

Design of Indoor Location-based IoT Service Platform

Bong-Han Kim*

*Professor, Major of Digital Security, CheongJu University, CheongJu, Korea

[Abstract]

In this paper, among short-range wireless communication technologies such as Beacon, Bluetooth, UWB (Ultra-wideband), ZigBee, NFC (Near Field Communication), Z-Wave, 6LoWPAN (IPv6 over Low power WPAN), D2D (Device to Device), etc. , proposed an IoT service platform based on a beacon that can provide indoor positioning. And, a beacon-linked web server was designed by blocking indiscriminate beacon spam signals and applying REST web service technology with flexibility and scalability. Data accessibility between different devices was verified by testing the success rate of data transmission, the success rate of blocking beacon push, the success rate of IoT interlocking processing, the accuracy of location positioning, and the success rate of REST web service-based data processing. Through the designed IoT service platform, various proposals and research on short-distance-based business models and service platforms will be conducted in the future.

▶ **Key words:** IoT, indoor location, platform, beacon, REST web service

[요 약]

무선 통신의 발전과 IoT 센서의 발전으로 인해 휴대용 모바일 통신 장치와 센서 간의 근거리 무선 통신 기술들이 개발되어 다양한 응용서비스를 제공하는 고부가가치의 플랫폼으로 발전하고 있다. 본 논문에서는 비콘, 블루투스, UWB(Ultra-wideband), ZigBee, NFC(Near Field Communication), Z-Wave, 6LoWPAN(IPv6 over Low power WPAN), D2D(Device to Device) 등과 같은 근거리 무선 통신 기술 중에서, 실내 위치 측위를 제공할 수 있는 비콘을 기반으로 IoT 서비스 플랫폼을 제안하였다. 그리고 무분별한 비콘 스팸 신호를 차단하고 유연성과 확장성을 가진 REST 웹 서비스 기술을 적용하여 비콘 연동 웹서버를 설계하였다. 데이터 전송 성공률, 비콘 Push 차단 성공률, 위치 측위 정확도, IoT 연동 처리 성공률, REST 웹 서비스 기반 데이터 처리 성공률 등을 테스트하여 다른 기종 간의 데이터 접근성을 검증하였다. 설계된 IoT 서비스 플랫폼을 통해 향후 근거리 무선 통신 기반의 비즈니스 모델과 서비스 플랫폼에 대한 다양한 제안과 연구가 진행될 것이다.

▶ **주제어:** IoT, 실내 위치, 플랫폼, 비콘, REST웹서비스

• First Author: Bong-Han Kim, Corresponding Author: Bong-Han Kim
*Bong-Han Kim (bhkim@cju.ac.kr), Major of Digital Security, CheongJu University
• Received: 2022. 11. 21, Revised: 2022. 12. 15, Accepted: 2022. 12. 16.

I. Introduction

모바일 통신의 발전과 IoT 센서의 발전으로 인해 휴대용 모바일 통신장치와 센서 간의 다양한 근거리 무선 통신 기술이 개발되고 있고 상용화되고 있다. 이러한 근거리 무선 통신 기술은 고속/고품질의 모바일 통신 서비스와 휴대용 멀티미디어 융복합 단말 장치를 이용하여 언제 어디서나 다양한 응용서비스를 제공하는 고부가가치 플랫폼으로 발전하고 있다. 대표적인 근거리 무선 통신 기술은 블루투스, UWB(Ultra-wideband), ZigBee, NFC(Near Field Communication), Z-Wave, Li-Fi(Light Fidelity), 비콘 등이다. 현재, 이러한 근거리 무선 통신 기술을 바탕으로 다양한 비즈니스 모델이 제안되고 있으며 애플리케이션이 개발되고 실생활에 적용되고 있지만 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 근거리 무선 통신 기술 중에서 실내 위치 탐색을 위한 방향성을 갖춘 비콘을 기반으로 한 IoT 서비스 플랫폼을 제안하고 설계하고자 한다. 또한 POS와 APP 웹 서비스의 연동을 자동으로 응대할 수 있도록 설계하고 불필요한 비콘 스캔 신호를 차단할 수 있는 모듈을 제안하고자 한다. 그리고 유연성, 확장성과 일관성이 우수한 REST 웹 서비스 기술을 적용하여 다른 장치 간의 데이터에 대한 접근성을 향상시킬 수 있도록 설계하고자 한다.

