





# Propuesta e implementación de un sistema basado en servicios de proximidad con BLE Beacons

Juan Fernández Sosa<sup>1</sup> , Santiago Medina<sup>1</sup> , Maite Segovia, Pablo Thomas<sup>1</sup> , Armando De Giusti<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI). Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.  
Centro Asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)  
{jfernandez, smedina, pthomas, degiusti}@lidi.info.unlp.edu.ar,  
maite.segovia@alu.ing.unlp.edu.ar

**Resumen.** Los servicios basados en la proximidad permiten mejorar la interacción y experiencia de las personas en un determinado espacio. Los BLE beacons son una solución muy popular para brindar este tipo de servicio pudiendo convertir una habitación convencional en un entorno inteligente. En este trabajo se propone un sistema que utiliza dispositivos BLE beacons para mejorar la experiencia de las personas en las actividades que se realizan en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Facultad de Informática de la UNLP

**Keywords:** beacons, Bluetooth de bajo consumo, servicios basados en la proximidad, entornos inteligentes.

## 1. Introducción

El desarrollo de las tecnologías digitales en los últimos tiempos ha permitido avanzar sobre la digitalización e interconexión de cosas, espacios y experiencias. Las Ciudades Inteligentes emplean las últimas tecnologías para prestar soluciones y servicios innovadores a sus residentes. Los procesos de digitalización en este tipo de configuración de ciudad hicieron posible integrar tecnologías y caracterizar como “inteligentes” a diferentes aspectos de la vida cotidiana [1], en el área de transporte, comunicación, salud, infraestructura, edificios, entre otras.

Desde su aparición, el teléfono móvil ha sido generador de grandes cambios sobre aspectos fundamentales de la sociedad. Las personas emplean este tipo de dispositivo para acceder e interactuar con diferentes servicios. Esto genera nuevas formas de relación y comunicación con otras personas y también con su entorno. En su proceso de evolución, este tipo de dispositivo fue incorporando mayor capacidad de procesamiento, almacenamiento, sensado contextual y nuevas tecnologías de comunicación inalámbrica [2]. A partir de la instalación y ejecución de Aplicaciones de Software (apps), estos dispositivos adquieren flexibilidad para explotar su potencial en múltiples dominios brindando innovadores e interesantes servicios.

Los servicios basados en la localización (LBS por sus siglas en inglés) permiten obtener información dependiendo de la ubicación de un dispositivo y de la persona que lo porta [3]. La aplicación de este tipo de servicio responde a preguntas del estilo “¿Dónde estoy? ¿Qué cosas se encuentran en mi cercanía? ¿Cómo puedo llegar a ellas?” [4] pudiéndose aplicar tanto en entornos de exterior como en ambientes de interior. Como ejemplos de este último caso se pueden mencionar centros comerciales, museos, estaciones de transporte, aeropuertos, entre otras. Uno de los objetivos de los servicios en ambientes de interior es el de mejorar la experiencia de las personas en un determinado lugar.

Los *beacons* son dispositivos de pequeño tamaño con capacidad de comunicación inalámbrica que emplean tecnología Bluetooth de bajo consumo (BLE). El funcionamiento de este tipo de dispositivo consiste en transmitir una señal con una pequeña cantidad de información que puede ser captada por otros dispositivos compatibles (smartphones, smartwatches, computadoras de una sola placa *-single-boards computers-*) [5]. La información que se transmite dependerá del dominio donde se requiera utilizar y la configuración del beacon, pudiendo ser un identificador, una dirección de email, valor de temperatura, etc. Los beacons son utilizados para brindar servicios de localización indoor y servicios basados en la proximidad [6]. La instalación de estos dispositivos puede convertir una habitación en un entorno inteligente e interactivo [7].

El Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CIyTT) [8] de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata es un espacio orientado al desarrollo de actividades vinculadas a la innovación en temas que corresponden a la disciplina Informática. En este lugar se llevan a cabo diferentes actividades con el fin de acercar este espacio de innovación a toda la comunidad.

El objetivo de este trabajo es presentar un sistema de software que brinde servicios basados en la proximidad y permita a los visitantes del CIyTT a recibir información en sus dispositivos móviles mientras recorren las instalaciones. Este tipo de sistema busca mejorar la calidad de las visitas de la comunidad y la difusión de los proyectos de innovación que se llevan a cabo en este espacio.

El resto de este trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza una descripción de los dispositivos beacons y de la tecnología Bluetooth de bajo consumo que utilizan para comunicarse. En la sección 3 se introduce el concepto de servicios basados en la proximidad y algunos ejemplos de aplicación. Luego se detalla el nuevo sistema propuesto detallando su motivación, arquitectura y aspectos técnicos. Para finalizar se presentan conclusiones y trabajo futuro.

## **2. BLE Beacons**

Los BLE Beacons, comúnmente conocidos como beacons, son dispositivos de pequeño tamaño que transmiten información de manera inalámbrica a otros dispositivos cercanos, empleando tecnología Bluetooth de bajo consumo (BLE) [6].

