

Tipo de artículo: Artículo de revisión

## Estado del arte de un sistema IoT, para la interacción con los visitantes de museos

### *State of the art of an IoT system, for interaction with museum visitors*

Karina Isabel Véliz Alcívar <sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-3671-6011>

Omar Mar Cornelio <sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-0689-6341>

<sup>1</sup> Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí. [kveliz0104@utm.edu.ec](mailto:kveliz0104@utm.edu.ec)

<sup>2</sup> Centro de Estudio de Matemática Computacional, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana Cuba, [omarmar@uci.cu](mailto:omarmar@uci.cu)

\* Autor para correspondencia: [kveliz0104@utm.edu.ec](mailto:kveliz0104@utm.edu.ec)

#### Resumen

En esta investigación se analiza el estado de arte de un sistema IoT para la interacción con los visitantes de museos. Se detalla la conceptualización de trabajos realizados referente a soluciones similares y los procesos y mejoras que se llevan a cabo en el desarrollo de esta investigación. Se aplicó la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SLR). Se tomó en consideración diferentes buscadores para realizar la investigación mediante cadenas de búsqueda: IoT AND Beacons BLE Bluetooth Low Energy + smart museums. Las preguntas de investigación definidas permitieron seleccionar los estudios primarios que más contribuyen a fortalecer el estado del arte de los sistemas IoT implementados para interactuar con visitantes a museos. Teniendo como objetivo implementar un sistema IoT para la interacción con los visitantes del museo de Raíces y Sueños de San Isidro de Ecuador.

**Palabras clave:** IoT; Sistema IoT; Museos inteligentes; Revisión Sistemática de la Literatura.

#### Abstract

This research analyzes the state of the art of an IoT system for interaction with museum visitors. The conceptualization of works carried out regarding similar solutions and the processes and improvements that are carried out in the development of this research are detailed. The Systematic Literature Review (SLR) methodology was applied. Different search engines were taken into consideration to carry out the research through search strings IoT AND Beacons BLE Bluetooth Low Energy + smart museums. The defined research questions allowed selecting the primary studies that most contribute to strengthening the state of the art of IoT systems implemented to interact with museum visitors. With the objective of implementing an IoT system for interaction with visitors to the Museum of Roots and Dreams of San Isidro in Ecuador.

**Keywords:** IoT; IoT system; Smart museums; Systematic review of the literature.

**Recibido:** 15/10/2021

**Aceptado:** 25/02/2022



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

## Introducción

Desde la industrialización y la globalización se ha hecho evidente la necesidad de desarrollar métodos, técnicas y herramientas que se adapten al uso oportuno de las nuevas tecnologías contribuyendo con el desarrollo de la industria turística, que, aplicada de forma generalizada en diferentes ámbitos relacionados con la actividad del turismo, facilitan la creación y gestión de un destino turístico, como en el desarrollo de un viaje. El desarrollo de la tecnología y su aplicación en el campo turístico permite que muchas herramientas informáticas progresen a la par del crecimiento de esta industria.

Actualmente a nivel mundial el aumento tecnológico es significativo. Las nuevas tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos pueden ser integradas en cualquier medio (Rivera Betancur), ya que este es un tipo de tecnología emergente que está adentrando en varias áreas de la industria tales como transporte, ciudades, agricultura, casas, edificios inteligentes, redes eléctricas, entre muchas otras (Valle Pazmiño, 2019).

El internet de las cosas o Internet of Things (IoT), es un tema que ha tomado gran poder en los últimos años y es una de las tecnologías más revolucionarias de la actualidad, donde se le asigna la capacidad a cualquier artefacto físico de conectarse a una red; básicamente es una nueva forma de entender la tecnología y su aplicación en la vida (Mendieta et al., 2019).

El IoT es un método innovador que permite transformar cualquier cosa en “inteligente”, para que así esos objetos que están en el entorno puedan conectarse a una respectiva red, por esto, este proyecto de análisis e investigación muestra la velocidad de crecimiento que ha tenido la tecnología actualmente. Provee a los objetos con la capacidad para conectar todo tipo de dispositivos al Internet (Alvear-Puertas et al., 2017).

Esta tecnología va encaminada hacia una gran variedad de ámbitos, tales como la industria, la salud y la energía, así como para facilitar el desarrollo de nuevas aplicaciones y la mejora de las aplicaciones ya existentes (Bonilla-Fabela et al., 2016). Básicamente, los dispositivos que se desarrollan en el IoT están formados por sensores y actuadores, conectividad y procesos en los que pueden intervenir o no personas. Los sensores permiten, por ejemplo, acceder a la ubicación mediante un GPS, a la temperatura, a la presión, a un sonido, a una imagen o a una aceleración. Estos datos, una vez digitalizados, pueden ser enviados a través de una red de comunicaciones mediante cualquiera de los sistemas disponibles actualmente (red wifi, bluetooth, 3G o 4G) (Cano, 2015).

