

실내 위치 서비스 기반 긴급 호출 시스템

김도안¹ · 김용국¹ · 정희경^{2*}

Interior Location Services Based Emergency Call System

Doan Kim¹ · Yongkuk Kim¹ · Hoekyung Jung^{2*}

¹Graduate Student, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

^{2*}Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

요 약

본 논문에서는 실내 위치 서비스를 기반으로 사용자에게 긴급한 일이 생겼을 경우 기관이나 보호자에게 호출을 해주는 긴급 호출 시스템을 제안한다. 또한 이를 통해 복지 기관 및 병원을 대상으로 가정하여 실내 위치 서비스 인프라를 구축한다. 제안하는 시스템은 손목에 시계 형태로 되어 있는 디바이스로부터 센서 값을 받아 긴급 상황을 판별한 후 긴급 정보를 위치 단말기에 전달한다. 위치 단말기는 위치와 긴급 정보를 포함하여 서버로 전송하고 서버는 데이터베이스에 접근하여 데이터를 저장한다. 이를 통해 보호자는 어플리케이션으로 서버와 통신하면서 사용자의 상태를 모니터링하고 알림을 받으며 긴급한 상황에 긴급 호출기능을 사용하여 대처할 수 있다. 제안하는 시스템을 의료 분야와 복지 분야 등 긴급한 대처가 필요한 분야에 적용한다면 사용자와 보호자에게 좀 더 안정적이고 신속한 긴급 서비스를 제공할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an emergency call system which makes a call to an institution or a guardian when an urgent case occurs to a user based on the indoor location service. In addition, it establishes indoor location service infrastructure assuming welfare institutions and hospitals. The proposed system receives the sensor value from the device that is in the form of a clock on the wrist and determines the emergency situation and delivers emergency information to the terminal. The location terminal transmits location and emergency information to the server, and the server accesses the database and stores the data. This enables the caregiver to communicate with the server through the application, monitor the user's status, receive notifications, and respond to emergency situations by using the emergency call function. If the proposed system is applied to the fields requiring urgent action such as medical field and welfare field, it will provide more stable and prompt emergency service to users and carers.

키워드 : 긴급 호출, 실내 위치 서비스, 프로세서 보드, GPS

Keywords : Emergency Call, Indoor Location Service, Processor Board, GPS

Received 26 September 2018, Revised 27 September 2018, Accepted 1 October 2018

* Corresponding Author Hoekyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Professor, Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.2.149>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 IoT, 모바일, 데이터베이스 분야 등이 하나의 연결 형태로 진화하고 있다. 이러한 영향으로 관련 기술인 위치 정보에 관한 연구도 세계적으로 진행되고 있다[1-3]. 위치 정보 기술은 대표적으로 위성항법시스템으로 위성에서 신호를 수신함으로써 현재 위치를 계산하여 사용하는 GPS(Global Positioning System)를 예로 들 수 있다. 이를 통해 실외에서는 비교적 정확도가 높은 위치 정보를 수신할 수 있었다. 하지만 GPS의 음영지역이라 할 수 있는 실내에서는 건물의 구조나 사용자의 행동반경을 고려해야하는 문제점으로 인해 정확도에 관한 문제가 요구되고 있다 [4,5]. 기존 실내 위치 기반 서비스들은 스마트폰에 내장되어 있는 축 센서(지자기, 가속도, 자이로)로 사용자의 행동반경인 걸음, 각도 등을 계산하여 블루투스 통신을 통해 위치 서비스를 제공하는 형태였다[6-8]. 하지만 스마트폰을 이용하기 때문에 스마트폰을 소지하는 형태와 들고 있는 습관, 사용자의 걸음걸이 등에 영향을 받아 정확도가 다소 떨어지는 단점이 있었다.

