

Development of the Smart Belt System for Preventing Loss of Items using Beacon

MyeongSeon Kim*, JinHyeonJoo**, GeunDuk Park***

Abstract

In this paper, we propose the smart belt system for preventing loss of items using Beacon. The proposed system monitors the distances of the registered items via the belt that is always worn. The belt determines the loss of the items by measuring the relative distance via RSSI (Received Signal Strength Indicator) value of the signals received from the BLE (Bluetooth Low Energy) sensor, which is attached on the items such as bags and wallets. If the registered item is determined to be lost, the belt rings to remind the user of the loss. The missing status could be known to users through the smartphone application connected to the belt. The smartphone application communicates with the belt using Beacon, and provides users with a quick and easy way to check the status of their items.

▶ Keyword: BLE, Smart Belt, Loss Prevention, Beacon

I. Introduction

현대사회에서 개인의 소지품은 시대를 거치면서 크기도 작아지고 한 번에 소지하는 양도 많아졌다. 그에 따라 매년 상당히 많은 양의 물품들이 분실되는 일이 일어나고 있다. 한 매체의 통계에 따르면 2015년 대중교통에서 습득된 분실물의 양은 총 15만 8812개이며 그 중 78%는 지하철, 21%는 버스, 1%는 택시에서 분실되는 것으로 집계되었다. 이러한 분실사건의 중요한 점은 잃어버린 물품의 가치 또는 가격이 높다는 것도 문제이지만 잃어버린 물품에 포함되어 유출된 개인정보도 문제가 될 수 있다는 점이다.

분실물 중 가장 많은 양을 차지한 물품은 휴대전화·통신기기로서 지하철 분실물의 25%, 버스 분실물의 33%, 택시 분실물의 52%를 차지했고 그 뒤로는 가방, 지갑, 쇼핑백 순으로 많이 분실했다고 집계되었으며 분실물을 되찾을 확률은 지하철 85%, 버스 72%이며 택시는 59%밖에 되지 않는다. 스마트 폰은 우리가 지니고 다니는 고가의 소지품 중 하나이다. 때문에 휴대전화를 분실할 경우 경제적 피해가 상당히 크다. 또한 스마트 폰 분실로 인해 개인정보가 유출되어 악의적인 범죄 집단에 흘러 들어갈 경우 심각한 사회적 문제로 이어지는 2차 피해도 생길 수 있다.[1]

본 논문은 이러한 분실 사건들을 방지하기 위해 Beacon을 이용한 물품 분실 방지 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 관리의 주체가 되는 벨트, 관리를 위해 물품에 부착되는 블루투스 센서, 그리고 사용자가 물품을 등록하고 물품의 상태를 쉽게 알 수 있도록 표시해주는 스마트 폰 앱으로 구성된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 관련 연구를 설명하고, 3장에서는 제안하는 시스템의 구조 및 구성에 대해 자세히 설명하고, 4장에서는 구현된 프로젝트의 동작을 설명하고, 5장에서는 개발된 시스템과 관련된 시험 결과에 대해 기술하고, 마지막으로 6장에서 결론 및 향후 과제에 대해 논의한다.

II. Related works

1. Bluetooth 4.0

2009년 블루투스 SIG에서 발표한 블루투스 4.0 규격은

* First Author: MyeongSeon Kim, Corresponding Author: GeunDuk Park
* Myeongseon Kim (plenirune@naver.com), Dept. of Computer Engineering, Hoseo University
** Jinhyeon Joo (joojin4381@gmail.com), Dept. of Computer Engineering, Hoseo University
*** Geunduk Park (gdpark@hoseo.edu), Dept. of Computer Engineering, Hoseo University
• Received: 2017. 06. 23, Revised: 2017. 07. 04, Accepted: 2017. 08. 01.

BLE(Bluetooth Low-Energy)라는 이름으로 저전력 디바이스를 위한 표준으로 발표되었다. 블루투스 4.0에서는 기존의 블루투스 기술의 큰 단점인 전력 소모 문제가 개선되었다. BLE는 기존의 블루투스에 비해 생산 가격이 줄어들었고, 저전력에서 동작이 가능하며, 디바이스 연결 절차를 간소화 했다는 특징을 갖는다.