Una de las características que debe satisfacer cualquier solución orientada a la captación y fidelización de clientes es su usabilidad y adaptabilidad a los constantes cambios que se producen en los hábitos de estos (Ruiz et al., 2016). Los



museos interactivos son la evolución natural de los museos. Además, son muy comunes hoy en día, ya que permiten a los visitantes interactuar con las exposiciones y mejoran la experiencia de los visitantes. Estos museos ofrecen la posibilidad de controlar algún dispositivo de forma remota, siendo responsabilidad del visitante el descubrir cómo funciona el dispositivo que está controlando, o a su vez facilitando la comprensión de algún concepto importante que el dispositivo muestre.

Los autores (Arregui Caballero de Tineo, 2016); (Micolta López, 2018) coinciden que al implementar un sistema IoT se mejora la atención a los visitantes por la interacción que se brinda mediante dispositivos Beacon haciendo uso de tecnología bluetooth. Beacon es un sistema de posicionamiento en puertas proporcionado por Apple basado en la tecnología BLE (Bluetooth Low Energy). Para cuando un visitante realice un recorrido reciba la señal de un Beacon concreto, asociado a un evento o localización particular, este sea capaz de ofrecer al visitante información adicional y hacer que este se sienta atraído y a gusto con el recorrido que está dando.

El estudio desarrollado por (Arévalo Planelles, 2018) pretende proveer al museo de la capacidad de fidelizar al usuario, conocer sus patrones de comportamiento en el interior de este, proporcionarle un entorno interactivo que le sea atractivo y le proporcione valor, haciendo que los visitantes vuelvan, mejorando la distribución de obras en el interior del museo.

Con la presente investigación se pretende analizar el estado del arte de la implementación de los sistemas IoT en los museos, de manera que beneficie a los visitantes interesados en el museo, sobre todo aportar con soluciones y conocimientos a futuras investigaciones. Se priorizarán aquellos trabajos relacionados que utilicen dispositivos Beacon haciendo uso de la tecnología bluetooth. Las principales contribuciones serán tomadas como referencias para futuras contribuciones en la arquitectura del museo de Raíces y Sueños de San Isidro, donde se pretende implementar un sistema de IoT para la interacción con los visitantes en el museo.

Este artículo realiza un estudio sobre trabajos de sistemas de IoT (internet de las cosas) aplicando la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SLR) (Kitchenham et al., 2010). Está organizado de la siguiente manera: Se presenta varias definiciones sobre IoT (internet de las cosas). Luego se tratará sobre el tema principal y trabajos que tengan relación con el estado del arte, los materiales y métodos, los resultados y finalmente las conclusiones.

## Materiales y métodos



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

En esta sección se detallan los elementos fundamentales que se tendrán en cuenta para la realización del estado del arte de un sistema IoT, para la interacción con los visitantes de museos, donde se aplicó la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SLR) (Kitchenham et al., 2010).

Se aplicó esta metodología para estudios relacionados que hablen de las cadenas de búsquedas consideradas en este estudio como es: IoT AND Beacons BLE Bluetooth Low Energy + smart museums, considerando los estudios de diferentes buscadores, luego se hizo la selección de los estudios que contribuyen y aportan con conocimientos e ideas para esta investigación.

## Definición de las preguntas de investigación (RQ)

**Tabla 1.** Preguntas de investigación.

Preguntas	Finalidad
<b>RQ 1:</b> ¿Qué potencialidades brindan los dispositivos Beacons para hacer más atractivos los museos?	Conocer experiencias sobre la implementación de museos inteligentes y los principales impactos para despertar el interés en los visitantes a museos.
<b>RQ 2:</b> ¿Investigaciones que utilizan Beacons para la interacción con los visitantes?	Identificar la forma que usan los Beacons en los lugares culturales para la interacción con los visitantes y aplicarla a la investigación actual.

## Definición del protocolo

La búsqueda bibliográfica se realizó para los estudios publicados en revistas académicas y actas de congresos de 2015 a 2021 y disponibles en las bibliotecas digitales de ACM, Emerald, IEEE Explore, Pubmed, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink y Web of Ciencia. Para seleccionar los artículos relevantes, se utilizó la siguiente consulta: ("IoT" OR museum guide" OR "smart museums") AND ("Beacon" OR "Beacons BLE Bluetooth Low Energy").

La búsqueda inicial y la extracción de datos fueron realizadas por el primer autor y luego revisadas selectivamente por el segundo autor para asegurar que el proceso de investigación se siguió correctamente. Con base en los comentarios de revisión del segundo autor, se refinaron los pasos y los resultados de los procesos de búsqueda y extracción de datos. Se excluyeron aquellos trabajos cuyo texto completo no está disponible; que fueron publicados antes de 2015 y que resultaron duplicados en diferentes métodos de búsqueda. La tabla 2 muestra la referencia de los estudios primarios analizados.



