBeacon beacon = (RECOBeacon)irb.next();
        switch (beacon.getMajor()) {
            case 100: {
                //Hello area
                sendFirebaseMessage(beacon);
                break;
            }
            case 200: {
                // Etiquette area
                Set_Beacon_Ctl(beacon, true);
                break;
            }
            default: {
                break;
            }
        }
    }
}


public void didExitRegion(RECOBeaconRegion region) {
    if(region.getUniqueIdentifier().equals("SE-CTL")){
        Control_Mode = false;
        this.startRangingWithRegion(region);
        WaitCtl = new TimerTask() {
            @Override
            public void run() {
                if(!Control_Mode) {
                    Set_Beacon_Ctl(null, false);
                }
            }
        };
        WaitTimer = new Timer();
        WaitTimer.schedule(WaitCtl,12000 );
    }
}
```

그림 9. 진입과 출입 판별 메소드 코드
Fig. 9. Enter/exit discrimination method code

```
private void Check_HelloMsg(RECOBeacon beacon){
    long SysTime = System.currentTimeMillis() ;
    if(!Se_Application.Com_Msg){
        .. .. .. .. .. ..
        Send_Service(beacon);
    }else {
        if (Se_Application.Bh_SiteCode != beacon.getMinor()) {
            Se_Application.Bh_SiteCode = beacon.getMinor();
            Se_Application.ComHello_Time = SysTime;
            Send_Service(beacon);
        } else {
            if ((SysTime - Se_Application.ComHello_Time) > mComHelloCheckExpirationTime) {
                Se_Application.ComHello_Time = SysTime;
                Send_Service(beacon);
            }
        }
    }
}
public void Set_Beacon_Ctl(RECOBeacon beacon, boolean mode){
    .. .. .. .. .. ..
        RingMode  = Se_Application.am.getRingerMode();
    if(Se_Application.Bc_Type.equals("SVIB")) {
        Se_Application.Ring_Control = false;
        Se_Application.am.setRingerMode(AudioManager.RINGER_MODE_VIBRATE);
    }else if(Se_Application.Bc_Type.equals("SMUTE")) {
        Se_Application.Ring_Control = false;
        Se_Application.am.setRingerMode(AudioManager.RINGER_MODE_SILENT);
    }else if(Se_Application.Bc_Type.equals("AVIB")) {
        Se_Application.Ring_Control = true;
        Se_Application.Ring_Mode_Val = AudioManager.RINGER_MODE_VIBRATE;
        Se_Application.am.setRingerMode(AudioManager.RINGER_MODE_VIBRATE);
    }else if(Se_Application.Bc_Type.equals("AMUTE")) {
        Se_Application.Ring_Control = true;
        Se_Application.Ring_Mode_Val = AudioManager.RINGER_MODE_SILENT;
        Se_Application.am.setRingerMode(AudioManager.RINGER_MODE_SILENT);
    }
    }else{
        .. .. .. .. ..        }
    }
}
```

그림 10. 스마트폰 제어 메소드 코드
Fig. 10. Smart phone control method code

제안 출결시스템 테스트를 위해 그림 11과 같이 3개의 BLE 모듈을 강의실에 설치한 후 입출 상황을 확인하였다,

수강생의 출석여부를 파악하기 위해서 강의실에 설치된 BLE 모듈의 TxPower 값, RSSI 값을 반복 측정한 후 기준 데이터를 만든 후, 학생의 출석으로 데이터가 수신되면 기준 데이터와 비교하여 출석여부를 확인할 수 있도록 하였다.

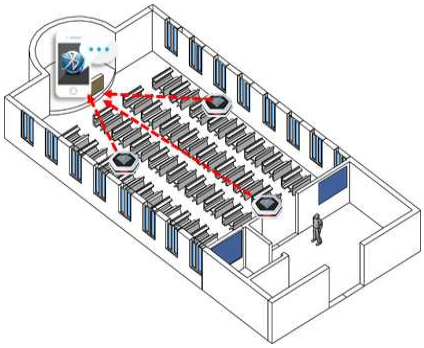


그림 11. 테스트 환경
Fig. 11. Test environment

기존 출결시스템은 출석 후 학생이 무단 이석으로 발생하는 부정 출석 문제를 해결할 수 없다. 본 논문에서 제안한 스마트 출결 시스템은 위와 같은 문제를 해결하기 위해 블루투스 모듈이 지속적으로 신호를 보낸는 점을 활용하여 일정 시간마다 신호를 수신하여 시존 데이터와의 비교를 통해 이석여부를 확인할 수 있도록 하였다. 따라서 수업 시간 동안 한 번이라도 출석이 확인되지 않는 경우에는 부정 출석으로 간주하여 최종 출석부 여부를 결석으로 처리하도록 하였다.