하지만 음성전송 지원이 되지 않으며 전송 데이터 사이즈가 줄었기 때문에 헤드폰, 키보드 등의 자치보단 IoT 서비스에 적합하다. 이러한 BLE 기술을 활용한 Beacon은 최대 70m에서 짧게는 5~10cm 이내의 장치와 교신할 수 있는 근거리 무선 통신 장치이다. Beacon은 전력소모가 적고 디바이스 연결 절차가 간소화되어 모든 기기가 항상 연결되는 IoT 구현에 적합하다.[2] 또한 GPS 기술로 불가능했던 실내 위치 정보 제공이 가능하며, 저렴한 가격과 크기가 작다는 것도 Beacon의 장점이다.

본 논문에서는 현재 시중에서 유통되고 있는 iBeacon을 이용한다. iBeacon은 실내 측위 시스템을 위한 애플의 등록 상표로서, iOS7 기기들에게 자신의 위치를 알릴 수 있는 새로운 형태의 저전력, 저비용의 전파발신 장치이다.[3]

iBeacon 통신 데이터는 <표 1>과 같은 정보들을 BLE를 통해 제공한다.

Table 1. Structure of the iBeacon

Field	Size	Description
UUID	16 bytes	Application developers should define a UUID specific to their app and development use case.
Major	2 bytes	Further specifies a specific iBeacon and use case. For example, this could define a sub-region within a larger region defined by the UUID.
Minor	2 bytes	Allows further subdivision of region or use case, specified by the application developer.

본 논문에서는 UUID (Universally Unique Identifier)를 스마트 벨트와 스마트 폰 사이에 필요한 물품 관리 데이터에 이용하고, Major와 Minor를 송신 기기와 물품의 고유 번호에 이용함으로써 새롭고 효율적인 물품 분실 방지 시스템을 제안한다.

2. Studies for Loss Prevention

물품 분실 방지에 대한 연구는 이전부터 진행되어 왔다. 물품 분실을 방지하는 프로젝트들은 GPS (Global Positioning System), RFID (Radio Frequency Identification) 그리고 Beacon 등의 무선통신기술을 사용한다. 이러한 무선통신기술은 별도의 장치 없이 RF 신호의 세기만으로 위치를 인식할 수 있는 RSSI (Received Signal Strength Indication) 기반의 위치추적을 가능하게 한다.[4]

GPS를 사용한 물품 분실 방지 시스템은 구글 맵을 이용하여 특정 위치를 안전지대로 설정한 뒤 GPS를 이용하여 스마트 폰의 현재 위치가 설정된 영역을 이탈하였는지 5초마다 실시간으로 확인하며, 안전지대를 이탈하면 구글 드라이브에 미리 지정

된 그룹원들에게 이탈 메시지가 전송되어 분실을 인지할 수 있게 한다. 분실 후 대처 기능에 해당되는 분실 폰 추적 기능은 분실된 스마트 폰의 위치를 특정 그룹원에게 주기적으로 전송하는 방법과 원격으로 스마트 폰을 잠금거나 경보음을 울리거나 전화를 거는 방법을 제안하였다.[5] 동일하게 GPS를 사용하는 다른 물품 분실 방지 시스템은 스마트 폰에 관리 물품들의 정보를 입력시켜 저장한 뒤 무작위 시간에 알람을 울리거나 설정된 목표 지점의 일정 범위 안에 도착했을 때 알람을 울려 사용자가 물품을 확인하고, 분실을 방지할 수 있게 하는 방법을 제안하였다.[6]

RFID를 사용한 물품 분실 방지 시스템은 RFID를 인식하는 Reader 모듈과 Tag 모듈, 인식한 Tag를 분석하고 처리하는 마이크로프로세서 모듈로 구성된다. RFID를 사용한 프로젝트는 등록부를 통해 등록된 물품이 판단부로부터 1~2m 떨어지면 사용자에게 알람을 울려 분실을 알려주는 방법을 제안하였다.[7]

GPS를 사용할 경우 실내에서는 동작이 불가능할뿐더러 배터리의 소모가 크고 오차의 범위가 5~10m로 넓기 때문에 항상 물품들의 상태를 감시하는 시스템에서는 비효율적이다. RFID는 스마트 폰에 적용하기 어려우며, NFC (Near Field Communication)의 경우 RFID를 근간으로 스마트 폰에 적용하기 위한 무선통신기술이지만 통신 범위가 4~10cm로 매우 짧기 때문에 물품을 감시하기엔 적합하지 않다.