II. Short-range wireless communication technology

비콘은 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반하며 BLE 신호와 연동하여 GPS 정보를 송수신하는 근거리 무선 통신 기술이다. NFC와 비교하여 원거리 무선 통신이 가능하여 사용자의 위치 정보를 제공할 수 있으며, 장치 간의 접촉이 필요 없어 사용자가 수동으로 접속 동작을 수행할 필요가 없다.

블루투스 기술은 1994년 에릭센의 무선 개발 연구를 기반으로 해 1998년 에릭센, 노키아, 도시바, IBM, 인텔 등이 참여한 Special Interest Group에 의해 개발되었다. 2021년 7월에 채택된 Bluetooth 5.3이 가장 최신 버전이며 낮은 레이턴시가 필요 없는 환경에서 소비 전력을 줄일 수 있다. 또한 암호화 키 조절, 채널 분류 향상 등으로 통신 신뢰도가 개선되었다[1].

UWB(Ultra Wide Band)은 3.1GHz ~ 10.6GHz 대역폭을 500MHz 단위로 분할하여 넓은 주파수 대역폭을 이용하는 근거리 무선 통신 기술이다. 근거리 무선 통신기기 간에

데이터 통신뿐만 아니라, 초광대역의 주파수 대역폭을 사용하기 때문에 좀 더 자세한 거리 측정이 가능하여 무선 통신 장치 간의 거리를 상세히 측정할 수 있다. 이러한 장점으로 지하상가, 대형 쇼핑몰 등 위치 기반 정보를 이용한 다양한 분야에 스마트폰과 연동되는 추세이다[2][3].

ZigBee는 ZigBee 얼라이언스가 IEEE 802.15 표준을 기반으로 개발하였고 개인 통신망에서 소형, 저전력 디지털 라디오 신호를 이용한 통신 기술이다. ZigBee는 2.4GHz 주파수를 사용하고 128비트 키를 사용하는 대칭 키 암호화 방식의 기밀성을 제공한다. 현재 약 3억 개의 ZigBee 통신 노드가 배치되어 있다. 스마트 홈, 스마트 그리드, 의료기기 시스템, 스마트 공장, 모니터링 시스템 등에 사용된다[4].

NFC(Near Field Communication)는 13.56MHz의 대역을 가진 근거리 무선 통신이다. NFC 통신 장치는 파일, 사진, 연락처, 결제정보 등과 같은 데이터를 양방향으로 전송할 수 있다. NFC의 전송 속도가 106Kbps ~ 848Kbps로서, 블루투스보다 느린 속도로 작동하고 주파수 도달 범위가 짧지만, 전력 소비량이 적고 페어링이 필요하지 않다. NFC를 사용하면 수동 설정 없이 두 NFC 장치 간의 링크는 0.1초 이내에 자동으로 연결된다.

Z-Wave는 Z-Wave Alliance에서 개발한 스마트 홈에서의 무선 전송 방식이다. Z-Wave는 무선 네트워크에서 하나 이상의 노드들과 통신 장치 사이에서 신뢰성 있는 통신을 제공한다. 900MHz와 2.4GHz 대역을 사용하고 9.6Kbps, 40Kbps, 200Kbps의 전송 속도를 지원한다. ZigBee는 ZigBee 얼라이언스에서 관리하는 공개 프로토콜이며 Z-Wave는 비공개이다.

6LoWPAN(IPv6 over Low power WPAN)은 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에 IPv6를 적용하여 기존의 TCP/IP 네트워크에 연결하는 기술이다. IPv6 기술을 사용하여 다양한 스마트 장치와 센서 노드, Sync 노드들이 게이트웨이와 같은 중계 장치 없이 IP 기반의 네트워크에 연결할 수 있다. 또한 낮은 가격, 저전력 특성과 이동성, 광역성, 보안성을 구현할 수 있다.

Weightless은 TV 주파수 대역을 사용하여 다른 무선 통신 장치와 통신할 수 있는 D2D(Device to Device)기술이다. Weightless 통신 기술은 IoT 통신을 위해 개발되었으며 저비용, 저전력, 광역 통신, 보안, 다중 IoT 지원, 브로드캐스팅 등을 지원한다.

WiFi Direct은 무선 공유 장치인 AP 없이, 자체적으로 AP 기능을 수행하고 2,400Mhz 주파수를 사용하여 다른 무선 장치와 통신할 수 있는 D2D 기술이다. 2010년 상용화가

완료되었으며, 와이파이를 지원하는 통신 장치일 경우 물리적인 절차 없이 SW 펌웨어를 통해, 통신이 가능하다.

