

CAPTACIÓN DE SEÑALES Y ADMINISTRACIÓN DE DATOS CON HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA PROYECTOS IOT

M. A. Ruiz Jaimes¹

M. Erazo Valadez²

J. A. Miguel Ruiz³

S. E. León Sosa⁴

RESUMEN

En la actualidad, los dispositivos móviles son importantes en el día a día de los seres humanos. El presente proyecto plantea un sistema para generar un posicionamiento en espacios cerrados. Se propone utilizar los dispositivos móviles que cuentan con los elementos necesarios para realizar la captación de las señales más utilizadas para este tipo de investigaciones. Por ello, se desarrolla este proyecto en el que se realizaron dos sistemas, mismos que consisten en una aplicación móvil que permite la captación de señales, tanto Bluetooth como también las señales Wireless Fidelity (WIFI), en una banda de 2.4 GHZ. Así mismo, un sistema web confiere la administración de usuarios y datos recopilados y visualización de señales mediante las herramientas de la plataforma Fiware. De esta manera, se genera una ubicación a partir de las señales mediante el sistema web, resolviendo en gran medida el problema propuesto. Para realizar el diseño y desarrollo del proyecto, se utilizó la metodología en cascada mejorada que se compone de cinco fases: análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento, cada una de las fases mencionadas cuenta con tareas y prácticas asociadas.

ANTECEDENTES

El presente artículo fue desarrollado en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), creado en el año de 1987 al realizarse una alianza con el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), con el objetivo de ser un centro de excelencia del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (CENIDET, 2017). Hoy día, lleva varios meses trabajando en diferentes propuestas relacionadas con esta investigación, desde buscar la forma de colocar los dispositivos, hasta pruebas con diferentes algoritmos de triangulación.

En la actualidad, es importante para las personas tener el conocimiento de su ubicación en tiempo real no solo en espacios abiertos, sino también en espacios cerrados. Un claro ejemplo de la importancia de la ubicación en espacios cerrados, es cuando se ingresa a una plaza comercial buscando un establecimiento o cuando se busca la ubicación de una persona que se encuentra perdida. Algunas preguntas que se pueden plantear son ¿Cómo desarrollar un sistema análogo al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para áreas, personas y objetos en un espacio cerrado? ¿Cómo identificar y localizar un dispositivo móvil dentro de un área cerrada?, una propuesta de solución es a través del procesamiento de señales que provienen de diferentes fuentes físicas, como son las señales bluetooth emitidas por Beacons y las señales Wireless Fidelity (Wifi) emitidas por puntos de acceso a internet.

El objetivo de este trabajo es realizar una aplicación móvil que sea capaz de captar la información transmitida a través de señales Wifi y Bluetooth y almacenarla en la plataforma

¹ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. mruiz@upemor.edu.mx

² Estudiante de la Ingeniería en Informática. Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

evmo160183@upemor.edu.mx

³ Estudiante de la Ingeniería en Informática. Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

mrjo160672@upemor.edu.mx

⁴ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. lsandra@upemor.edu.mx

FIWARE e implementar un sistema web que permita visualizar la ubicación aproximada del usuario y gestionar datos de los usuarios registrados, dispositivos emisores, edificios, etc.

Este tipo de proyectos dan la pauta para que los estudiantes de ingeniería se interesen en empezar a trabajar con las nuevas tecnologías basadas en el campo del Internet de las cosas (IoT), que hay a su alcance y se puedan desarrollar dentro de los campos de investigación en los que se está trabajando actualmente, específicamente en investigación de geolocalización en interiores. Hoy en día es muy importante que durante el desarrollo de los ingenieros se tomen en cuenta las nuevas herramientas, ya que, estas podrán ser utilizadas a lo largo de su vida laboral, permitiendo que se les puedan presentar más oportunidades por lo conocimientos que han adquirido.

METODOLOGÍA

La investigación de la localización en interiores inicia después del fracaso que tuvo el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para realizar el posicionamiento de un dispositivo dentro de un edificio de manera adecuada. Este tipo de investigaciones ha arrojado que la propagación de la señal en interiores se ve afectada por distintos factores; como lo son las variantes de temperatura y humedad, el movimiento de las personas que se encuentren dentro del entorno, etc.

