

DESARROLLO DE UN RASTREADOR DE TRABAJADORES SIN GPS EN ÁREAS DELIMITADAS

DEVELOPMENT OF A GPS-FREE WORKER TRACKER IN DELIMITED AREAS

Serrano-García, Antonio^a, Guadalupe-Gallardo, Kevin Luciano ^a, Soto-Ortiz, Saul Isai ^a

^aTecnológico Nacional de México/ ITS del Occidente del Estado de Hidalgo, Tecnologías de la información y comunicaciones., Mixquiahuala de Juárez, México. 19011518@itsoeh.edu.mx, 19011516@itsoeh.edu.mx ssoto@itsoeh.edu.mx

RESUMEN. Una de las necesidades principales en la actualidad es la seguridad, dispositivos como el GPS se han usado desde hace más de 10 años para localizar objetos y personas en espacios geográficamente extensos, no obstante, la tecnología GPS no logra satisfacer los escenarios de posicionamiento en espacios confinados como almacenes, en donde operan personal calificado en áreas designadas. Se desarrolló un dispositivo rastreador que implementa internet de las cosas (IoT) el cual se ajusta a las necesidades de la problemática del posicionamiento de personas en almacenes, ya que permite rastrear al personal en todo momento, para poder verificar que se encuentran dentro de su área de trabajo, al mismo tiempo permitirá bloquear el acceso a áreas no permitidas. La tecnología GPS requiere un chip GSM para poder mandar las coordenadas a un número telefónico predeterminado, se requiere una suscripción a un servicio externo para visualizar en tiempo real la ubicación de los dispositivos, esto aplicado a la localización dentro de un almacén no es práctico ya que existen problemas de cobertura dentro de estos espacios. El prototipo de rastreador está basado en el uso del SSID (Service Set Identifier) de redes 802.11, se utilizó la metodología de prototipo, destacando las fases del diseño y del testeo ya que fueron las que definieron la usabilidad y la seguridad que requería nuestro dispositivo, durante las pruebas de funcionalidad se observó la calidad de la precisión en la ubicación debido a que el conteo de paquetes enviados por parte de nuestros rastreadores se calcula con eficacia la ubicación del trabajador, demostrado la viabilidad de nuestro rastreador comparando con otros tipos de rastreadores, a favor de mejorar la tecnología de rastreo a bajo costo.

Palabras clave: GPS, Rastreador, SSID.

ABSTRACT. One of the main needs today is security, devices such as GPS have been used for more than 10 years to locate objects and people in geographically extensive spaces, however GPS technology fails to meet the positioning scenarios in confined spaces such as warehouses, where qualified personnel operate in designated areas. A tracking device that implements the Internet of Things (IoT) was developed to meet the needs of the problem of positioning people in warehouses, since it allows tracking personnel at all times, in order to verify that they are within their work area, while blocking access to unauthorized areas. GPS technology requires a GSM chip to send the coordinates to a predetermined telephone number, a subscription to an external service is required to visualize in real time the location of the devices, this applied to the location inside a warehouse is not practical since there are coverage problems within these spaces. The prototype tracker is based on the use of the SSID (Service Set Identifier) of 802.11 networks, the prototype methodology was used, highlighting the design and testing phases since they were the ones that defined the usability and security required by our device, during the functionality tests the quality of the location accuracy was observed because the packet count sent by our trackers effectively calculates the location of the worker, demonstrating the viability of our tracker compared to other types of trackers, in favor of improving tracking technology at low cost.

Key words: GPS, Tracker, SSID

INTRODUCCIÓN

Como bien sabemos las Tecnologías de la Información son cada vez más accesibles para la mayoría de la población. Los últimos estudios de 2018 afirman que el 53% de la población mundial tiene acceso a Internet (un 7% más que en 2017) y que el 75% de ellos usa las redes sociales¹. Como podemos observar el incremento del número de usuarios de Internet refleja una gran necesidad de

conectividad, no solo con el resto de la población, sino también con el mundo que nos rodea.

Es en este entorno de conectividad creciente donde emergió la necesidad de definir un nuevo concepto para referirse a la "interconexión digital de los objetos de nuestro entorno a través de Internet. Este concepto fue bautizado por primera vez por Kevin Ashton (creador de estándares de tecnologías como RFID) como "Internet de las Cosas" (Internet of

Things) en el año 1999”². Esta representación lo convirtió en uno de los promotores de esta tecnología.

