

## Sistema de seguridad personal basado en tecnología Bluetooth Low Energy para auxiliar estudiantes en situación de peligro

### Personal security system based on Bluetooth Low Energy technology to help students in danger

*Francisco S. Castro-Baños<sup>a</sup>, Israel Acuña-Galván<sup>b</sup>, Mayra A. Valerio-Nolasco<sup>c</sup>, Alonso E. Solis-Galindo<sup>d</sup>, Evangelina Lezama-León<sup>e</sup>, Ernesto Bolaños-Rodríguez<sup>f</sup>*

---

#### Abstract:

This work tries to give a technological alternative for the aid of students in case of dangerous situation. The proposal presents the development of a mobile application and a bluetooth communication prototype that together operate as a personal security system for students of the Higher School of Tizayuca (ESTi). The main objective is to help students who are in danger near the ESTi. The operation of the personal security system is based on activating a Bluetooth Low Energy (BLE) communication prototype through a button, which communicates with a mobile application installed on the user's smartphone, the mobile application automatically shares the location of the user in real time and sends SMS help messages to users who are close to him, and to certain specific contacts so that they can help him in some way.

Due to the current pandemic situation, the device could not be tested near the ESTi, however it was tested in another location and worked as expected, the development of this prototype is useful to the population to which it is directed since it is its relatively low cost and the application would be free.

#### Keywords:

*Location, application, personal security, device, Bluetooth Low Energy.*

---

#### Resumen:

Este trabajo pretende dar una alternativa tecnológica para el auxilio de estudiantes en caso de situación de peligro. La propuesta presenta el desarrollo de una aplicación móvil y un prototipo de comunicación bluetooth que en conjunto operan como un sistema de seguridad personal para estudiantes de la Escuela Superior de Tizayuca (ESTi). El objetivo principal es auxiliar a estudiantes que se encuentren en situación de peligro cerca de la ESTi. El funcionamiento del sistema de seguridad personal se basa en activar un prototipo de comunicación Bluetooth Low Energy (BLE) mediante un botón, el cual se comunica con una aplicación móvil instalada en el teléfono inteligente del usuario, la aplicación móvil comparte de manera automática la ubicación del usuario en tiempo real y envía mensajes SMS de auxilio a usuarios que se encuentren cerca de él, y a ciertos contactos específicos para que puedan auxiliarlo de alguna manera.

Debido a la situación de pandemia actual el dispositivo no se pudo probar cerca de la ESTi, sin embargo, fue probado en otra localidad y funcionó de acuerdo a lo esperado, la elaboración de este prototipo es útil a la población a la cual está dirigida ya que es su costo relativamente bajo y la aplicación sería gratuita.

#### Palabras Clave:

*Ubicación, aplicación, seguridad personal, dispositivo, Bluetooth de Baja Energía.*

---

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-4354-2243>, Email: [ca358120@uaeh.edu.mx](mailto:ca358120@uaeh.edu.mx)

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-7714-0410>, Email: [israel\\_acuna4738@uaeh.edu.mx](mailto:israel_acuna4738@uaeh.edu.mx)

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-2155-1250>, Email: [mayra\\_valerio@uaeh.edu.mx](mailto:mayra_valerio@uaeh.edu.mx)

<sup>d</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-3999-006X>, Email: [soliser@uaeh.edu.mx](mailto:soliser@uaeh.edu.mx)

<sup>e</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-0818-0897>, Email: [evangeli@uaeh.edu.mx](mailto:evangeli@uaeh.edu.mx)

<sup>f</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-1432-7720>, Email: [ebolanos@uaeh.edu.mx](mailto:ebolanos@uaeh.edu.mx)

## Introducción

El desarrollo de la tecnología ha ofrecido diversas formas para intercambiar información de distintos tipos, si se utiliza de manera adecuada se pueden evitar muchos problemas de índole social e incluso llegar a salvar vidas. “De enero a octubre del 2019, la Procuraduría General de Justicia de Hidalgo (PGJH) registró la desaparición de 100 féminas en el estado; es decir, un promedio de 10 cada mes”. Según lo anterior, el año pasado desaparecieron 10 mujeres al mes en Hidalgo, siendo Pachuca, Tulancingo y Tizayuca los municipios con mayor incidencia [1].