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 손목에 착용하는 방식의 실내 위치 서비스 시스템을 제안하였다. 또한 이를 통해 복지 기관 및 병원을 대상으로 하여 가정한 후 실내 위치 서비스 인프라를 구축하고 해당 위치 서비스를 기반으로 실내에서의 긴급 호출 시스템을 구현한다. 본 시스템은 손목에 시계 형태로 되어 있는 프로세서 보드로부터 센서 값을 받아 패턴 분석을 통해 임계값을 지정한 후 별도의 위치 단말기에 전달하고, 위치 단말기는 위치 정보와 센서 정보들을 통합하여 서버로 요청하여 데이터베이스에 저장한다. 보호자는 스마트폰을 통해 피보호자의 위치 정보를 모니터링 하고 긴급 상황 시 알람을 통해 사용자의 위치를 전달 받으며 대처할 수 있도록 동작한다. 또한 보호자가 원하는 경우 여러 명의 피보호자를 설정할 수 있으며 긴급 호출을 사용할 시 미리 정해놓은 기관이나 관계자에게 즉각적인 호출을 할 수 있다.

II. 본론

논문의 연구 목적은 실내 위치 서비스를 기반으로 하

여 사용자의 행동을 분석하는 시스템이다. 제안하는 시스템은 3축 지자기 센서를 이용함으로써 사용자의 행동을 패턴 분석하고 실내 위치를 포함하여 데이터를 가공한다. 또한 실내 위치 판별의 유무는 디바이스와 위치 단말기간의 연결 유무를 통해 판별하게 된다. 디바이스와 위치 단말기를 블루투스 모듈을 통해 단일 연결하고 연결된 단말기는 디바이스의 센서 데이터와 함께 현재 위치를 메인 서버에 전달하여 현재 위치를 판별하도록 한다. 그림 1은 사용자의 행동을 패턴 분석한 그래프이고 그림 2는 실내 위치 판별을 위한 디바이스와 위치 단말기간의 상호관계를 나타낸 흐름도이다.

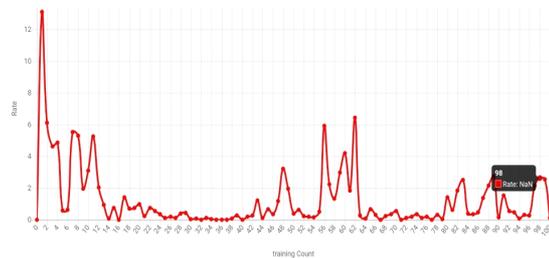


Fig. 1 Pattern Analysis Geomagnetic Sensor

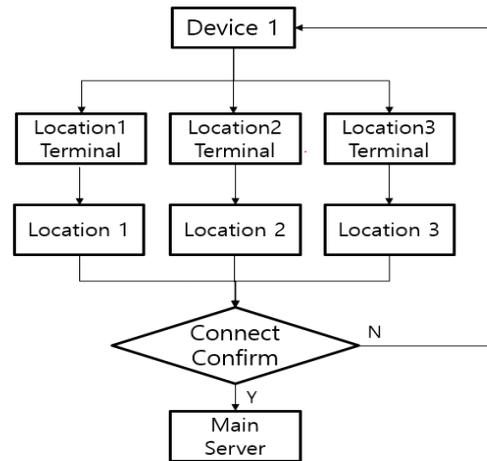


Fig. 2 Relationship .Flow between Device and Terminal

사용자가 착용하고 있는 디바이스 센서에서 3방향으로 각각 x축, y축, z축 값으로 출력한다. 이를 통해 사용자의 행동 분석에 필요한 데이터를 얻을 수 있다. 식 1은 패턴 분석을 위한 그래프 내부 계산식이다.

$$\begin{aligned}
 X &= \text{Training Count} \\
 Y &= \text{Rate} = x^2 + y^2 + z^2,
 \end{aligned}
 \quad
 \text{atan2}(y,x) = \begin{cases}
 \text{atan}\left(\frac{y}{x}\right) & x > 0 \\
 \pi + \text{atan}\left(\frac{y}{x}\right) & y \geq 0, x < 0 \\
 -\pi + \text{atan}\left(\frac{y}{x}\right) & y < 0, x < 0 \\
 \frac{\pi}{2} & y > 0, x = 0 \\
 -\frac{\pi}{2} & y < 0, x = 0 \\
 0 & y = 0, x = 0
 \end{cases}
 \quad (1)$$

