

어린이의 안전한 보행을 위한 iZone 시스템

민성희[†], 오유수^{**}

The iZone System for Safety Walking of Children

Seonghee Min[†], Yoosoo Oh^{**}

ABSTRACT

In this paper, we propose iZone system for safe walking of children. The proposed system recognizes the state that a child is down a roadway as a dangerous situation. And then it informs the surrounding adults and guardians of the child in the event of a dangerous situation. The iZone system consists of the iZone device that attaches to a child's bag or clothing, the iZone app for children, the iZone server, and external beacons. The proposed system uses the ultrasonic sensor of the iZone device and the GPS coordinates and external beacons information by the children's smartphone to determine the dangerous situation. The proposed system uses external beacons to calibrate the GPS coordinates. Moreover, it determines whether the child is down the roadway in sidewalk by measuring the height difference between the roadway and the sidewalk using ultrasonic sensor.

Key words: Safe Walking System for Children, iZone System, System for Children, GPS Coordinates Calibrations, Grasp User Position

1. 서 론

보행하는 어린이의 교통사고는 어린이 사망사고의 주요 원인중 하나로 보호자들의 주의가 필요하다. 경찰청에서 발표한 2017년 교통사고통계에 따르면 어린이의 교통사고 사상자 수는 14,286명으로 높은 추세이다[1]. 행정 안전부에 따르면 어린이들의 보행 중 사고의 주된 특성은 갑자기 차도로 뛰어드는 데 있다[2]. 어린이가 차도로 나올 경우 성인에 비해 키가 작아 운전자가 쉽게 발견하기 어렵고, 어린이의 대처 능력이 떨어지기 때문에 사고로 이어지기 쉽다. 어린이의 교통사고를 방지하기 위하여 어린이의 안전한 보행을 위한 다양한 방안들이 있으나 모두 수동적인 예방 방식이므로 어린이가 차도로 나오지 않도록

하는 적극적인 해결책도 필요하다.

현재까지 어린이의 안전을 위한 시스템들이 개발되어 왔다[3-7]. 이러한 시스템 중 대부분은 GPS, 비콘, Wifi 등의 장치 등을 이용하여 어린이의 위치를 파악한다[3-6]. 그러나 이러한 시스템들은 어린이의 현재 위치나 상태 정보만을 수집하기 때문에 위험 상황을 실시간으로 감지하지는 못한다. 따라서 어린이가 차도로 나오지 않도록 지도하고, 차도로 나왔을 때 위험을 알리는 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 어린이의 안전한 보행을 위한 iZone 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 보행하는 어린이가 차도에 있는 상태를 위험 상황으로 판단한다. 만약 어린이에게 위험 상황이 발생하면 어린이의 주변 사람들과 보호자에게 알림을 준다. 본 논문에서는

* Corresponding Author : Yoosoo Oh, Address: (38453) Daegudae-ro 201, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, Korea, TEL : +82-53-850-6654, FAX : +82-53-850-4799, E-mail : yoosoo.oh@daegu.ac.kr
Receipt date : Aug. 1, 2018, Revision date : Nov. 30, 2018
Approval date : Dec. 11, 2018

[†] Dept. of Computer & Communication Engineering, Graduate School, Daegu University
(E-mail : smin@daegu.ac.kr)

^{**} School of Computer & Communication Engineering, Daegu University

* This research was supported by the Daegu University Research Grant, 2015

위험 상황을 판단하기 위하여 위험지역과 안전지역의 GPS 범위를 저장하고, 스마트 폰의 GPS 신호와 외부 비콘을 이용하여 현재 위치를 파악한다. 특히 본 논문에서는 어린이가 인도에서 차도로 내려가는 상태를 빠르게 판단하기 위하여 초음파 센서를 추가로 사용한다. 초음파 센서는 차도와 인도의 단차를 측정함으로써 어린이가 연석 아래로 내려가는지 감지한다.

제안된 iZone 시스템은 iZone 디바이스와 iZone 앱, iZone 서버, 외부 비콘으로 구성된다. iZone 디바이스는 어린이의 가방 하단부나 의류의 가슴에 부착하는 형태로 초음파 센서와 부저, LED로 구성된다. 초음파 센서는 인도와 차도의 단차를 감지하고, 부저와 LED는 위험 상황임을 주변에 표시하는 역할을 수행한다. iZone 앱은 iZone 디바이스와 블루투스 통신으로 초음파 센서 값을 전달받고, 어린이 주변의 비콘 정보와 거리 센서 값, GPS의 위도, 경도 값을 더하여 iZone 서버로 데이터를 전송한다. iZone 서버에서는 전송받은 데이터를 저장하고, 어린이의 위험 상황을 판단한다.