Table 1. Compare short-range wireless communication technologies

	Frequency	Range	Characteristic
Blue tooth	2.4Ghz	~10m	-Low power -Access is possible without AP -Coverage cannot be expanded
UWB	3.1 ~ 10.6Ghz	~100m	-Frequency reuse -Low power density -Low impact of interference
ZigBee	868Mhz (Europe) 900 ~ 928Mhz (USA) 2.4Ghz (Global)	~100m	-Low power -Low cost network -Concerns about interference & fragmentation
NFC	logistics: 860 ~ 960Mhz Traffic Card: 13.56Mhz	~20m	-Compatibility with RFID system
6LoWPAN	2.4Ghz	~10m	-scalability to topology -excellent mobility -IPv6 network compatibility
D2D	2.4Ghz	~1km	-High security -Low power -Build a network in a short time

LTE Direct는 500m~1km의 범위에서 1,000개의 무선 통신 장치와 통신을 할 수 있는 D2D 기술이다. 기지국은 주파수 대역 할당, 인증, 링크셋업 등 최소한의 중계역할만 수행하고 통신 장치들이 직접 데이터를 송수신한다. 전송 속도는 75Mbps이고 저전력 높은 보안성을 구현할 수 있다. 또한 LTE Direct의 탐색 기능을 통해 단말기 간의 위치를 탐색할 수 있으며, 긴급 재난 통신 시스템의 이상적인 솔루션을 제공할 수 있다[5].

Table 1에서 다양한 근거리 무선 통신 기술을 비교하였다.

III. Analysis of web service structure

웹 코드를 개발할 때 개발자는 프로젝트의 요구 사항에 가장 적합한 Web API를 선택해야 하고 Web API는 다양한 형태로 제공될 수 있다. 두 개의 어플리케이션은 이러한 일련의 규칙을 사용하여 서로 통신할 수 있다. 이러한

API를 통해 개발자는 전체 소스 코드를 다시 작성할 필요 없이 어플리케이션에 특수한 기능을 추가할 수 있다.

SOAP 및 REST는 API 개발 업계에서 가장 일반적으로 사용되는 기술이다. 이것은 사용하기 쉽고 기능적이기 때문에 개발자들은 이러한 기술을 이용한다[6].

1. SOAP Web Service

SOAP(Simple Object Access Protocol)는 웹 서비스와 상호 작용하기 위한 XML 기반 HTTP 프로토콜이다. 다양한 프로그래밍 언어로 작성된 응용 프로그램이 서로 효율적으로 통신할 수 있도록 중개 언어로 만들어졌다.

SOAP는 웹 서비스 간에 XML 데이터를 교환하기 위한 프로토콜이다. 상태 유지(Stateful) 운영 및 상태 없는(Stateless) 동작은 모두 SOAP에서 지원된다. 상태 유지(Stateful)은 반복되는 요청에 대해 클라이언트로부터 얻은 정보를 유지하는 서버의 기능이다. 서버는 이러한 요청에 연결된 이전 질의를 알고 있다. 은행 거래, 항공편 예약 등이 대표적인 예이다. 서버는 클라이언트의 상태에 대한 정보를 알고 있기 때문에 상태 정보 없는 메시지를 처리할 필요가 없다.

SOAP 웹 서비스는 특징은 다음과 같다.

-내장 오류 처리: 요청이 실패할 경우, 문제를 해결하는데 필요한 오류 정보가 응답에 포함되어 있기 때문에 무엇이 잘못되었는지를 추측하는데 유용하다.

-높은 보안성: SOAP API는 엔터프라이즈 수준의 높은 보안 웹 서비스에 사용된다. SOAP를 사용하는 지불 게이트웨이, 금융 서비스, CRM 애플리케이션이 대표적이다.

-레거시 시스템 지원: 레거시 시스템들과의 호환성 때문에 사용된다. 장시간 서비스를 이용하는 사용자는 API를 통해 계속 이용할 수 있다. 이것은 레거시 시스템에 접근할 수 있는 사용자를 계속 접근할 수 있도록 허용한다.

-상태 유지(Stateful) 운영 지원: XML 표준상에 개발된 웹 서비스 사양을 사용하여 상태 유지(Stateful) 운영을 수행할 수 있다.

2. REST Web Service

REST(Representational State Transfer)는 웹 서비스 생성에 사용되는 통신에 대한 아키텍처 접근 방식이다. 상태 없는 클라이언트-서버 모델이다. REST 웹 서비스는 REST 개념을 사용하여 정의된 서비스이다.