지자기 센서의 x, y, z값을 입력 받아 이를 각각 제곱하여 더해준 후 atan2를 이용하여 미분을 해준 것이다. 이를 통해 두 점간의 기울기를 구할 수 있고 기울기가 일정 이상 급격하게 변화가 있을 경우를 골라 임계값으로 설정하고 위치 단말기에 전송하게 된다. 이를 통해 제안하는 시스템은 위와 같은 실내 위치 서비스를 기반으로 긴급 상황을 판별하고 해당 위치 단말기의 위치를 서버로 전송하는 역할을 한다. 그리고 어플리케이션을 통해 긴급 상황에 맞는 알람을 실시간으로 받을 수 있고 사용자의 위치를 모니터링할 수 있도록 하는 보호자 기능을 제공한다. 그림 3은 본 시스템의 전체적인 시스템 구성도이다.

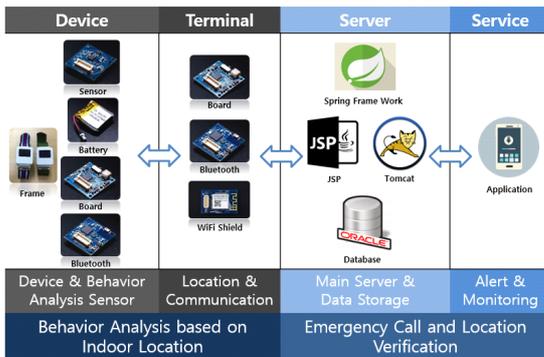


Fig. 3 System Configuration Diagram

디바이스는 프레임, 프로세서 보드, 배터리, 지자기 센서, 블루투스 모듈로 이루어져 있고 지자기 센서를 통해 행동 분석하여 긴급 상황을 판별한다. 그 결과를 위치 단말기로 전송하고 위치 단말기는 위치와 함께 서버에 전송하여 처리한다. 이를 통해 보호자는 서버와 송수신 하는 어플리케이션을 통해 사용자의 긴급 상황을 알람 받을 수 있으며 긴급 호출을 통해 대처할 수 있다. 그림 4는 서버의 구조를 보여주는 구조도이다.

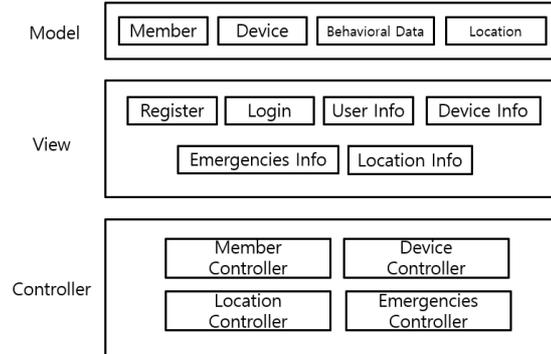


Fig. 4 Main Server Structure Diagram

메인 서버는 웹 서버로 데이터베이스를 통한 데이터 접근과 위치 단말기로부터 전송되는 데이터 처리 그리고 어플리케이션에 대한 응답과정을 담당한다. 해당 작업을 효율적으로 처리하기 위한 구조로 MVC 패턴을 사용하여 구축하였다. 그림 5는 해당 데이터베이스의 구조이다.

DB_Name	Description
SH_MEMBER	Save the member information
SH_DEVICE	Save the device information
SH_LOCATION	Save the location information
SH_SENSOR_DATA	Store Sensor Data for emergency

Fig. 5 Database Structure

데이터베이스의 구조는 4가지로 구성하였다. 보호자와 피보호자를 구분하여 회원 데이터를 수집하는 멤버 테이블과 사용자가 사용하는 기기 정보를 저장하는 디바이스 테이블을 정의하였다. 또한 사용자의 위치 정보를 저장하는 위치 테이블과 사용자의 행동 분석 데이터를 저장하는 센서 데이터 테이블로 정의하였다. 그림 6은 전체 과정을 수행하는 알고리즘 순서도이다.