2. 관련연구

이 장에서는 어린이의 안전한 보행을 위한 관련 연구에 대해 분석하였다[3-7]. 어린이의 안전한 보행을 위한 연구들은 주로 GPS를 이용하여 어린이의 위치를 파악하고 보호자에게 자녀의 현재 위치와 이동 경로를 안내한다. 또한 어린이 집이나 유치원 등에서 운행하는 통학 버스에 비콘을 달아 어린이의 휴대폰이 비콘 영역에 들어오면 보호자에게 알림을 줌으로써 어린이가 안전하게 등교했는지를 파악하는 시스템들이 있다. 관련 연구들은 어린이의 위험 상황을 판단할 수 없거나 어린이의 GPS 신호만을 이용하여 어린이가 정해진 위치를 벗어날 경우를 위험 상황으로 판단한다. 따라서 어린이가 보행시의 위급 상황을 정확하게 판단할 수 있는 시스템이 필요하다.

유치원 통학 어린이 안전시스템[4]은 어린이가 안전하게 유치원 통학 버스를 이용할 수 있도록 관련 정보를 보호자에게 전달하는 시스템이다. 이 시스템은 통학 버스 운전자의 앱에서 얻어온 위치 정보와 차량 동승 교사의 앱에서 얻어온 등/하원 정보를 GIS 기반 관제서버로 전달한다. 학부모는 통학 차량의 도

착 예정 시간 정보나 자녀의 등/하원 여부를 SMS로 확인할 수 있다. 그러나 이 시스템은 보호자가 해당 어린이의 직접적인 위치를 알기가 어렵다.

비콘을 활용한 통학 시스템 설계[5]는 어린이의 통학 버스와 관련된 사고를 예방하기 위하여 개발된 시스템이다. 이 시스템은 버스 운전자의 스마트 폰 앱에서 얻어온 위치 정보를 보호자와 기관에 실시간으로 푸시 메시지를 전달한다. 어린이가 소지한 비콘이 버스 운전자의 앱에서 검색되면 비콘의 UUID로 해당 어린이를 파악하고 버스에 탑승한 정보를 보호자와 기관에 전달한다. 버스 운전자 앱과 비콘 정보가 더 이상 수신되지 않으면 하차로 판단하여 하차 정보를 보호자에게 전달한다. 그러나 이 시스템은 버스 운전자 앱으로 어린이를 파악하기 때문에 어린이가 하차한 후의 위치는 파악하기 어렵다.

상황인식 기반의 스쿨존 통행안전 시스템[6]은 스쿨존(학교앞 어린이 보호구역)에 위치한 횡단보도에 스마트폴과 스마트가드를 설치하여 어린이가 횡단보도를 건널 때 발생할 수 있는 교통사고를 방지한다. 스마트폴은 이면도로에 설치되어 카메라와 레이저 센서, 어린이의 스마트 폰의 블루투스 4.0 정보로 어린이 보행자와 접근중인 차량을 감지하여 LED로 경고 알림을 제공한다. 스마트 가드는 횡단보도에 설치되어 3차원 카메라의 영상 정보와 레이저 센서 정보로 머신러닝을 통해 횡단보도 대기자와 차량의 여부 및 속도를 감지한다. 스마트 가드는 횡단보도 대기자와 차량의 속도를 고려하여 안전 상태를 판단하고, 보행자와 차량에 안전 표출 문구를 LCD에 출력한다. 그러나 이 시스템은 어린이의 위급 상황에 대한 메시지가 보호자에게 전송되지 않는다.

비콘을 활용한 놀이터에서의 어린이 위치 정보 활용 시스템[7]은 놀이터에 설치된 비콘으로 어린이의 위치를 파악하고 보호자에게 위치 정보를 전달한다. 이 시스템은 어린이의 스마트 폰 앱에서 가장 가까운 거리의 비콘 3개의 RSSI 값을 이용하여 삼변측량법으로 어린이의 위치를 계산한다. 그리고 보호자의 앱에서는 어린이의 위치를 확인하거나 어린이의 SOS 알림을 전달받을 수 있고, 귀가 시간을 설정하여 정해진 시간에 어린이가 귀가할 수 있도록 돕는다. 그러나 이 시스템은 비콘이 설치된 놀이터로 서비스 범위를 한정하였다.

