|  |
| --- |
|  |

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

|  |
| --- |
| **E2.1 – Banco de pruebas (Informe)** |

|  |  |
| --- | --- |
| Proyecto | Pre-Fall – Sistema inteligente para la prevención y predicción de caídas |
| Entregable | E1.2 – Banco de pruebas (Informe) |
| Fecha | --/--/2022 |

Contenido

[Contenido 1](#_Toc112926204)

[Índice de figuras 2](#_Toc112926205)

[Resumen Ejecutivo 3](#_Toc112926206)

[1 Marcha Humana Cinemática 4](#_Toc112926207)

[1.1 Antecedentes 4](#_Toc112926208)

[1.2 Método de adquisición de datos 5](#_Toc112926209)

[1.2.1 Adquisición de datos basada en dispositivos no vestibles 5](#_Toc112926210)

[1.2.2 Adquisición de datos basada en sensores vestibles 7](#_Toc112926211)

[2 Banco de Pruebas 9](#_Toc112926212)

[2.1 Selección de pruebas 9](#_Toc112926213)

[2.1.1 Validación científica 9](#_Toc112926214)

[3 Conclusiones 10](#_Toc112926215)

[4 Referencias 11](#_Toc112926216)

Índice de figuras

[Figura 1. Ciclos de la marcha 4](#_Toc112926195)

[Figura 2. Diferentes configuraciones del entorno de pruebas con sistemas de detección y análisis de movimiento a través de vídeo 9](#_Toc112926196)

Resumen Ejecutivo

El estudio del estado de la técnica de la tecnología de análisis de la marcha se ha dividido en dos grandes grupos.

En primer lugar (Sección 1), se realiza una revisión literaria de diferentes artículos científicos, seleccionando 25 como los más relevantes en el contexto del análisis de la marcha. De dichos artículos, se pretende extraer sus características acerca del método de captación de datos, ubicación de los sensores y finalidad de las evaluaciones. Los artículos seleccionados abarcan no sólo los que utilizan los sensores inerciales vestibles, sino también los que utilizan otros métodos de captación, tratando así de obtener una visión global. Se analizan, además, las técnicas de análisis de datos utilizadas para el modelado de la marcha en los artículos seleccionados.

Por otro lado (Sección 2), se realiza una búsqueda de los sistemas comerciales existentes para la detección del movimiento en la actualidad.

# Catálogo de pruebas para registro de la marcha humana mediante inerciales

## Antecedentes

La marcha humana es una tarea compleja e integrada que requiere una coordinación precisa del sistema neuronal y musculoesquelético para garantizar la correcta dinámica esquelética. El ciclo de la marcha es un fenómeno periódico que se define como el intervalo entre dos eventos consecutivos (generalmente contacto ente el talón y el suelo) del mismo pie. Se caracteriza por una fase de postura (60% del ciclo de marcha total), donde al menos un pie está en contacto con el suelo y una fase de oscilación (40% del ciclo de marcha total), durante el cual una extremidad se balancea hasta el próximo contacto del talón con el suelo. Las fases de la marcha pueden ser bastante diferentes entre individuos, pero cuando se normalizan en un porcentaje del ciclo de la marcha mantienen una estrecha similitud. La siguiente figura muestra dos imágenes sincronizadas diferentes. La imagen superior traza un boceto de una persona que representa las diferentes fases de la marcha con la extremidad derecha en negrita. La imagen en la parte inferior representa el período de tiempo desde un evento (generalmente contacto inicial) de un pie hasta la aparición posterior del contacto inicial del mismo pie.

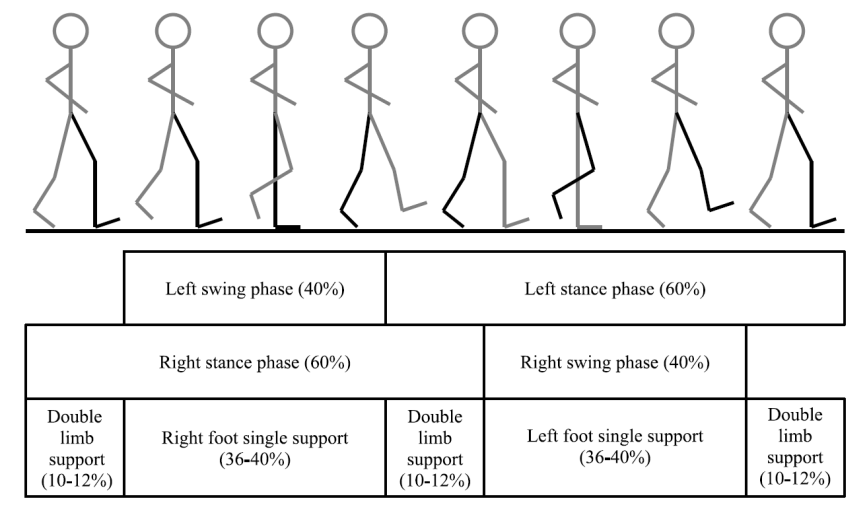


Figura 1. Ciclos de la marcha

se extraen de variables continuas, muchos datos no son tenidos en cuenta, quedando sin esclarecer la forma en que las variables pre-seleccionadas son capaces de dar una representación de todo el movimiento de cuerpo como la marcha humana. La selección de las variables más representativas de la marcha es subjetiva y puede perder información potencialmente relevante, de ahí que las técnicas de *machine learning*, como pueden ser redes neuronales y *support vector machines* (SVM), se hayan comenzado a usar recientemente para examinar el desplazamiento humano, utilizando un comportamiento de la marcha en tiempo continuo (Horst et al. 2018).

