

BLE 비콘을 활용한 O2O 서비스 플랫폼의 설계

윤동연¹ · 오암석^{2*}

Design of O2O service platform using BLE beacon

Dong-Eon Yoon¹ · Am-Suk Oh^{2*}

¹Graduate Student, Department of Computer Media Engineering, Tongmyong University, Busan, 48520 Korea

^{2*}Professor, Department of Digital Media Engineering, Tongmyong University, Busan, 48520 Korea

요 약

코로나 팬데믹 이후 비대면 주문 결제가 뉴 노멀로 자리잡고 있다. BLE 비콘은 블루투스 페어링 없이 70m이내의 범위에서 저전력 무선 통신을 지원하는 기술로, 실내측위에 특화되어 있다. 따라서 B2C(Business to Consumer), B2B(Business to Business) 서비스를 넘어 O2O(Online to Offline) 서비스를 구축하고 제공하는데에 적합하다. 그러나 비콘은 장거리 무선 통신을 지원하는 wifi에 비해 구축된 플랫폼이 적어서 이용률이 낮은 편이다. 이에 본 논문에서는 BLE 비콘을 활용한 O2O 서비스 플랫폼을 설계 및 제안함으로써 이전보다 편리한 비대면 관련 서비스 제공을 목적으로 한다. 비콘을 스캐닝할 때, 단순히 비콘이 가진 광고 데이터를 수신하는 것만이 아니라 사용자 단말기와 비콘 간 실제거리가 정확히 산출되도록 한다. 해당 O2O 서비스 플랫폼은 정확한 위치 파악을 통해 쿠폰이나 할인혜택 같은 상점정보, 박물관 전시물 정보, 교통정보 등을 적시적소에 사용자에게 제공할 수 있게 될 것이다. 비콘 거리 측정 실험은 비콘 측위의 특징인 실내 공간을 가정하고 수행되었다.

ABSTRACT

Untact order payment has become a new normal since the COVID-19. BLE beacon is a technology that supports low-power wireless communication within 70 meters without Bluetooth pairing and is specialized for indoor positioning. Therefore, it is suitable for building and providing O2O services beyond B2C and B2B services. However, beacons have a lower utilization rate because they have fewer platforms than wifi that support long-distance wireless communication. Therefore, this paper aims to provide more convenient non-face-to-face related services than before by designing and proposing an O2O service platform using BLE beacons. When scanning beacons, not only does it receive advertising data that beacons have, but it also ensures that the actual distance between the user's terminal and beacons is accurately calculated. Through accurate location, the O2O service platform will be able to provide users with store information, such as coupons and discounts, museum exhibits, and traffic information at the right time.

키워드 : O2O, BLE 비콘, 플랫폼, 액티비티, RSSI

Keywords : Online-to-Offline, Bluetooth low energy beacon, Platform, Activity, Receiver signal strength indicator

Received 25 August 2021, Revised 6 September 2021, Accepted 16 September 2021

* Corresponding Author Am-Suk Oh(E-mail:asoh@tu.ac.kr, Tel:+82-51-629-1211)

Professor, Department of Digital Media Engineering, Tongmyong University, Busan, 48520 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.11.1457>

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

배달 서비스, 픽업 서비스 등 온라인 서비스가 발달하고, 사람 간 접촉이 줄어들면서 대면 거래가 주를 이루던 오프라인 시장에도 변화가 찾아오고 있다. 예를 들어 스타벅스의 사이렌 오더 시스템은 사용자가 스타벅스 어플에서 주문을 하면 직원이 음식을 제작해서 픽업 위치에 두고, 어플에 도착 알림만 보내줌으로써 서로 대면할 필요없이 거래를 완료시킬 수 있다. 이렇듯 온라인 서비스와 오프라인 서비스가 혼재된 O2O(Online-to-Offline)서비스가 다양하게 생겨나고 있는 것이다[1].

대표적인 관련 기술로는 BLE(Bluetooth Low Energy) 비콘이 있다. 비콘은 블루투스 통신을 통해 특정 정보를 일정한 주기로 브로드캐스팅하는 장치이다. 전용 어플을 설치한 사용자가 특정 위치에 접근하면 다양한 정보를 사용자에게 제공하는 것이 가능해서 안전 관리 분야 및 서비스 분야 등에 활용되고 있다. 또한, 저전력을 지원하고 BLE기반의 라이브러리가 꾸준히 업데이트되면서 서비스 개발을 용이하게 하고 있다.