3. 제안된 iZone 시스템

Fig. 1은 제안된 iZone 시스템의 전체 다이어그램이다. 제안된 iZone 시스템은 어린이의 안전한 보행을 위하여 위험 상황을 감지하고 보호자 및 어린이 주변에 위험 상황을 전달한다. 제안된 시스템은 iZone 디바이스와 iZone 앱, iZone 서버, 외부 비콘으로 구성된다.

Fig. 2는 iZone 시스템의 다이어그램이다. Fig. 2의 (a)는 iZone 디바이스의 전체 구성도이다. iZone 디바이스는 MCU, 블루투스 모듈, 초음파 센서, 부저, LED로 구성되어 있다. iZone 디바이스는 어린이의 가방 바닥이나 의류 전면에 부착된 초음파 센서로 바닥까지의 거리를 측정한다. 거리 센서 값은 인도와 차도사이의 낙차를 통해 어린이가 차도로 내려가는지 판단하는데 이용된다. iZone 디바이스는 블루투

스 모듈을 통해 초음파 센서 값을 iZone 앱으로 전송한다. 그리고 iZone 서버에서 위험 상황 정보를 받으면 부저와 LED로 표시하여 어린이 주변의 보호자에게 알리는 역할을 한다.

Fig. 2의 (b)는 iZone 앱의 전체 구성도이다. iZone 앱은 블루투스 모듈, GPS 모듈, 사용자 데이터 수집 모듈, 데이터 커뮤니케이션 모듈, 전화 연결 모듈로 구성된다. 사용자가 iZone 앱을 실행시키면 GPS 모듈을 통해 현재 위치의 위도 경도 값을 얻는다. 그리고 블루투스 모듈로 어린이 보호구역에 인도와 차도에 설치된 주변 비콘 중 가장 가까운 비콘 3개의 ID와 RSSI 신호세기 값을 전달 받는다. iZone 디바이스와 블루투스 통신이 연결되면 iZone 디바이스로부터 초음파 센서 값을 전달 받는다. 그리고 사용자 데이터 수집 모듈은 초음파 센서 값과 현재 위치 정보와 사용자 주변의 비콘 정보를 더해 상황에 대한 데이터를

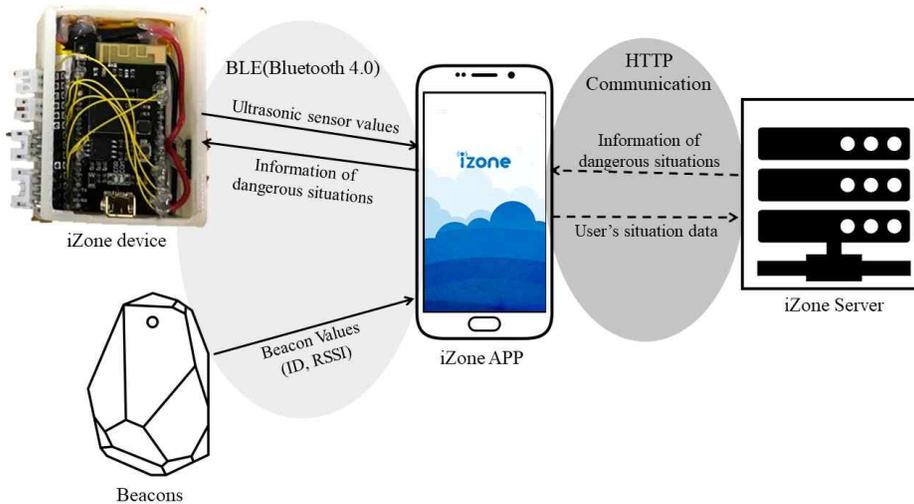


Fig. 1. Diagram of the iZone system.

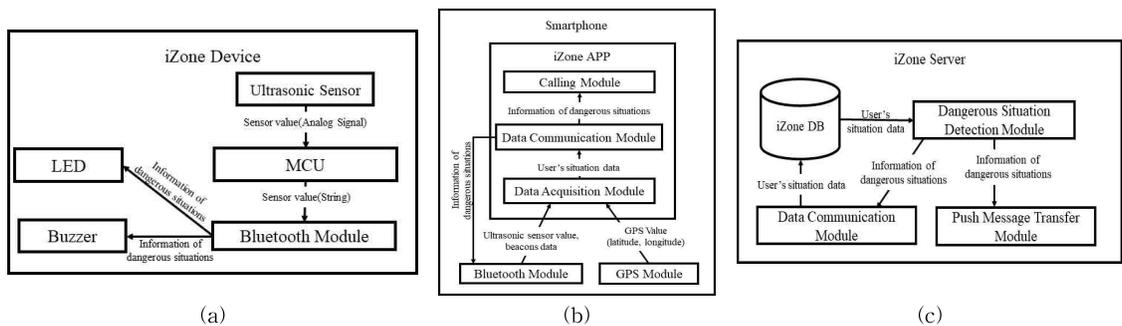


Fig. 2. The composition of iZone system (a) iZone device (b) Zone APP (c) iZone server.