Para el desarrollo del proyecto serán utilizadas dos tipos de señales. Una de ellas es la tecnología Bluetooth Low Energy (BLE), que permite extraer datos como decibelios, las etiquetas del dispositivo emisor (Beacon), la batería del dispositivo, etc. La segunda tecnología es Wireless Fidelity (Wifi), este tipo de señal será utilizado para reducir el error en el posicionamiento, ya que al extraer los datos de ambas tecnologías se tendrán más datos para realizar la triangulación de la posición.

El desarrollo de un proyecto estaría incompleto si no se basará en una metodología de software que ayude a resolver el problema. La metodología seleccionada para el desarrollo del proyecto es la cascada mejorada, ya que, es la que permite una adaptación a las necesidades del proyecto, esta metodología está basada en 5 puntos:

- **Análisis:** Se trabaja con los clientes y los usuarios finales del sistema para determinar el dominio de aplicación y los servicios que debe proporcionar el sistema, así como, sus restricciones.
- **Diseño:** Es el proceso de diseño del sistema, divide los requerimientos en sistema hardware o software, establece una arquitectura completa del sistema.
- **Codificación:** Consiste en codificar y probar los diferentes subsistemas por separado. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación.
- **Integración:** Se integran para formar un sistema completo que debe cumplir con todos los requerimientos del software.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida y mejorar la implantación de las unidades del sistema (Cervantes y Gómez, 2012).

En la Figura 1 se puede observar el modelo de cascada mejorado.

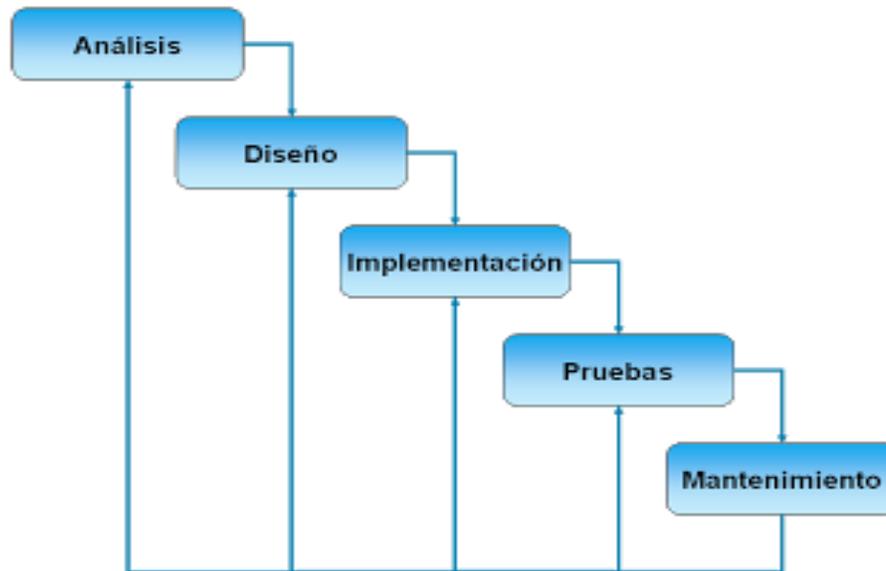


Figura 1: Modelo de cascada mejorada. Recuperado de: <http://nancymlacruz.blogspot.com/2016/06/normal-0-21-false-false-false-es-co-x.html>

Al ser un problema tan grande, es necesario mencionar de diferentes conceptos, herramientas, así como, las tecnologías que fueron empleadas mediante el desarrollo de este proyecto.

Bluetooth Beacon (BLE): Bluetooth es una tecnología inalámbrica de corto alcance cuyo objetivo es eliminar cualquier tipo de cable, exceptuando los de alimentación, en los dispositivos, tanto portátiles como fijos (Pascual, 2012). Para este proyecto en particular se hace uso del estándar BLE.

WiFi: es una tecnología de radiofrecuencia que permite conectar una gran cantidad de equipos informáticos y se divide en estándares como el 802.11a, 802.11n, etc. (Carballar, 2010).

Fiware: Es una iniciativa de código abierto que facilita el desarrollo de soluciones inteligentes” (FIREWARE Foundation, 2016). Como se menciona en su página oficial Fiware es una iniciativa de código abierto que permite un desarrollo de sistemas y aplicaciones de alto desempeño enfocado al IOT (Internet de las Cosas).