본 논문에서는 이러한 BLE 비콘을 활용하여 O2O 서비스를 제공하는 플랫폼 설계에 집중하였다. 아두이노와 HM-10 모듈을 연결하여 비콘을 제작하고 O2O 서비스 어플을 구현하였다. 해당 어플은 주변에 활성화된 비콘의 범용 식별자(UUID)를 스캔하여 비콘 목록을 표시한다. 표시된 비콘 목록을 클릭하면 O2O 서비스 어플과 비콘 간 거리와 수신된 광고패킷 정보를 확인 가능하다. 해당 비콘은 비대면 결제 방식 변화를 통한 편의 제공 및 지역 상권 활성화에도 도움을 줄 것으로 기대한다.

II. 관련 연구

2.1. iBeacon의 광고 패킷 전송

iBeacon은 Apple사에서 개발한 비콘으로 32byte의 데이터 패킷을 가진다. iBeacon Prefix에는 사용자에게 보여질 광고데이터 패킷이 저장되며, UUID는 비콘의 범용 식별자를 의미한다. Major값과 Minor값은 광고데이터 패킷의 그룹을 구분할 때 쓰인다. 비콘의 송신 신호 세기인 Tx Power는 비콘 수신 신호 세기인 RSSI와 함께 사용자와 비콘 간 거리 계산에 이용된다. 주로 쓰이는 거리 계산 알고리즘으로는 다수의 노드를 이용한

평균프린팅 방식, 원의 반지름을 이용한 삼변측량 방식 등이 있다[2-3]. 본 논문에서는 거리 측정을 위해 3개의 비콘을 노드로 활용하기 때문에 삼변측량 방식을 선택하였다. 그림 1은 데이터 항목 패킷의 구조를 나타낸다.

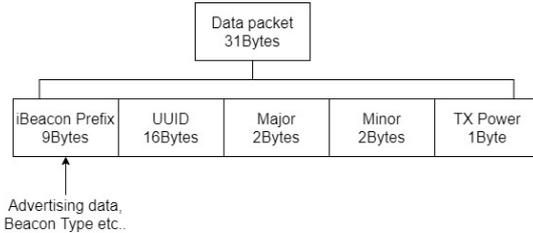


Fig. 1 Structure of beacon data item packets

2.2. 네덜란드 암스테르담의 아이비콘 마일

아이비콘 마일(iBeacon Mile)은 암스테르담(Amsterdam)에서 세계 최초로 수행된 대규모의 비콘 인프라와 IoT(Internet of Things) 통신망을 공급하는 리빙랩(living lab) 프로젝트이다. 아이비콘 마일은 암스테르담 중앙역에서 시작해 마리네테레인(Marineterrein)까지 이르는 약 2km 정도 거리 사이에 형성되어 있다. 단말기 사용자는 해당 구역을 지나면서 주변 식당과 상점, 박물관이나 도서관, 버스 및 트램 등의 정보를 실시간으로 수신받을 수 있다. 기존처럼 정보를 얻기 위해 단말기로 일일이 검색을 해보거나 직접 건물에 찾아갈 필요가 없어서 O2O서비스 활성화의 성공사례로 꼽힌다. 그림 2는 암스테르담에 구축된 아이비콘 마일의 지도를 나타낸다.

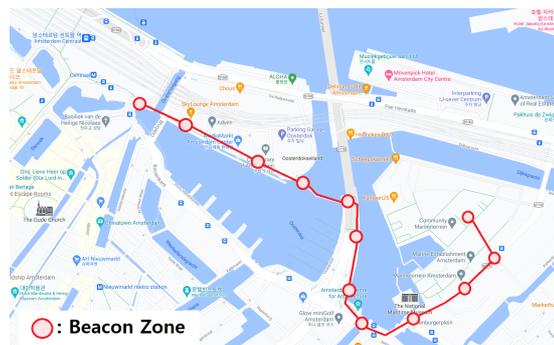


Fig. 2 iBeacon mile map

III. 비콘 기반 O2O 플랫폼의 구성

3.1. 아두이노와 HM-10 모듈

아두이노(Arduino)는 단일보드 마이크로컨트롤러를 말하며 하드웨어(아두이노 보드), 소프트웨어(아두이노 IDE), 오픈소스로 구성된 펌웨어이다. 아두이노의 특징으로는 먼저 리눅스, 맥, 윈도우 같은 여러 OS를 지원하고 하드웨어와 소프트웨어의 오픈소스가 공개되어 있다. 그리고 JAVA 및 C언어 기반의 독자적인 통합개발 환경(IDE)를 가지고 있어서 소스코드의 작성, 편집 및 업로드가 편리하다. 또한, 각종 센서들과 주변장치를 쉽게 확장할 수 있어 비콘 장치 구현에 용이하다.