Teniendo en cuenta esta tecnología, podemos dar solución a uno de los principales problemas que enfrentamos en la administración de almacenes, la administración de un almacén es un proceso administrativo de alto nivel que requiere diversos actores para su correcto funcionamiento.

El primer objetivo es asegurar la integridad de los trabajadores, esto mediante la limitación de su área de trabajo, y dándole acceso solo a los lugares para los cuales están capacitados; y de esta manera evitar percances con otras zonas de trabajo⁴.

El segundo objetivo es aumentar la eficiencia del trabajador, esto mediante la delimitación de áreas a las que tiene acceso, con esto se plantea evitar que el trabajador esté en espacios que no le corresponde y de esta manera evitar que pierda tiempo de producción.

Esta problemática dio como resultado el desarrollo de un dispositivo rastreador que utiliza el SSID para poder obtener la ubicación del trabajador, siendo un dispositivo que a diferencia de sus iguales que utilizan tecnología GPS⁵, logra economizar en sus componentes, ya que se utiliza tecnología que se usa de manera cotidiana como lo es las redes Wifi, basada en estándar 802.11.

Proporcionando un alto nivel de seguridad al integrar dicho dispositivo con tecnología del internet de las cosas, ya que mientras la ciberseguridad de la información comúnmente gira en torno al software y al modo en el que se implementa, la seguridad de IoT agrega una capa más de complejidad, ya que convergen el mundo cibernético y el mundo físico⁶.

Dicho nivel de seguridad se puede ver reflejado en la plataforma que se desarrolló para poder apreciar la ubicación de los trabajadores, la cual cuenta con un alto nivel de seguridad para su acceso e integración de los datos.

METODOLOGÍA

Para la elaboración del proyecto se utilizó la metodología de prototipo, por ser un proceso iterativo enfocado en diseñar, implementar, medir y ajustar el plan de desarrollo. Dado que esta metodología permitió dividir las actividades a llevar a cabo en etapas bien definidas:

1. Identificación de requerimientos

La elaboración del sistema localizador de trabajadores en almacenes consiste en delimitar áreas para que registre las direcciones MAC de diferentes dispositivos inalámbricos localizadores y por medio de puntos de acceso controlados; todo esto para conocer la ubicación de la persona en los diferentes espacios de un almacén. Se implementó una computadora de tarjeta única conocida como Raspberry pi modelo 4 y la ESP32 Cam que interactúan entre ellos para el funcionamiento del prototipo.

2. Herramientas de diseño

Para la fase de diseño del prototipo inicial de acuerdo a los requerimientos establecidos en la fase anterior, se realizó el diseño de una arquitectura de IoT, la cual está dividida en tres capas, siendo la primera la de sensores que está compuesta por el microcontrolador ESP32 Cam Figura 1, que servirá como el rastreador, junto con él se cargó el programa desarrollado en el lenguaje de programación Micro Python versión 1.19.1, siendo este último una re implementación del lenguaje Python dirigida especialmente a los microcontroladores, con esto se logró activar el modo hotspot de la placa que permite que otros dispositivos localizadores se conecten en dado caso de que un punto de acceso no esté disponible y de igual manera manda un pulso por un cierto tiempo a los puntos de acceso al que está conectado para avisar que si existe conexión.



Figura 1. ESP32 Cam con el programa cargado

En la capa de envío de información, se diseñó una topología de red como en la Figura 2, en ella se organizaron todos los puntos de acceso como lo son las placas Raspberry Pi, para que a través de ellos se envíen la información recibida de los localizadores a la capa de procesamiento, como lo son sus direcciones MAC que desde la administración de la red se puede obtener dicha información.



Figura 2. Topología de los puntos de acceso.

Por último, en la capa de procesamiento se implementó una Web App con ayuda del gestor de base de datos SQLite se registró las direcciones MAC que los localizadores enviaron a las Raspberry Pi como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Registro de las MAC en la Web App.

Para un mejor entendimiento a lo dicho anteriormente, se muestra en la Figura 4 la arquitectura de IoT implementada para el proyecto.