CrateDB: Es el backend predeterminado de QuantumLeap donde se conservarán los datos NGSI. Como se menciona en la documentación oficial CrateDB es una base de datos de alto rendimiento que permite gestionar los datos de contexto recopilados por el OCB permitiendo generar una persistencia en los datos de contexto.

Grafana: Es una poderosa herramienta de visualización que podemos usar para mostrar gráficos de los datos persistentes en tiempo real (Quantumleap, 2016).

Para el desarrollo de un proyecto de estas magnitudes es necesario hacer uso de diferentes, tecnologías, herramientas y librerías, algunas de ellas se mencionan a continuación:

Android Studio: Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado para la creación de aplicaciones para Android. Android estudio ofrece funciones que pueden aumentar la productividad durante la compilación de las aplicaciones. Algunas de estas funciones se mencionan a continuación (Google Developers, 2019).

- 1) HTML: HyperText Markup Language (lenguaje de hipertexto marcado). Utilizado para realizar el maquetado del sistema web.
- 2) PHP Versión 7.3.11: Hypertext Preprocessor, es un lenguaje de código es utilizado para realizar la conexión con la base de datos y realizar las diferentes operaciones como lo son: registrar, eliminar, consultar y modificar.
- 3) JavaScript (JS): Lenguaje de programación ligero orientado a objetos, utilizado para implementar agregar funcionalidad al sistema Web.
- 4) jQuery: librería de JavaScript, utilizada para simplificar la interacción con etiquetas HTML.
- 5) CSS: Hojas de estilo en cascada Conocido como hojas de estilo en cascada, fue utilizado para que los componentes HTML tengan una mejor presentación.
- 6) XML: El Lenguaje de Etiquetado Extensible se implementa para el desarrollo de la interfaz de usuario de la aplicación móvil.
- 7) JAVA: Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de la funcionalidad de la aplicación móvil.
- 8) MariaDB versión 10.3.18: Sistema de gestión de bases de datos implementado en un servidor externo a la aplicación.
- 9) Android Beacon Library Versión 2: Esta librería como su nombre lo menciona permitió la comunicación y obtención de los diferentes datos pertenecientes a los Beacons (Radius Networks, 2014).

Alcances:

- 1) El sistema Web permite la gestión de los datos de los tipos de usuarios:
 - a) Super administrador.
 - b) Administrador.
- 2) Mantener la integridad de la información recuperada para la aplicación.
- 3) La aplicación es capaz de obtener la información de los Beacons mediante la tecnología bluetooth.
- 4) El sistema Web tiene administrados los dispositivos emisores de las señales.
- 5) El sistema Web visualiza distintas estadísticas sobre los usuarios que utilizan la aplicación móvil.

Limitaciones:

- 1) La aplicación móvil necesita conexión a internet para poder enviar los datos recopilados al servidor.
- 2) Se necesita el uso de Internet para que el sistema web pueda utilizarse.
- 3) Servidor basado en Linux para utilizar FIWARE.

El componente Grafana es utilizado para realizar gráficas en tiempo real de los datos que están siendo captados por la aplicación móvil. Este tipo de gráfica permite visualizar la

intensidad de la señal y los dispositivos que han sido captados como se puede ver en la Figura 2.



Figura 2: Gráfica en Grafana. Elaboración propia

Los datos recopilados fueron mediante:

- Dos dispositivos móviles que cuentan con un sistema operativo Android 4.2 y 5.0 respectivamente, mediante estos dispositivos y el uso de la aplicación móvil se realizó la captura de los datos, para que estos fueran enviados y almacenados en la herramienta de CrateDB, como se muestra en la siguiente sesión.
- Los dispositivos bluetooth usados fueron un conjunto de diez Beacon de la marca estimote, que fueron configurados para enviar señales cada tres segundos.
- Para el realizar las pruebas del sistema web se hizo uso de dos máquinas, una Laptop Acer Aspire ES1-531 y una laptop hp Pavilion dv5-21471a.
- Una conexión de red de 30 Mb.