El análisis de la marcha clínica es un proceso por el cual se recoge la información cuantitativa para ayudar en la toma de decisiones acerca de la etiología de las no normalidades de la marcha y el tratamiento. El análisis de la marcha se desarrolla utilizando tecnología diversa como puede ser videocámaras, o sensores electromagnéticos o por inercia, que miden el movimiento de los pacientes, o incluso con electrodos situados en la parte superficial de la piel para medir la actividad del músculo. Existen laboratorios clínicos, en los que es posible conseguir parámetros biomédicos bastante exactos, pero el problema se presenta en el coste de material y las restricciones físicas a la hora de medir la marcha fuera del entorno ambulatorio. Por ello, ha existido un creciente interés a la hora de desarrollar dispositivos vestibles por su bajo coste de producción y portabilidad, así como para permitir medir los parámetros de la marcha de manera diaria, reduciendo el estrés y la ansiedad.

## Método de adquisición de datos

El primer paso a tener en cuenta para poder realizar un análisis de la marcha es determinar cómo llevar a cabo la adquisición de los datos de partida. Dicha adquisición de datos puede realizarse de maneras muy diversas según el tipo y disposición de los sensores utilizados. Teniendo en cuenta la bibliografía analizada pueden dividirse los métodos de adquisición de datos dos grandes grupos según caractericemos a los sensores en vestibles y no vestibles.

A continuación, se detallan las principales características de cada método de adquisición y varios estudios representativos que los utilizan.

### Prueba 1

La tecnología no vestible proporciona una adquisición de datos muy precisa, pero necesita laboratorios específicamente dedicados para este fin, por lo que su aplicación resulta mucho más cara que el caso de los dispositivos vestibles.

Las tecnologías de este tipo pueden dividirse en tres grandes grupos (Shanahan et al. 2018):

* Sistemas de captura de movimiento.
* Plataformas de fuerza.
* Superficies instrumentadas.

A continuación, se especifican las principales características de cada grupo.

#### Características

Este tipo de métodos se basan en el uso de uno o varios dispositivos que captan la imagen de la persona y un software que permite identificar la posición de las diferentes partes del cuerpo. Se dividen, a su vez, en dos grupos:

* **Sistemas basados en marcadores:** necesitan el uso de algún tipo de marcador en el cuerpo del usuario para establecer su posición.
* **Sistemas no basados en marcadores:** no necesitan que el usuario disponga de ningún marcador en su cuerpo.

# Banco de Pruebas Elegidas

A continuación, se indican varios de los dispositivos comerciales que se utilizan en un entorno clínico para la medición del movimiento. Por similitud con la Sección 1, se realiza la misma clasificación en las diversas modalidades de dispositivos, haciendo especial énfasis en los dispositivos vestibles de tipo inercial.

## 6 Minute Walk Protocol

### Descripción

El objetivo de esta prueba es medir la resistencia. Es la distancia que una persona puede confortablemente caminar durante 6 minutos a su velocidad de caminar usual. Una distancia de 30 metros es una distancia óptima (Ng et al. 2013)

### Configuración

El técnico del departamento de biomecánica establecerá el equipamiento necesario en el laboratorio para caminar durante la prueba. También se le instalará al paciente el IMU en la zona del sacro y se podrán realizar pequeñas pruebas de funcionamiento del IMU y preparación y confortabilidad del paciente.

### Equipamiento requerido

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Instrumento | Ubicación | Descripción |
| Cronómetro |  |  |
| Software Captación |  | Registro de datos cinemáticos |
| Conos |  | 2 conos |
| Sillas |  |  |
| Cinta marcadora |  | 30 metros |
| IMU | Región sacro | Se recogerán las medidas mediante los sensores de 9 grados de libertada 9DOF. Es decir del Acelerómetro (m/s^2), Giroscopio ( rad / s^2) y magnetómetro (micro Teslas) |

### Método

1. Marcar distancia de 30 metros y poner un cono en cada extremo.
2. Emplazar una silla a la mitad de distancia por si el paciente debe pararse.
3. Con el participante sentado se explica la prueba: realizar de forma confortable 6 minutos de caminata entre ambos conos. Se puede parar el paciente si es necesario y utilizar la silla para sentarse.
4. Ubicar el sensor en la región del sacro y comprobar que registra.
5. Comenzar la prueba y grabar los datos a la vez.
6. Si el paciente se para el registro se puede pausar.
7. Una vez terminados los 6 minutos parar la prueba y se obtendrá un fichero de registro.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

# Conclusiones

El estudio de la bibliografía existente ha determinado que existen multitud de métodos para la adquisición de los datos o imágenes que permitirán posteriormente un análisis de las características de la misma. Estos métodos se pueden basar tanto en dispositivos vestibles como en dispositivos no vestibles, a través de diferentes tecnologías. El análisis de los diferentes trabajos ha confirmado que todos los métodos aquí descritos tienen validez para el análisis de la marcha por lo que Pre-Fall puede constituirse utilizando sensores inerciales, como se planteaba en la propuesta de proyecto. Los sensores de este tipo tendrían la misma validez científica que un sistema de adquisición de imagen basado en marcadores, pero con un coste muchísimo menor y ofreciendo una mayor versatilidad.

# Referencias

Andersson, V. O., & Araujo, R. M. (2015, February). Person identification using anthropometric and gait data from kinect sensor. In *Twenty-Ninth AAAI Conference on Artificial Intelligence*

Marie Ng (2014). Global, regional and national prevalence of overweight and obesity in children and adults 1980-2013: A systematic analysis. Published in final edited form as:Lancet. 2014 Aug 30; 384(9945): 766–781.