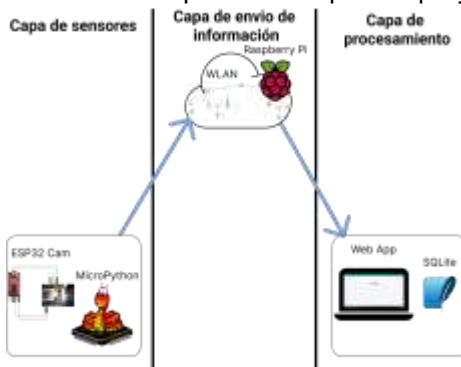


Figura 4. Arquitectura de IoT.

3. Implementación del prototipo

Para el desarrollo del rastreador, se posicionaron las Raspberry Pi en lugares clave de acuerdo a la topología de red, para que la placa ESP32 se pueda conectar a los puntos de acceso, con el código previamente cargado.

Mediante el protocolo SSH que facilita las comunicaciones seguras entre dispositivos usando una arquitectura cliente/servidor y permitiendo a los usuarios conectarse a un host remotamente. Se accede a placas Raspberry Pi que sirven como Gateway, una vez dentro de ellas se desplaza a la carpeta contenedora del programa el cual se encargará de la localización de los dispositivos localizadores y la comunicación con el servidor. Mediante un entorno seguro proporcionado por el comando *pipenv shell*, se ejecuta el archivo *main.py*, una vez establecida la conexión entre la Raspberry Pi y la ESP32. Al ver la actividad desde el CLI del Gateway, como se observa en la Figura 5 que los dispositivos localizadores ya se encuentran conectados y envían la información.

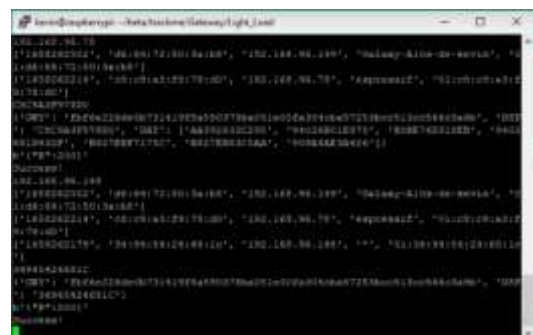


Figura 5. Visualización de información de los dispositivos conectados a la Raspberry.Pi

Vista la información y detectado la dirección MAC de cada dispositivo localizador conectado, desde la Web App se registra dicha información y una vez guardada se aprecia en tiempo real en la Figura 4 desde el mapa el localizador en funcionamiento.

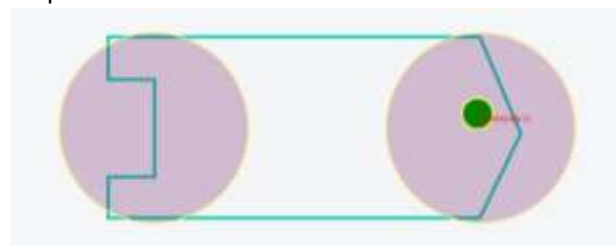


Figura 6. Funcionalidad del prototipo

4. Pruebas y mejoras del prototipo

La programación de la placa ESP32 Cam consta de la siguiente funcionalidad: se activará en modo hotspot para permitir que otros dispositivos localizadores se conecten a él por si no existe un punto de acceso disponible y de igual manera notificar a los puntos de acceso que si está conectado enviando información de red a las Raspberry Pi que su función principal de estas es ser un Gateway.

Una vez realizadas todas las pruebas del prototipo correspondientes para verificar el correcto funcionamiento del rastreador y comprobar que los requerimientos fueron cumplidos, nos dimos cuenta que la precisión del localizador es de un 80% y de acuerdo a la comparativa mostrada en la Tabla 1 entre las tecnologías GPS y Wifi por lo tanto el uso de esta última es más precisa dado que la señal viaja por el aire a la velocidad de la luz, que es conocida como el tiempo entre una transmisión que sale de un AP hasta llegar al dispositivo localizador, entonces se calcula mediante la fórmula como la Distancia = Velocidad de la luz x Tiempo, Lo que requiere medidas de tiempo muy precisas.

Tabla 1. Comparativa entre localización por GPS y WIFI

GPS	WIFI
Uso de satélites que orbitan alrededor de la tierra para triangular la ubicación.	Usa la intensidad relativa de una señal de red recopilada por puntos de acceso a la red
La precisión depende de áreas libres de obstáculos que no interfieran en la señal.	Obtiene la ubicación en interiores con una alta precisión.