본 논문의 핵심 기능은 사용자의 디바이스에서 긴급 상황을 인지하고 보호자의 앱을 통해 현재위치와 상태를 알려주는 긴급호출시스템의 구현이다. 그림 6은 디바이스가 긴급 상황을 인지하여 보호자에게 알람을 주는 과정을 나타내는 순서도이며 설계 내용은 다음과 같다. 디바이스의 자이로센서와 지자기센서 모듈에서 긴

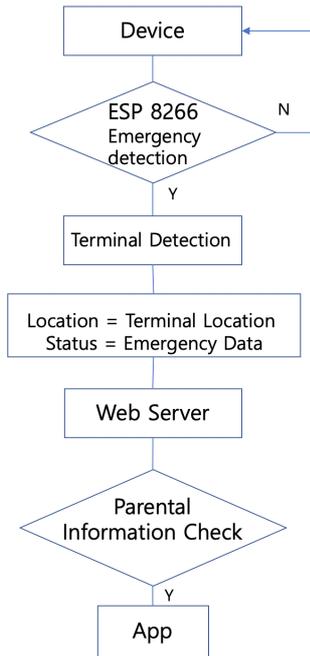


Fig. 6 Algorithm Flowchart

급 상황을 그림1의 과정에서 나온 임계값을 통해 판별한다. 긴급 상황으로 인지하게 되면 디바이스는 주변에서 가장 가까운 단말기를 검색한다. 단말기에 연결이 되면 단말기는 현재 위치와 상태를 웹 서버에 전송한다. 웹 서버는 관련 정보를 데이터베이스에 저장하고 보호자 정보를 조회하여 보호자의 어플리케이션으로 알림을 전송한다. 이를 통해 보호자는 긴급 호출 버튼을 이용하여 신속한 대처가 가능하다.

III. 시스템 구현

본 장에서는 제안하는 시스템인 실내 위치 기반 긴급 호출 시스템의 구현을 다룬다. 시스템의 구축 환경은 Window Server 2016 64Bit를 사용하였고 서버는 Apache Tomcat 8.5를 사용하여 구축하였다. 그림 7은 사용자의 디바이스를 모니터링하고 관리하는 어플리케이션 화면이고 그림 8은 단말기의 구성을 포함하는 프로토타입 모형이다.