생성한다. 사용자 상황 데이터는 데이터 커뮤니케이션 모듈을 통해 iZone 서버로 전달한다. 전화 연결 모듈은 어린이에게 위험 상황이 발생하면 보호자에게 전화를 거는 역할을 한다.

Fig. 2의 (c)는 iZone 서버에 대한 전체 구성도이다. iZone 서버는 데이터 커뮤니케이션 모듈, iZone 데이터베이스, 위험 상황 판단 모듈, 푸시메시지 전송 모듈로 구성되어 있다. 데이터 커뮤니케이션 모듈은 iZone 앱으로부터 받은 사용자 상황 데이터와 iZone 사용자 정보를 iZone 데이터베이스에 저장한다. iZone 사용자 정보는 어린이와 보호자를 쌍으로 구성되어 있으며, 푸시메시지를 전송하기 위해 각 사용자의 스마트 폰의 Appkey가 있다. 위험 상황 판단 모듈은 GPS 좌표 값, 비콘의 RSSI 값, 초음파 센서 값을 이용하여 어린이가 차도로 내려간 상태를 위험 상황으로 판단한다. 그리고 위험 상황 발생시 iZone 디바이스에 위험 정보를 전달하고, 푸시 메시지 전송 모듈은 보호자의 스마트 폰에 푸시메시지를 전송한다.

iZone 서버에서는 위험 상황을 판단하기 위하여 초음파 센서 정보와 사용자 주변의 비콘 정보, 사용자의 GPS 센서 값을 통합적으로 사용한다. 제안된 iZone 시스템은 사용자가 차도에 있는 상태를 위험 상황으로 판단한다. 사용자가 차도에 있는지 판단하기 위해 먼저 사용자의 위치를 파악한다. 사용자의 GPS 센서 값은 스마트폰의 GPS 센서 값으로 GPS 신호의 정확도는 5m로 알려져 있다[8]. 따라서 GPS 센서 값만으로 인도와 차도를 구분하기 어렵고, GPS 신호를 수신 받는 위성에 따라 센서 값이 조금씩 달라진다. 따라서 제안된 시스템은 비콘의 RSSI 신호

로 GPS 좌표를 보정한다.

제안된 시스템은 비콘의 RSSI 값에 따라 구역을 나누는 GIS 맵을 구성하여 위험 구역과 비 위험 구역으로 분류한다. 그리고 사용자 주변의 비콘을 통해 얻은 구역의 기준 GPS 값을 지정하여 DB에 저장한다. 사용자가 위치한 비콘 구역의 기준 GPS 값과 사용자의 GPS 값의 거리가 2 m 이상일 경우 사용자의 GPS 값을 비콘 구역의 기준 GPS 값으로 보정한다. 사용자가 위험지역에 위치하면 제안된 시스템은 어린이가 위험한 상황이라고 판단한다. 그리고 초음파 센서 값은 인도와 차도의 낙차를 감지할 수 있는데 어린이가 인도에서 차도로 뛰어드는 행동을 할 때 빠르게 낙차를 감지함으로써 제안된 시스템은 즉각적으로 위험 상황임을 판단할 수 있다.

4. 실험

4.1 비콘의 RSSI 값을 이용한 사용자의 위치 파악 및 GPS 좌표 보정

본 논문에서는 비콘을 이용하여 사용자의 위치를 파악하기 위해 RSSI 값을 이용하여 구역을 나눈다. 실험에 사용된 비콘은 Estimote사의 Location Beacons을 이용하였다[9]. 실험 환경은 다음 Fig. 3의 (a)와 같이 너비가 약 3 m이고, 폭 3 m 간격으로 비콘이 설치된 인도에서 진행한다. 실험자의 스마트 폰에서 비콘의 MAC ID와 RSSI 값을 받아 비콘 데이터를 확인한다. 일반적으로 비콘의 RSSI 신호를 사용하여 거리로 변환할 수 있다[10].

