

Interacción persona-máquina

Unidad 4. Interfaces para reconocimiento de movimiento basadas en sensores y vídeo

Francisco Flórez

<https://personal.ua.es/francisco.florez>

<https://web.ua.es/ami4aha>

Reconocimiento de movimientos,
acciones y actividades mediante con
otros sensores

Reconocimiento de movimientos,
acciones y actividades mediante con
otros sensores

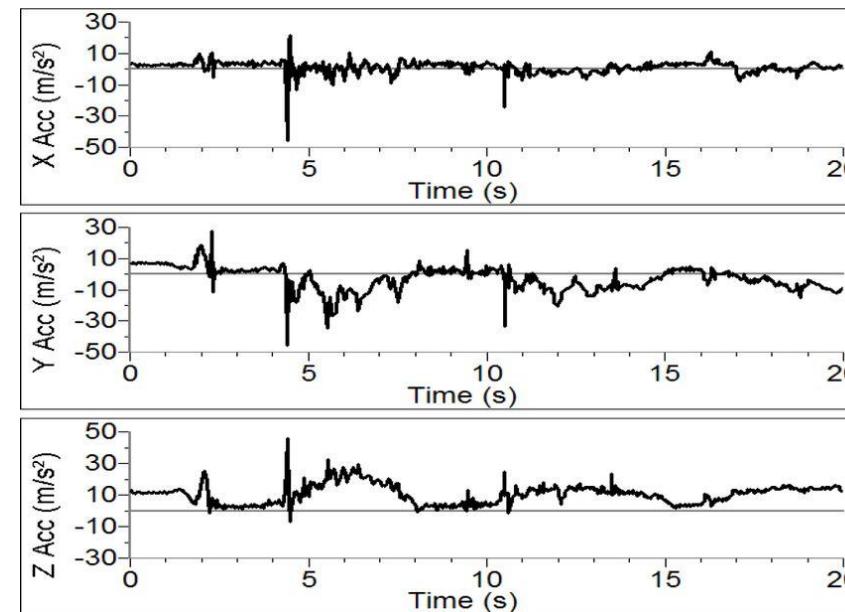
Unidades de Medición Inercial

Sensores que miden aceleración lineal en uno o varios ejes (X, Y, Z).

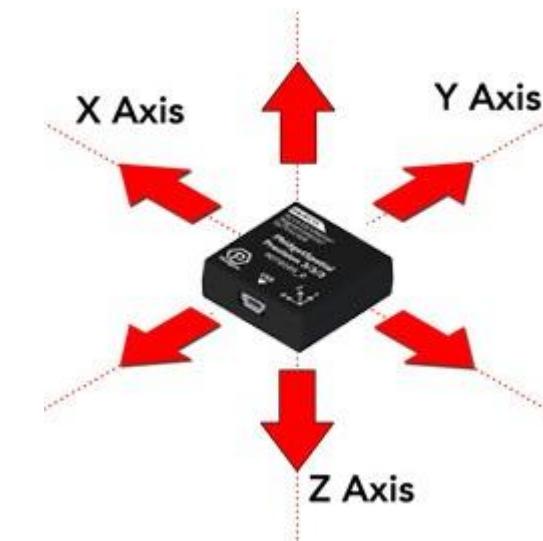
Detectan cambios de velocidad y dirección en el espacio.

Permiten inferir orientación relativa respecto a la gravedad.

Usos típicos: contar pasos, detectar caídas, orientación de pantallas.



<https://www.verniercanada.ca/product/sensors/accelerometers/3-axis-accelerometer>