HM-10은 BLE통신을 지원하는 모듈로, 내장된 iBeacon 블루투스를 이용하여 다양한 기기와의 통신을 돕는다[4]. 본 논문에서는 이러한 아두이노와 HM-10 모듈을 핀(Pin)으로 연결하고 업로드한 비콘 노드를 3대 정도 제작하였다. 제작한 비콘 노드들은 각자 다른 광고 데이터(상점에 관련된 URL)를 부여하여 전용 어플의 작동과정을 확인한다. 그림 3은 제작된 BLE 비콘의 구성을 직관적으로 나타낸다.

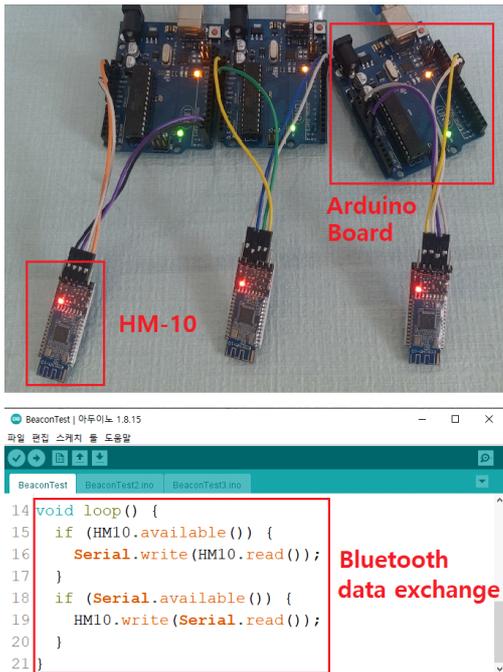


Fig. 3 Configuration of the BLE beacon

3.2. O2O 서비스 플랫폼

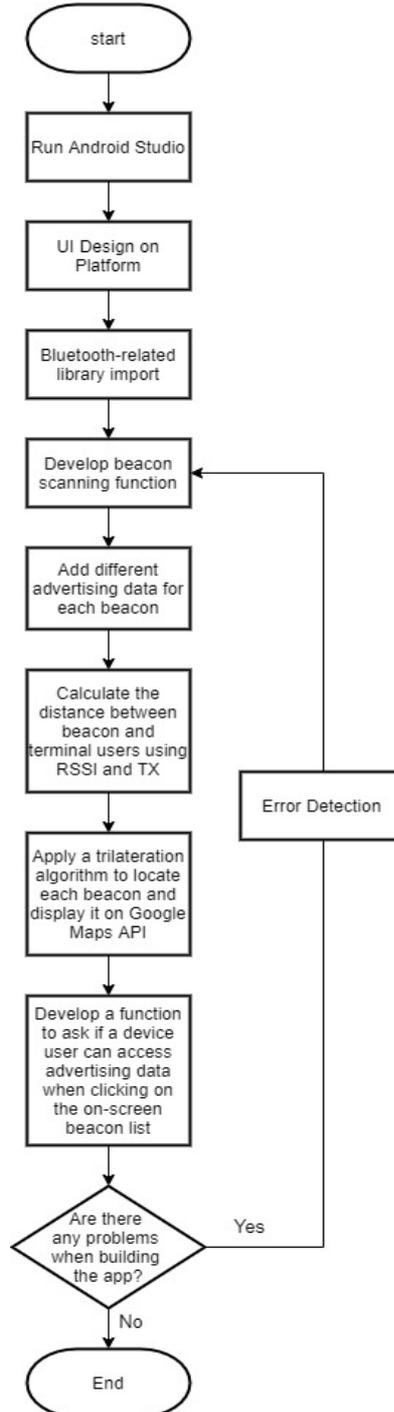


Fig. 4 Android O2O Platform Development Flow Chart

그림 4는 O2O서비스 플랫폼의 개발 과정을 흐름도로 나타낸 것이다.