그러나 RSSI 신호 값은 불안정하고, RSSI 신호에 따른 거리 값이 정확하지 않기 때문에 사용자의 위치

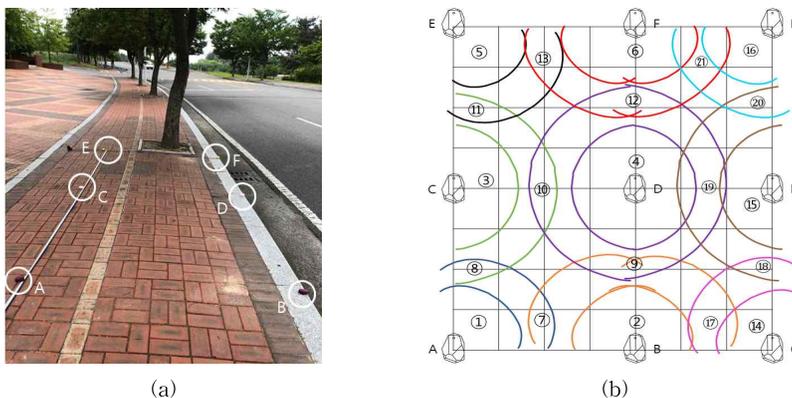


Fig. 3. Experimental setup (a)experimental environment (b)diagram of divided positions,

를 구역으로 구분한다. 사용자로부터 가장 가까운 비콘의 신호세기가 -80 dBm을 미만이면 가까운 비콘의 구역으로 먼저 분류한다. 가장 가까운 비콘의 RSSI 신호 세기가 사용자로부터 -80 dBm 보다 크면 두 번째로 가까운 비콘의 RSSI 신호 세기를 찾아 중첩된 영역의 구역을 사용자의 위치라고 파악한다. Fig. 3의 (b)는 비콘의 RSSI 신호를 이용하여 사용자의 위치의 구역을 나눈 결과이다. 구역 1~6은 각 비콘의 RSSI 값이 -80 dBm 미만인 경우이다. 그리고 구역 7~13은 두 비콘의 RSSI 값이 -80 dBm 이하이고, -90 dBm 이상일 경우이다. 예를 들어 만약 사용자 주변의 가장 가까운 A비콘의 RSSI 값이 -82이고, 두 번째로 가까운 B비콘의 RSSI 값이 -87이면 사용자는 구역 7에 있다고 판단한다.

그리고 어린이의 위험 상황을 판단하기 위해 사용되는 GPS의 좌표 보정에 대해 실험을 수행하였다. iZone 시스템은 어린이의 위험 상황을 정확하게 판단하기 위하여 GPS정보, 주변 비콘 정보와 초음파 센서 정보를 사용한다. 사용자 스마트폰의 GPS 정보는 5m로 알려져 있어, 인도와 차도를 구분하기에는 오차가 크다는 문제점이 있다[11]. 따라서 본 논문에서는 21개의 비콘 구역의 기준이 되는 GPS 좌표 값을 밀도 추정을 수행하여 계산하고, GPS 좌표 값을 보정한다. 실험에 사용한 밀도 추정은 R언어의 hdrde 라이브러리 패키지를 사용하였다[12].

먼저 각 비콘 구역에서 GPS 좌표 값을 수집한다. 실험 환경은 Fig. 3의 (a)에서 진행하였다. 실험자는 스마트폰을 들고 각 구역에 움직이지 않고 똑바로 서서 GPS의 위도 경도 값을 1초마다 받아 온다. 수집된 각 구역의 GPS 좌표 데이터 세트를 밀도 추정을

수행하여 고밀도 영역의 중심점을 각 구역의 중심 좌표 값으로 채택한다. 그리고 중심 좌표 값과 수집된 GPS 좌표 값의 거리를 계산하여 2 m 이상인 경우 사용자의 GPS 좌표 값이 정확하지 않다고 판단한다. 각 비콘 구역마다 196세트의 GPS의 좌표 값을 수집하여 보정을 시행하였다.

다음 Table 1은 실험 결과 중 비콘 구역 1에서의 밀도 추정 다이어그램과 고밀도 영역의 중심점을 나타낸 것이다. 밀도 추정의 유효 확률을 1%로 설정했을 때, 아웃라이어의 개수는 2개로 나타났고, 유효 확률을 5%로 설정하면 아웃라이어의 개수는 10개로 나타났다. 설정된 유효 확률에서 나타난 아웃라이어를 제외하고 밀도 추정 중심점의 좌표 값과 GPS 좌표 값의 거리를 계산하여 2 m 이상인 경우 보정을 수행하였다. 따라서 아웃라이어의 개수가 많아질수록 전체 데이터 세트 196개에서 오차를 보정한 비율이 낮아진다. 각 구역의 보정 비율의 평균은 1%의 유효 확률 예서는 약 96.9%, 5%의 유효 확률에서는 약 90.1%로 나타났다.