Desafortunadamente en nuestro país la delincuencia organizada ha ido en aumento con el pasar de los años y se han diversificado los delitos, entre estos destacan: la extorsión, el secuestro, la trata de blancas, venta de órganos y la esclavitud [2].

De acuerdo con cifras dadas a conocer por Alejandro Encinas, subsecretario de Derechos Humanos, Población y Migración de la Secretaría de Gobernación (al momento de esta publicación), en México hay más de 40 mil personas desaparecidas [3].

“Una persona desaparecida ha perdido toda posibilidad de vida” [4], menciona la periodista Marcela Tutrati en el “cortometraje de personas desaparecidas en México”. Por tal motivo, es importante hacer uso de la tecnología para proponer soluciones al problema, ya que una vez que desaparece una persona, las posibilidades de localizarla con vida disminuyen conforme el tiempo transcurre.

El presente trabajo tiene como objetivo proponer el diseño de un prototipo de seguridad personal para auxiliar a estudiantes en situación de riesgo en la zona circundante a la Escuela Superior de Tizayuca (ESTi) ubicada en el municipio de Tizayuca, Hidalgo.

## Antecedentes

En la actualidad existen diversos dispositivos desarrollados tanto como trabajos de investigación o como productos comerciales, que permiten a una persona solicitar auxilio cuando se encuentra en riesgo.

En la Universidad de Alabama [5], en el año de 2018 se creó un dispositivo mediante una plataforma de desarrollo llamado “Flora”, este dispositivo detecta movimientos inusuales del usuario mediante el acelerómetro e interpreta la situación, por ejemplo, un robo o una caída, este dispositivo se comunica con el teléfono de usuario y realiza una llamada al 911. Esta tarjeta de desarrollo mide aproximadamente 4.5 cm de

diámetro y tiene un costo aproximado de 15 USD en el sitio oficial.

Algunas empresas han desarrollado dispositivos similares con el fin de comercializarlos, un ejemplo es la empresa *Revolar* que ha lanzado el producto “*Revolar Instinct*” [6] el cual consta de un dispositivo ornamental con un botón, el dispositivo se conecta con una aplicación en el teléfono inteligente del usuario y realiza diferentes acciones dependiendo de la cantidad de veces que se presione el botón del dispositivo, una de estas acciones es mandar la ubicación en tiempo real a los contactos. Este dispositivo tiene un costo aproximado de 50 USD y mide 3 cm.

Otro producto es *Flare* [7] y su funcionamiento es similar al de *Revolar* y tiene un costo aproximado de 130 USD. Existen muchos otros productos similares en el mercado, son más económicos, pero algunos cobran una renta mensual por el servicio, lo cual eleva su costo con el transcurso del tiempo.

## Propuesta del prototipo

El prototipo está basado en el desarrollo de un dispositivo de comunicación Bluetooth que opera en conjunto con una aplicación móvil (*SecureMe*). Cuando el usuario se encuentre en alguna situación de peligro deberá activar un botón en el prototipo, el cual se conectará de manera inalámbrica con el teléfono inteligente del usuario, para que este último envíe mensajes SMS y comparta la ubicación del usuario en tiempo real a otros usuarios que cuenten con la misma aplicación; con contactos específicos del usuario y autoridades competentes.

El nivel de desarrollo del prototipo está delimitado de tal forma que solo contempla la programación y conexión inalámbrica con un dispositivo inteligente con sistema operativo Android.

Cuando el usuario se encuentre en alguna situación de peligro deberá presionar el botón integrado al prototipo, el prototipo se comunicará en tiempo real mediante el protocolo Bluetooth con la aplicación móvil. El prototipo está conformado por el microcontrolador ESP-32 que cuenta con tecnología BLE integrada, por tal motivo el consumo de energía será mínimo en comparación con otros dispositivos lo cual es idóneo para este diseño. La tarjeta de desarrollo en la cual se encuentra el microprocesador puede ser alimentada por pequeñas baterías LiPo. En la figura 1 se observa la tarjeta de desarrollo que integra dicho prototipo, sus dimensiones

son 5.4 x 2.7 cm y tiene un costo aproximado de 12 USD en nuestro país.