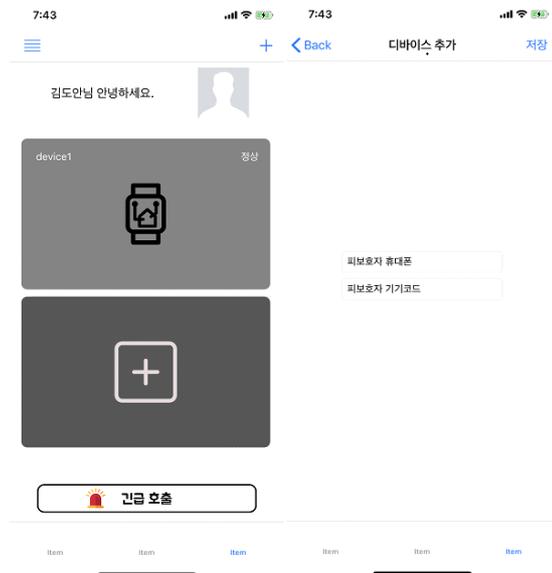


Fig. 7 Main Page and Add Device Page

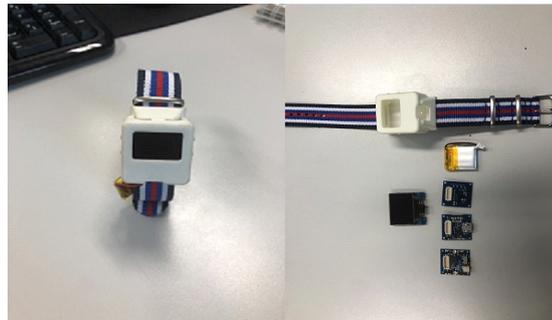


Fig. 8 Prototype Device Configuration Environment

기존의 사용되었던 스마트폰 형태에서 손목에 착용하는 형태로 변형되었다. 이를 통해 사용자의 행동 패턴을 조금 더 제한하여 오차율을 줄이도록 구현하였다. 또한 프로토타입에 기기 코드를 부여하여 보호자가 언제든지 기기코드를 이용하여 등록할 수 있도록 하였고 기기를 사용하는 사용자의 상태를 모니터링하여 긴급 호출 기능을 사용할 수 있도록 구현하였다.

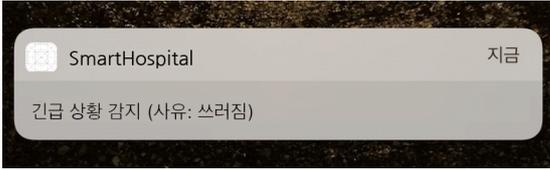


Fig. 9 Emergency Detection Notification

그림 9는 다양한 긴급 상황 중 사용자가 혼절했을 경우를 예로 보호자에게 전송된 긴급 알림이다. 보호자는 피보호자에게 긴급 상황이 생겼을 경우 프로토타입으로부터 긴급 상황 알림을 받을 수 있다.



Fig. 10 Emergency Monitoring Screen

그림 10은 알림이 왔을 경우 바뀌는 디바이스 모니터링 화면이다. 현재 사용자의 상태와 위치를 보호자에게 제공하며 긴급 호출 버튼을 통해 긴급 상황을 관계자에게 알릴 수 있도록 하였다.

IV. 고 찰

기존에 연구되었던 실내 위치 서비스 기반 긴급 호출 시스템들은 스마트폰에 내장되어 있는 여러 센서를 이용해 삼각측량 등의 측정 방법으로 위치 서비스를 제공하였다. 하지만 스마트폰을 사용하는 형태와 소지하는 형태 그리고 걸음걸이에 따라 오차 범위의 편차가 증가한다는 단점이 있었다. 신호세기로 정확한 거리를 계산하여 측정하기가 어려운 현재 실내 위치 측정을 삼각측량을 통해 계산하여 예측한다는 것은 큰 어려움이 따른다.

본 연구는 기존 긴급 호출 시스템들이 갖는 문제점을 해결하기 위해 손목에 고정되는 형태의 디바이스를 제안하였다. 또한 패턴분석을 통해 오차 범위를 감소 시켰고 여러 개의 위치 단말기를 제공하여 블루투스의 연결 유무를 통해 실내 위치를 판별하도록 하였다. 이를 통해 긴급 호출 인프라를 구축하여 테스트하였다. 제안하는 시스템은 검증을 위해 스마트폰의 지자기 센서를 활용한 데이터 셋과 제안하는 시스템의 데이터 셋을 활용하여 실험을 진행하였다. 스마트폰을 이용한 실험 모델은 비콘의 신호를 삼각측량법으로 계산하여 위치를 측정하는 모델이고 제안하는 실험 모델은 그림 8에서 제작한 프로토타입을 이용하여 단말기의 연결 유무로 위치를 측정하는 모델이다. 그림 11은 실험에 필요한 데이터 셋이 고 그림 12는 데이터 셋을 통한 오차율 그래프이다.

Data Set	Description
Smart Phone	Possession Form = 30 times Usage Habit = 30 times Walking Habit = 30 steps
Development Device	Left Hand Wear = 30 times Right Hand Wear = 30 times Walking Habit = 30 steps

Fig. 11 Black Out Data Set

실험에 활용되는 데이터 셋은 스마트폰과 제안하는 디바이스로 한다. 스마트폰은 소지 형태와 사용습관 그리고 걸음 습관을 데이터 셋으로 만들기 위해 각각 30회씩 수행하였다. 또한 제안하는 디바이스는 왼손과 오른손에 착용 그리고 걸음 습관을 데이터 셋으로 만들기 위해 30회씩 수행하였다. 스마트폰의 경우 바지 주머니에

넣은 경우, 손에 휴대하는 경우를 소지 형태로 판단하였고 휴대폰을 가로 혹은 세로로 들었을 경우를 사용 습관으로 판단하였다.