실험 결과 비콘의 구역과 상관없이 사용자의 GPS 신호는 사용자가 가만히 서있는 동안에도 지속적으로 좌표 값이 변화하였다. GPS 신호를 단독으로 사용하는 것은 사용자의 현재 위치를 정확하게 판단하기 어려울 뿐만 아니라 사용자가 도보에 있는지 차도에 있는지 파악하기 어렵다. 따라서 사용자의 위치를 정확하게 알기 위해서는 GPS 신호와 비콘을 함께 사용하는 것이 좋다는 것을 확인하였다. 다만 유효 확률에 따라 보정 비율이 달라지는 것으로 보아 GPS 좌표의 유효 확률에 대한 실험이 필요하다.

Table 1. GPS coordinates calibration result example of position 1

Position	Diagram of highest density regions		Center coordinates of highest density regions
	1%	5%	
1			35.89967749, 128.85363962

4.2. iZone시스템을 이용한 어린이의 위험 상황 판단

이 절에서는 제안된 iZone 시스템의 위험 상황 판단 결과의 신뢰도를 평가하기 위하여 안전한 상황과 위험한 상황에서 iZone 시스템의 판단 결과를 기록하고 분석한다. 이 절의 실험 또한 실험 환경은 Fig. 3의 (a)에서 진행한다. 실험에 사용된 iZone 시스템은 가방에 부착하는 iZone 디바이스와 안드로이드 7.0 기반의 iZone 앱, iZone 서버 그리고 외부 비콘 6개이다. iZone 디바이스의 초음파 센서는 가방 바닥 하단 부에 부착하여 초음파 센서가 지면까지의 거리를 측정하도록 하여 사용자가 보도의 연석 아래로 내려가는지 감지한다. 실험은 다음과 같이 진행하였다.

- ① 실험자는 iZone 디바이스가 부착된 가방을 착용하고, iZone 앱과 블루투스 연결을 수행한다.
- ② 실험자는 실험 환경의 보도로만 걸기를 10회 수행한다.
- ③ 실험자는 실험 환경에서 차도로만 걸기를 10회 수행한다.
- ④ 실험자는 실험 환경에서 보도에서 차도로 걸어 나가기 10회 수행한다.

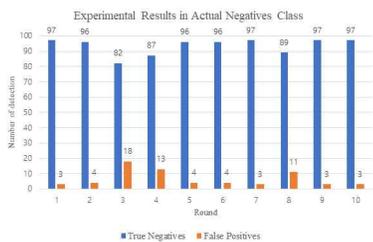
다음 Fig. 4는 보도 또는 차도로만 걸기를 10회 수행했을 때(과정 ②-③), 수행한 결과를 나타낸 것이다. 사용자가 보도로 걸으면 제안된 시스템은 안전한 환경(Positive)이라고 판단하여야 한다. 그리고 사용자가 차도로 걸으면 제안된 시스템은 위험한 환경(Negative)이라고 판단하여야 한다. 실험 결과 제안된 시스템은 안전한 환경인 보도에서 사용자가 안전한 환경(True Positives)에 있다고 정확하게 판단하는 것을 확인할 수 있다(Fig. 4의 (a)). 그러나 실험자가 차도로만 걸기를 수행했을 때에는 대부분 위험(True Negatives)하다고 잘 판단하지만 보도로만 걸었을 때에 비해서는 약간의 오류가 발생한다(Fig. 4

의 (b)). 실험 환경에서 사용하는 외부 비콘이 인도에만 설치되어 있어 비콘 구역을 판단할 수 없는 지역에서는 GPS 좌표 값을 정확하게 보정할 수 없기 때문으로 분석된다.

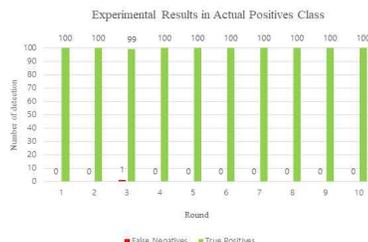
다음 Fig. 4의 (c)는 실험 결과를 나타낸 Confusion matrix이다. Precision은 시스템이 안전하다고 예측한 것 중 실제로 안전한 환경을 비율로 표현한 것으로 이 실험에서는 0.938로 나타났다. 그리고 Recall은 실제로 안전한 환경일 때 시스템도 안전하다고 예측한 경우의 비율로 이 실험에서는 0.999로 나타났다. 마지막으로 F1 score는 Precision과 Recall의 조화 평균으로 두 값이 골고루 클 때 큰 값을 가지는 것으로 이 실험에서의 F1 score는 0.96으로 높은 F1 score를 가진다. 그러나 위험한 상황에서 시스템이 안전하다고 판단한 경우는 6.6로 나타났다.