Figura 1. Prototipo del dispositivo de comunicación Bluetooth.

Después de que el usuario presione el botón, la aplicación instalada en el teléfono inteligente del usuario comenzará a ejecutar una serie de instrucciones que le permitirá compartir la ubicación del usuario en tiempo real y enviar mensajes SMS de auxilio a otros usuarios de la misma aplicación, a contactos específicos y a autoridades competentes para agilizar el proceso de auxilio/atención. La aplicación está conformada por una actividad principal donde se puede obtener la ubicación del usuario, realizar la conexión con el dispositivo (prototipo), ver la sala de chats de esta aplicación, configurar los mensajes de auxilio y salir de ésta. En la Figura 2 se muestra dicha actividad.



Figura 2. Aplicación móvil denominada SecureMe

Específicamente en la sección *Mi ubicación* de esta actividad se mostrará un mapa de la zona donde se encuentra la persona (Figura 3), el mapa permite observar a los usuarios conectados que utilizan la misma aplicación dentro de un área de radio de 1.1 Km con centro en la ESTI.



Figura 3. Aplicación móvil, mapa de la aplicación.

Además, la aplicación tiene una actividad que permite el envío de mensajes a los diferentes usuarios de la misma como se muestra en la Figura 4.

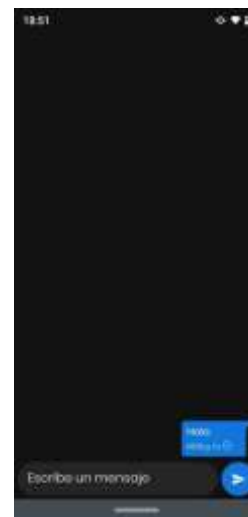


Figura 4. Aplicación móvil, actividad para enviar mensajes en línea.

La actividad dedicada al envío de mensajes en línea permite enviar a un grupo específico de contactos los sucesos que ocurran de manera inmediata, además de que permite mantener una comunicación activa entre los estudiantes.

La aplicación permite a los usuarios modificar su información personal, como lo es el nombre, imagen del usuario y número telefónico. Este proceso se realiza mediante la conexión a bases de datos proporcionadas y generadas mediante el servicio Firebase de Google, esta función se muestra en la Figura 5.

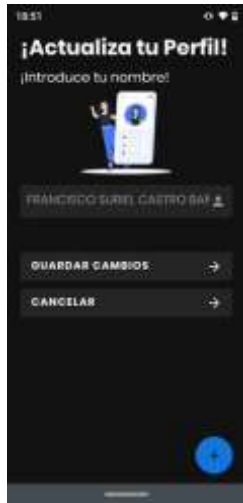


Figura 5. Aplicación móvil, editar información personal.

De igual manera, la aplicación permite agregar contactos de confianza elegidos por el usuario. Los contactos son importados a la aplicación desde el directorio del teléfono. Estos contactos son seleccionados para enviarles mensajes SMS de auxilio en caso de que el estudiante se encuentre en alguna situación que ponga en peligro su integridad.

El sistema de seguridad personal opera mediante el trabajo en conjunto de la aplicación móvil y el dispositivo de comunicación, dicho trabajo se ejecuta mediante comunicación BLE. En la figura 6 se muestra la actividad de la aplicación que permite conectar con el prototipo, el emparejamiento de los dispositivos se realiza de manera inmediata permitiendo el envío de datos y el correcto funcionamiento del sistema de seguridad personal.

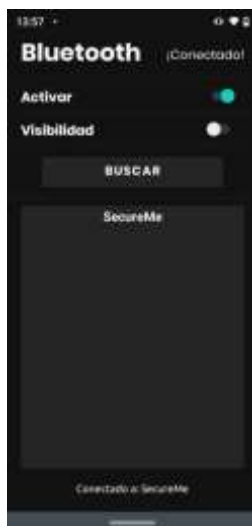


Figura 6. Aplicación móvil, actividad para generar conexión bluetooth.