https://www.phidgets.com/docs/Accelerometer_Guide

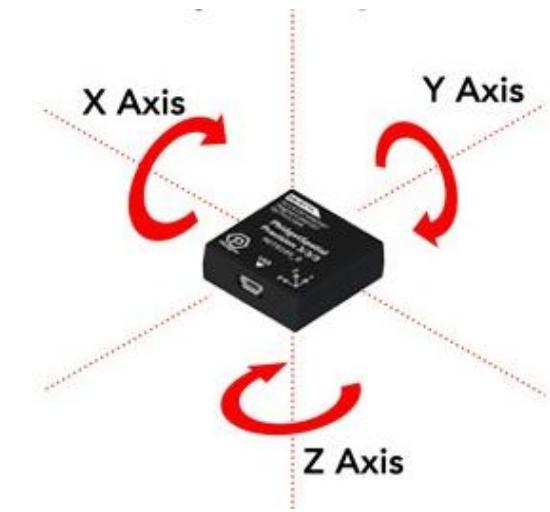
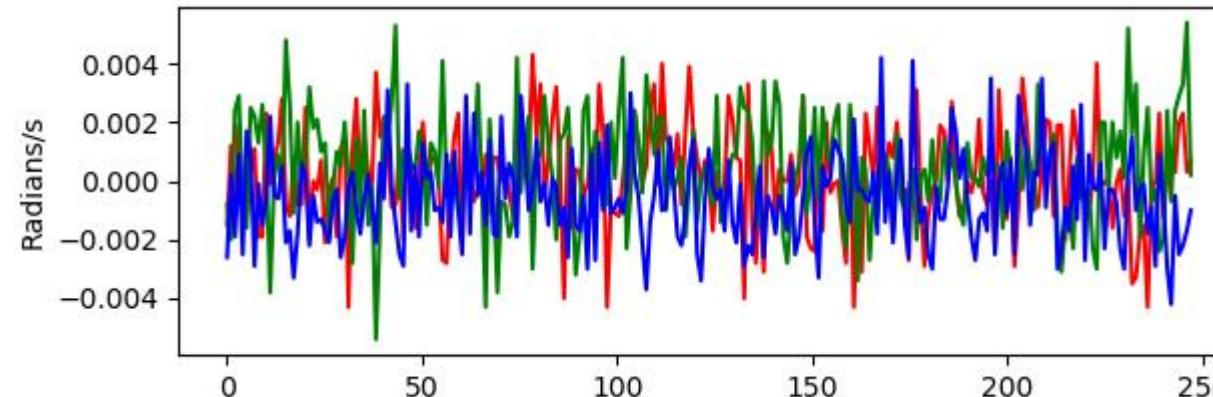
Acelerómetros

Sensores que miden la velocidad angular (rotación) en torno a los ejes.

Capturan movimientos de giro y orientación dinámica.

Complementan al acelerómetro para detectar rotaciones rápidas.

Usos típicos: estabilización de cámaras, control de drones, VR/AR.



https://www.phidgets.com/docs/Gyroscope_Guide

<https://learn.adafruit.com/adafruit-sensorlab-gyroscope-calibration/gyroscope-calibration>

Giroscopios

Acelerómetros: sensibles al ruido y vibraciones, no distinguen bien entre inclinación y movimiento lineal.

Giroscopios: acumulan error con el tiempo (drift).

Ninguno por sí solo ofrece una medida completa y estable de la orientación.

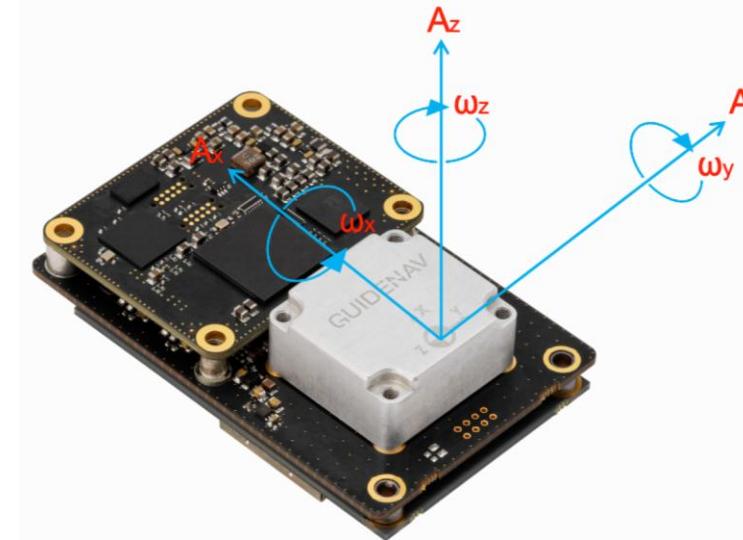
Limitaciones

Unidad de Medición Inercial (IMU, Inertial Measurement Unit).

Integran acelerómetros + giroscopios (y a veces magnetómetros).

Permiten obtener posición y orientación más precisas.

Reducen las limitaciones de cada sensor por separado.