La comunicación siempre se realiza desde el beacon hacia otros dispositivos, compatibles con el estándar Bluetooth 4.0 o superior, como por ejemplo los smartphones y/o computadoras de placa única ( Raspberry Pi). El beacon transmite una pequeña señal cada cierto intervalo de tiempo y con un cierto rango de transmisión con el objetivo de dar a conocer su existencia. En los dispositivos receptores se ejecuta una aplicación de software particular para detectar dicha señal y en función de su procesamiento, realizar una acción determinada. Para lograr esta interacción entre dispositivos existen diferentes protocolos de comunicación de datos basados en BLE. Los protocolos más populares son: iBeacon, Eddystone, AltBeacon y GeoBeacon [6][9].

El Bluetooth de bajo consumo es una tecnología de comunicación inalámbrica presentada en el año 2010 y diseñada particularmente para ser utilizada en aplicaciones de Internet de Las Cosas (IoT) y Ciudades Inteligentes [10]. Los beacons son dispositivos particularmente populares para implementar soluciones en dichos dominios, debido a su bajo costo, tamaño pequeño y a la autonomía de su batería. Estos dispositivos son utilizados para el desarrollo de aplicaciones de marketing y publicidad, servicios basados en la proximidad, localización indoor, posicionamiento y seguimiento de objetos, entre otras [7] [11].

### **3. Servicios basados en la proximidad (PBS)**

Como se mencionó anteriormente, un tipo de aplicación que se puede implementar utilizando beacons es el servicio basados en la proximidad. Este tipo de servicio tiene como finalidad alertar sobre la proximidad de un objeto o persona a un punto de interés.

Los beacons por su pequeño tamaño pueden ser colocados en casi cualquier lugar sin tener que alterar la infraestructura donde se despliegan. Esto permite convertir una habitación o espacio convencional en un entorno inteligente. Por ejemplo, en [4] para mejorar la experiencia de los visitantes en un museo, se colocaron diferentes beacons en exposiciones o salas de interés. Los visitantes con una app en sus dispositivos móviles y su Bluetooth encendido, reciben notificaciones e información a medida que recorren el lugar y se encuentran próximos a estos puntos de interés. Otro ejemplo son centros comerciales donde se colocan beacons sobre objetos o pasillos para así enviar promociones y atraer la atención de las personas cuando están cerca de ellos, esto se conoce como marketing por proximidad [12] [13].

### **4. Desarrollo propuesto**

#### **4.1 Motivación**

El Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CIyTT) de la Facultad de Informática tiene dos objetivos principales: la creación de un espacio de trabajo para la innovación en temas de la disciplina informática que convoque a graduados, docentes, alumnos e investigadores; y la generación de acciones de transferencia que acerquen los proyectos presentados en el centro a la comunidad y viceversa.

En sus instalaciones, el CIyTT cuenta con múltiples estaciones gestionadas por las diferentes unidades de investigación de la Facultad. Cada una de estas estaciones está conformada por diferentes proyectos innovadores. En las visitas guiadas que se realizan, los visitantes recorren el edificio explorando sus estaciones y conociendo los proyectos que allí se presentan.

En este contexto se propuso el desarrollo de un sistema de software para complementar las diferentes visitas y talleres que se realizan en el edificio, utilizando servicios basados en la proximidad para incrementar el impacto tecnológico en la experiencia de los visitantes.

#### **4.2 Arquitectura del sistema**

Para dar soporte a los servicios por proximidad de este nuevo sistema, se propone una arquitectura de tres componentes tecnológicos principales: beacons, una aplicación de software para dispositivos móviles y una plataforma web de gestión, tal como se presenta en la figura 1a. Dichos componentes se describen a continuación.

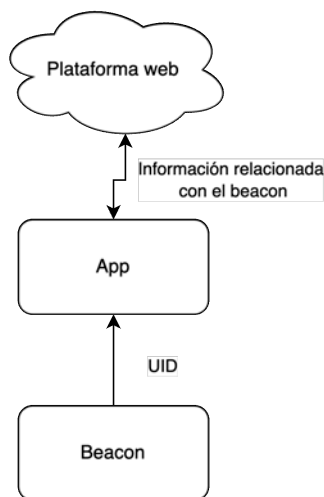


Fig 1a

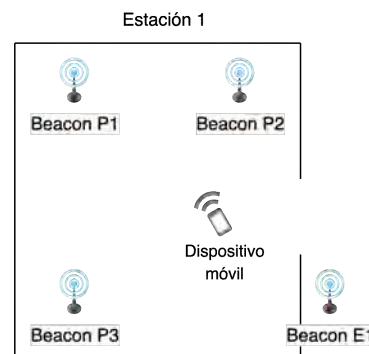


Fig 1b

Figura 1. a) Arquitectura del sistema propuesto. b) Despliegue de beacons en una estación

#### 4.2.1 Beacons

Los beacons estarán ubicados de manera estática en diferentes lugares de interés, relacionados a los proyectos y las estaciones, como se muestra en la figura 1b. Dichos beacons transmitirán periódicamente su código de identificación único (UID).

Para su desarrollo se decidió utilizar placas de desarrollo: Node-MCU ESP32, ESP32-CAM y HM-10 Ble. En cada una de estas placas se realizaron pruebas de comunicación con dos de los protocolos más populares: IBeacon y EddyStone.

