



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

INDOOR POSITIONING SYSTEM FOR ELDERLY – INTERACCIÓN SOFTWARE Y HARDWARE

Sixto Enrique Campaña Bastidas

**Universidad Nacional Abierta y a
Distancia
Bogotá, Colombia**

Daniel Amador Salas

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica**

Resumen

En los años venideros la población de personas mayores aumentará considerablemente, Europa es uno de los lugares del mundo donde más se proyecta esta situación, por ello en los últimos años muchas investigaciones, e innovaciones relacionadas han cobrado mayor interés. Colombia no es la excepción, pero el país está preparado para esta situación?, se cuenta con planes que propendan por un envejecimiento digno?. Las respuestas en el panorama nacional no son la mejores, el país envejece, pero no está preparado para ello, las personas mayores requieren de mayor atención, de cuidados que les permitan una vida saludable, con autonomía, garantizando sus derechos, pero velando por su bienestar. Acorde a lo anterior una de las situaciones estudiada es como monitorear este tipo de población en entornos cerrados, principalmente dirigido a quienes padecen demencia, con el fin de propender por una vida digna, con la libertad de moverse libremente, y desarrollarse en esta etapa de su vida. Por lo anterior el grupo de investigación Davinci de la UNAD, está desarrollando un sistema con las condiciones descritas, con el fin de poder asistir a la persona mayor, ayudando a evitar riesgos potenciales que enfrenta día a día. El sistema está compuesto de un dispositivo de hardware que permite determinar la ubicación de la persona, provisto de sensores y tecnología UWB, el cual funciona sobre un espacio parametrizado en el software, permitiendo detectar potenciales riesgos para la persona cuando se moviliza en dicho espacio. El software pretende funcionar como una aplicación Web, que puede ser accedido por centros de atención remoto o mediante una APP desde un teléfono móvil. Las ventajas de este sistema son las de monitorear a personas mayores con demencia, alertar al personal cuidador de posibles riesgos, tales como caídas o accidentes en espacios cercanos a ventanas, terrazas, balcones, etc., también le permite a la familia hacer un seguimiento desde la APP de la persona a su cuidado, sin invadir la privacidad. La tecnología es un apoyo que debe ser evidente en situaciones cotidianas, en aspectos donde debe primar la protección y la seguridad de las personas. El sistema también puede escalarse a otro tipo de

monitoreos como al de personas que trabajan en minas, en complejos de hidroeléctricas, entre otros.

Palabras clave: IPS; sistema de posicionamiento en interiores; personas mayores; demencia y tecnología

Abstract

In the years to come, the population of older people will increase in a commendable way, Europe is one of the places in the world where this situation is most projected, which is why in recent years many investigations and related innovations have gained greater interest. Colombia is not the exception, but is the country prepared for this situation? There are plans that promote decent aging?. The answers in the national panorama are not the best, the country is aging, but it is not prepared for it, the elderly require more attention, care that allows them a healthy life, with autonomy, guaranteeing their rights but ensuring their well-being. . According to the above, one of the situations studied is how to monitor this type of population in closed environments, mainly aimed at those suffering from dementia, in order to promote a decent life, with the freedom to move freely, and develop in this stage of his life. Therefore, the Davinci research group at UNAD is developing a system with the conditions described, in order to assist the older person, helping to avoid potential risks that they face every day. The system is made up of a hardware device that allows determining the person's location, equipped with sensors and UWB technology, which works on a space parameterized in the software, allowing the detection of potential risks for the person when moving in said space. The software is intended to function as a Web application, which can be accessed by remote service centers or through an APP from a mobile phone. The advantages of this system are to monitor elderly people with dementia, alert caregivers of possible risks, such as falls or accidents in spaces near windows, terraces, balconies, etc., it also allows the family to monitor from the APP of the person in your care, without invading privacy. Technology is a support that must be evident in everyday situations, in aspects where the protection and safety of people must prevail. The system can also be scaled to other types of monitoring, such as people working in mines, in hydroelectric complexes, among others.