[https://guidenav.com/es/comprendiendo-las-aplicaciones-basicas-de-la-unidad-de-medida-inercial-imu-y-tendencias-futuras./](https://guidenav.com/es/comprendiendo-las-aplicaciones-basicas-de-la-unidad-de-medida-inercial-imu-y-tendencias-futuras/)

Unidad de Medición Inercial

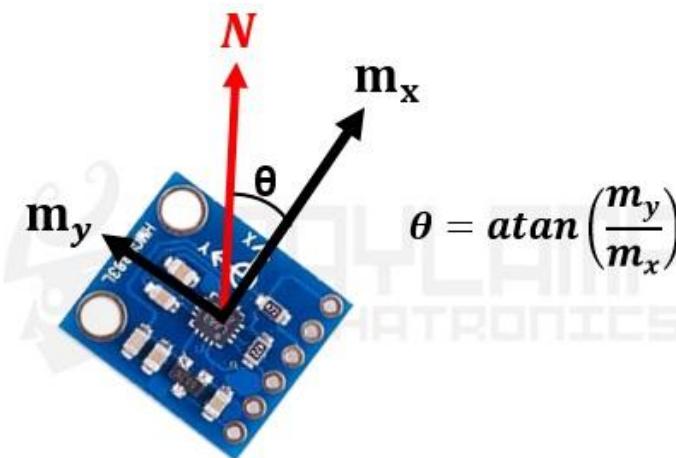
Magnetómetro en las IMUs

Mide el campo magnético terrestre, como una brújula.

Proporciona una referencia absoluta de orientación.

Al fusionarse con acelerómetro y giroscopio:

- Corrige errores acumulados (drift).
- Ofrece datos de posición y orientación más estables.



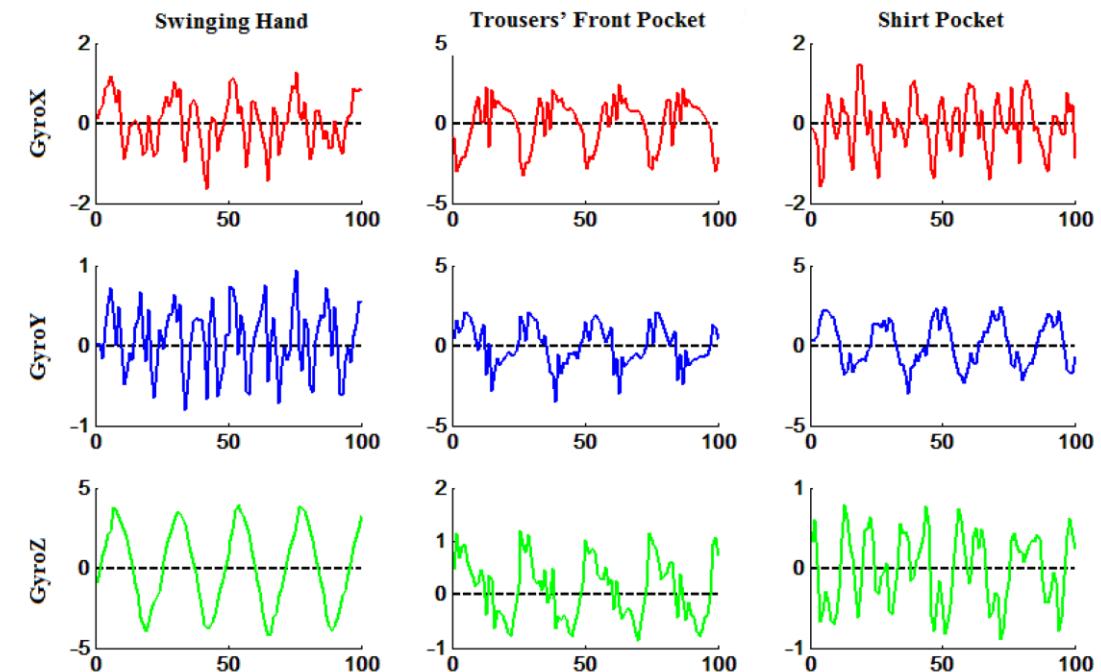
https://naylampmechatronics.com/blog/49_tutorial-magnetometro-hmc5883l.html

Acelerómetro → mide aceleración lineal.

Giroscopio → mide rotación (velocidad angular).