**Tabla 2.** Referencia de estudios primarios analizados.

<b>Tema</b>	<b>Objetivo de la investigación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Referencia</b>
Solución para la Digitalización de Museos y espacios de Exposiciones mediante IOT.	Crear una solución adaptada a negocios que tengan una sede física, a la que necesiten atraer usuarios y hacer que la experiencia de usuario en su interior mejore.	Se obtuvo la solución deseada para atraer usuarios y que estos tengan buena acogida.	(Arévalo Planelles, 2018)
Turismo inteligente y patrimonio cultural: un sector a explorar en el desarrollo de las smart cities.	La necesidad que existe actualmente de evolucionar los destinos turísticos hacia una versión inteligente y utilizar la red digital de las TIC para facilitar la creación de experiencias turísticas.	Se creó de Puntos de Interés Inteligentes a los que se ha denominado como Smart POI ( <i>Smart Point of Interest</i> ).	(Gómez Oliva et al., 2017)
Geolocalización inteligente implementando tecnología Beacons en dispositivos móviles.	Exponer el desarrollo de una solución de geolocalización inteligente de edificios y oficinas de atención a estudiantes	Se creó solución tecnológica, compuesta de la aplicación Web y la aplicación móvil.	(Ismael et al., 2020)
Sistema de posicionamiento en interiores con tecnología Beacon.	Obtener un sistema para el posicionamiento en interiores empleando la tecnología Beacon.	El sistema propuesto permitirá a los usuarios conocer las áreas de un edificio y la manera de llegar a ellas de una manera interactiva y fácil.	(Guamán & Cordero, 2020)
Balizas Bluetooth dinámicas para personas con discapacidades.	Un estudio de inspección de la baliza BLE, que se compruebe la viabilidad e idoneidad para aplicaciones IoT.	Se comprobó bajo varios estudios que aún hay problemas de duración de batería para trabajar y proponer un diseño para baliza BLE, pero en el resto de los ámbitos cubre las expectativas.	(Alapetite & Hansen, 2016)
Balizas BLE para posicionamiento en interiores en un museo inteligente interactivo basado en IoT.	Desarrollar una aplicación para examinar el rendimiento del sistema.	Los resultados experimentales son prometedor. Las balizas BLE pueden mejorar la interacción en un museo con bajo costo y sin crear ninguna interferencia con otras infraestructuras inalámbricas de la zona.	(Spachos & Plataniotis, 2020)
Sistema de difusión de información basado en IOT en el Campo de educación.	El objetivo es utilizar IOT en el campo de la educación para proporcionar información académica relacionada con los estudiantes.	Se logró localizar que el 83% de los estudiantes usa teléfono inteligente y prefieren recibir notificaciones de recomendación académica.	(Koshy et al., 2017)



La tabla 2 muestra los estudios primarios seleccionados en la revisión sistemática de la literatura científica, detallando los estudios con los siguientes campos: es el título de investigación, objetivo de la investigación, los resultados obtenidos con la cadena de búsqueda propuesta, sobre todo los que tienen más relación y que contribuyen de manera significativa con esta investigación, teniendo en cuenta la tecnología usada.

## Resultados y discusión

Una de las áreas emergentes dentro del IoT es el uso de Beacons. Los beacons son pequeños dispositivos con batería propia que utilizan la tecnología BLE (Bluetooth Low Energy) como medio de conexión para la recepción o transmisión de información entre equipos conectados en un área de hasta 100 metros. Esta versión de Bluetooth 4.0 fue desarrollada en el año 2010 con énfasis en IoT por lo que se caracteriza por tener un bajo consumo de energía. El uso de BLE lo hace compatible con prácticamente todos los dispositivos móviles, lo que abre un abanico inmenso de posibilidades, ya que hoy en día los dispositivos inteligentes son una realidad al alcance de la mayoría (Choi et al., 2015).

**Beacon** es un pequeño dispositivo que utiliza la tecnología Bluetooth para transmitir mensajes o avisos directamente a cualquier dispositivo compatible que entre en su radio de acción. Mandan señales de forma que las aplicaciones Smartphones o Tablets reconocen estas señales, y dichas señales son capaces de lanzar notificaciones sobre tecnología móvil abriendo de esta manera un gran potencial de comunicación en entornos de proximidad (Palumbo et al., 2015).