4.3 머신러닝 알고리즘을 사용한 어린이의 위험 상황 판단

이 절에서는 4.2. 실험 결과를 보완하기 위하여 어린이의 현재 상황을 판단할 수 있는 분류기를 사용하였다. 그리고 어린이의 위험 상황을 상세하게 표현하기 위하여 어린이의 현재 상황을 위험, 주의, 안전으로 분류하였다. 안전 상황은 도보의 안쪽을 사용하여 걷고 있는 상태이다. 그리고 주의 상황은 도보의 바깥쪽을 사용하여 차도와 가까이 걷고 있는 상황이다. 마지막으로 위험 상황은 차도로 나갔을 때의 상황이다. 이 실험에서는 3가지 현재 상황을 분류하기 위하여 Random Forest 알고리즘을 사용하였다. Random Forest 알고리즘의 입력 데이터는 현재 위치의 위도, 경도 좌표 값과 비콘의 RSSI 신호 세기를 이용한 position 값, 그리고 초음파 센서 값이다. 출력 결과는 안전, 주의, 위험 상황이다.



(a)



(b)

		iZone System	
		Danger	Safe
Real Environment	Danger	93.4	6.6
	Safe	0.1	99.9

(c)

Fig. 4. Experimental results (a)actual negatives class (b)actual positives class (c) confusion matrix.

Table 2. The iZone system of experimental result

	Precision	Recall	F1-score	Support
안전	1.00	0.92	0.96	108
위험	0.99	0.96	0.98	103
주의	0.89	1.00	0.94	89
평균	0.96	0.96	0.96	300

이 실험에서 사용한 외부 비콘 9개의 배열은 Fig. 3의 (b)와 같다. Fig. 3의 A, C, E 비콘은 인도에 설치하고, B, D, F 비콘은 차도와 인도 사이의 연석에 설치하였다. 그리고 G, H, I 비콘은 차도에 설치하였다. 실험에 사용할 데이터는 위험, 주의, 안전 구역에서 걷기를 수행하며 데이터를 수집하여 각 구역 당 800개의 데이터 세트를 추출하였다. 그리고 각 구역 당 700개의 데이터 세트를 훈련에 사용하고, 각 구역 당 100개의 데이터 세트는 테스트 데이터로 사용한다. 학습에 사용된 Random Forest 알고리즘은 Python 언어의 Scikit-learn 라이브러리를 사용하였다[13].

2100개의 데이터세트로 머신러닝 알고리즘의 학습을 수행하고, 300개의 데이터 세트를 사용하여 정확도 테스트를 수행한다. Random Forest를 생성할 트리의 개수는 10개이고, 최대 깊이는 7로 지정하였다. 분류기의 정확도를 테스트한 결과 정확도는 95.8%로 어린이의 현재 상태를 잘 분류할 수 있다. 다음 Table 2는 구현된 분류기의 분류 결과에 대한 Confusion Matrix이다. 안전과 위험 상태는 정확하게 판단하였으나 주의 상태에서 정확도가 약간 떨어지는 것으로 나타났다. 학습의 정확도를 높이기 위하여 주의 상태를 판단할 수 있는 feature에 대한 연구가 필요하다.

5. 결 론

본 논문에서는 어린이의 안전한 보행을 위하여 iZone 시스템을 제안하였다. 제안된 iZone 시스템은 어린이가 차도에 있는 상태를 위험 상황이라고 판단하고 만약 위험 상황이 발생하면 주변 어른에게 LED와 부저로 표시하고, 보호자에게 전화를 걸어 실시간으로 위험 상황임을 알리는 역할을 한다. 제안된 iZone 시스템은 iZone 디바이스와 iZone 앱, iZone 서버, 외부 비콘으로 구성된다. iZone 디바이스는 초음파 센서를 어린이의 가방이나 의류에 부착하여 인

도와 차도의 단차를 측정한다. 그리고 위험 상황 발생시 부저와 LED로 어린이의 위험 상황을 주변에 표시한다. iZone 앱은 블루투스 통신으로 iZone 디바이스의 초음파 센서 값을 받고, 현재 위치의 GPS 정보와 주변의 비콘 정보를 더해 iZone 서버에 HTTP 통신으로 전달한다. iZone 서버는 어린이의 상황 데이터를 관리하고 위험 상황을 판단한다.