IMU → combinación de ambos (y magnetómetro) para datos más robustos.

Aplicaciones: smartphones, wearables, videojuegos, rehabilitación, realidad virtual, robótica.



Kang, X., Huang, B., & Qi, G. (2018). A novel walking detection and step counting algorithm using unconstrained smartphones. Sensors, 18(1), 297.

Aplicaciones

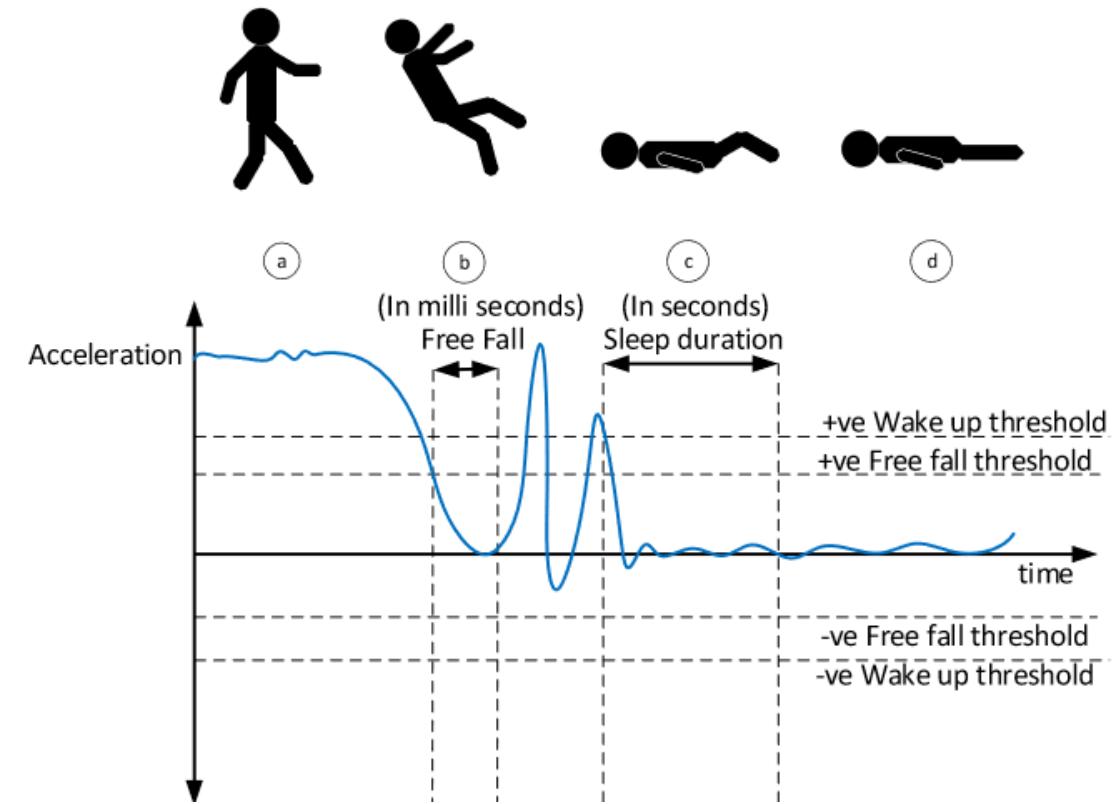
Detección de caídas

Una de las aplicaciones más comunes

Integrada en productos de consumo

Se puede detectar el momento de la “caída libre”

Problema: falsos positivos (caída de sensor, sin el usuario)