클라이언트가 REST API를 사용하여 요청하면 리소스의 현재 상태를 나타내는 설명을 서버에게 전송한다. 이 데이터는 JSON, HTML, XLT 및 일반 텍스트를 포함하여

HTTP를 통해 다양한 형태로 전달될 수 있다. 구성 요소 간의 상호 작용에 필요한 특정 리소스를 식별하기 위해 리소스 식별자를 사용한다. HTTP가 천이에서 사용될 때 GET, HEAD, POST, PUT, PATCH, DELETE, CONNECT, OPTIONS와 TRACE 동작이 사용될 수 있다. HTTP를 일반적으로 사용하기 때문에 REST API를 생성하는 동안 추가적인 소프트웨어나 라이브러리를 설치할 필요가 없다.

REST 웹 서비스는 특징은 다음과 같다.

-유연성: 데이터는 리소스나 프로세스에 연결되지 않아서 데이터 유연성이 향상된다. 따라서 REST는 다양한 호출을 처리하고 다양한 형식의 데이터를 제공할 수 있다.

-상태 없는(Stateless) REST API: REST API는 상태 정보가 없다. 이 경우, 서버가 이전 요청이나 응답을 추적하지 않는다는 것을 의미한다. 각 세션이 분리되어 있어, 모든 데이터는 요청이 있을 때 제공된다.

-확장성: REST API는 확장 가능성이 우수하다. REST는 클라이언트와 서버가 독립적으로 진화하기 위해 별도로 유지된다. 따라서 클라이언트와 서버를 개별적으로 확장하는 것이 쉬워진다.

-일관된 인터페이스: 사용자는 같은 표준을 준수하므로 각 API에는 일관된 사용자 인터페이스가 있다. 따라서 하나의 어플리케이션의 REST API는 다른 어플리케이션과 같은 방식으로 통신할 수 있어, 더 효율적인 통신이 가능하다.

공개 API를 개발하기 위해서는 REST를 사용한다. REST API는 모든 주요 소셜 미디어 플랫폼에서 제공되므로 사용자는 자신의 어플리케이션을 플랫폼과 쉽게 통합할 수 있다. REST는 공용 API를 제공해야 하는 상황에서 사용된다. REST는 빠른 웹 서비스 구현과 적은 대역폭을 위해 사용하고 보안성을 위해서는 SOAP를 사용한다[7].

Table 2. Compare SOAP and REST web services

	SOAP	REST
Category	Protocol	Architecture
Function	Function-oriented: Send structured information	Data oriented: Accessing Resources for Data
Data format	Use only XML	Accepts various formats such as plain text, HTML, XML, JSON, etc.
Security	Supports WS-Security and SSL	Supports SSL and HTTPS
Bandwidth	Relatively more resources and bandwidth are required	Requires less resources and lightweight
Data cache	Cache is not available	cache is available
Payload processing	All messages must be advertised before before sending	All messages do not be advertised before sending
ACID compliant	ACID standards exist	No ACID standard

Table 2에서는 SOAP와 REST 웹 서비스의 차이점을 분석하였다.

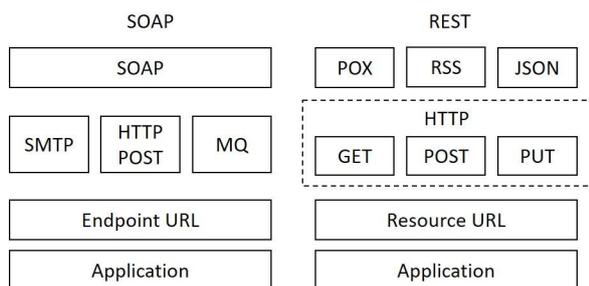


Fig. 1. Protocol Hierarchy of SOAP and REST

따라서 SOAP를 사용해야 하는 명확한 이유가 없다면 REST 방식으로 구현하는 것이 타당한 플랫폼이다. SOAP는 상태를 유지해야 할 때 사용할 수 있고 REST API가 허용하지 않는 단일 트랜잭션에서 일련의 작업을 수행할 때 사용할 수 있다. Fig. 1은 SOAP와 REST의 프로토콜 계층 구조를 설명하고 있다.

IV. Design of indoor location-based IoT service platform

본 장에서는 실내 위치 기반의 IoT 서비스 플랫폼을 설계하였다. Fig. 2는 제안된 실내 위치 기반 IoT 서비스 플랫폼의 시스템 구성도이다. Fig. 3은 설계되는 주요 모듈의 구조도이다. 비콘을 이용한 IoT 서비스의 핵심 모듈로서, 스마트폰, 스마트패드 등 사용자 무선 통신 장치, 매장에서 사용하는 POS 단말 장치, POS 단말 장치 간의 데이터 연동을 위한 POS 서버, NET 기반 웹 서비스를 통해 사용자 무선 통신 장치와 비콘 연동 기능을 가진 웹서버와 APP 서버를 구성하고 각 서버 간의 데이터 연동 모듈을 설계하였다.