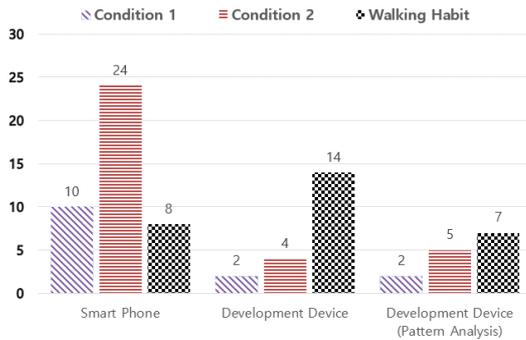


Fig. 12 Average Error Graph Including Conditions

제안하는 디바이스의 경우는 손목에 착용하는 형태로 각각 오른손, 왼손 착용을 소지 형태로 판단하였다. 이를 통해 각각의 시스템을 일정한 임계값을 주었을 때 오차율을 그림 9와 같은 그래프 형태로 확인할 수 있었다. 스마트폰의 경우 소지 형태와 사용 습관에 많은 오차율을 보인 반면 제안하는 디바이스의 경우는 손목에 착용하였기 때문에 소지 형태에 큰 오차율을 보이지 않았다. 하지만 걸음 습관의 경우 손목을 흔드는 변수가 있기 때문에 높은 오차율을 보였다. 이를 확인하고 제안하는 시스템은 손목을 흔드는 경우를 패턴 분석하였고 새로운 임계값을 도입하여 설정하였다. 이를 통해 약 50%의 오차율 감소 효과를 보였다. 또한 해당 실내 위치 서비스를 기반으로 긴급 호출 시스템을 제안하였다. 본 실내 위치 서비스는 긴급 호출 시스템에 맞도록 설계되었고 저비용으로 넓은 실내에서 동작하도록 설계하였다. 또한 웹 서버를 이용해 구축하였기 때문에 다양한 환경에서 높은 호환성을 가진다. 이를 응용한다면 병원, 복지관등 긴급 환경을 필요로 하는 여러 분야에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

최근 IoT 기술을 통해 스마트 환경을 구축하기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 이러한 IoT 적용 기술

의 한 축을 담당하는 것이 위치 서비스이다. 실외에서는 위성항법장치인 GPS를 통해 오차율이 비교적 적은 서비스를 제공 받고 있지만 GPS의 음영 지역인 실내에서는 건물의 구조와 장애물 그리고 사용자의 행동반경의 문제로 정확한 위치를 판별하는데 어려움을 겪고 있다. 때문에 이를 위한 다양한 실내 위치 서비스 기술들이 개발되었지만 비용문제와 오차율을 극복하기가 어려웠다.

기존 시스템은 스마트폰을 사용하여 사용자의 행동을 분석하여 진행 방향과 걸음 횟수를 측정하여 계산하는 방식을 사용하였다. 하지만 이러한 방식은 사용자가 스마트폰을 사용하는 습관에 따라 큰 오차율이 발생하는 단점이 있다.