**Bluetooth** implementa las características de redes inalámbricas de corto alcance. Su principal uso es proporcionar un protocolo de comunicación entre distintos dispositivos electrónicos. Es tecnología inalámbrica permite establecer la comunicación entre dispositivos compatibles, utilizando vínculos de radio de corto plazo. Bluetooth implementa un protocolo de comunicación inalámbrica entre dispositivos con sencillez de conexión inalámbrica y favorece la interacción entre los aparatos tecnológicos (Dickinson et al., 2016).

**Bluetooth Low Energy (BLE)** es una tecnología que se introdujo en 2010. Está dirigida a aplicaciones en el espacio de IoT. Con las nuevas actualizaciones tecnológicas, Bluetooth se ha convertido en el protocolo inalámbrico estándar utilizado en muchas aplicaciones de IoT, que incluyen: hogares inteligentes, ciudades inteligentes, dispositivos médicos, wearables y conectividad de sensores (Zaim & Bellafkih, 2016). La figura 1 muestra un esquema de su funcionamiento.



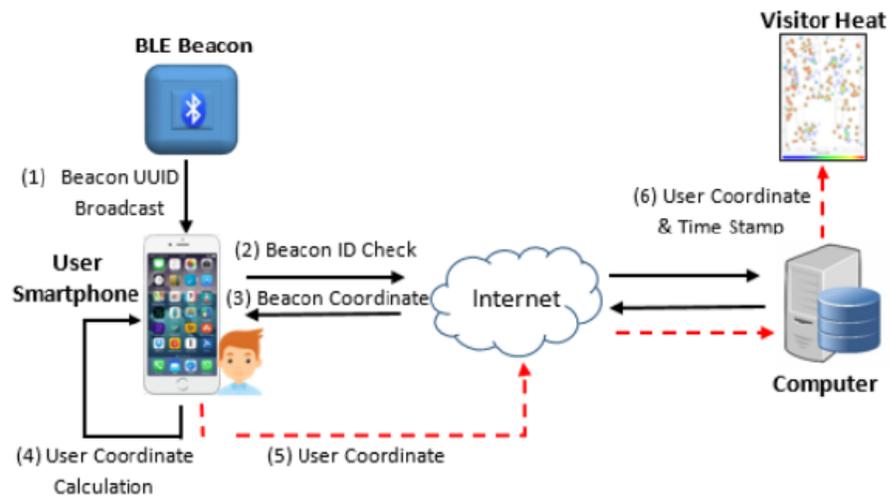


Figura 1. Bluetooth Low Energy Beacon.

## Análisis bibliométrico

Como parte de la RSL realizada, se hizo un análisis bibliométrico para identificar elementos importantes sobre el empleo de dispositivos beacons con arquitectura IoT. La revisión sugiere que es una tecnología factible y se presenta como una solución para crear y diseñar espacios culturales interactivos, como es el caso de los museos. La figura 1 muestra la distribución de publicaciones por año, la cual evidencia una tendencia en aumento al empleo de Bluetooth Low Energy Beacon.

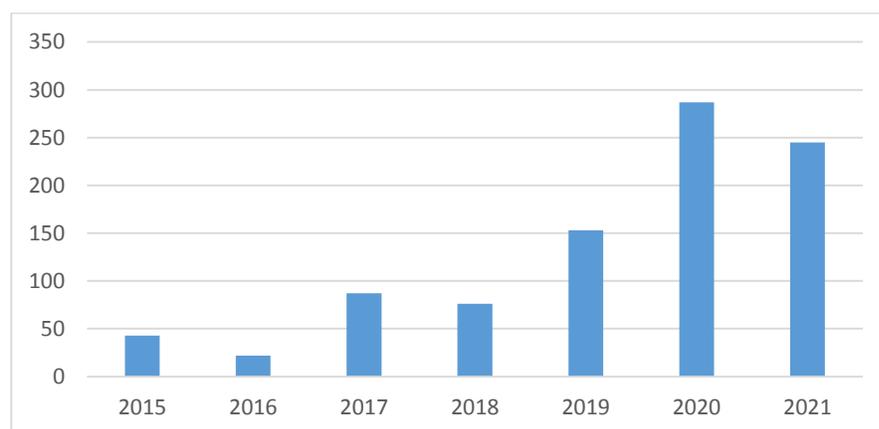
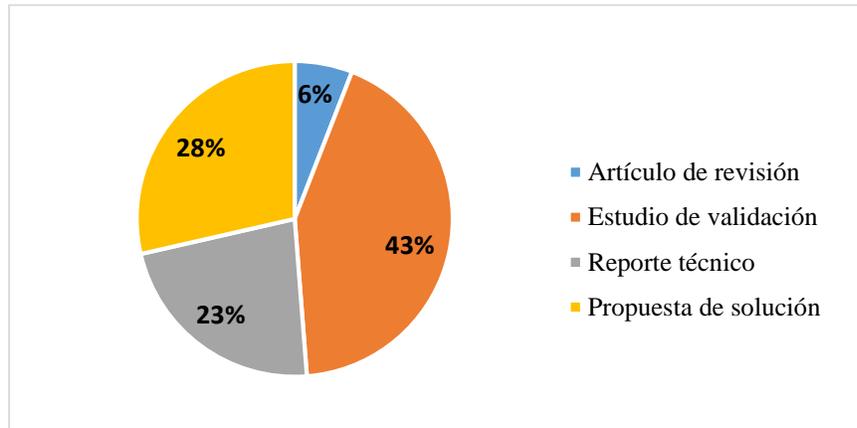


Figura1. Distribución de publicaciones por año.