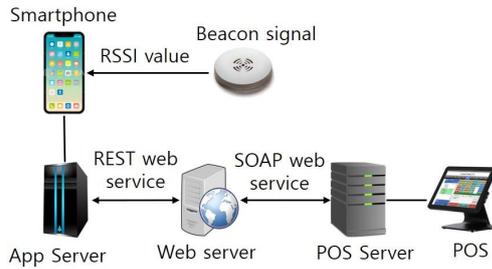


Fig. 2. Systems configuration of the proposed indoor location-based IoT service platform

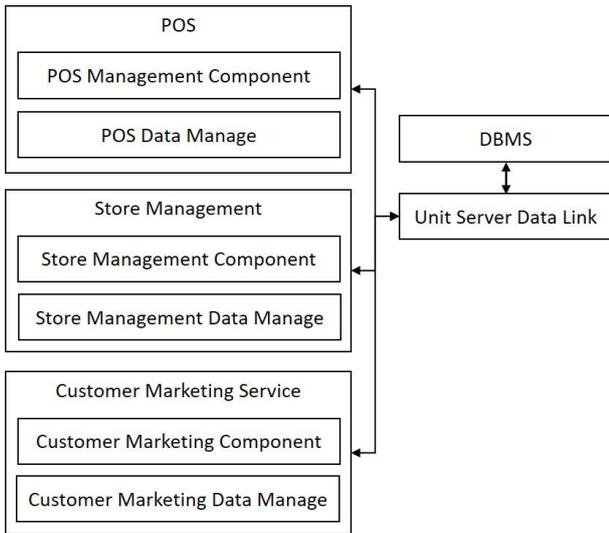


Fig. 3. Structure of the proposed indoor location-based IoT service platform

REST 웹 서비스를 통해 POS, 발주, APP 사용을 가능하도록 설계하였다. 비콘 DB 연동은 DBMS와 APP가 직접 통신을 하는 경우 권한 및 데이터무결성 문제를 발생시킬 수 있어 DB와 클라이언트 간에 직접통신이 아닌 간접적으로 데이터를 전송하도록 하여 데이터 관리가 쉽도록 설계하였다. 또한 REST 웹 서비스를 적용하여, 가독성, 단순성, 처리 속도가 높도록 설계하였다. 사용자의 안드로이드 어플리케이션과 비콘을 이용하여, 실내 위치 측위 기반의 광고, 사전 예약, 자동 응대 기능이 가능하도록 설계하였다. 핵심인 비콘 서버와 사용자 데이터의 연동, 비콘 스캔 신호의 차단 모듈을 설계하였다[8][9][10][11][12][13].

1. Link the beacon-linked web server and user data.

본 절에서는 제안된 IoT 서비스 플랫폼의 비콘 연동 웹 서버와 사용자의 데이터에 대한 연동을 설계하였다. 사용자 무선 통신 장치, 비콘 연동 웹서버, POS 서버, POS 단말 장치로 구성된다. 비콘 연동 웹서버와 사용자 무선 통

신 장치에서 수행되는 데이터 연동 방법은 Fig. 4와 같다.

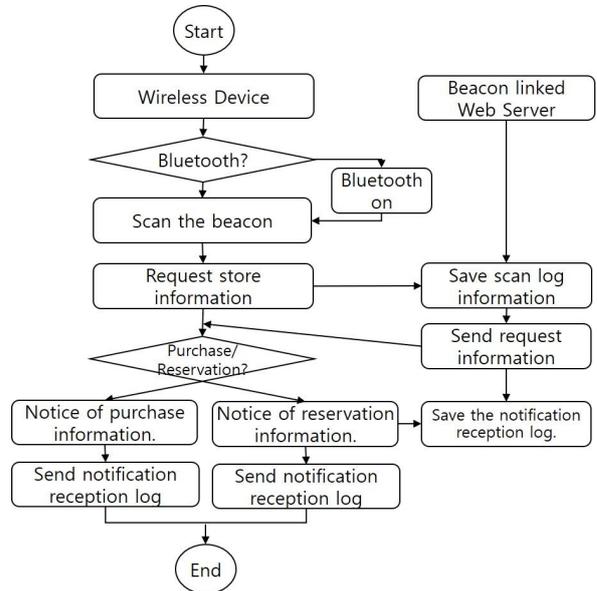


Fig. 4. Data link control performed by wireless communication device and beacon linked web server

비콘 연동 웹서버와 POS 서버에서 수행되는 데이터 연동 방법은 Fig 5와 같다.