Keywords: IPS; indoor positioning system; elderly; dementia and technology

1. Introducción

Para comprender mejor el avance de investigación que se presenta, es importante partir de la definición de persona mayor, que según Guerrero y otros (1999) [1], se refiere a la persona que ha pasado los sesenta años, donde se deben tener en cuenta los factores sociales, biológicos y cronológicos asociados, asimismo, la Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento, presidida por las Naciones Unidas, fijó al adulto mayor como aquella persona cuya edad oscila entre 60-80 años, y al mayor de 80 años lo clasificó como anciano. Esta asamblea definió el envejecimiento como los cambios fisiológicos que ocurren en un organismo a través del tiempo (Organización Mundial de la Salud, 1989) [2]. Por otra parte, también es preciso identificar el concepto de

demencia que es una de las afecciones que más limita las actividades de la vida diaria del adulto mayor, esta es una enfermedad del sistema nervioso central que provoca pérdida de memoria y de otras funciones mentales superiores, así como alteraciones de la conducta y la personalidad de los que la padecen [3]. Las anteriores definiciones enmarcan el trabajo propuesto en la investigación, que se enfoca hacia el desarrollo de un sistema de posicionamiento en interiores para personas mayores (SPI), que ayude a los cuidadores de los mismos a monitorear sus movimientos, dirigido principalmente a aquellos que padecen demencia, pero sin violar su privacidad, permitiendo el desarrollo de su personalidad en esta etapa de la vida. El sistema pretende ser una tecnología de ayuda, que evite potencialidades riesgos que sufren las personas mayores en recintos cerrados, tales como caídas, aproximaciones a lugares altos que puedan generar un acontecimiento peligroso, pérdida de ubicación de la persona dada la demencia que padece entre otros aspectos.

En una primera instancia se describirán los elementos que hardware que hacen parte del sistema y los avances que se han tenido en este aspecto, posteriormente se hablará del desarrollo de software y el trabajo que se viene adelantando para hablar de la integración de todos los componentes del sistema de posicionamiento en interiores para personas mayores que se viene trabajando, este es un primer acercamiento, se ha desarrollado una aplicación y los dispositivos funcionan acorde a lo esperado, a futuro se espera terminar la implementación, desarrollar una mejor interfaz y solucionar algunos problemas de transmisión en tiempo real que se han detectado.

2. Elementos de Hardware y Software del SPI

Un SPI es una red de dispositivos utilizados para localizar de forma inalámbrica a personas y objetos dentro de un espacio físico [4]. El sistema se ha pensado para que se convierta en un recurso tecnológico aliado de los cuidadores de personas mayores, facilitándoles así su labor y calidad en el servicio. En el prediseño del sistema se establecieron siete entidades o tablas, que componen el SPI, la cuales corresponden a:

- Cuidador: Persona que se encarga de monitorear y velar por el bienestar de la persona mayor, en los centros de residencia son profesionales especializados en asistir a este tipo de personas. Cuando la persona mayor vive en casa puede ser un familiar.
- Persona Mayor: Se refiere al sujeto que se monitorea, se asiste y atiende para velar por su seguridad, pero respetando su privacidad y desarrollo de la personalidad.
- Familiares Personas Mayores: Se refiere a las personas allegadas a la persona mayor, que responden como allegados o vinculantes en el cuidado de las mismas.
- Sensores Tag: Dispositivos que se entregan a las personas mayores para hacer su monitoreo y seguimiento.
- Mapas SPI: Se refiere al mapeado o trazado del interior de la residencia o centro de atención donde vive la persona mayor.
- Alertas SPI: Son los reportes en tiempo real que se generan cuando el sistema detecta una situación de peligro con la persona mayor.