#### 4.2.2 Aplicación de Software para dispositivos móviles

Los visitantes del centro deberán descargar la app en sus dispositivos móviles. La app tendrá dos modos de funcionamiento. El primero da soporte al servicio por proximidad por lo que los usuarios deberán activar el Bluetooth para poder interactuar con los diferentes beacons. En este modo, la app se encargará de detectar la señal transmitida por un beacon y calcular la proximidad al mismo a partir de la intensidad de dicha señal (RSSI). El código de identificación del beacon se enviará a la plataforma de gestión, a través de una API-Rest, para conocer el nombre de ese punto de interés. En la aplicación se visualizará esta información permitiendo al usuario obtener mayor cantidad de información relacionada con ese espacio. En caso de estar interesado, la plataforma devuelve más contenido en formato de texto y multimedia (audios, imágenes y videos).

El segundo modo de funcionamiento permite a los usuarios navegar por la interfaz de la aplicación visualizando la información completa sobre las estaciones y proyectos, sin tener que interactuar con los beacons.

Para el desarrollo de esta componente, se eligió utilizar un enfoque multiplataforma, empleando el framework de desarrollo Ionic.

#### 4.2.3 Plataforma web

La plataforma web estará desplegada en la nube y permitirá tener centralizada toda la información para ser consultada por la aplicación móvil. Se podrán dar de alta, editar y relacionar estaciones y proyectos. Cada proyecto está conformado por una descripción en formato texto y archivos multimedia tales como audio, imágenes y videos. Por otra parte, la configuración de los beacons y su relación con una estación o proyecto determinado se realizará con esta misma plataforma.

Para el desarrollo se eligió Node.js como tecnología para el backend, Vue.js para el frontend y una base de datos PostgreSQL.

## 5. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se presentó la propuesta de un nuevo sistema de software que brinda servicios basados en la proximidad. Este sistema propone la utilización de dispositivos BLE beacons para mejorar la experiencia de las personas en las actividades que se realizan en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

En esta primera instancia del desarrollo se presentó una arquitectura de tres componentes tecnológicos: beacons, una aplicación de software para dispositivos móviles y una plataforma web. Del primer componente, se realizaron pruebas de comunicación empleando los protocolos iBeacon y EddyStone en diferentes placas de desarrollo. Por otra parte se definieron dos modos de operación de la aplicación móvil, uno que permite interactuar con los beacons y otro que permite acceder al contenido de manera convencional. Por último, se desplegó la primera parte de la plataforma web de gestión que permite la creación de proyectos y estaciones.

Además de concluir con el desarrollo, despliegue e integración de cada una de las componentes de la arquitectura propuesta, como trabajo futuro se plantea agregar funcionalidades para encuestas y votaciones en la aplicación móvil, la medición de performance de la señal emitida por los beacons en cada protocolo utilizado y la generación de reportes de uso dentro de la plataforma web.

## Referencias

- [1] Gray, J., & Rumpe, B. (2015). Models for digitalization. *Software & Systems Modeling*, 14(4), 1319-1320.
- [2] Fernández Sosa, J. F. (2021). Utilización de dispositivos móviles como herramienta de sensado en aplicaciones de IoT (Tesis, Universidad Nacional de La Plata).
- [3] Huang, H., & Gartner, G. (2018). Current trends and challenges in location-based services. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(6), 199.
- [4] Steiniger, S., Neun, M., & Edwardes, A. (2006). Foundations of location based services. *Lecture Notes on LBS*, 1(272), 2.
- [5] Lindh, J. (2015). Bluetooth low energy beacons. *Texas Instruments*, 2.
- [6] Spachos, P., & Plataniotis, K. (2018). Beacons and the City: Smart Internet of Things. In *Cooperative and Graph Signal Processing* (pp. 757-776). Academic Press.
- [7] Spachos, P., & Plataniotis, K. N. (2020). BLE beacons for indoor positioning at an interactive IoT-based smart museum. *IEEE Systems Journal*, 14(3), 3483-3493.
- [8] <https://ciytt.info.unlp.edu.ar/>
- [9] Jeon, K. E., She, J., Soonsawad, P., & Ng, P. C. (2018). Ble beacons for internet of things applications: Survey, challenges, and opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(2), 811-828.
- [10] Chang, K. H. (2014). Bluetooth: a viable solution for IoT?[Industry Perspectives]. *IEEE Wireless Communications*, 21(6), 6-7.

- [11] Akinsiku, A., & Jadav, D. (2016, April). BeaSmart: A beacon enabled smarter workplace. In NOMS 2016-2016 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (pp. 1269-1272). IEEE.
- [12] Bilolo, A., Boeck, H., Durif, F., & Levesque, N. (2015). The impact of proximity marketing on consumer reactions and firm performance: A conceptual and integrative model.
- [13] Muddinagiri, R., Ambavane, S., Jadhav, V., & Tamboli, S. (2020, March). Proximity Marketing Using Bluetooth Low Energy. In 2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS) (pp. 856-861). IEEE.