## Resultados

Los resultados obtenidos indican que el desarrollo e implementación del sistema de seguridad personal permite a su usuario compartir su ubicación en tiempo real vía mensajes SMS de auxilio de manera rápida con otros estudiantes que se encuentren cerca y que cuenten con la misma aplicación, con contactos predeterminados y con autoridades competentes, esto para brindar apoyo o auxilio a la comunidad estudiantil de la ESTi.

El dispositivo y la aplicación presentados dentro de este proyecto tienen las siguientes características:

- Ayudaría a brindar auxilio a estudiantes que se encuentren en una situación que ponga en peligro su integridad dentro de la zona aledaña a la ESTi, un efecto de esto podría ser que con el transcurso del tiempo la zona dejaría de ser peligrosa ya que los delincuentes estarían conscientes de este sistema y su operación.
- El prototipo tiene un bajo costo en comparación con los otros dispositivos similares.
- Presenta un bajo consumo energético debido a la tecnología BLE que implementa, lo cual le permitiría operar por un tiempo considerable.
- El único gasto que habría que realizar es el de la tarjeta de desarrollo, ya que la aplicación sería gratuita y no se cobrarían rentas mensuales como en otros productos similares.
- Las ventajas de la aplicación son que es de fácil operación, personalizable y ligera. También está diseñada para ser instalada en una amplia gama de dispositivos.

No obstante, debido a la pandemia causada por el SARS-Cov-2 únicamente se realizaron pruebas funcionales del sistema de seguridad personal, es decir, solo se evaluó el correcto funcionamiento de la aplicación móvil operando en conjunto con el prototipo de comunicación Bluetooth. A futuro sería necesario evaluar el funcionamiento en conjunto con otros dispositivos en un escenario real.

Con respecto al tamaño existen otros dispositivos más pequeños, pero la tarjeta de desarrollo podría ser sustituida por la tarjeta "TinyPICO" la cual cuenta con el mismo procesador y el BLE pero solo mide 1.8 por 3.2 cm.

## Conclusiones

Fue posible el desarrollo de un prototipo que brinda auxilio a la comunidad universitaria dentro de un área de 1.1 km alrededor de la ESTi, este dispositivo resultó ser

económico en comparación con otros dispositivos similares y tiene un bajo consumo de energía debido a que utiliza la tecnología BLE. Su operación es muy sencilla, solo es necesario presionar un botón, esto es una gran ventaja ya que en un escenario normal es necesario realizar una llamada para pedir auxilio y muchas veces debido a la situación esto es imposible.

Un aspecto importante, es brindar al dispositivo la apariencia de un artefacto ornamental y al mismo tiempo brindarle cierta protección contra el polvo, agua, etc., esto podría realizarse a futuro mediante la impresión en 3D de una carcasa que pueda ser pintada y que imite un adorno en la vestimenta.

El costo del sistema contemplaría la tarjeta de desarrollo, la elaboración de la carcasa, su ensamble y mano de obra requerida. La aplicación sería de distribución gratuita ya que es resultado de un proyecto sin fin de lucro que busca dar solución a una problemática social y regional.

## Referencias

- [1] Criterio Hidalgo. <https://criteriohidalgo.com/noticias/hidalgo/al-mes-desaparecen-10-mujeres-en-hidalgo>. 20 de Mayo de 2020.
- [2] Herald. <https://heraldodemexico.com.mx/pais/desaparicion-forzada-victimas-dia-internacional-diferencias-secuestro/>. 20 de Mayo de 2020
- [3] Desaparecidos, A. S. Asociación SOS desaparecidos. <http://sosdesaparecidos.es/tipos-de-desapariciones>. Mayo de 2020.
- [4] Turati, M., Humberto, J., & Guerrero, H. (Dirección). Sin tregua - Cortometraje documental sobre personas desaparecidas en México [Película]. 2019.
- [5] J. Patel, R. Hasan, Smart bracelets: Towards automating personal safety using wearable smart jewelry. En 15th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), 2018, pp. 1-2, doi: 10.1109/CCNC.2018.8319327.
- [6] Revolar Instinct. Personal safety device. <https://revolar.com/products/revolar-instinct-personal-safety-device/>. Agosto 2021.
- [7] Flare. Our technology. Obtenido de <https://getflare.com/pages/how-it-works>. Agosto 2021.