En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se muestran algunos de los datos de la tabla bluetooth que fueron enviados por la aplicación móvil.

entity_id	fechacaptura	id_tipodispositivo
E4:8A:F5:43:8C:05:79	2020-02-04T22:24:02	1
E5:A2:7C:8B:64:99:79	2020-02-04T22:24:02	1
E4:8A:F5:43:8C:05:79	2020-02-04T22:23:58	1
E4:8A:F5:43:8C:05:79	2020-02-04T22:23:59	1

Figura 3: CrateDB tabla de señales Bluetooth. Elaboración propia

idusuario	macaddress	major
79	E4:8A:F5:43:8C:05	11444
79	E5:A2:7C:8B:64:99	0x1b96b365ffe3
79	E4:8A:F5:43:8C:05	11444
79	E4:8A:F5:43:8C:05	11444

Figura 4: CrateDB tabla de señales Bluetooth. Elaboración propia

marca	rsi	time_index
stimote	-73	1580876642000 (2020-02-05T04:24:02.000Z)
stimote	-53	1580876643000 (2020-02-05T04:24:03.000Z)
stimote	-58	1580876638000 (2020-02-05T04:23:58.000Z)
stimote	-54	1580876639000 (2020-02-05T04:23:59.000Z)

Figura 5: CrateDB tabla de señales Bluetooth. Elaboración propia

tx	uuid
-72	b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d
-76	0xedd1ebeac04e5defa015
-72	b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d
-72	b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d

Figura 6: CrateDB tabla de señales Bluetooth. Elaboración propia

A continuación, se muestra los datos almacenados en la tabla correspondientes a WIFI estos fueron enviados por la aplicación móvil esto se puede apreciar en las Figuras 7, 8 y 9.

entity_id	fechacaptura	id_tipodispositivo
00:26:44:1c:88:f7:79	1580855042000 (2020-02-04T22:24:02.000Z)	1
0c:70:4a:6d:9b:d7:79	1580855042000 (2020-02-04T22:24:02.000Z)	1
0c:70:4a:6d:9b:d7:79	1580855042000 (2020-02-04T22:24:02.000Z)	1
00:26:44:1c:88:f7:79	1580855062000 (2020-02-04T22:24:22.000Z)	1

Figura 7: CrateDB tabla de señales WIFI. Elaboración propia

idusuario	macaddress	nombre_dispo
79	00:26:44:1c:88:f7	INFINITUMEF8E60
79	0c:70:4a:6d:9b:d7	ATT_Internet_En_Casa_3026
79	0c:70:4a:6d:9b:d7	ATT_Internet_En_Casa_3026
79	00:26:44:1c:88:f7	INFINITUMEF8E60

Figura 8: CrateDB tabla de señales WIFI. Elaboración propia

rssi	time_index
-48	1580876642000 (2020-02-05T04:24:02.000Z)
-84	1580876642000 (2020-02-05T04:24:02.000Z)
-84	1580876642000 (2020-02-05T04:24:02.000Z)
-54	1580876662000 (2020-02-05T04:24:22.000Z)

Figura 9: CrateDB tabla de señales WIFI. Elaboración propia

RESULTADOS

Con los resultados de las captaciones realizadas con el dispositivo móvil se puede observar que la intensidad de las señales tiene variaciones. Las variaciones son principalmente causadas por los factores del entorno donde se realizaron las pruebas.

Los datos que se registran en la base de datos de CrateDB son de gran ayuda para la triangulación de la posición y posteriormente se muestre la posición marcada en el mapa gestionado por el sistema Web.

En la Figura 10 se muestra la ubicación aproximada del dispositivo móvil que captó las señales, mostrando la información sobre dicha ubicación.

Ubicación del usuario

Datos del usuario

Nombre: Fernando Erazo Valadez.
 Correo: fernandoerazo@gmail.com.
 Dirección: bugambillas lomas de tlahuapan CP: 62554.

Datos de la ubicación

Compañía: CENIDET
 Edificio: UD1
 Oficina: RECURSOS HUMANOS
 Fecha: 21-01-2020

Mapa

The map shows a floor plan with several red and blue rectangles representing racks and climate control units. A legend on the right indicates that red rectangles represent 'RACKS Y CLIMATIZACIÓN' and blue rectangles represent 'RACKS Y CLIMATIZACIÓN'.

Figura 10: Ubicación del usuario. Elaboración propia

En la Figura 11 se muestra la pantalla principal.