하지만 Beacon은 BLE를 기반의 근거리 무선통신기술로써 실내에서도 사용 가능하며 저전력이고, 스마트 폰에서도 사용이 가능하기 때문에 항상 물품들의 상태를 감시하기엔 효율적이고 적합하다.

Beacon을 사용한 물품 분실 방지 시스템에 대한 연구도 진행되어 왔다. iBeacon을 사용한 물품 분실 방지 시스템은 물품에 부착되는 iBeacon과 물품을 감시하기 위한 스마트 디바이스의 그룹 그리고 물품과 스마트 디바이스 그룹 모두를 감시하기 위한 분실 방지 관리 서버로 구성된다. 다수의 스마트 디바이스를 그룹화 하여 분실 방지 서버에 등록한 후 iBeacon이 부착된 물품을 검색하여 관리한다. iBeacon이 일정 거리 이상 멀어지면 스마트 디바이스 화면에 분실을 표시하여 사용자에게 알려주며, 스마트 디바이스를 분실했을 경우 분실 방지 서버에서 감지한 후 같은 그룹의 다른 스마트 디바이스로 전달하여 사용자에게 분실을 알려주는 방법을 제안하였다.[8]

이 시스템의 경우 물품과 스마트 폰을 동시에 관리하는 것이 가능하지만, 스마트 폰의 분실을 관리하기 위해서는 최소 두 개의 스마트 디바이스가 그룹으로 묶여있어야 하기 때문에 경제적인 부담이 생긴다. 또한 한 그룹의 모든 스마트 디바이스를 분실했을 경우, 사용자에게 스마트 디바이스의 분실을 알려줄 방법이 없다.

본 논문에서는 위와 같은 문제를 해결하고자 Beacon을 이용한 물품 분실 방지 스마트 벨트 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 벨트로 구성되어 있기 때문에 사용자가 벨트를 착용하면 다시 벗을 때까지는 분실의 위험이 없기 때문에 항상 물품의 상태를 감시하기엔 적절하다. 또한 Beacon을 이용하여 물품의 상태를 감시하기 때문에 배터리 소모량이 적고, 실내에

서도 감시가 가능하며 5~10cm까지의 거리 측정이 가능하기 때문에 GPS보다 항상 물품을 감시하기엔 적합하며, 스마트 폰에 적용이 가능하며 최대 70m 감지가 가능하므로 NFC 또는 RFID보다 물품을 감시하기엔 적합하다.

III. System architecture

본 논문에서 제안한 Beacon을 이용한 물품 분실 방지 시스템은 “스마트 벨트”와 “스마트 폰 앱”, “물품 부착용 블루투스 센서”로 구성되어 있다. 스마트 벨트는 Central과 Peripheral 역할을 하는 두 개의 블루투스 센서로 구성되어 있다.

Central 블루투스 센서는 스마트 폰 앱으로부터 물품 등록 정보를 받아 관리 물품으로 등록하고, 등록된 물품에 부착된 블루투스 센서의 RSSI 값을 통해 상대적인 거리를 추측하는 역할을 한다.

Peripheral 블루투스 센서는 스마트 폰 앱으로 등록된 물품들의 분실 상태를 전송하는 역할을 한다. 스마트 폰 앱은 스마트 벨트가 관리해야 할 물품을 등록하고, 스마트 벨트로부터 받은 물품의 상태를 사용자가 보기 쉽게 화면에 표시한다.

물품 부착용 블루투스 센서는 Peripheral 역할을 하며 스마트 벨트가 물품과의 상대적 거리를 측정할 수 있게 RSSI 값을 제공한다.

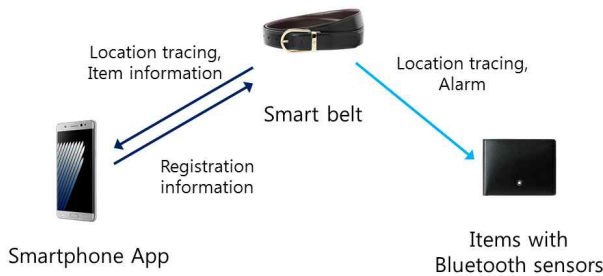


Fig. 1. Overview of the Proposed Smart Belt System

1. Smartphone - Belt Interaction

Beacon을 이용한 물품 분실 방지 시스템을 이용하기 위해선 스마트 폰과 스마트 벨트가 연동되어야 한다. 스마트 벨트는 연동된 스마트 폰으로부터 수신한 데이터 외에는 필터링한다.

