|  |
| --- |
|  |

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

|  |
| --- |
| **E2.2 – Implementación de un proceso de benchmarking para la evaluación de**  **dispositivos inerciales de medición de la marcha** |

|  |  |
| --- | --- |
| Proyecto | Pre-Fall – Sistema inteligente para la prevención y predicción de caídas |
| Entregable | E1.2 – Implementación de un proceso de benchmarking para la evaluación de dispositivos inerciales de medición de la marcha |
| Fecha | --/--/2022 |

Contenido

[Contenido 1](#_Toc113291267)

[Índice de figuras 2](#_Toc113291268)

[Resumen Ejecutivo 3](#_Toc113291269)

[1 Dispositivos de medidas IMU elegidos 4](#_Toc113291270)

[1.1 Metamotion RL 4](#_Toc113291271)

[1.1.1 Sensor Fusion 5](#_Toc113291272)

[1.2 Actisense 5](#_Toc113291273)

[1.2.1 Equipamiento requerido 5](#_Toc113291274)

[1.2.2 Método 6](#_Toc113291275)

[1.3 LPMS-B2 6](#_Toc113291276)

[2 Conclusiones 8](#_Toc113291277)

[3 Referencias 9](#_Toc113291278)

Índice de figuras

Resumen Ejecutivo

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

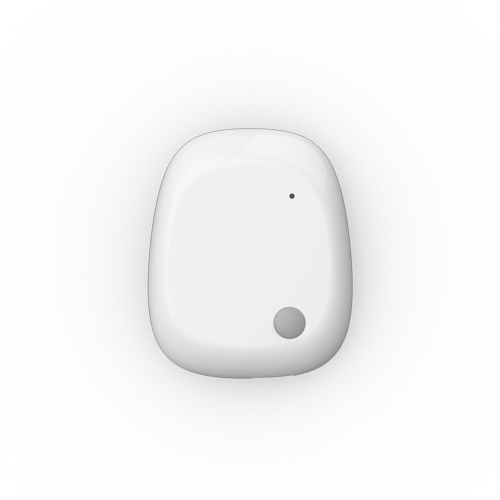
En primer lugar (Sección 1), se realiza una revisión literaria de diferentes artículos científicos, seleccionando 25 como los más relevantes en el contexto del análisis de la marcha. De dichos artículos, se pretende extraer sus características acerca del método de captación de datos, ubicación de los 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.

# Dispositivos de medidas IMU elegidos

## Metamotion RL

Este dispositivo inercial MetamotionRL MMRL de la empresa MBENTLAB es un dispositivo de 9 grados de libertad.

Diagrama

Descripción generada automáticamente con confianza media

Figura . MetaMotionRL con su carcasa (izq.) y esquema (der.)

Los datos técnicos del sensor son los siguientes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sensores |  |  |
| Giroscopio | Rango | ± 125, ± 250, ± 500, ± 1000, ± 2000°/s |
|  | Resolución | 16bit |
|  | Tasa de muestreo | 0.001Hz – 100Hz stream – 800Hz log |
| Acelerómetro | Rango | ± 2, ± 4, ± 8, ± 16 g |
|  | Resolución | 16 bit |
|  | Tasa de muestreo | 0.001Hz – 100Hz stream – 800Hz log |
| Magnetómetro | Rango | ±1300μT (x,y-axis), ±2500μT (z-axis) |
|  | Resolución | 0.3μT |
|  | Tasa de muestreo | 0.001Hz – 25Hz |
| Sensor Fusion | Salidas | Quaternion, Euler Angles (Yaw, Pitch, Roll), Linear Acc, Earth Acc (Gravity), Robust Heading |
|  | Precisión | < 1º RMS |
|  | Tasa de muestreo | 100 Hz |

Los 9 grados de libertad se dividen en los siguientes sensores:

* BMI160: 6 grados de libertad Acelerómetro + Giroscpio
* BMM150: 3 grados de libertada Magnetómetro
* BOSCH: 9 grados de libertad sensor fusion

### Sensor Fusion

El software de fusión de sensores BSX de Bosch Sensortec es una solución completa de fusión de 9 ejes que combina las mediciones de un giroscopio de 3 ejes, un sensor geomagnético de 3 ejes y un acelerómetro de 3 ejes para proporcionar un vector de orientación absoluto robusto. El software de fusión de sensores BSX proporciona información de orientación en forma de *quaternions* o ángulos de Euler.

El algoritmo fusiona los datos sin procesar del sensor del acelerómetro de 3 ejes, el sensor geomagnético de 3 ejes y el giroscopio de 3 ejes de una manera inteligente para mejorar la salida de cada sensor. Esto incluye algoritmos para la calibración compensada de cada sensor, monitoreo del estado de calibración y fusión del filtro Kalman para proporcionar vectores de orientación refinados y sin distorsiones. Dado que el software de fusión de 9 ejes Bosch Sensortec se desarrolla junto con el hardware del sensor, se logra un rendimiento optimizado en términos de dinámica e inmunidad a los efectos de distorsión.

El acceso directo al hardware del sensor de Bosch permite al usuario establecer modos de operación específicos del caso de uso con respecto a las tasas de datos y los umbrales de ruido. La solución proporciona un sistema avanzado de fusión de sensores de 9 ejes listo para usar que reduce la complejidad para los clientes y ayuda en el desarrollo rápido de aplicaciones de sensores avanzados.

## Actisense

Mano sosteniendo un aparato electrónico

Descripción generada automáticamente con confianza bajaImagen que contiene interior, tabla, pastel, pequeño

Descripción generada automáticamente

Figura 1. MetaMotionRL con su carcasa (izq.) y esquema (der.)

### 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.

## LPMS-B2

El LP-Research Motion Sensor Bluetooth versión 2 (LPMS-B2) es una unidad de medición inercial inalámbrica (IMU) en miniatura/sistema de referencia de altitud y rumbo (AHRS).

La unidad realiza mediciones precisas de orientación y desplazamiento relativo mediante el uso de tres sensores MEMS diferentes (giroscopio de 3 ejes, acelerómetro de 3 ejes y magnetómetro de 3 ejes) se logran datos de orientación de los 9 grados de libertad. Además, los sensores de temperatura y presión barométrica permiten una determinación precisa de la altitud de la unidad.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 1. MetaMotionRL con su carcasa (izq.) y esquema (der.)

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

# 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.