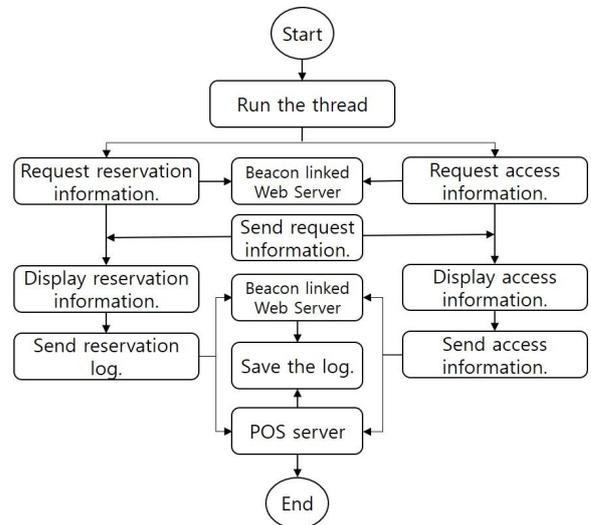


Fig. 5. Data link control performed by POS server and beacon linked web server

비콘 연동 웹서버와 POS 단말 장치 간의 데이터 연동 방법은 Fig 6과 같다.

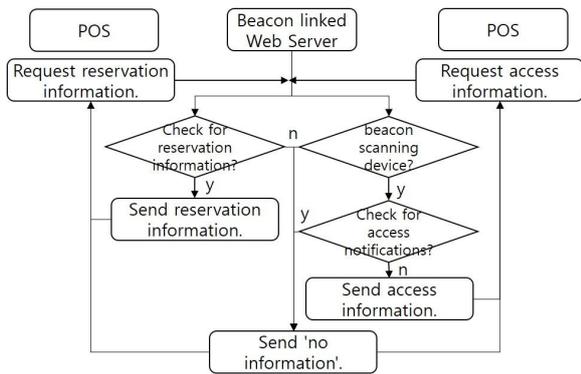


Fig. 6. Data link control performed by POS and beacon linked web server

2. Block the beacon spam signal

현재 비콘에 의해 메시지(Push)는 특별한 차단 기술이 없어 불특정 다수의 사용자에게 전송되는 문제를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 전송되는 비콘 데이터 중에서 특정 코드를 비콘에 부여하여 사용자가 선택적으로 원하는 비콘 메시지(Push)를 차단 또는 해제할 수 있도록 설계하였다. Fig. 7은 비콘 스팸 신호를 차단하기 위한 구성요소와 처리 절차를 보여주고 있다. Fig. 8은 비콘 스팸 신호를 차단하는 소스 코드의 일부이다.

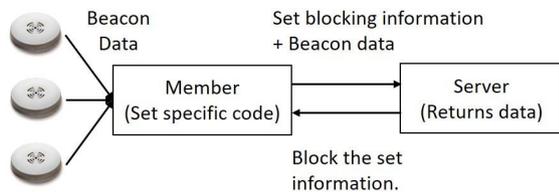


Fig. 7. Procedures for blocking beacon spam signals

```

if (B != null)
{
    string Query2 = "";
    if (B.Equals("업종차단"))
    {
        Query2 = "AND B.UPJONG NOT IN(" + b1 + ")"; }
    else if (B.Equals("상점차단"))
    {
        Query2 = "AND A.S_IX NOT IN(" + b1 + ")"; }
    else
    {
        Query2 = ""; }
    dbconn.dbConn.Open();
    Query = "select COUNT(*) from store_push_list a inner
    join nh_membermaster b on a.S_IX = b.[INDEX]
    WHERE A.B_IX=" + B_IX + """;
    Query = Query + Query2;
    object block = dbconn.ExcuteScalar(Query);
    dbconn.dbConn.Close();
    // 루트가 존재하지 않을때
    if (int.Parse(block.ToString()) == 0)
    {
        return null; }
}
    
```

Fig. 8. Source code to blocking beacon spam signals

Fig. 9는 비콘 스팸 신호를 처리할 수 있도록 설정된 구현 화면이다.