이를 해결하기 위해 본 논문에는 손목에 착용하는 형태의 디바이스와 위치 단말기간의 통신을 이용하여 작동하는 실내 위치 기반 서비스를 제안하였다. 본 시스템은 디바이스와 위치 단말기 간의 블루투스 통신을 통해 사용자 행동 정보와 위치 정보를 서버에 전달한다. 또한 복지 기관 및 병원을 대상으로 가정하여 실내 위치 서비스 인프라를 구축하고 해당 위치 서비스를 기반으로 어플리케이션 형태의 실내 긴급 호출 시스템을 구현하였다. 이를 통해 넓은 실내 공간에서 긴급 상황이 발생하면 즉각적으로 보호자나 보호 기관에 위치를 포함한 호출을 함으로써 신속한 대처가 필요한 환자나 장애인들에게 도움이 되는 큰 장점을 가질 수 있다. 고찰에서는 긴급 상황으로 판별할 수 있는 혼절상태를 기준으로 데이터 셋을 구현하여 오차율을 그래프로 출력하였고 기존 시스템에 비해 약 50%의 오차율 감소 효과를 확인하였다. 이를 통해 실내 위치 서비스를 상황에 맞게 구축하여 오차율을 감소시킬 수 있다는 결론을 내리게 되었다. 또한 해당 시스템뿐만 아니라 의료 분야와 서비스 분야 등 실내에서 이루어지는 다양한 분야를 위치 서비스 기술과 접목하여 다양한 융합 인프라를 구축할 수 있을 것으로 사료된다. 향후 연구로는 통신 환경에 따른 실내 위치 오차율의 감소이다. 현재는 블루투스 통신의 연결 유무로 위치를 판별하기 때문에 블루투스의 연결 거리인 약 10m ~ 20m의 오차가 발생한다. 또한 블루투스 통신의 특성상 장애물의 유무에 큰 약점을 가지고 있기 때문에 이를 해결하는 새로운 통신 환경을 구축하여야 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by The Leading Human Resource Training Program of Regional Neo industry through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and future Planning(No. 2016H1D5A1911091).

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2018.

REFERENCES

- [1] J. R. Li, E. H. Lee, and J. H. Lee, "Sequence-to-sequence based Morphological Analysis and Part-Of-Speech Tagging for Korean Language with Convolutional Features," *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineering*, vol. 44, no. 1, pp. 57-62, Jan. 2017.
- [2] J. H. Lee, E. J. Lee, and D. K. Baik, "Smart Lecture Room: A Case Study for Self-Adaptive Software," *Journal of Computing Science and Engineering*, vol. 2015, no. 12, pp. 490-492, Dec 2015.
- [3] Regin. A. Cabacas, and I. H. Ra, "Indoor Position Estimation of First Responders for Rapidly Deployable Emergency Communication Systems in Disaster Recovery," *Journal of the Korea Contents Association*, vol. 2018, no. 5, pp. 75-76, May 2018.
- [4] J. W. Jang, and S. N. Hong, "Indoor Positioning System with Convolutional Neural Networks," *Journal of the Korea Information and Communications Society*, vol. 2018, no. 1, pp. 881-883, Jan, 2018.
- [5] J. T. Ryu, I. K. Kim, and J. R. Hwang, "The development of indoor location measurement System using Zigbee and GPS," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Society*, vol. 17, no. 4, pp. 1-7, Aug. 2012.
- [6] S. H. Kim, D. H. Kang, K. W. Kim, and C. H. Im, "Indoor Location Estimation Using Wi-Fi RSSI Signals and Geomagnetic Sensors," *Journal of Embedded Systems and Applications*, vol. 12, no. 1, pp. 19-25, Dec, 2017.
- [7] M. Bansal, and L. Shricastava, "Performance Analysis of Wireless Mobile Adhoc Network with Different Types of Antennas", *HSST, ISSN : 2508-9080*, vol.3, no.1, March(2017). pp. 33-44, <http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2017.03.03>.
- [8] X. T. Yang, J. M. Jang, and H. K. Jung, "Advanced Sensor-based Control Reagent Cabinet Monitoring System," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 21, no. 1, pp. 199-204, 2017.



김도안(Do-An Kim)

2018년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2018년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
※관심분야: 모바일 컴퓨팅, IoT



김용국(Yongkuk Kim)

2001년 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2006년 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2018년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
※관심분야: 빅데이터, 인공지능 연구관리



정회경(Hoekyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※관심분야: 멀티미디어 문서정보처리, XML, Semantic Web, Ubiquitous Computing, USN, IoT