



## Pre-Fall - Sistema inteligente para la prevención y predicción de caídas

### E1.2 - Catálogo de requisitos

Proyecto	Pre-Fall - Sistema inteligente para la prevención y predicción de caídas
Entregable	E1.2 - Catálogo de requisitos
Fecha	30/6/2021

## Contenido

Contenido.....	1
Resumen Ejecutivo.....	2
1    Requisitos para el dispositivo de medición de la marcha humana.....	3
1.1    Requisitos funcionales.....	3
1.2    Requisitos no funcionales.....	3
2    Requisitos para los algoritmos de modelado.....	5
2.1    Requisitos funcionales.....	5
2.2    Requisitos no funcionales.....	6
3    Requisitos de la interfaz de usuario.....	7
3.1    Requisitos funcionales.....	7
3.2    Requisitos no funcionales.....	8
4    Conclusiones.....	9

## Resumen Ejecutivo

Este documento establece una serie de requisitos base que debe cumplir el sistema de medición de la marcha humana. Para ello se analizarán los requisitos de cada subsistema de los que consta Pre-Fall de manera independiente:

- Dispositivo de medición de la marcha humana.
- Algoritmos de modelado.
- Interfaz de usuario.

## 1 Requisitos para el dispositivo de medición de la marcha humana

### 1.1 Requisitos funcionales

1. El dispositivo de medición de la marcha humana debe estar compuesto por:
  - a. Un sensor inercial (IMU, *Inertial Measurement Unit*) que permita medir la aceleración y la velocidad angular.
  - b. Una batería que proporcione la energía necesaria para el funcionamiento de los componentes.
  - c. Una tarjeta SD que permita el almacenamiento de los datos.
  - d. Un microcontrolador que permita realizar las operaciones básicas con los datos (recopilación, transformación...).
  - e. Todos los cables o elementos de interconexión que permitan la conectividad entre las diferentes partes del dispositivo.
2. El sensor inercial debe tener 9 grados de libertad. Para ello debe disponer de:
  - a. Un acelerómetro de 3 ejes (X,Y,Z) que proporcione el valor de la aceleración lineal.
  - b. Un giroscopio de 3 ejes (X,Y,Z) que proporcione el ángulo de giro.
  - c. Un magnetómetro de 3 ejes (X,Y,Z) que proporcione información de los cambios en el campo magnético.
3. El acelerómetro debe poder detectar pequeñas aceleraciones, por lo que debe tener una sensibilidad de  $\pm 2g$ .
4. El giroscopio debe poder detectar pequeños giros, por lo que debe tener una sensibilidad de  $\pm 245$  dps.
5. El magnetómetro debe poder detectar pequeños cambios en el campo magnético, por lo que debe tener una sensibilidad de  $\pm 2$  gauss.
6. La batería debe poder proporcionar al dispositivo de medición de la marcha una autonomía mínima de 24h.
7. El sensor inercial debe disponer de una interfaz de comunicación I2C (*Inter-Integrated Circuit*).
8. La frecuencia de escritura de datos a través del bus I2C debe ser de, al menos 100 kHz.
9. No será necesario enviar los datos en tiempo real, sino que se almacenarán en una tarjeta de memoria, integrada en el dispositivo.
10. El dispositivo debe poder configurarse antes de realizar un test de la marcha para indicar qué paciente va a realizar el test. Dicha configuración se basará únicamente en un identificador que por sí solo no permita la identificación del paciente.

### 1.2 Requisitos no funcionales

1. El dispositivo debe tener unas dimensiones reducidas, con un tamaño de 30 x 30 x 10 mm como máximo.
2. El dispositivo debe tener un peso de 100 g como máximo.

3. El dispositivo debe tener una pequeña interfaz (p.ej. un LED) que indique si está en funcionamiento.
4. El dispositivo no debe suponer molestias para el usuario mientras realiza el ejercicio.
5. El dispositivo debe ser fácil de colocar en el cuerpo.
6. Debe existir una forma sencilla para recargar el dispositivo mientras no esté en uso.

## 2 Requisitos para los algoritmos de modelado

### 2.1 Requisitos funcionales

1. Los modelos deben obtener información acerca una serie de **parámetros espacio-temporales de la marcha humana<sup>1</sup>**.
2. Los parámetros espaciales que se deben analizar, como mínimo, son los siguientes:

Nomenclatura	Unidad de medida	Descripción
Tiempo del paso	s	Tiempo transcurrido entre el contacto inicial de un pie con el suelo y el contacto inicial del pie contrario.
Tiempo de zancada	s	Tiempo transcurrido entre dos apoyos sucesivos del mismo pie en el suelo.
Tiempo de apoyo	s	Tiempo durante el cual un pie está en contacto con el suelo.
Tiempo de balanceo	s	Tiempo durante el cual el pie no está el contacto con el suelo.