Elementos de Hardware:

En lo que relaciona al hardware necesario para el SPI, se han analizado diferentes opciones de sensores y dispositivos para posicionamiento, donde se encontraron algunas herramientas comerciales completas, pero costosas y con software y aplicaciones terminadas, entre las cuales se puede nombrar a las siguientes: Quick Start: Indoor Positioning Systems – URL: <https://www.infsoft.com/solutions/basics/quick-start-indoor-positioning>; HERE Indoor Positioning – URL: <https://www.here.com/products/tracking-positioning-solutions/indoor-positioning-systems> Indoors – URL: <https://indoo.rs/>; y SEWIO – URL: <https://www.sewio.net/>. Las cuales como se mencionó anteriormente son productos terminados y cerrados a nivel de código y aplicaciones.

Con respecto a opciones personalizables y que van acordes con el objetivo de esta investigación se encontraron las siguientes opciones como viables: POZYX – URL: <https://www.pozyx.io/> y DECAWE Ultra-wideband (UWB) – URL: <https://www.decawave.com/>. Estas dos tecnologías de hardware fueron adquiridas para el desarrollo de las pruebas de funcionamiento de sistema SPI. Encontrando que la opción de DECAWE, permite mayor interacción y modificación de los protocolos y software de funcionamiento. En este estudio se pudo identificar que los elementos de hardware necesarios para el SPI con los siguientes:

- Sensores Tag – Dispositivos que llevarán los usuarios para monitorearlos
- Sensores Anchor – Dispositivos que permitirán triangular la ubicación del usuario
- Gateway: Dispositivo que permitirá llevar los datos de los sensores al centro de computo.
- Centro de Computo: Base de datos en la nube que guardará la información de los sensores que se monitorean.
- Móvil – Tablet: Dispositivo que permitirá monitorear en un dispositivo móvil el sensor tag que tiene el usuario.
- Tecnología UWB: Forma en que se comunican los sensores para obtener la ubicación de un sensor específico.
- Tecnología WIFI: forma de enviar los datos a la Gateway y esta al centro de computo.

En la figura 1 se puede observar el diseño técnico propuesto para el desarrollo del SPI.