Por lo tanto, el localizador de trabajadores en un área delimitada funciona correctamente por medio del registro de las direcciones MAC en la Web App de diferentes dispositivos inalámbricos localizadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo se logró que cada dispositivo localizador intercala su funcionamiento constante. Además, cuando el localizador es una estación y logra

conectarse a un punto de acceso, donde empieza a enviar la información a la WebApp.

Por lo tanto, cuando pierde conexión con su última estación, pasará a modo punto de acceso AP durante un periodo de 10 a 20 segundos para que otros dispositivos pudieran escanearlo. Una vez pasado el tiempo, regresa a modo estación en el que si no logra conectarse almacena un listado con los últimos puntos de acceso.

Por último, la WebApp recibe la lista de AP y a partir de dicha información junto con las estaciones genera una visualización del localizador en tiempo real.

Pudiendo lograr que nuestro dispositivo sea mejor que la tecnología GPS dado que esta tecnología utiliza el principio matemático de "trilateración" para calcular la posición exacta de una persona, objeto o cualquiera que cuente con este y es un sistema asistido por 30 satélites en órbita alrededor del mundo.

Además de que hay entidades involucradas en el funcionamiento, una de ellas es por ser el sistema de control operado por militares de EE.UU. La posición depende a partir de las señales que transmite el receptor y estas señales son recibidas por receptores dentro del objeto que desea ubicar. Por lo tanto, se requiere de al menos cuatro satélites para precisar la ubicación del receptor en la tierra, tres suelen rastrear el lugar y el cuarto se emplea para verificar la ubicación del objeto. Finalmente, el receptor toma conocimiento del satélite y usa una táctica denominada triangulación para calcular la posición exacta.

CONCLUSIONES

Con la gran evolución de las tecnologías que surgen a raíz de problemas y la necesidad de cubrirlos, hoy en día el Internet de las Cosas (IoT), es un tema emergente de importancia técnica, social y económica. En este momento se están combinando productos de uso cotidiano con conectividad a internet para el análisis de datos que prometen transformar el modo en que trabajamos.

Es por eso que se pensó en implementar este proyecto con la finalidad de poder localizar a los

trabajadores de un almacén contemplando la estructura que estos cuentan y evitar el uso de la tecnología GPS, que este tiene las mismas funcionalidades del proyecto pero con la diferencia que en ocasiones no son precisas debido a algunos obstáculos que interfieren la señal por ende no penetra estructuras sólidas y no de la ubicación exacta y esto puede afectar en la productividad entre algunos otros inconvenientes.

Es por eso que la implementación a gran escala de dispositivos de IoT como el que se desarrolló en este presente artículo promete transformar muchos aspectos de la forma en que vivimos.

AGRADECIMIENTOS Y/O RECONOCIMIENTOS

En esta oportunidad nos gustaría agradecer al Ingeniero Leonardo Valdes Arteaga profesor de sistemas computacionales en el Tecnológico de San Juan del Río, de igual manera agradecemos a la institución Código IoT por su tutela en el diplomado Samsung Innovation Campus” Internet of things”, el cual fue fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Además, extendemos nuestro agradecimiento a la línea de investigación y al programa educativo TICs del ITSOEH por permitirnos desarrollar nuestro prototipo y presentarlo ante el CONAITE edición 2022.

REFERENCIAS

1. Learte, J. (2018, 16 julio). Introduccion al iot internet of things. hiberus. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/introduccion-al-iot-internet-of-things/>
2. La OIT estima que se producen más de un millón de muertes en el trabajo cada año. (1999, 12 abril). Recuperado 4 de octubre de 2022, de https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang-es/index.htm
3. Nava-Gómez, B., Valenzuela-Espinoza, E., Sampedro-Ávila, J.E., Bonett-Calzada, B. y León-Mancilla, S. (2013). *XX Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología del Mar*. DGECyTM. Los Cabos, B.C. México.
4. Saunders, L. (1994). Beverage creation. Design elements. Disponible en: www.foodproductdesign.com/archive/1994/0494DE.html. Accesado: 24 agosto 2005
5. La seguridad del IoT – Conecte su negocio de manera segura con soluciones integradas y de seguridad en la nube. (s. f.). Thales Group. Recuperado 4 de octubre de 2022, de

<https://www.thalesgroup.com/es/countries/americas/latin-america/dis/iot/seguridad-en-iot>

6. Damien P., G. (2018). MicroPython - Python for microcontrollers. MicroPython. Disponible en <https://micropython.org/>