해당 과정은 BLE 비콘이 제작된 상태로 가정하고 진행된다. 첫째, JAVA 또는 Kotlin언어를 이용한 모바일 어플 개발을 지원하는 툴인 안드로이드 스튜디오를 실행한다. 블루투스에 관련된 각종 이벤트를 추가하기 전에 스마트폰 화면에 보여질 UI(User Interface)를 설계한다. 둘째, 블루투스 설정과 기능 권한에 관련된 라이브러리를 추가한다. 셋째, 단말기 주변의 비콘을 스캐닝하는 기능을 개발하고 비콘마다 서로 다른 광고데이터(상점 URL)를 저장시켜 둔다. 넷째, 스캐닝한 비콘들에서 비콘의 수신 신호 세기인 RSSI값과 출력 신호 세기인 TX값에 대한 정보를 가져와 거리계산을 수행한다[5]. RSSI를 이용한 거리계산 공식은 수식 1과 같다.

$$D = 10^{((TXpower - RSSI)/(10 * N))} \quad (1)$$

여기서 D는 비콘과 단말기 간 거리를 의미하고, N은 정확한 계산을 위해 추가되는 보정상수를 의미한다. 다섯째, 세계 지도를 지원하는 오픈소스인 구글 맵 API를 가져오고 삼변측량 알고리즘을 적용하여 각 비콘의 위치와 단말기 위치를 표시하는 기능을 만든다[6-8]. 여섯째, 단말기 사용자가 비콘 수신 범위에 들어오면 각 비콘에 저장된 광고데이터를 수신할 것인지에 대한 여부를 묻는 기능을 구현한다. 마지막으로 어플을 빌드하였을 때 문제가 발생하면 디버깅을 통해 수정하고 문제가 없으면 O2O플랫폼 프로토타입이 완성된 것으로 봄으로써 개발을 마무리한다.

IV. 비콘 기반 O2O 플랫폼의 설계

안드로이드 애플리케이션은 크게 화면 구성을 담당하는 View 영역, View와 Model을 제어하는 Control 영역, 데이터를 저장하고 공유하는 Model 영역의 MVC모델로 구성된다. Control 영역 중 UI 화면을 구성하는 컴포넌트를 액티비티라고 하는데, 해당 플랫폼에서는 비콘을 검색하고 찾아내어 해당 목록을 보여줄 메인 액티비티 1개와 비콘의 위치 및 광고데이터를 보여줄 서브 액티비티 1개로 설계하였다. 그림 5는 해당 액티비티들과 연결된 레이아웃과 관련 파일들을 보여준다.

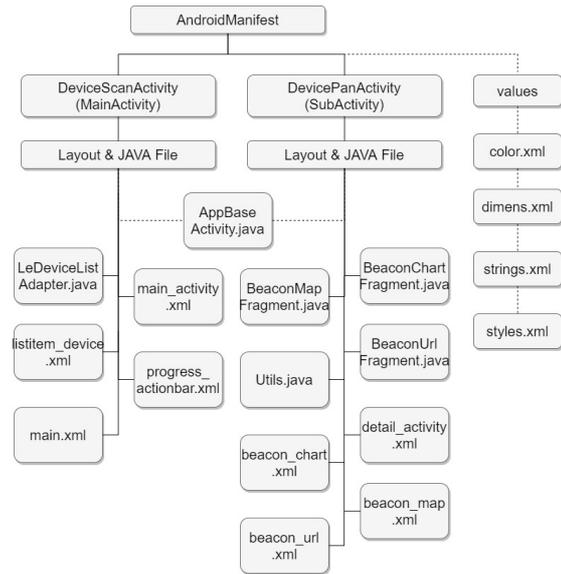


Fig. 5 File structure of O2O platform components

먼저 AppBaseActivity파일은 각 액티비티의 종료 및 전환이나 메뉴 전용 UI 컴포넌트인 액션바의 최초 생성에 쓰였다. main_activity를 어플 실행 시 제일 먼저 보여질 레이아웃으로 지정하고 LeDeviceListAdapter파일에서 비콘 검색 및 중지, 각 비콘 정보의 비콘 목록 추가 등과 같은 기능 이벤트를 관리하도록 하였다. 각 이벤트마다 main_activity에서 보여질 레이아웃으로는 비콘 목록을 ListView형식으로 보여주는 listitem_device, 비콘 검색 메뉴를 보여주는 main 등을 설계하였다.

메인 액티비티에서 비콘을 검색하여 나타난 각 비콘 목록을 클릭하면 서브 액티비티가 호출된다. 서브 액티비티는 비콘의 RSSI 측정값이나 단말기 사용자와 비콘 간 거리, 광고데이터 정보 등을 표시하는 용도로 설계하였다. 탭 바(Tab Bar)에 아이템으로 배치된 UI 메뉴를 클릭하면 해당되는 화면이 출력되도록 부분 UI인 Fragment를 만들어 배치해주었다. 그 외에 스타일 설정 부분은 values파일 안에서 처리하였다. 이로써 O2O 서비스 플랫폼의 프로토타입 구조 설계를 완성하였다.