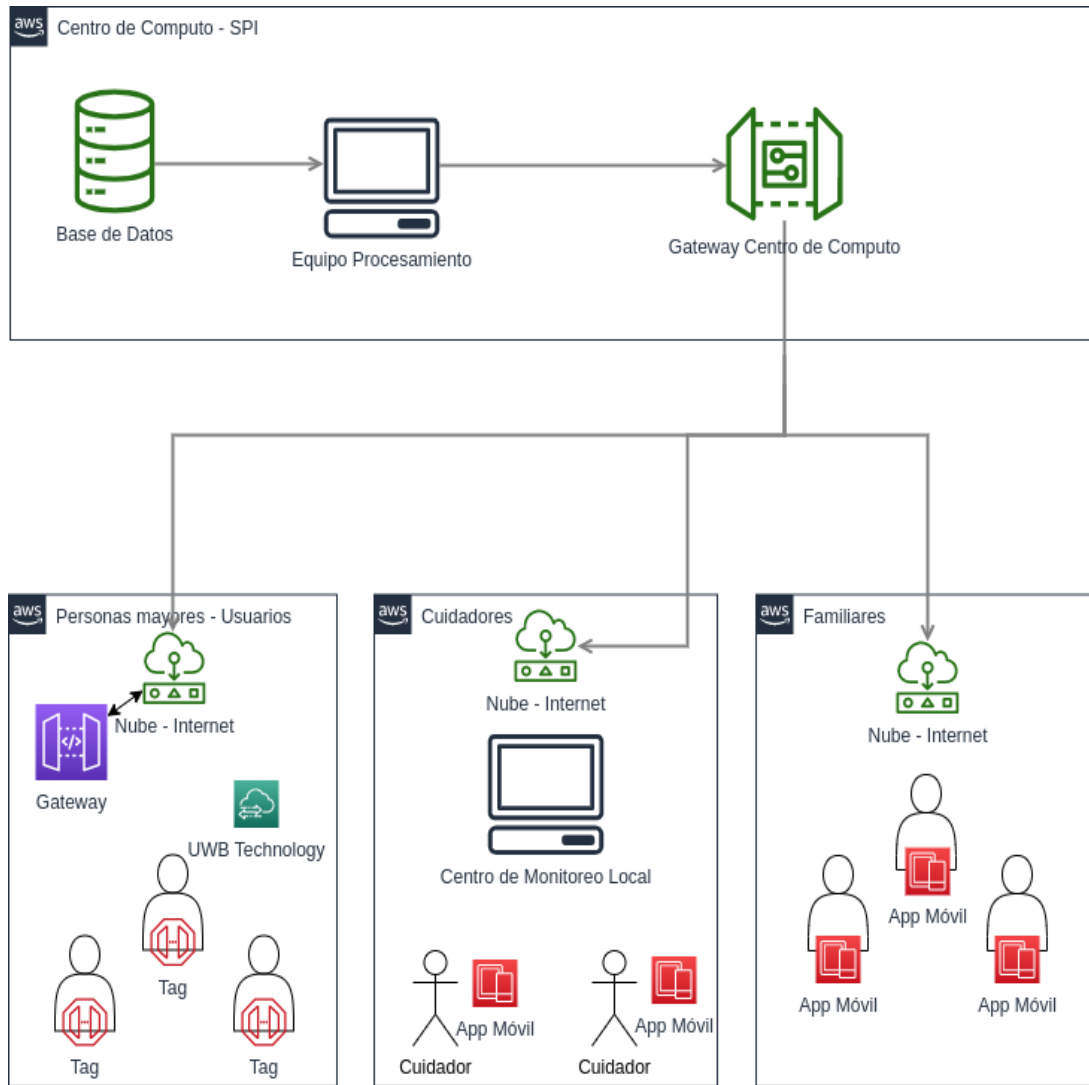


Figura 1. Diseño Técnico SPI
Fuente: Esta investigación

Elementos de Software:

En la identificación de los elementos del software del SPI, se realizó una exploración de diversas opciones con respecto a las posibilidades que permiten desarrollar una nueva aplicación para el control de las entidades que componen el sistema SPI. Las herramientas a utilizar son de tipo software libre, identificando los siguientes elementos necesarios: a. Bases de datos; b. Lenguajes de programación y c. Graficadores o procesadores de imágenes

a. Bases de Datos: En el diseño del SPI es fundamental contar con una estructura de base de datos que permita almacenar la información que se generará en el uso del sistema, por ello se vislumbraron las siguientes posibilidades de tipo software libre: MySQL y PostgreSQL. Las dos herramientas son muy robustas y permiten lograr el objetivo que se ha planteado en el proyecto.

b. Lenguajes de programación: Se refiere al programa que permitirá codificar la aplicación propuesta, también se ha pensado trabajar con herramientas de software libre teniendo las siguientes opciones como viables: PHP, JAVA, Javascript y Python. Es posible que en el desarrollo final de la aplicación se utilicen todas las anteriores, dado que habrá módulos que se ajusten mejor con alguna de las herramientas mencionadas, por otra parte todas son compatibles entre si y funcionan con los motores de bases de datos mencionados en el ítem anterior.

c. Graficadores o procesadores de imágenes: Estas herramientas son necesarias para el manejo de los mapas y lugares donde funcionará el SPI, la herramienta que se ha propuesto utilizar para este propósito inicialmente es GIMP, también de tipo software libre.

3. Integración Hardware y Software del SPI

Definidos los elementos de hardware y Software del SPI, se tienen los siguientes avances con respecto al desarrollo del sistema:

Descripción de la aplicación:

El programa permite visualizar los datos en tiempo real de una configuración de dispositivos DecaWave DWM1001 mediante la implementación de un DWM1001 configurado como Bridge Node que se conecta a un Raspberry Pi Model B que cumple la función de Gateway de salida y es consultado mediante el protocolo MQTT para obtener los datos de la posición de los tags en tiempo real y así poder visualizar su ubicación.

Aspectos importantes de la aplicación:

El raspberry y la computadora para la visualización deben estar dentro de la misma red; Se puede utilizar un instalador de N anchor y N tags siempre y cuando los anchors estén en el rango de alcance para el Ultra Wide-Band (UWB); DecaWave ofrece un APP para consultar y configurar los sensores que puede ser accedida escribiendo la dirección IP del Gateway en un Browser.