스마트 폰 앱과 스마트 벨트 간 연동을 위한 데이터 규격은 <그림 2>과 같다. 데이터 규격 중 UUID 필드의 앞 2 Byte는 스마트 벨트가 연동을 요청하는 식별자가 입력된다. Major 필드는 <표 2>과 같이 송신하는 기기가 누구인지 알려주기 위한 ID가 입력되며, Minor에는 스마트 폰을 식별하기 위한 식별자가 입력된다. 연동 과정은 <그림 3>와 같다.

Original		
UUID (16 Byte)	Major (2 Byte)	Minor (2 Byte)
Used		
Connection ID (2 Byte)	Not Used (14 Byte)	Transmitter ID (2 Byte)
		Smartphone ID (2 Byte)

Fig. 2. Data structure for connection

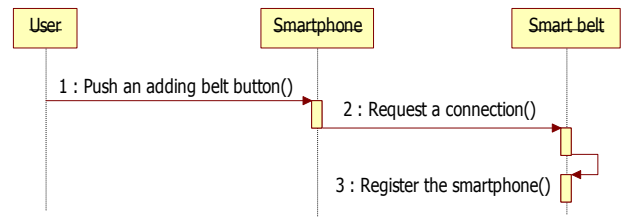


Fig. 3. A Sequence Diagram of Registration

Table 2. Major Identifier

Transmitter ID	Content
5350	Smartphone
5342	Smart Belt
4D50	Item

2. Registration of Items

스마트 벨트가 물품을 관리하기 위해서는 스마트 폰 앱을 통해 물품이 등록되어야 한다. 스마트 폰 앱은 주변 Beacon 제품들을 검색하여 사용자에게 보여주고, 사용자가 선택한 물품을 스마트 벨트에게 등록을 요청한다. 물품 등록 요청 데이터 규격은 <그림 4>와 같으며, 동작 과정은 <그림 5>과 같다.

Original					
UUID (16 Byte)		Major (2 Byte)	Minor (2 Byte)		
Used					
Adding Item ID (2 Byte)	Item Mac Address (6 Byte)	Not Used (7 Byte)	Item ID (1 Byte)	Transmitter ID (2 Byte)	Smartphone ID (2 Byte)

Fig. 4. Data structure for Adding Item

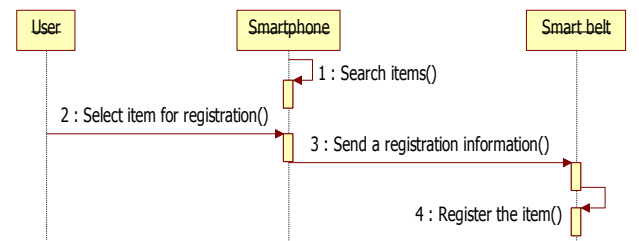


Fig. 5. A Sequence Diagram of Adding Items

3. Detection of Loss

스마트 벨트의 Central 블루투스 센서는 지속적으로 물품에 부착된 블루투스 센서가 송신하는 RSSI 값을 주시하여 일정 거리 이상 멀어지면 분실로 판단한다. 분실을 감지하면 스마트 벨트가 사용자에게 분실을 알리고 Peripheral 블루투스 센서를 통해 스마트 폰 앱으로 분실 신호를 보낸다.

스마트 폰 앱은 스마트 벨트로부터 분실 신호를 받으면 해당 물품을 분실 상태로 표시하고 알람을 울려 사용자에게 분실을 알린다. 스마트 벨트가 스마트 폰 앱으로 보내는 데이터 규격은 <그림 6>과 같으며, 물품 분실 감지 및 알람은 <그림 7>과 같이 동작한다.