3. Los **modelos podrán determinar la proporción de tiempo de cada ciclo completo de marcha con respecto a las cuatro fases de ésta.**
4. Los **modelos podrán determinar la proporción de tiempo de cada ciclo completo de marcha con respecto a las fases de apoyo y balanceo.**
5. Los **modelos podrán determinar la variación de las duraciones de cada ciclo completo de marcha con respecto a sus cuatro fases a lo largo de la experimentación completa.**
6. Los **modelos podrán determinar la variación de las duraciones de cada ciclo completo de marcha con respecto a las fases de apoyo y balanceo a lo largo de la experimentación completa.**
7. Los modelos tendrán acceso a la información de las características del usuario que puedan ser relevantes (**edad, sexo, peso, altura**).
8. Los **modelos tendrán acceso a la información médica disponible que se considere relevante.**
9. Los modelos deben utilizar las técnicas de análisis de datos necesarias para seleccionar las variables que tengan mayor poder predictivo.
10. Se realizará una depuración de datos si fuera necesario, eliminando los datos anómalos.

<sup>1</sup> En las siguientes publicaciones puede encontrarse información más detallada de la definición y forma de medición de cada parámetro:

Hollman, J. H., McDade, E. M., & Petersen, R. C. (2011). Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait & posture*, 34(1), 111-118.

Herrero Larrea, A. (2017). Estudio de los parámetros espaciales de la marcha en la población anciana española y su asociación con resultados adversos de salud (Doctoral dissertation).

11. Para obtener el modelo final de la marcha humana se tendrán en cuenta técnicas de aprendizaje supervisado (los modelos aprenden de datos de entrenamiento que incluyen las salidas deseadas).

## 2.2 Requisitos no funcionales

1. Los tiempos de generación de los modelos deberán ser razonables, si bien no es necesario que sean rápidos en la fase de entrenamiento, dado que no influirá en el proceso posterior.
2. Los tiempos de predicción del modelo o modelos de aprendizaje supervisado deberán ser aceptables, dado que, en este caso, la predicción de cada individuo deberá realizarse lo más ágilmente posible.
3. El modelo tendrá un diseño genérico que permitirá el análisis de nuevos datos de forma automática.
4. Los resultados deben ser fácilmente interpretables para la gestión de la toma de decisiones posterior.

### 3 Requisitos del sistema de visualización de resultados

#### 3.1 Requisitos funcionales

1. La interfaz estará basada en una plataforma web.
2. La interfaz debe estar enfocada para su uso principal por el profesional sanitario.
3. Existirán varios tipos de usuarios en la plataforma:
  - a. Usuario de tipo administrador: tiene acceso a todos los datos.
  - b. Usuario de tipo clínico: tiene acceso únicamente a los datos de sus pacientes.
  - c. Usuario de tipo auxiliar: puede gestionar todos los datos de los pacientes para los que está autorizado; excepto los datos de tipo clínico. Se trata de un tipo de usuario creado especialmente para servir de ayuda al clínico en la creación y gestión de los pacientes.
4. El acceso a la plataforma estará protegido mediante usuario y contraseña.
5. El usuario clínico tendrá disponible la información generada por los algoritmos de modelado tanto para el último test que realizó el paciente como para el histórico de tests que haya realizado.
6. En cada test se visualizará información acerca de:
  - a. Los datos generales del test: fecha y hora de comienzo, duración...
  - b. La conclusión general del test ofrecida por el algoritmo de modelado.
  - c. Los detalles de las mediciones recogidas por el algoritmo de modelado (p.ej. tiempo de zancada, tiempo de apoyo...)
7. En cada test, el usuario clínico deberá introducir información acerca del diagnóstico que le otorga a dicho test.
8. El usuario clínico o auxiliar será el encargado de crear un perfil de paciente para cada uno de sus pacientes.
9. Cuando se cree un paciente se introducirá la siguiente información:
  - a. Identificador.
  - b. Nombre.
  - c. Fecha de nacimiento.
  - d. Sexo.
  - e. Altura.
  - f. Peso.
  - g. Antecedentes clínicos (resumen de los aspectos que el profesional sanitario considere relevantes para el análisis de la marcha).
10. La información de cada paciente estará siempre disponible para su visualización. Además, todos los campos (excepto el identificador) se podrán editar con posterioridad.



### 3.2 Requisitos no funcionales

1. Cualquier aspecto relacionado con los permisos de acceso al sistema sólo podrá ser modificado por el administrador.
2. La interfaz debe poseer un diseño “Responsive” a fin de garantizar la adecuada visualización en dispositivos diversos (ordenadores, tabletas y móviles).
3. La interfaz cumplirá con aspectos de usabilidad y accesibilidad a fin de facilitar la navegación y el acceso universal a la plataforma.
4. La base de datos en la que se almacenen los perfiles de los pacientes cumplirá con todos los requisitos de seguridad necesarios.

## 4 Conclusiones

A lo largo de este documento, se han detallado los diferentes requisitos esperados a cumplir a lo largo del proyecto, distinguiendo entre aquellos asociados a:

- el dispositivo de medición de la marcha humana,
- los algoritmos del modelado inteligente y
- el sistema de visualización de resultados.

En los tres casos, se ha realizado a su vez una separación en dos clases, asociados tanto a requisitos funcionales como no funcionales.