4.1. 메인 액티비티(DeviceScanActivity)

메인 액티비티는 비콘을 검색하고 비콘 관련 정보를 받아 리스트 뷰(ListView)의 아이템 항목으로 표시해주는 화면이다. 소스 코드는 String타입의 HashMap을 선언하고 스캔한 비콘의 개수가 0보다 크면 메인 화면에

표시된 비콘 데이터들이 현재 어댑터에 존재하는 데이터로 최신화되도록 하였다. 스캔을 성공한 순서대로 키(Key) 값을 부여하고, 비콘 이름, RSSI값, Major값, Minor값, UUID등의 정보를 화면에 표시한다. 메인 화면에 표시된 비콘 리스트 뷰의 아이템을 클릭하면 선택된 키 값에 맞는 서브 액티비티 화면으로 이동하게 된다. 이때, 비콘의 정보값으로 Mac주소를 넘겨주게 된다. 비콘 스캔 시 보여지게 되는 화면은 그림 6과 같고 그림 7은 비콘 추가 관련 소스 코드의 일부이다.

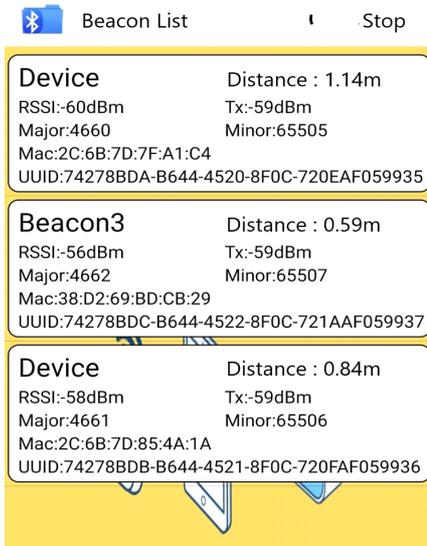


Fig. 6 Beacon search screen in main activity

```
private HashMap<String, KBeacon> mBeaconsDictionary;
private KBeacon[] mBeaconsArray;
public void onBeaconDiscovered(KBeacon[] beacons)
{
    for (KBeacon pBeacons: beacons)
    {
        mBeaconsDictionary.put(pBeacons.getMac(), pBeacons);
    }
    if (mBeaconsDictionary.size() > 0) {
        mBeaconsArray = new KBeacon[mBeaconsDictionary.size()];
        mBeaconsDictionary.values().toArray(mBeaconsArray);
        mDevListAdapter.notifyDataSetChanged();
    }
}
```

Fig. 7 Beacon list source code

4.2. 서브 액티비티(DevicePanActivity)

서브 액티비티는 메인 액티비티로부터 Mac주소를 받아와서 상세한 위치나 광고 데이터 등을 보여주는 화면이다. 그 중 비콘 Map 화면에서 비콘을 바깥에 설치해두고 가까이 가면 인식하는지 확인하고, 실제거리와 얼마나 오차가 있는지 실험하였다. 구글 맵 API를 가져와 단

말기 화면에서의 현재 위치와 비콘 간 거리를 확인하고 실제로 설치한 비콘 위치와의 차이도 비슷한지 확인하였다. 그림 8은 비콘 Map의 실행 화면과 비콘의 실제 설치 위치를 나타내며, 표 1은 측정에 따른 오차를 나타낸다.



Fig. 8 Show Beacon Position Screen

Table. 1 Error between beacon measurement distance and actual distance

Beacon Measurement Distance	Distance actually displayed	Error Distance for Measured Values
0.05m	0.05m	0m
1.03m	1.01m	0.02m
2.09m	2.04m	0.05m
3.16m	3.07m	0.09m
4.12m	3.96m	0.16m
5.06m	4.83m	0.23m
6.18m	5.86m	0.32m
7.04m	6.52m	0.52m
8.11m	7.39m	0.72m
9.05m	8.12m	0.93m

V. 결 론

작년에 발생한 COVID-19로 인해 사람들 간 대면이 현저히 줄어들면서 비대면 수업, 온라인 쇼핑, 배달 등의 분야가 발달하였다. 비콘은 2013년도부터 주목받았던 기술로 다양한 분야에의 활용가능성과 편의성 증가 효과로 인해 O2O서비스에도 적합한 기술이었다.