Aplicación base:

Se desarrolló un framework de trabajo para la integración de hardware y software del sistema, programado en JAVA, con herramientas de PHP y Javascript principalmente. En la figura 2 se puede visualizar el entorno de trabajo inicial, donde se han realizado las pruebas de transmisión de datos en tiempo real de los sensores con tecnología UWB.

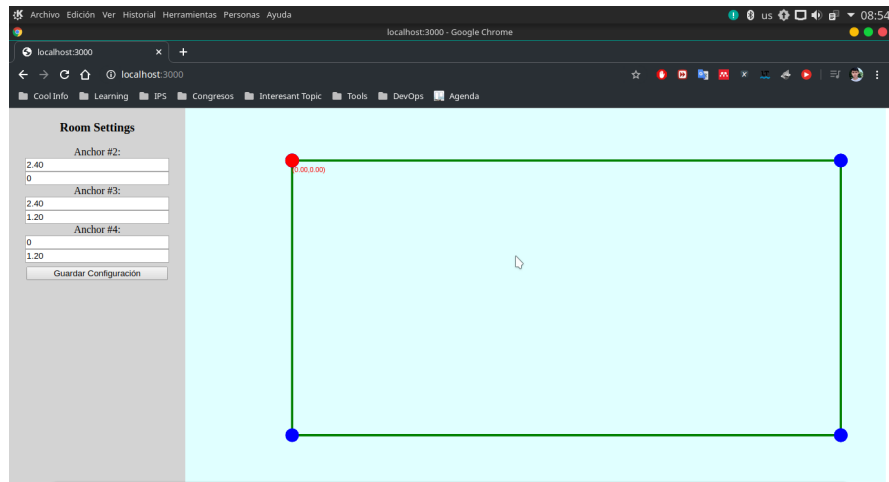


Figura 2. Framework trabajo SPI
Fuente: Esta investigación

Calibración y puesta en marcha de los tags y anchos del SPI:

Una vez el software base fue desarrollado, se hizo necesario la calibración de los dispositivos TAG y Anchor necesarios para el funcionamiento del sistema. La calibración fue un proceso que consistió en configurar cada dispositivo dentro de una red LAN para el SPI, identificación de direccionamiento, identificación del nodo Gateway, que para el caso de la investigación propuesta fue una RaspberryPi. En las figuras 3 y 4 se pueden observar los Tag - Anchor utilizados y el esquema de configuración que se hizo con la Gateway.



Figura 3. Tags y Anchor SPI
Fuente: Esta investigación

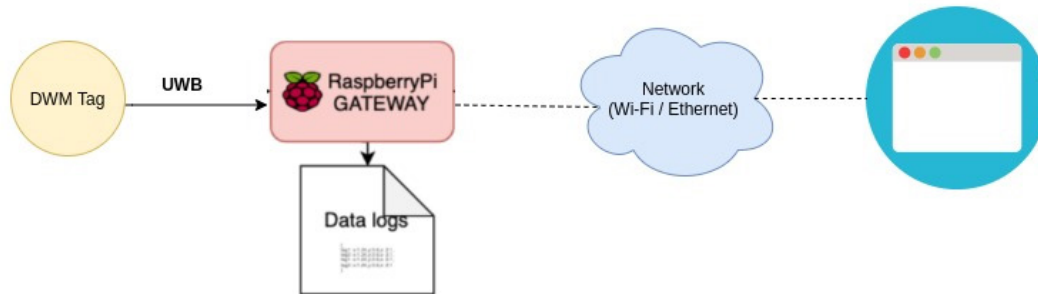


Figura 4. Configuración Gateway SPI

Fuente: esta investigación

DetECCIÓN DE LA UBICACIÓN Y POSICIONAMIENTO:

El software utilizado para programar la detección de la ubicación del sensor Tag entregado al usuario, se realizó con el lenguaje Python, el cual se diseñó para que trabajará con N anchors y N tags, teniendo como referencia un anchor como escucha o listener, el cual se conecta luego al Gateway mencionado anteriormente y que para la investigación lo constituye un RaspberryPi.