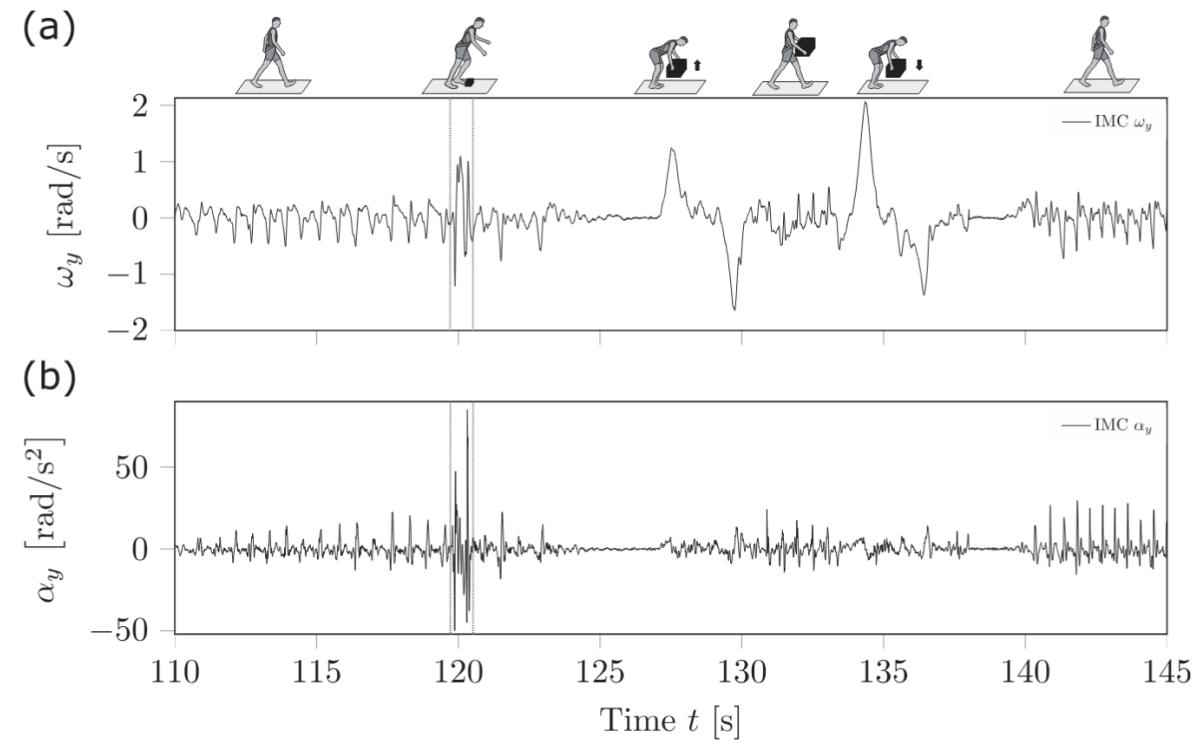
<https://www.linkedin.com/pulse/human-fall-detection-using-3-axis-mems-acceleration-sensor-ramu>

Detección de tropiezos y (casi) caídas

Con las mejoras en los métodos, se pretende no solo detectar las caídas, sino diferenciar las actividades normales que suponen agacharse (más espaciadas en el tiempo) de las caídas o los tropiezos que no causan caídas (casi-caídas)

Camino hacia la PREVENCIÓN de caídas

Gießler, M., Werth, J., Waltersberger, B., & Karamanidis, K. (2024). A framework to automatically detect near-falls using a wearable inertial measurement cluster. Communications Engineering, 3(1), 181.