El año 2020 marcó un evidente despegue en la tecnología Bluetooth Low Energy Beacon. El aislamiento social impulsó nuevos mecanismos para mantener la interacción con espacios culturales y turísticos manteniendo las restricciones sanitarias. La Figura 2 muestra la distribución de estudios primarios por tipos de investigación.



**Figura 2.** Tipos de investigación.

## Implementación de Beacons para enriquecer la experiencia del usuario

La incorporación de tecnología en espacios físicos con el objetivo de enriquecer la experiencia del usuario es cada vez más común. Los beacons son un tipo de tecnología de bajo consumo basada en la geolocalización, que se incorpora en espacios físicos, y detecta la presencia de visitantes en dicho espacio gracias una aplicación móvil (app). Esta aplicación ofrece información en tiempo real de los movimientos por dicho espacio en función de la distancia a la que se esté de los beacons (Arregui Caballero de Tineo, 2016).

El uso de los beacons se está generalizando y está cobrando una gran importancia en sectores como el turístico y cultural, debido a que se trata de una tecnología asequible y poco invasiva, que permite a cualquier institución o destino enriquecer las visitas a sus espacios físicos gracias a la señalización de áreas específicas, el envío de notificaciones a los dispositivos de los usuarios que podrán, a su vez, compartir, entre otros (Faragher & Harle, 2015).

Desde un punto de vista informativo permite ofrecer explicaciones sobre servicios, museos, mapas interactivos o propuestas de formación de usuarios en forma de juego, como comercial, como el de solicitar un libro en préstamo o comprarlo, adquirir una invitación o una entrada para un evento, entre otros (Zhuang et al., 2016). Los beacons pueden facilitar el programa de los visitantes o usuarios de cualquier destino turístico o espacio cultural. Permiten interactuar



de una manera social con otros usuarios, posibilitando la creación y consolidación de comunidades propias en todo tipo de instituciones. Este tipo de tecnología se integra a las entidades culturales con recursos para enriquecer la experiencia de visita de sus usuarios (Kriz et al., 2016).

BLE es una tecnología de comunicación inalámbrica que, gracias al consumo reducido de energía, promete facilitar la comunicación entre los dispositivos informáticos y ayudar a aprovechar su poder en entornos y contextos que antes no habían sido tocados por la tecnología de la información. Los museos y otras instalaciones que albergan diversos contenidos culturales son un área de aplicación particularmente interesante.

## Trabajos relacionados

En el artículo publicado en (Spachos & Plataniotis, 2020), se presenta un sistema de localización de interiores para mejorar la experiencia del usuario en un museo. El sistema propuesto se basa en las capacidades de localización y proximidad de Beacons Bluetooth Low Energy (BLE) para proporcionar automáticamente a los usuarios contenidos culturales relacionados con las obras de arte observadas. Al mismo tiempo, se utiliza una técnica basada en la intensidad de la señal recibida para estimar la ubicación del visitante en el museo. Se desarrolla una aplicación de Android para estimar la distancia desde las exhibiciones y recopilar análisis útiles con respecto a cada visita y brindar una recomendación a los usuarios. Además, la aplicación implementa un filtro Kalman simple en el teléfono inteligente, sin necesidad de la nube, para mejorar la localización, la precisión y la exactitud. Los resultados experimentales sobre estimación de distancia, ubicación y precisión de detección muestran que Beacons BLE es una solución prometedora para un museo inteligente interactivo. El sistema propuesto ha sido diseñado para ser fácilmente extensible a las tecnologías IoT y su eficacia ha sido evaluada mediante experimentación.

En el artículo publicado por (Giuliano et al., 2020) artículo, se desarrolla un sistema que permite la localización en interiores de personas que visitan un museo o cualquier otra institución cultural. Se asume como requerimiento de tecnología que los visitantes están equipados con un dispositivo Bluetooth Low Energy (BLE) (que se encuentra comúnmente en los teléfonos inteligentes modernos o en un pequeño conjunto de chips), que transmite paquetes periódicamente, que son recibidos por receptores BLE geolocalizados dentro del área del museo. Los paquetes recopilados se proporcionan al servidor de localización para estimar las posiciones de los visitantes dentro del museo. La estimación de posición se basa en una red neuronal feed-forward entrenada por una campaña de medición en el entorno considerado y en un algoritmo de mínimos cuadrados no lineal. También se proporciona una estrategia para



implementar los receptores BLE en un área determinada. Los resultados de rendimiento obtenidos de las mediciones muestran una precisión de estimación de posición alcanzable por debajo de 1 m.