Fig. 9. Implementation screen to blocking beacon spam signals

3. Design of beacon linked web server using REST

REST 웹 서비스 기술을 적용하기 위하여 4개의 메소드인 CRUD(Create Read Update Delete)를 사용하였다.

```

public class BundleConfig
{
    public static void RegisterBundles
    (BundleCollection bundles)
    {
        bundles.Add(new ScriptBundle
        ("~/bundles/jquery").Include
        ("~/Scripts/jquery-{version}.js"));
        bundles.Add(new ScriptBundle
        ("~/bundles/jqueryui").Include
        ("~/Scripts/jquery-ui-{version}.js"));
        bundles.Add(new ScriptBundle
        ("~/bundles/jqueryval").Include
        ("~/Scripts/jquery.unobtrusive*",
        "~/Scripts/jquery.validate*"));
        bundles.Add(new ScriptBundle
        ("~/bundles/modernizr").Include
        ("~/Scripts/modernizr-*"));
        bundles.Add(new StyleBundle
        ("~/Content/css").Include
        ("~/Content/site.css"));
        bundles.Add(new StyleBundle
        ("~/Content/themes/base/css").Include
        ("~/Content/themes/base/jquery.ui.core.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.resizable.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.selectable.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.accordion.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.autocomplete.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.button.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.dialog.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.slider.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.tabs.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.datepicker.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.progressBar.css",
        "~/Content/themes/base/jquery.ui.theme.css")); }
    }
    
```

Fig. 10. Main modules designed with REST web service-BundleConfig

REST 웹 서비스 기술을 이용하여 비콘 연동 웹서버를 설계하였다. http 형식으로 쉽고 빠르게 접근할 수 있도록 설계하였다. Fig. 10은 REST 웹 서비스 기술로 설계된 주요 모듈 중 일부분이다.

Fig. 11은 사용자 무선 통신 장치에서 REST 웹 서비스 기술로 요청과 응답을 테스트한 것이다. 1은 비콘 연동 웹서버에 아이디, 비밀번호를 요청한 데이터이고, 2는 비콘 연동 웹서버에서 json 형식으로 반환된 로그인 여부에 대한 응답 데이터이다.

```

03-06 18:50:44.731 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:44.769 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:51.716 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:54.752 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:55.777 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:55.841 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:55.849 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:55.849 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:55.985 24603-24603/com.donposwith.nh_client D/ViewRootImpl@ef1b4fd[LoginAc
03-06 18:50:56.456 3729-3729/? V/WindowManager: Relayout #Window{97b1f35d0 u0 com.donpo
03-06 18:50:56.830 3729-3753/? I/WindowManager: Destroying surface Surface(name=com.do
  
```

Fig. 11. Request and response using REST in user's wireless communication device

V. Conclusions

제안된 실내 위치 기반의 IoT 서비스 플랫폼은 다양한 근거리 무선 통신 기술 중에서 비콘 기반의 실내 위치 측위 방식을 사용하여 설계되었다. 플랫폼의 구현환경은 사용자 무선 통신 장치, 비콘 연동 웹서버, POS 단말 장치, POS 서버로 구성하여 사용자 비콘 연동 웹서버와 무선 통신 장치 간의 데이터 연동 방법, 비콘 연동 웹서버와 POS 서버 간의 데이터 연동 방법, 비콘 연동 웹서버와 POS 단말 장치 간의 데이터 연동 방법을 설계하였다. 그리고 불필요한 비콘 스캠 신호를 차단할 수 있는 모듈을 제안하였다. 또한 REST 웹 서비스 기술을 이용하여 다른 기종 간 개방형 API 모듈을 통해 데이터에 대한 접근성을 향상시켰으며 기존 실내 위치 측위에서 RSSI의 불규칙 데이터로 인한 위치 측위 정확성이 떨어지는 문제를 Zonebase 기법을 통해 정확성을 향상시켰다.

Table 3은 제안된 플랫폼의 성능을 테스트한 결과이다. 데이터 전송 성공률은 단말 장치가 비콘에 접근할 때 비콘 스캔 기록이 서버에 저장되는지를 테스트하였다. 비콘 Push 차단 성공률은 사용자 단말 장치에서 POS를 차단할 때 해당 POS의 Push 신호를 차단하는지를 테스트하였다. 위치 측위 정확도는 비콘에 1.5m 이내로 접근할 때, 현재 위치 측위 정확도를 테스트하였다. IoT 연동 처리 성공률

은 REST 웹 서비스 기반 데이터 처리 성공률로서, 비콘에 접근한 단말 장치에 전송한 데이터 값과 서버에서 데이터 수집 후 DB에 저장된 데이터값과 일치 여부를 테스트하였다. 사용자 인식 정확도는 사용자 단말 장치가 비콘에 3~5m 이내 접근할 때 정확히 선별하는지를 테스트하였다. 데이터 알림 수신 응답시간은 POS와 사용자 단말 장치 간의 데이터 알림 수신에 대한 응답시간을 테스트하였다. 모든 실험 항목들의 결과가 요구하는 수준 이상임을 보여주고 있다.