Original	UUID (16 Byte)				Major (2 Byte)	Minor (2 Byte)
Used	First Item State (4 Byte)	Second Item State (4 Byte)	Third Item State (4 Byte)	Fourth Item State (4 Byte)	Transmitter ID (2 Byte)	Not Used (2 Byte)
	Item ID (1 Byte)	Loss (1 Byte)	RSSI (2 Byte)			

Fig. 6. Data structure for Sensing Loss of Items

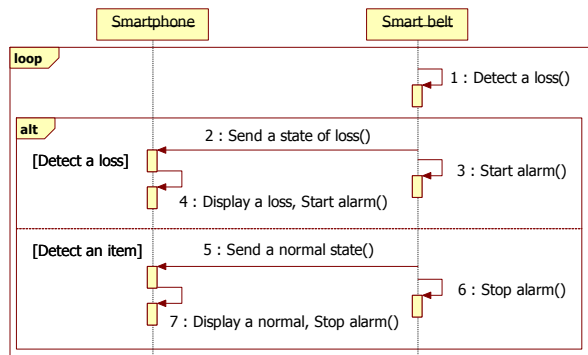


Fig. 7. Sequence Diagram of Sensing Loss of Items

4. Detection of Smartphones

스마트 폰이 스마트 벨트로부터 일정 거리 이상 멀어지면 스마트 폰과 스마트 벨트 두 기기 모두 알람을 울려 사용자가 분실을 인지할 수 있도록 한다. 스마트 폰 앱이 자신의 분실 상태를 스마트 벨트에게 알리는 데이터 규격은 <그림 8>와 같고, 스마트 폰 분실 감지 및 알람은 <그림 9>과 같이 동작한다.

Original	UUID (16 Byte)		Major (2 Byte)	Minor (2 Byte)
Used	Loss (2 Byte)	Not used (14 Byte)	Transmitter ID (2 Byte)	Smartphone ID (2 Byte)

Fig. 8. Data Structure for Sensing Loss of a Smartphone

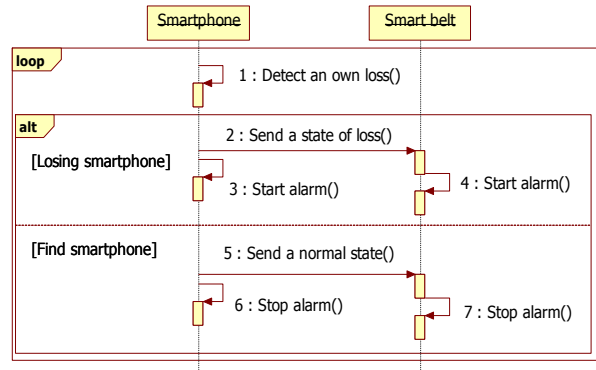


Fig. 9. Sequence Diagram of Sensing Loss of a Smartphone

IV. Implementation

1. Smartphone - Belt Interaction

사용자는 스마트 폰 앱에서 벨트 추가 버튼을 눌러 스마트 폰과 스마트 벨트를 연동시킬 수 있다. 연동이 성공적으로 수행되면 완료 메시지가 화면에 나오며, 스마트 벨트에서는 연동 알람이 울린다.



Fig. 10. Process of Connection

2. Registration of Items

사용자는 스마트 폰 앱에서 등록하고자 하는 물품을 눌러서 스마트 벨트에 물품을 등록할 수 있고, 물품이 정상적으로 등록되면, 스마트 폰 앱에서는 등록된 물품의 리스트가 보이고, 스마트 벨트에서는 등록 알람이 울린다.

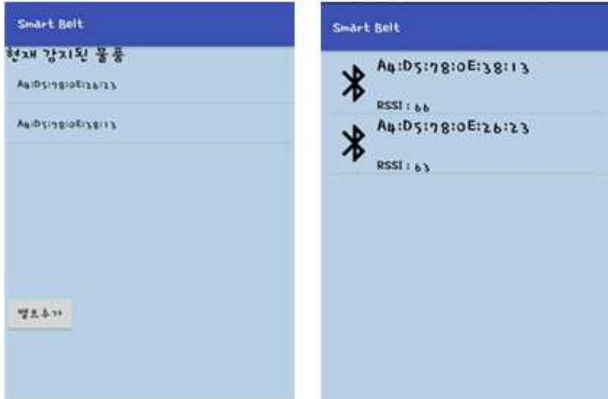


Fig. 11. Process of Adding Items

3. Detection of Loss

스마트 벨트에서 등록된 물품의 분실을 감지했을 경우 스마트 폰 앱에 분실 여부를 알리고, 스마트 폰 앱에서는 해당 물품을 분실 표시하여 사용자에게 알려준다. 스마트 벨트는 분실을 감지하면 알람을 울려 사용자에게 분실을 알려준다.