En la investigación desarrollada por (Handojo et al., 2018) se crea una transmisión interactiva de información del museo mediante la utilización de aplicaciones en teléfonos inteligentes, sistemas de posicionamiento en interiores y balizas bluetooth de baja energía para brindar información a los visitantes del museo sobre artefactos alrededor de la ubicación de los visitantes del museo. Como proyecto piloto, se realizó una prueba en el Museo Trowulan, Mojokerto, Java Oriental, Indonesia, que es un museo que exhibe las reliquias del reino de Majapahit. La aplicación ha podido proporcionar información interactiva sobre artefactos alrededor de la ubicación del visitante para crear un museo interesante para visitar

El trabajo desarrollado por (Nilsson et al., 2016) analiza los desafíos y oportunidades presentados por la introducción de un sistema centrado en BLE en el contexto del museo. Se presenta una evaluación del potencial que ofrece esta tecnología y de los enfoques de diseño que podrían arrojar los mejores resultados al desarrollar experiencias centradas en BLE para entornos de museos. Una parte fundamental del proyecto consistió en diseñar, desarrollar y evaluar un prototipo de juego centrado en BLE basado en la ubicación móvil. A lo largo del ciclo de vida del proyecto se encontraron varios problemas técnicos, como la inestabilidad y la fluctuación de la intensidad de la señal que se integraron como parte del juego. El resultado del proyecto demostró el potencial de las soluciones centradas en BLE para llegar e involucrar a nuevos grupos demográficos, especialmente niños, ampliando su interés en las visitas a museos.

Los autores (Handojo et al., 2020) presentan un proyecto donde se parte desde las dificultades que a menudo tiene el administrador del museo para obtener información sobre el comportamiento de los visitantes, por ejemplo, si hay lugares/artefactos particulares en el museo que los visitantes del museo visitan con frecuencia/rara vez, cuánto tiempo pasan los visitantes en lugares/artefactos particulares, etc. Se utiliza la baliza Bluetooth Low Energy (BLE) que se ubica alrededor del museo. El teléfono móvil del visitante detectará la señal de la baliza BLE, luego la aplicación del teléfono móvil calculará la posición del teléfono móvil del visitante utilizando la intensidad de la señal de las balizas BLE que se detectan. Luego, la aplicación lo envía al servidor de la computadora para mostrarlo como un mapa de calor del visitante del museo. A partir de esta información, el administrador del museo podría averiguar el movimiento de comportamiento de los visitantes y saber qué áreas/artefactos visitan con frecuencia/rara vez los visitantes del museo.



De acuerdo con las pruebas de error de distancia que comparan la ubicación real y la posición del cálculo, se muestra que el error de distancia promedio es de alrededor de 140 cm. Por lo tanto, se puede concluir que la información obtenida es suficiente para representar la posición de los visitantes del museo.

El documento presentado por (Casano et al., 2020) muestra el trabajo inicial sobre la utilización de balizas Bluetooth de baja energía (BLE) para descubrir patrones en las rutas de los visitantes y determinar la concentración de la atención de los visitantes dentro de la Galería de Arte Ateneo (AAG), el primer museo de arte moderno de Filipinas. Los participantes llevaron teléfonos equipados con una aplicación que registró estimaciones de distancia de balizas BLE desplegadas alrededor del museo. Luego, los registros se analizaron para producir diagramas de bufanda que representan visualmente los caminos tomados. Los resultados muestran el potencial de las balizas BLE para el seguimiento de la ubicación en interiores. La visualización agregada de parcelas de pañuelos similares mostró cuatro patrones notables que brindan información sobre las áreas del museo que llaman la atención. Se confirmó la ruta habitual supuesta (patrón 1: comenzar en el primer piso, ir al segundo piso y luego visitar el tercer piso) y se descubrió un patrón de visita poco común (patrón 2: comenzar en el tercer piso, ir al segundo piso, luego visitar el primer piso). También se encontró que algunos visitantes no pueden explorar todo el museo (patrón 3: algunos visitantes solo fueron al primer y segundo piso. Patrón 4: algunos visitantes solo fueron al segundo y tercer piso). Estos conocimientos se pueden utilizar para tomar decisiones con respecto a la disposición de la exhibición o el diseño del museo.