이에 본 논문에서는 BLE 비콘을 활용한 O2O 서비스 플랫폼의 설계법을 제시하였다. 먼저 BLE 비콘을 구현하기 위해 아두이노와 HM-10 모듈을 연결하고 모듈 내에 내장된 iBeacon을 활성화하였다. 그 다음 플랫폼 어플을 제작하기 위해 안드로이드 스튜디오를 사용하였다. 블루투스 통신의 설정 및 권한을 담당하는 기능을 불러오고, UI를 디자인하고, 액티비티를 메인과 서브의 2개로 나누었다. 또한, 측정된 비콘의 정보를 바탕으로 단말기 사용자와 비콘 간 거리를 구하였고, 실제 거리와 얼마나 오차가 생기는지 측정하여 확인하였다. 거리가 가까울때는 오차가 거의 없었으나 약 1m씩 멀어지면서 오차가 점점 커지는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 제작한 비콘들은 각각의 광고데이터를 가지고 있다. 덕분에 비콘을 인식하면 곧바로 정보를 받아볼 수 있지만, 반대로 알람을 제한하는 기능은 없어 사용자가 원치 않는 정보가 수신될 수도 있다. 이러한 문제점을 좀 더 해결해나간다면 O2O 서비스 플랫폼이 오프라인 시장에서의 비대면 결제 활성화에 도움이 될 것이라 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the BB21plus funded by Busan Metropolitan City and Busan Institute for Talent & Lifelong Education(BIT)

REFERENCES

- [1] S. Y. Lee, J. Y. Shin, J. Y. Kim, S. Y. Kang, and H. Han, "Pack Analysis Program for Verifying the Behavior of Smart IoT Devices," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 22, no. 5, pp. 889-896, May. 2021.
- [2] W. S. Shin, J. Y. Choi, and K. H. Kim, "A Fingerprinting Map Construction Method for Direction Determination of Mobile Node," in *Proceeding of Korea Institute of Information & Telecommunication Facilities Engineering*, pp. 3-5, 2018.
- [3] Y. H. Lee, S. W. Lee, and E. J. Kim, "BLE Beacon-Based Indoor Distance Measurement Technique Using Outlier Adjustment," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 22, no. 5, pp. 839-845, May. 2021.
- [4] Y. J. Jeong, N. W. Park, and D. H. Kim, "Implementation of Smart Cane using Beacon Communication for Visually Impaired People," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 21, no. 3, pp. 453-461, March. 2020.
- [5] P. Pascacio, S. Casteleyn, and J. T. Sospedra, "Smartphone Distance Estimation Based on RSSI-Fuzzy Classification Approach," *2021 International Conference on Localization and GNSS (ICL-GNSS)*, pp. 1-6, IEEE, 2021.
- [6] A. Alshareef, J. S. Giudice, J. Forman, D. F. Shedd, T. Wu, K. A. Reynier and M. B. Panzer, "Application of trilateration and Kalman filtering algorithms to track dynamic brain deformation using sonomicrometry," *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 56, 2020.
- [7] H. Y. Moon, H. Y. Jeong, and K. H. Han, "Improved Trilateration Method on USN for reducing the Error of a Moving Node Position Measurement," *Journal of Digital Convergence*, vol. 14, no. 5, pp. 301-307, 2016.
- [8] J. S. Kim, Y. K. Kim, and G. C. Hoang, "A Study on Indoor Position-Tracking System Using RSSI Characteristics of Beacon," *Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 17, no. 5, pp. 85-90, 2017.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the BB21plus funded by Busan Metropolitan City and Busan Institute for Talent & Lifelong Education(BIT)

REFERENCES

- [1] S. Y. Lee, J. Y. Shin, J. Y. Kim, S. Y. Kang, and H. Han, "Pack Analysis Program for Verifying the Behavior of Smart IoT Devices," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 22, no. 5, pp. 889-896, May. 2021.
- [2] W. S. Shin, J. Y. Choi, and K. H. Kim, "A Fingerprinting



윤동언(Dong-Eon Yoon)

2020년 동명대학교 디지털미디어공학부 공학사
 현재: 동명대학교 컴퓨터미디어공학과 석사과정
 ※관심분야: 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, AR/VR



오암석(Am-Suk Oh)

1997년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 1987년~1990년: LG연구소 연구원
 현재: 동명대학교 디지털미디어공학부 교수
 ※관심분야: 데이터베이스, 빅데이터, 사물인터넷, 헬스케어시스템, 의료정보시스템