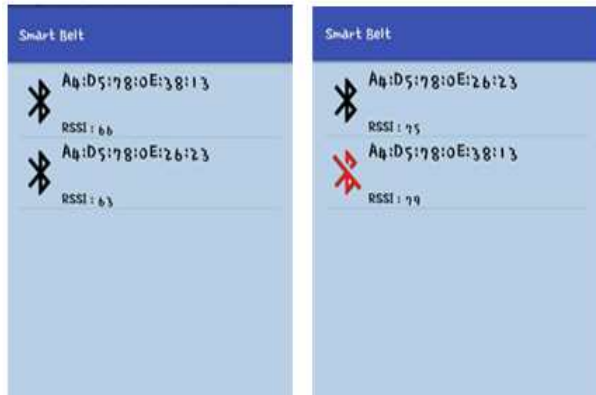


Fig. 12. Sensing the Loss of Items

V. Experiments

본 논문에서는 스마트 벨트에 등록된 물품들의 분실을 판단하기 위한 거리를 정하기 위하여 Beacon으로부터 측정되는 RSSI 값을 확인하는 실험을 진행하였다.

본 실험에서는 Central 역할의 블루투스 센서와 Peripheral 역할을 하는 블루투스 센서, 그리고 MCU 2개를 사용하였다. Central 블루투스 센서는 RSSI 값을 측정하기 위하여 MCU를 연결하였으며, Peripheral 블루투스 센서에 전원을 공급하기 위하여 MCU를 연결하였다.

실험내용은 Central 블루투스 센서를 중심으로 Peripheral 블루투스 센서를 점차적으로 거리를 벌려 미터 단위로 신호의 강도를 측정한 뒤 일정 신호 구간을 기준으로 거리를 정리하여

분실을 측정하기 위한 기준을 정하는 것이다. 일정 거리 당 측정되는 신호 세기는 <표 3>과 같고, 일정 신호 구간을 기준으로 정리한 거리는 <표 4>와 같다.

Table 3. Results of RSSI Measurement by Distance

(단위: dBm)

Number Distance	1st	2nd	3rd	Average
0m	-57	-53	-51	-54
1m	-68	-71	-63	-67
2m	-69	-71	-61	-67
3m	-69	-70	-69	-69
4m	-73	-75	-70	-73
5m	-74	-79	-73	-75
6m	-81	-78	-78	-79
7m	-78	-78	-77	-78
8m	-75	-82	-76	-78
9m	-73	-85	-81	-80
10m	-82	-77	-80	-80

Table 4. Results of Distance Measurement by RSSI

Number Signal	1st	2nd	3rd	Average
-50~-60 dBm	Under 1m	Under 1m	Under 1m	Under 1m
-61~-70 dBm	1~3m	Under 1m	1~3m	1~3m
-71~-80 dBm	4~9m	1~8m	4~8m	4~8m
-81~-90 dBm	Over 9m	Over 8m	Over 8m	Over 8m

시험 결과를 보면 거리가 멀어질수록 신호세기가 약해지는 것을 알 수 있으며, 일정 신호 구간이 잡히는 특정 거리 구간도 알 수 있다. 사용자가 물품을 분실하면 알람을 통해 바로 인지할 수 있어야 한다는 조건을 감안한다면 1m 미만은 너무 짧고, 4m 이상은 너무 멀 것이다. 따라서 1~3m가 적절하며 해당 구간에서 측정되는 신호세기는 -61~-70dBm이기 때문에 분실 판단을 위한 기준으로는 -70dBm이 적절하다고 판단했다.