Table 3. Performance value of the proposed platform

No	Test item	reference value	Measures
1	Data transmission success rate	Send 90 out of 100 times	100%
2	Beacon push blocking success rate	Block 45 out of 50 times	100%
3	Indoor positioning accuracy	more than 45 out of 50 times	100%
4	IoT linkage processing success rate	more than 90 out of 100 times	100%
5	User recognition accuracy	more than 90 out of 100 times	100%
6	Notification response speed	within 5 seconds per 1 time	3.42sec

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the research grant of Cheongju University in 2021-2022.

REFERENCES

- [1] Rlsearch Center, "Comprehensive analysis to find new business strategies related to fintech leading the smart financial age", IRS Global, pp.431-437, 2015
- [2] Byung-Jun Jang, "Principles and Trends of UWB Positioning Technology," Journal of Korean Institute Electromagnetic Engineering and Science, Vol.33, No.1, pp.1-11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5515/KJKIEES.2022.33.1.1>
- [3] Heejin park, UWB(Ultra Wide Band) technical analysis(1/2), <https://infograph.tistory.com/214>
- [4] Zigbee Alliance, <https://csa-iot.org/>
- [5] Umut Can Cabuk, Georgios Kanakis, Feriřtah Dalkılıc, "LTE Direct as a Device-to-Device Network Technology: Use Cases and Security," International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 5, Issue 7, July

2016. DOI: 10.17148/IJARCCCE.2016.5779

- [6] Abhijit Bora, and Tulshi Bezboruah. "A Comparative Investigation on Implementation of RESTful versus SOAP based Web Services." *International Journal of Database Theory and Application*, Vol.8, No.3, pp. 297-312, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijdt.2015.8.3.26>
- [7] Janani, SOAP vs. REST: What's the Difference, <https://www.atatus.com/blog/soap-vs-rest-whats-the-difference/>
- [8] Byung Wan Kim, "A Study on convergence of Mobile Smart Commerce and O2O Distributions Business Model for Small to Medium and Micro-Enterprises," *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.7, No.5, pp. 161-167, 2016. DOI : 10.15207/JKCS.2016.7.5.161
- [9] Mi Jin Hyun, Bonghyun Kim, Study on the Beacon Signal Characteristic for Efficiency Analysis of Indoor Positioning," *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.9 No.11, pp. 1-7, 2018. DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.11.001
- [10] Jiseong Kim, Yong-Kab Kim, Geun C. Hoang, "A Study on Indoor Position-Tracking System Using RSSI Characteristics of Beacon," *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol.17 No.5, pp.85 ~ 90, 2017. DOI : 10.7236/JIIBC.2017.17.5.
- [11] Dong-Eon Yoon, AmSuk Oh, "Design of O2O service platform using BLE beacon," *Journal of the Korea Institute Of Information and Communication Engineering*, Vol.25, No.11, pp.1457-1462, 2021. DOI : 10.6109/jkiice.2021.25.11.1457
- [12] Seung-Hoon Oh, Juhyun Maeng, "Improvement of location positioning using KNN, Local Map Classification and Bayes Filter for indoor location recognition system," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol.26, No.6, pp. 29-35, 2021. DOI : 10.9708/jksci.2021.26.06.029
- [13] Yong-Chang Lee, Jinhee Lee, Seungbeen Lee, Byeong-Gwon Kang, "A Study on the Accuracy Improvement of Beacon Signals for Positioning over Indoor Environments," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol.20, No.9, pp. 43-50, 2022. DOI : 10.14801/jkiit.2022.20.9.43

Authors



Bong-Han Kim received the B.S. degrees in Computer Science from Cheongju University and M.S., Ph.D. degrees in Computer Engineering from Hannam University Korea, in 1994, 1996 and 2000, respectively.

Dr. Kim joined the faculty of the Department of Computer Information Engineering at Cheongju University, Cheongju, Korea, in 2001. He is currently a Professor in the Major of Digital Security, Cheongju University. He is interested in Network Security, Mobile Application, Computer Network and eXtended Reality.