En el trabajo de los autores (Swamy et al., 2018) se combina con el ecosistema digital del entorno inteligente. Para lograr esto, se utilizaron balizas BLE y se propone una arquitectura consciente de IoT para mejorar la experiencia cultural del usuario al involucrar los servicios ofrecidos por las balizas BLE. Esto permite diseñar un museo inteligente como una plataforma de intercambio de conocimientos. Aquí un espacio cultural inmóvil se está convirtiendo en inteligente, todo el crédito a la definición de un modelo innovador de sensores y servicios.

La técnica propuesta en el estudio desarrollado por (Pušnik et al., 2020) se basó en el protocolo iBeacon y se probó en una sala controlada con tres entornos ambientales en cuanto a la densidad de obstáculos, así como en un entorno real en el Expo Museum de Postojna en Eslovenia. Los resultados de varias medidas independientes, realizadas en la sala controlada y en el entorno del mundo real, mostraron que el algoritmo propuesto superó al algoritmo estándar, especialmente en entornos con densidades de obstáculos medias o altas. Los resultados de este estudio se pueden utilizar para una planificación más efectiva de la colocación de balizas en el espacio y para optimizar los algoritmos para



detectar transmisores en aplicaciones móviles basadas en la ubicación que brindan a los usuarios información contextual basada en su ubicación actual

## Conclusiones

Este estudio se enfoca en el área investigativa, específicamente en sistemas IoT para la interacción con los visitantes de museos, para el desarrollo de esta se tomó en consideración diferentes buscadores, se realizó la búsqueda mediante cadena de búsqueda y las preguntas de consideración para encontrar los trabajos relacionados que aporten a esta investigación.

Analizando las investigaciones consideradas en este estudio se puede determinar que las soluciones IoT contribuyen de manera significativa en los lugares que se han aplicado. Actualmente se ve el aumento de uso de tecnologías IoT en diferentes áreas con la finalidad de optimizar procesos y a su vez tener una mejor interacción con algún objeto relacionado.

## Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Karina Véliz, Omar Mar.
2. Curación de datos: Karina Véliz.
3. Análisis formal: Karina Véliz.
4. Investigación: Karina Véliz, Omar Mar.
5. Metodología: Omar Mar.
6. Administración del proyecto: Omar Mar.
7. Recursos: Karina Véliz.
8. Software: Karina Véliz.
9. Supervisión: Omar Mar.
10. Validación: Karina Véliz.
11. Visualización: Karina Véliz.
12. Redacción – borrador original: Karina Véliz, Omar Mar.
13. Redacción – revisión y edición: Karina Véliz, Omar Mar.



## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externo.

## Referencias

- Alapetite, A., & Hansen, J. P. (2016). Dynamic Bluetooth beacons for people with disabilities. 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT),
- Alvear-Puertas, V., Rosero-Montalvo, P., Peluffo-Ordóñez, D., & Pijal-Rojas, J. (2017). Internet de las cosas y visión artificial, funcionamiento y aplicaciones: Revisión de literatura. *Enfoque UTE*, 8, 244-256. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v8s1/1390-6542-enfoqueute-8-s1-00244.pdf>
- Arévalo Planelles, G. (2018). *Solución para la Digitalización de Museos y Espacios de Exposiciones mediante IOT* [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27045/TFG\\_Gonzalo\\_Arevalo\\_Planelles.pdf](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27045/TFG_Gonzalo_Arevalo_Planelles.pdf)
- Arregui Caballero de Tineo, A. (2016). Beacons BLE (Bluetooth Low Energy) en el sector turístico, control de afluencia y servicios de valor añadido. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53332/8/arkaitzarregiTFM0616memoria.pdf>
- Cano, J. L. (2015). La revolution del ‘Internet of Things’(IoT). *Harvard Deusto business review*, 36-43. [http://xodel.diba.cat/sites/xodel.diba.cat/files/revolucion\\_del\\_internet\\_of\\_things.pdf](http://xodel.diba.cat/sites/xodel.diba.cat/files/revolucion_del_internet_of_things.pdf)
- Casano, J. D., Agapito, J. L., Moreno, A., Rodrigo, M., & Mercedes, T. (2020). Quantifying museum visitor attention using Bluetooth proximity beacons. International Conference on Human-Computer Interaction,
- Choi, M., Park, W.-K., & Lee, I. (2015). Smart office energy management system using bluetooth low energy based beacons and a mobile app. 2015 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE),
- Dickinson, P., Cielniak, G., Szymanczyk, O., & Mannion, M. (2016). Indoor positioning of shoppers using a network of Bluetooth Low Energy beacons. 2016 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN),
- Faragher, R., & Harle, R. (2015). Location fingerprinting with bluetooth low energy beacons. *IEEE journal on Selected Areas in Communications*, 33(11), 2418-2428.
- Giuliano, R., Cardarilli, G. C., Cesarini, C., Di Nunzio, L., Fallucchi, F., Fazzolari, R., Mazzenga, F., Re, M., & Vizzarri, A. (2020). Indoor Localization System Based on Bluetooth Low Energy for Museum Applications. *Electronics*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/electronics9061055>
- Gómez Oliva, A., Server Gómez, M., Jara, A. J., & Parra Meroño, M. C. (2017). Turismo inteligente y patrimonio cultural: un sector a explorar en el desarrollo de las smart cities. *International journal of scientific management and tourism*, 3(1).