테스트결과 기 모바일 출결 시스템들의 문제점인 인식거리(5cm이하) 문제, 학생들의 출결을 위한 매번 카드를 리더기에 읽혀야하는 체크과정을 요구함으로 학생들의 강의실 이용의 혼잡 발생 등의 문제들은 해결하였으나, 날씨 및 장애물과 같이 주변 환경에 쉽게 영향을 받는 불안정한 RSSI 값의 특성에 따른 문제 등은 향후 해결방안 연구가 필요하다.

4. 결론

기존의 출결 시스템들은 스마트폰 애플리케이션만을 사용하여 출석여부를 확인하기 때문에 중간 이석 및 대리 출석 문제들을 본질적으로 해결하지는 못하고 있다.

본 논문에서 제안한 스마트 출결시스템은 지오펜싱 기술을 이용하기 때문에 강의실 입출 기록을 자동으로 저장하여 수업시간 이외의 이석 및 대리출석 여부를 바로 확인할 수 있으며, 강의실에 입장할 때 스마트폰의 기능 일부를 제한(무음, 진동, 인터넷 사용)하여 스

마트폰을 통해 발생되는 의도하지 않은 실수들을 미연에 방지할 수 있는 기능을 제공하도록 하였다.

REFERENCES

[1] J. K. Kim and Y. S. Kim, "A Study on Wireless Classroom Management System of Location Based Service", Proc. of the IEIE summer Conference, pp. 1674-1677, Jun, 2014.

[2] K. H. Hong and S. H. Kim, "Smart Attendance check System Implementation using Location Based Service", Proc. of the KICS winter Conference, pp.616-617, Jan, 2016.

[3] Geo-fence-Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Geo-fence

[4] M.Rouse, http://whatis.techtarget.com/definition/geofencing

[5] Banjo, http://ban.jo/

[6] 월스트리트 저널, http://online.wsj.com/news/articles/

[7] Namiot, Dmitry, and Manfred Sneps-Sneppe, "Geofence and network proximity", Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking, Springer Berlin Heidelberg, pp.117-127, 2013.

[8]http://www.seoulfn.com/news/articleView.html?idxno=281682

[9] Martin, Eladio, et al. "Precise indoor localization using smart phones", Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia, ACM, 2010.

[10] F. Reclus, Fabrice, and Kristen Drouard, "Geofencing for fleet & freight management", Intelligent Transport Systems Telecommunications, (ITST), 2009 9th International Conference on. IEEE, 2009.

[11] FiLIP, http://www.myfilip.com/

[12] Namiot, Dmitry. "GeoFence services." International Journal of Open Information Technologies, 2013.

[13] Google, https://developer.android.com

[14] Y. Wang, X. Yang, Y. Zhao, Y. Liu and L. Curthbert, "Bluetooth positioning using RSSI and triangulation methods," Consumer Communications and Networking Conference, 2013 IEEE, pp. 837-842, Jan, 2013.

[15] M. E. Rida, F. Liu, Y. Jadi, A. A. A. Algawhari and A. Askourih, "Indoor location position based on bluetooth signal strength," Information Science and Control Engineering (ICISCE), 2015 2nd International Conference on. IEEE, pp.582-586, April, 2015.

저자약력

홍 성 표(Seong-Pyo Hong)

- 2001년 : 조선대학교 대학원 (공학석사)
- 2005년 : 조선대학교 대학원 (공학박사-시스템소프트웨어)
- 2006년~2012년: 조선대학교 산학협력단 BK21 연구교수
- 2018년~현재 : 조선대학교 SW중신대학사업단 연구교수

〈관심분야〉 정보보호(Personal Information), IoT, 임베디드시스템 등

김 태 연(Tae-Yeun Kim) **[종신회원]**

- 2012~2015년 신한시스템즈(주) 연구소장
- 2012~2017년 광주보건대학교 겸임교수
- 2018~현재 조선대학교 조교수

〈관심분야〉 인공지능, 빅데이터, 감성공학, IoT