

# Arquitectura de una plataforma integral para la recolección, procesamiento y visualización de datos de desplazamiento

N. Pérez López<sup>1</sup>, J. Carugno<sup>1</sup>, M.A. De Luca<sup>1</sup>, L.J. Cymberknop<sup>1,2</sup> y R.L. Armentano<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro  
gibio@frba.utn.edu.ar

## Resumen

*En el presente trabajo se presenta la arquitectura de una plataforma integral que se destinará a la recolección, procesamiento y visualización de datos relativos al desplazamiento de las personas con el fin de descubrir patologías y alertar sobre anomalías según la identificación de patrones de movimiento. El objetivo es poder lograr un seguimiento sobre personas de la tercera edad donde las caídas son un denominador común y las patologías que sufren o pueden sufrir son abundantes. La plataforma será utilizada en una primera etapa para recolectar datos desde una pulsera deportiva comercial y una vez que los patrones sean encontrados, se desarrollará una pulsera propia de bajo costo a la que se le sumará monitoreo de parámetros cardiovasculares.*

## 1. Introducción

El aumento de la longevidad y la esperanza de vida han incrementado el número de personas de edad avanzada con condiciones crónicas de salud que necesitan de servicios sociales y de cuidado especial por parte de los miembros de su familia. Hoy en día, las personas están destinadas a cuidar más de un padre que de sus propios hijos. En Estados Unidos, el 25% de la población (22 millones de personas) está involucrado en el cuidado de un familiar o amigo de más edad, gastando más de US\$ 2.000 al año en gastos no reembolsados asociados con la prestación de cuidados [1]. Muchas familias debido al ritmo de trabajo que llevan no pueden ocuparse del cuidado de sus ancianos y deciden tercerizar ese trabajo. Requiere tiempo y esfuerzo encontrar el servicio que se adapte a todas las necesidades que el anciano tiene. Además es necesario transmitir de forma adecuada la información personal y de salud para que obtenga un cuidado correcto [2]. Hoy en día existen tecnologías para vestir (del inglés wearables) y canales de comunicación ágiles que facilitan la relación cuidador, familia y médicos para que puedan trabajar en equipo [3].

Algunos de estos son: los registros personales para el seguimiento de salud (Historia Clínica Digital), los sistemas de coordinación para el cuidado compartido donde los cuidadores pueden solicitar un voluntario para ciertos días y horarios, y miembros de la familia y amigos pueden anotarse para ayudar, y los sistemas que realizan seguimiento de la medicación suministrada que incluye tiempos de suministro, dosis e indicaciones. Para la adopción de esta tecnología hay ciertas barreras que traspasar como las creencias que indican: que la tecnología es costosa, que el receptor de los cuidados no se va a adaptar, que disminuiría el sentido de la independencia o el orgullo del destinatario a cuidar y su privacidad, que sería difícil de usar o aprender y disminuiría en nivel de interacción social. También hay nuevas tendencias en el desarrollo de monitores de síntomas que transmiten información como lecturas de azúcar en la sangre o la presión arterial a un médico para ayudar a gestionar la asistencia sanitaria del destinatario [4], buscando una nueva forma para descomprimir el sistema de salud que hoy en día se encuentra colapsado. Tomando como base estas tecnologías se puede generar una mejor atención a distancia de los pacientes con patologías crónicas, los que necesitan rehabilitación y los que pertenecen a sectores vulnerables [5].

Teniendo en cuenta lo expuesto, es importante poder desarrollar sistemas y dispositivos para la monitorizar esta franja etaria ya que, debido al envejecimiento de la población, son cada vez más. Hay que pensar en dispositivos cómodos y fáciles de usar, adaptables a su ritmo de vida.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar la plataforma integral que está siendo desarrollada para la recolección, procesamiento y visualización de datos de desplazamiento con la finalidad de detectar patologías y alertar sobre anomalías de personas de la tercera edad. Los datos serán recolectados desde una pulsera deportiva de uso comercial elegida para tal fin.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Descripción de la Arquitectura