- [http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/3010/Gomez,%20Server,%20Jara%20y%20Parr%20\(2017\).pdf?sequence=4](http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/3010/Gomez,%20Server,%20Jara%20y%20Parr%20(2017).pdf?sequence=4)
- Guamán, B. P., & Cordero, J. (2020). Indoor positioning system using Beacon technology. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI),
- Handojo, A., Lim, R., Octavia, T., & Anggita, J. K. (2018, 12-14 Dec. 2018). Museum Interactive Information Broadcasting Using Indoor Positioning System and Bluetooth Low Energy: A Pilot Project on Trowulan Museum Indonesia. 2018 3rd Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON),
- Handojo, A., Octavia, T., Lim, R., & Anggita, J. K. (2020). *Indoor positioning system using BLE beacon to improve knowledge about museum visitors* Petra Christian University].
- Ismael, G. S. C., Edgar, T. L., Alfonso, M. T. J., & Angel, D. S. (2020). GEOLOCALIZACIÓN INTELIGENTE IMPLEMENTANDO TECNOLOGÍA BEACONS EN DISPOSITIVOS MÓVILES. *PUBLICADA POR LA ACADEMIA TAMAULIPECA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA AC*, 38. <https://atictac.org.mx/pdf/Revista%20Num%201%20Vol%202%20ene-jun%202018.pdf#page=46>
- Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering—a tertiary study. *Information and Software Technology*, 52(8), 792-805. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1048.8963&rep=rep1&type=pdf>
- Koshy, R., Shah, N., Dhodi, M., & Desai, A. (2017). IoT based information dissemination system in the field of education. 2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT),
- Kriz, P., Maly, F., & Kozel, T. (2016). Improving indoor localization using bluetooth low energy beacons. *Mobile information systems, 2016*.
- Mendieta, T. P., Herrera, J., & Peña, A. J. (2019). La Capacidad del IOT de Transformar el Futuro. *Revista Avenir*, 1(1), 15-18. <https://fundacionavenir.net/revista/index.php/avenir/article/download/79/27>
- Micolta López, A. (2018). Implementación de la tecnología Beacon en tiendas y almacenes de cadena en la ciudad de Medellín y caso de aplicación. [https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2189/MicoltaAndrea\\_2018\\_ImplementacionTecnologiaBeacon.pdf?sequence=1](https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2189/MicoltaAndrea_2018_ImplementacionTecnologiaBeacon.pdf?sequence=1)
- Nilsson, T., Blackwell, A. F., Hogsden, C., & Scruton, D. (2016). Ghosts! A location-based bluetooth LE mobile game for museum exploration. In *Mapping the Digital: Cultures and Territories of Play* (pp. 129-138). Brill.
- Palumbo, F., Barsocchi, P., Chessa, S., & Augusto, J. C. (2015). A stigmergic approach to indoor localization using bluetooth low energy beacons. 2015 12th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS),
- Pušnik, M., Galun, M., & Šumak, B. (2020). Improved Bluetooth Low Energy Sensor Detection for Indoor Localization Services. *Sensors*, 20(8), 2336. <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/8/2336>
- Rivera Betancur, L. H. Solución IoT para la optimización del proceso de piscicultura en el Centro de Desarrollo Agroalimentario El Limonal.



- Ruiz, I. L., García, G. C., & Gómez, M. Á. (2016). Captación y fidelización de turistas mediante gadgets NFC. *International journal of scientific management and tourism*, 2(1), 81-95. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5665894.pdf>
- 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. <https://arxiv.org/pdf/2001.07686>
- Swamy, B. S., Harinishree, M., Harshitha, R., Venkatesh, S., & Firdaus, R. (2018). BLE beacon based museum knowledge sharing platform. 3rd National Conference on Image Processing, Computing, Communication, Networking and Data Analytics,
- Valle Pazmiño, S. (2019). Implementación de un prototipo IOT con semáforos inteligentes a través de una infraestructura de computación en la niebla. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2794653>
- Zaim, D., & Bellafkih, M. (2016). Bluetooth Low Energy (BLE) based geomarketing system. 2016 11th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA),
- Zhuang, Y., Yang, J., Li, Y., Qi, L., & El-Sheimy, N. (2016). Smartphone-based indoor localization with bluetooth low energy beacons. *Sensors*, 16(5), 596.