VI. Conclusions

본 논문에서는 Beacon을 이용한 물품 분실 방지 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 등록된 물품을 감시하는 스마트 벨트, 물품에 부착되는 블루투스 센서 그리고 사용자가 물품을 등록하고 물품의 분실 상태를 보기 쉽게 표시해주는 스마트 폰 앱으로 구성된다. 스마트 폰 앱을 통해 등록된 물품은 스마트 벨트에 의해 관리가 되며, 등록된 물품 또는 연동된 스마트 폰이 스마트 벨트로부터 1m 이상 떨어지면 스마트 벨트와 스마트 폰 앱에서 알람을 울려 사용자에게 분실 사실을 알려 분

실을 막아주는 것을 확인하였다. 본 논문에서 제안하는 물품 분실 방지 시스템을 통해 물품의 분실률 감소와 분실로 인한 경제적, 심리적 피해를 줄이는 효과를 기대할 수 있다.

기존의 사례들은 스마트 폰을 이용하여 분실 여부를 판단하고 알리기 때문에 스마트 폰을 분실했을 경우 사용자가 스마트 폰 또는 물품을 찾기에 어려움이 있다. 하지만 본 논문에서 제안하는 스마트 벨트의 경우 사용자의 몸에 부착된 벨트가 분실을 감지하기 때문에 벨트를 착용한 후에는 벨트 분실의 우려가 거의 없다. 따라서 관리 대상인 물품의 분실할 위험도 낮아지고 스마트 폰의 분실도 관리할 수 있는 장점이 있다.

향후 본 논문에서 제안한 방법을 토대로 데이터 규격을 최적화하여 더 많은 물품을 관리할 수 있는 방안, 장애물 등에 의해 영향을 받는 RSSI 값을 보정하기 위한 알고리즘을 추가하여 사용자에게 더 정확한 분실 정보를 제공할 수 있는 방안 등을 진행하는 것이 필요하다.

REFERENCES

- [1] Soo-Tai Nam, "A study on the protection of personal information by Smartphone losing", The Korea Society of Computer Information, Vol. 21, No. 2, pp. 85-86, July 2013.
- [2] Seon-Jae Jeong, Jae-Hong Yim, "Implementation of the Passenger Positioning Systems using Beacon", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 153-160, Jan. 2016.
- [3] Su-Bin Han, "A Push Technique of The Product Informations by Beacon's MacAddress", The Society of Convergence Knowledge, Vol. 4, No. 1, Jan. 2016.
- [4] Kyung Kwon Jung, Hyun Sik Park, Woo-Seung Choi, "RSSI-based Indoor Location Tracking System using Wireless Sensor Networks", The Korea Society of Computer Information, Vol. 13, No. 7, pp 67-73, Dec. 2008.
- [5] Jeong Gook Koh, "Design and Implementation of a Smartphone Application for Loss Prevention with Precautionary Functions", The Korea Multimedia Society, Vol. 17, No. 9 pp. 1098-1103, Sept. 2014.
- [6] Seung-Hyuk Kim, "A Study on the Educational Effect from a Case of Application Development to Prevent Loss of One's Belongings", Journal of Practical Engineering Education, 6(1), pp. 27-34, June 2014.
- [7] Yong-Hui Lee, Hyun-Gi Kim, Ho-Jeong Song, "Design and Implementation of the Loss Preventing System using RFID", Electric & Information Research Information Center, Vol. 15, No. 20, pp. 920-923, Nov. 2008.
- [8] ChoonSung Nam, HyunHee Jung, "The Loss Prevention

System of Smart Device Using by iBeacon", The Korean Society for Internet Information, Vol. 15, No. 6, pp. 27-34, Dec. 2014.

Authors



Myeongseon Kim will receive the B.S. degree in Computer Engineering from Hoseo University, Korea, in 2017. He is currently an undergraduate student in the department of computer engineering at Hoseo university.

He is interested in embedded computing, Internet of Things, Computer Vision, Augmented Reality.



JinHyeon Joo received B.S. and M.S degree in Computer Engineering from Hoseo University in 2011 and 2013. He is currently a Ph.D student in the department of computer engineering at Hoseo University.

His current research interests include recommender system, software engineering and artificial intelligence.



Geunduk Park received M.S. and Ph.D. degrees in Computer Engineering from Seoul National University in 1997 and 2005 respectively, and B.S. degree in Computer Science and Statistics from Seoul National University in 1993.

He is currently an associate professor of the department of computer engineering at Hoseo university. His current research interests include embedded computing, service oriented architecture, and semantic web technology.