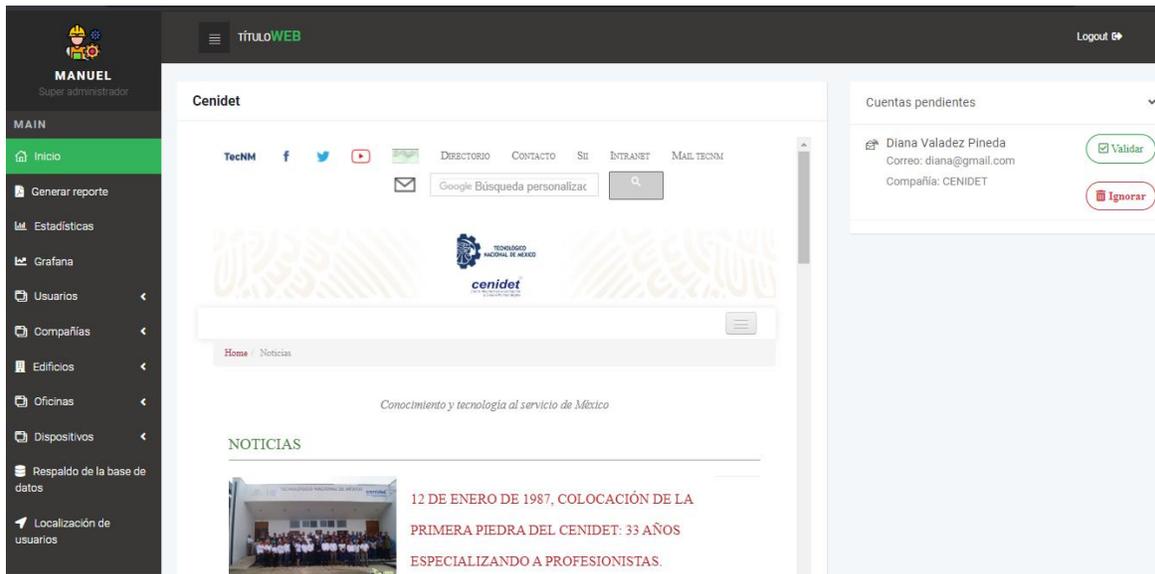


Figura 11: Ubicación del usuario. Elaboración propia

En la Figura 12 se muestra el proceso que se realiza para la captación de señales pertenecientes a la aplicación móvil.



Figura 12: Captación de señales. Elaboración propia

CONCLUSIONES

El trabajo de este artículo permitió conocer los principales factores que afectan la propagación de las señales, pero también se realizó el avance para identificar que de los dos tipos de señales, la triangulación de la posición puede ser más exacta en comparación con otros trabajos sobre el mismo tema.

La utilización de una plataforma como FIWARE que está pensada para este tipo de proyectos de IoT fue de gran ayuda en el manejo de los datos como línea de tiempo, permitiendo la administración de grandes volúmenes de datos y a su vez facilita el proceso de triangulación ya que solo se toman en cuenta los últimos datos enviados.

BIBLIOGRAFÍA

Carballar, J. A. (2010). *WI-FI. Lo que se necesita conocer*. Madrid: Grupo Ramírez Cogollor. Recuperado de: https://www.amazon.com.mx/wifi-lo-que-necesita-conocer/dp/8493776904#reader_B007BDLGXO

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2017). *Portal CENIDET*. Recuperado de: <http://www.cenidet.edu.mx/mision.php>

Cervantes, J. y Gómez, M. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades, núm. 52*, pp. 37-47. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37326902005>

FIWARE Foundation (2019). *Developers - What is fiware?* Recuperado de: <https://www.fiware.org/developers/>

Google Developers (2019). *Introducción a Android Studio*. Recuperado de: <https://developer.android.com/studio/intro>

Pascual, C. (2012). *Bluetooth: criterios de selección y comparativa con otras tecnologías inalámbricas*. Recuperado de: <https://www.tecnicaindustrial.es/bluetooth-criterios-de-seleccion-y-comparativ/>

Quantumleap (2016). *CRATEDB*. Recuperado de: <https://quantumleap.readthedocs.io/en/latest/admin/crate/>

Radius Networks (2014). *Android Beacon Library*. Recuperado de: <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/>