Los dispositivos utilizados se basan en el DW1000 Radio IC, el cual produce marcas de tiempo que indican el tiempo de vuelo de los paquetes recibidos. A nivel de algoritmo de funcionamiento se está trabajando con la técnica: Two-Way Ranging (TWR), la cual permite con los otros nodos del sistema determinar la distancia entre los mismos.

El proceso de ubicación se basa en el método de trilateration [5], el cual consiste en realizar el computo de posiciones a partir de la determinación de las distancias entre una serie de Anchors o dispositivos fijos y el usuario o dispositivo a ser localizado (Tag). Este proceso determina la distancia mediante el computo del tiempo de propagación de las señales emitidas por cada Anchor al nodo escucha o listener (Tag).

Los datos llegan a la aplicación de la siguiente manera:

```
{DIST,Number of Anchors,[AN+Anchor number,Anchor ID,X-Position,Y-Position,Z-Position,Distance to the tag],POS,X-Position of Tag,Y-Position of Tag,Z-Position of Tag}
```

Ejemplo: DIST,3,AN0,D135,0.00,

Como se mencionó anteriormente este es el avance en el desarrollo del sistema, el trabajo aún está en proceso y la investigación está avanzando.

4. Resultados y Conclusiones

Hasta el momento se cuenta con los dispositivos de hardware para el proceso de localización de las personas mayores, se ha desarrollado el software de aplicación y se espera que al finalizar la investigación se tenga una interfaz que sea más intuitiva, así como una APP propia que permita el monitoreo de la persona que tenga el Tag en tiempo real.

Otro elemento que se está incorporando al Tag o nodo sensor que usará la persona mayor es la tecnología que permita determinar la posición del usuario, con el fin de poder identificar si ha sufrido una caída o situación similar.

La investigación está en proceso, pero se ha identificado que puede ser de mucha utilidad para la población objetivo, que puede convertirse en un aliado que permita el monitoreo y cuidado de personas que realmente lo necesitan.

La tecnología evoluciona día a día, las familias tienen la opción de cuidar a sus seres queridos más vulnerables con uso de herramientas que se ajusten a sus necesidades, el SPI propuesto propende por este tipo de ayuda y espera convertirse en una opción de bajo costo que cumpla con este objetivo.

5. Referencias

- [1] Guerrero, E. Hernández, G. Rodríguez, A. 1999. Taller de capacitación para la atención de necesidades básicas del adulto mayor, dirigido al personal y familia Hogar de Ancianos Alfredo y Delia González Flores. Informe final. Escuela de enfermería. Facultad de Medicina. Universidad de Costa Rica.
- [2] Organización Mundial de la Salud. 1989. La salud de las personas de edad. Informe del comité de expertos de la OMS. Serie de informes técnicos 779. Ginebra, Suiza.
- [3] ESPÍN ANDRADE, Ana Margarita. Caracterización psicosocial de cuidadores informales de adultos mayores con demencia. *Revista Cubana de Salud Pública*, 2008, vol. 34, p. 1-12.
- [4] CEATIC-UJAEN, «SmartLab,» [En línea]. Available: <https://ceatic.ujaen.es/es/smartlabweb>. [Último acceso: 12 2018].
- [5] Monta, Suppachai, Sathaporn Promwong, and Vongkeo Kingsakda. "Evaluation of ultra wideband indoor localization with trilateration and min-max techniques." *2016 13th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*. IEEE, 2016.

Sobre autores

- **Daniel Amador Salas:** Estudiante de Ingeniero en Computación. TEC – Costa Rica. jdamadorsalas@gmail.com
- **Sixto Enrique Campaña Bastidas:** Ingeniero de Sistemas, Especialista en redes y servicios telemáticos, Magister en Software libre, Doctor en Ingeniería. Docente Investigador Asociado. - UNAD sixto.campana@unad.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)