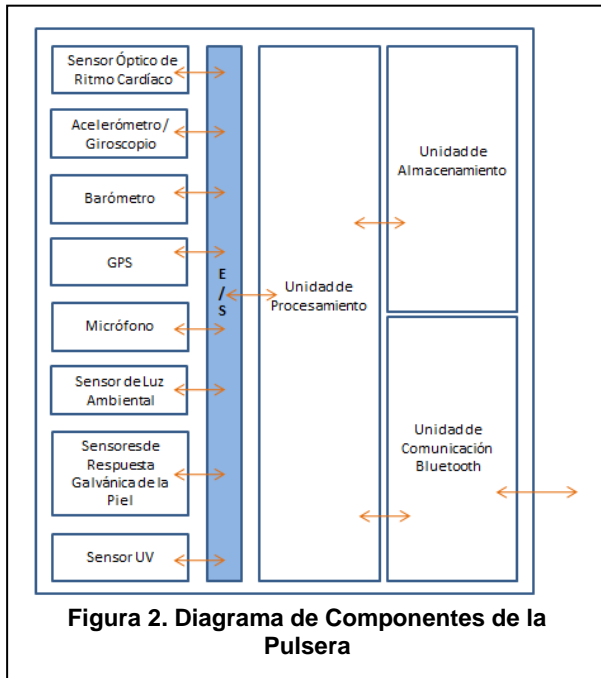
El diseño arquitectónico de la plataforma (Figura 1) fue de suma importancia debido a la confiabilidad necesaria para que no se produzcan pérdidas de datos durante la recolección. Además la plataforma debe ser escalable para poder soportar grandes volúmenes de datos provenientes del muestreo de los sensores.



Los datos serán recolectados desde una pulsera deportiva comercial (Microsoft Band 2) elegida para tal fin debido a que posee un kit de desarrollo de software (SDK) que facilita la obtención de los datos crudos obtenidos por la pulsera. De todos modos, la plataforma se adapta fácilmente a cualquier otra pulsera deportiva presente en el mercado ya que todas tienen patrones de comportamiento similares.

La pulsera (Figura 2) tiene una memoria interna que puede almacenar hasta 7 días de datos, una funcionalidad que nos servirá mucho en esta primera etapa cuya finalidad es descubrir patrones. En esta etapa no necesitamos un procesamiento online, aliviando requerimientos técnicos como el de poseer una buena conexión a internet de manera constante y el consumo de batería por parte de la pulsera que estaría todo el tiempo transmitiendo datos.

Los datos son transmitidos vía Bluetooth a las

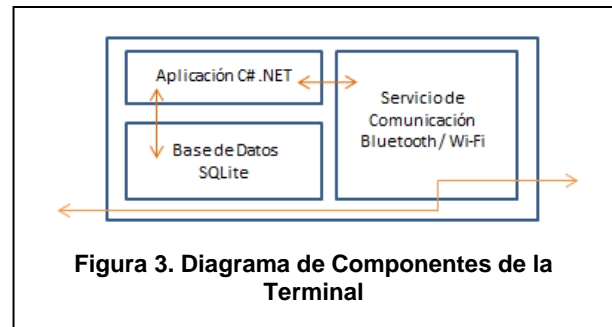


terminales (Figura 3) que pueden ser una computadora, tableta o teléfono inteligente con Microsoft Windows 10 como sistema operativo. Se eligió esta versión de sistema operativo sabiendo que puede ejecutarse en cualquier dispositivo y de esta manera facilita la portabilidad de la plataforma.

La comunicación será manejada como un servicio del sistema operativo. Este servicio se encargará de recibir los datos vía Bluetooth y luego transmitirlos al servidor a través de Internet. Las terminales llevarán un respaldo de los datos que aún no pudieron ser transmitidos (por ejemplo por falta de internet) en bases de datos SQLite.

La visualización de datos se realizará desde una aplicación desarrollada en C# bajo el entorno de desarrollo .NET v4.6.1 que permite la construcción de aplicaciones universales para Windows (UWP) que corren en todos los dispositivos que tengan Microsoft Windows 10 como sistema operativo.