본 논문에서는 위험 상황을 판단하기 위하여 GPS 좌표와 외부 비콘, 초음파 센서를 사용한다. 제안된 시스템은 어린이의 정확한 위치를 확인하기 위하여 외부 비콘의 RSSI 값에 따라 위험 구역과 비 위험 구역을 나누고, 각 구역별 기준 GPS 좌표를 이용하여 어린이의 GPS 좌표를 보정한다. 현재 어린이의 GPS 좌표 상으로 어린이가 차도에 위치하면 위험 상황이라고 판단한다. 특히 어린이가 인도에서 차도로 뛰어드는 돌발 상황을 즉각적으로 판단하기 위하여 초음파 센서를 사용한다. GPS 좌표가 차도에 위치하지 않더라도, 위험 구역에서 초음파 센서가 연석을 감지했다면 어린이가 인도에서 차도로 내려갔다고 판단한다. 추후 연구에서는 어린이가 iZone 디바이스를 편리하게 탈부착할 수 있도록 iZone 디바이스에 대한 유저 친화적인 디자인이 필요하다. 또한 어린이가 부담을 느끼지 않을 정도의 크기와 무게에 대해서도 고려하여 개발하여야 한다. 그리고 어린이 위치를 기반으로 활동범위를 추적하여 보호자에게 전달하는 알고리즘도 개발할 계획이다.

REFERENCE

- [1] 2017 Traffic Accident Statistics, Korean National Police Agency, 2017. <http://www.police.go.kr/portal/main/contents.do?menuNo=200530>, (accessed Jan., 24, 2019).
- [2] Children's Traffic Behavior Characteristics, Ministry of the Interior and Safety, https://www.mois.go.kr/chd/sub/a06/road_3/screen.do (accessed Jan., 24, 2019).
- [3] J. Ryu and T. Song, "Design and Implementation for Child Tracking System Using GPS and WiFi under Android Environment," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 18, No. 6, pp. 1343-1349, 2014.

[4] S. Jeong, S. Park, S. Kim, D. Lee, J. Bae, and B. Kim, "Development of Safety System of Kindergarten School Bus Based on Mobile LBS," *Proceeding of Korean Institute of Information Technology Summer Conference*, pp. 267-269, 2015.

[5] K. Kim, "Design of School Commuting System Using Beacon," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 20, No. 10, pp. 1941-1948, 2016.

[6] D. Lee, B. Lee, S. Oh, J. Park, and W. Kim, "A Basic Study on Intergrated Safe Conduct System Based Context Awareness at School-Zone," *Proceedings of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems Fall Conference*, pp.11-17, 2012.

[7] S. Choi, C. Choi, S. Yun, Y. Noh, J. Hong, K. Yoo, et al., "Children's Location Tracking System In Playground Using Beacon's Positioning Technology," *Database Research*, Vol. 32, No. 3, pp. 223-231, 2016.

[8] F.V. Diggelen and P. Enge, "The World's First GPS MOOC and Worldwide Laboratory Using Smartphones," *Proceedings of the 28th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation*, pp. 361-369, 2015.

[9] Estimote Beacons, <https://estimote.com/> (accessed Jan., 24, 2019).

[10] J. Hightower and G. Borriello, "Location Systems for Ubiquitous Computing," *Computer*, Vol. 34, No. 8, pp. 57-66, 2001.

[11] J. Yeom, G. Lee, J. Park, and B. Cho, "Position Estimation System of Moving Object Using GPS and Accelerometer," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 12, No. 4, pp. 600-607, 2009.

[12] R hdrce library package, <https://github.com/robj-hyndman/hdrce> (accessed Jan., 24, 2019).

[13] scikit-learn library package, <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.RandomForestClassifier.html> (accessed Jan., 24, 2019).



민 성 희

2014년~2017년 대구대학교 정보통신공학부, 임베디드시스템공학사
 2017년 현재 대구대학교 일반대학원 정보통신공학과
 관심분야: 임베디드 인터랙션 시스템, 머신러닝, HCI 등



오 유 수

1997년~2002년 경북대학교 전과공학, 공학사
 2002년~2003년 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학, 공학석사
 2003년~2010년 광주과학기술원(GIST) 정보기전공학, 공학박사
 2012년~현재 대구대학교 정보통신공학부 교수
 관심분야: 머신러닝, 미들웨어, 인터랙티브 시스템, HCI 등