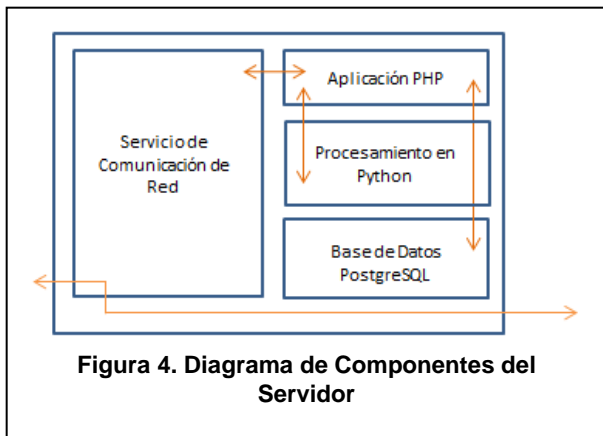
La aplicación será cliente del servicio web que se encuentra en nuestro servidor central y podrá mostrar los datos obtenidos en distintos tipos de gráficos, realizando procesamiento liviano (cambio del estilo de visualización de los gráficos, filtros, etc.). También servirá para recolectar datos clínicos de los voluntarios que sean parte de la experiencia previo a que esta comience. Estos datos ayudarán en el procesamiento para poder encontrar patrones de movimiento, por ejemplo si un voluntario sufre alguna patología de movilidad los datos obtenidos serán evaluados en una forma distinta que si no la posee. Se podrá acceder al respaldo local de datos a través de la aplicación para hacer una visualización rápida aunque no se haya efectuado la sincronización en el servidor central.



También se desarrollará una aplicación en línea para aquellos usuarios que no cuentan con la aplicación instalada puedan realizar la visualización de la información recolectada en el servidor. Del lado del cliente se usará HTML, CSS3, JQuery, Javascript y AngularJS. Del lado del servidor utilizaremos PHP.

En el servidor central (Figura 4) se alojará el servicio web que será el encargado de interactuar con la base de datos dentro del mismo servidor. Este servicio estará

desarrollado en PHP y la base de datos es un motor PostgreSQL. Además se realizará el procesamiento pesado de datos utilizando Python como lenguaje para inferir los patrones de movimiento.



## 2.2. Evaluación de la Arquitectura

Antes de comenzar con el desarrollo de plataforma se decidió evaluar la arquitectura mediante el “Método de análisis de equilibrios de la arquitectura” (ATAM), cuyo objetivo es evaluar las consecuencias de las decisiones arquitectónicas respecto a los atributos de calidad que guían el sistema. No solo se evalúa que una arquitectura cumpla con la calidad exigida, sino que analiza las interacciones de los distintos atributos de ésta y cómo ellos se equilibran o restringen unos a otros. Los pasos que se han empleado para esta evaluación son [6-7]:

- Presentación del ATAM:* Se presentó el método a todos los interesados del sistema.
- Presentación de guías de negocio:* Los atributos de calidad establecidos para esta plataforma son confiabilidad, seguridad, eficiencia, usabilidad y portabilidad.
- Presentación de la arquitectura:* Se presentó la arquitectura a evaluar que fue generada en la etapa de diseño, indicando sus aspectos principales así como también las restricciones tomadas en cuenta.
- Identificación de las decisiones arquitectónicas:* El equipo evaluador expone a los participantes las decisiones arquitectónicas encontradas, que serán utilizadas para la evaluación posterior.
- Presentación del árbol de utilidad:* El equipo evaluador presenta el árbol de utilidad, que está formado por los atributos guía como ramas y los escenarios identificados para cada uno como hojas. A cada escenario se le establece una importancia y una complejidad de implementación.

- Análisis de las decisiones arquitectónicas:* El equipo evaluador expone las principales decisiones y revisa junto al arquitecto los escenarios de mayor prioridad. Se muestran los riesgos, equilibrios y puntos de sensibilidad identificados.
- Generación y priorización de los escenarios a ser considerados durante el análisis:* Se seleccionan los escenarios de mayor prioridad y se determina la complejidad de implementación de cada uno. Se actualiza el árbol de utilidad.
- Realización del análisis de los enfoques de la arquitectura basándose en los escenarios nuevos de árbol de utilidad:* El equipo de arquitectura describe cómo funcionará ésta y resolverá los escenarios más significativos.
- Presentación de los resultados obtenidos por parte del equipo de evaluación:* El equipo evaluador presenta los puntos de sensibilidad encontrados durante el proceso. Se describen sugerencias para realizar ajustes en la arquitectura o bien elaborar prototipos.

## 3. Resultados

La plataforma se encuentra en la fase de construcción por lo que no se cuenta con resultados en base a su utilización. Una vez finalizada la construcción, comenzará la fase de recolección de datos, que se estima llevará considerable tiempo ya que es necesario una muestra importante de datos de distintos sujetos para descubrir, probar y perfeccionar algoritmos para la detección de patrones.

Se han realizado simulaciones antes de comenzar con la construcción para validar la arquitectura elegida, donde luego de finalizar el proceso se mantuvieron los atributos de calidad definidos para guiar el desarrollo. Asimismo, se realizaron pruebas relativas a la frecuencia de muestreo de los datos con el objetivo de evaluar pérdidas.

## 4. Discusión

En el presente trabajo se desplegó la plataforma integral que se encuentra en desarrollo con el objetivo de encontrar patrones de movimiento. Estos patrones permitirán detectar patologías y anomalías en personas de la tercera edad. Si bien la plataforma se pensó para este rango etario puede ser luego escalada a otros, basándose en el trabajo realizado.

Un desafío es el almacenamiento de datos clínicos que, si bien son anónimos (permitiendo el seguimiento de pacientes mediante un código), podrían estar a la merced de algún ataque informático si no son protegidos de

forma correcta. Por ese motivo se colocaron controles de acceso y encriptación de datos.

Otro gran reto será conseguir la cantidad suficiente de voluntarios del rango etario elegido para llevar a cabo el estudio. Por este motivo se están evaluando realizar acuerdos con residencias de adultos mayores para poder obtener los datos necesarios.

Que la aplicación sea una UWP ejecutable en cualquier dispositivo terminal que posea Windows 10 es una ventaja remarkable. De todas maneras para no quedar acoplados a un único sistema operativo (Windows) en desarrollos futuros se incluirán otros como Android e iOS. La aplicación posee respaldo local para que los datos obtenidos no se pierdan en caso que no haya conexión a Internet.

Otra gran ventaja de la plataforma es la posibilidad de consultar los datos desde cualquier lugar a través de una conexión a Internet sin la necesidad de tener un programa instalado.

La arquitectura de la plataforma es versátil para incluir mejoras continuas, dado que su diseño e implementación ha sido realizado siguiendo las buenas prácticas establecidas por el SEI (Software Engineering Institute).

## 5. Conclusión

En el presente trabajo se presentó la arquitectura de la plataforma integral para la recolección, procesamiento, visualización y almacenamiento de datos de movimiento con el fin de obtener patrones que sirvan para identificar patologías y alertar sobre anomalías. Una vez que los patrones hayan sido identificados, y evaluadas todas las ventajas y desventajas de utilizar una pulsera deportiva comercial, se comenzará con la construcción de una pulsera propia teniendo como premisas la reproductibilidad y el bajo costo. Generando una propuesta superadora al momento de hablar de monitoreo de desplazamiento.

## 6. Referencias

[1] Durant, T.J. Jr. and Christian, O.G., "Caregiving To Aging", *Forum on Public Policy Online*, Vol. 2007, N°1.

[2] Bookman, A. and Kimbrel, D., "Families and elder care in the twenty-first century", *Future Child*, Fall 21(2) 2011, pp. 117-40.

[3] Adler, R. and Mehta, R., Catalyzing Technology to Support Family Caregiving, *National Alliance for Caregiving*, July 2014.

[4] Alwan, M., Orlov, L., Schulz, R. and Vuckovic, N., "e-Connected Family Caregiver: Bringing Caregiving into the 21st Century", *National Alliance for Caregiving*, January 2011.

[5] Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L. and Rodgers, M., "A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, April 2012, 20 pp. 9-21.

[6] Kazman, R., Klein, M. and Clements, P., "ATAM: Method for Architecture Evaluation", *Software Engineering Institute*, August 2000.

[7] Clements, P., Kazman, R. and Klein, M., "Evaluating Software Architectures: Methods and Case Studies 1<sup>st</sup> Edition", Addison-Wesley 2001.