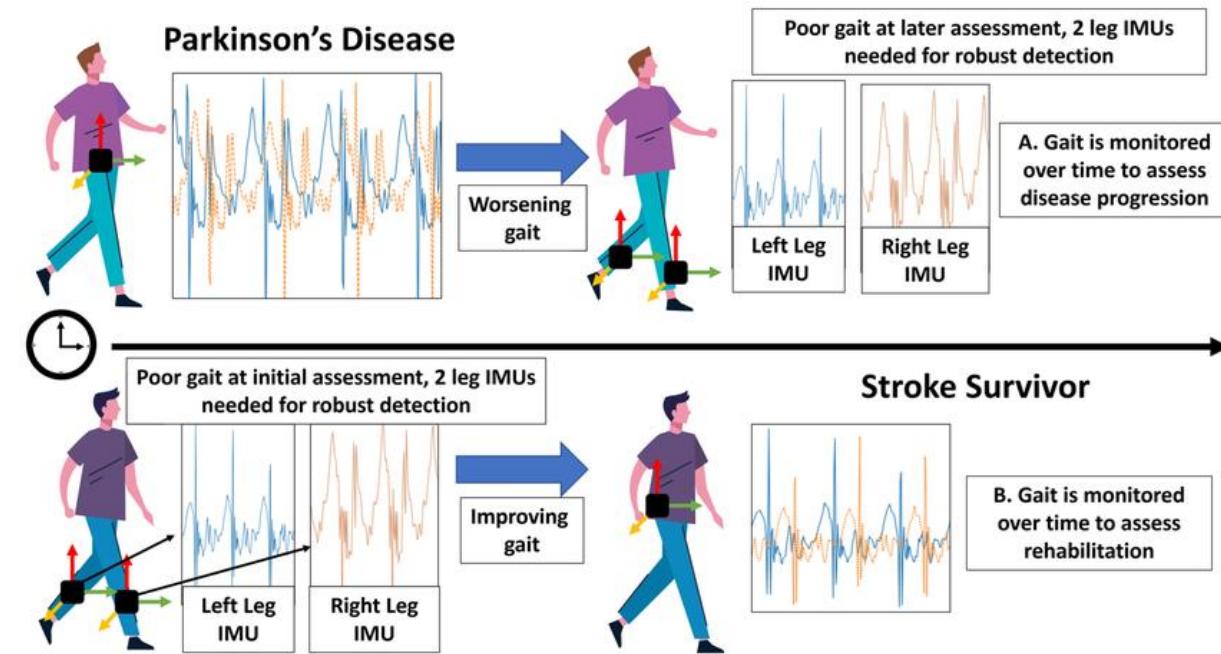


Aplicaciones

Monitorización continua o rehabilitación

El lugar en el que se coloca o número de IMUs necesarios es relevante en función de la aplicación

Localización o número puede variar a lo largo del tiempo



Young, F., Mason, R., Morris, R. E., Stuart, S., & Godfrey, A. (2023). IoT-enabled gait assessment: The next step for habitual monitoring. Sensors, 23(8), 4100.

Detección del “freezing of gait” en Parkinson

Síntoma motor característico de la enfermedad de Parkinson.

Episodios breves en los que la persona no puede iniciar o continuar la marcha, como si los pies “se pegaran al suelo”.

Se desencadena con frecuencia en situaciones concretas:

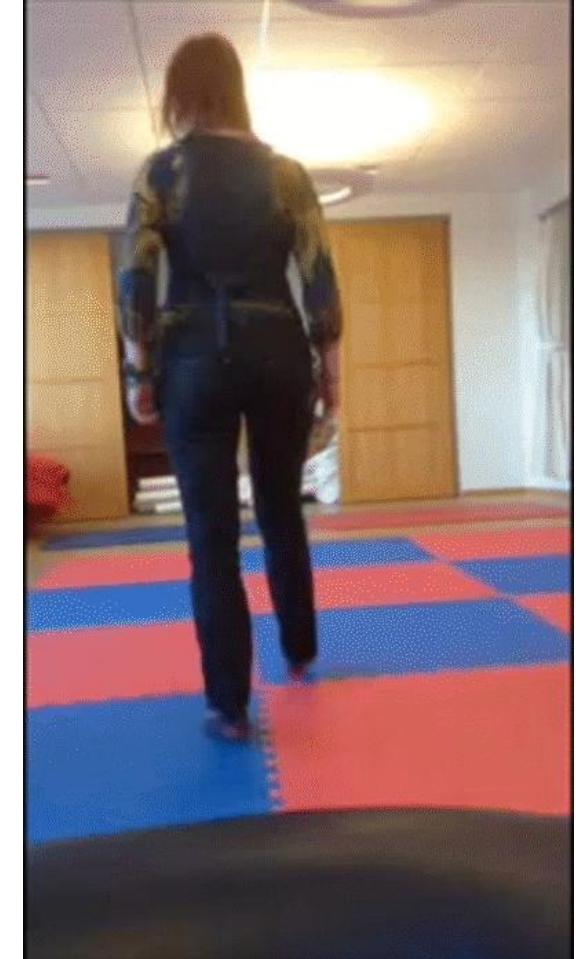
Al comenzar a andar.

Al girar o atravesar espacios estrechos (puertas, pasillos).

Bajo estrés o presión temporal.

Aumenta el riesgo de caídas y la pérdida de autonomía.

Es un foco clave de estudio de la evolución del Parkinson



<https://www.youtube.com/watch?v=CCD9ncoDf90>

Detección del “freezing of gait” en Parkinson

Las IMUs (acelerómetros + giroscopios + magnetómetros) permiten medir movimiento en tiempo real.

Se colocan habitualmente en piernas, pies o cintura para registrar la marcha.

Detectan patrones anómalos de aceleración y rotación que caracterizan el “freezing of gait”

Posibilitan algoritmos automáticos de:

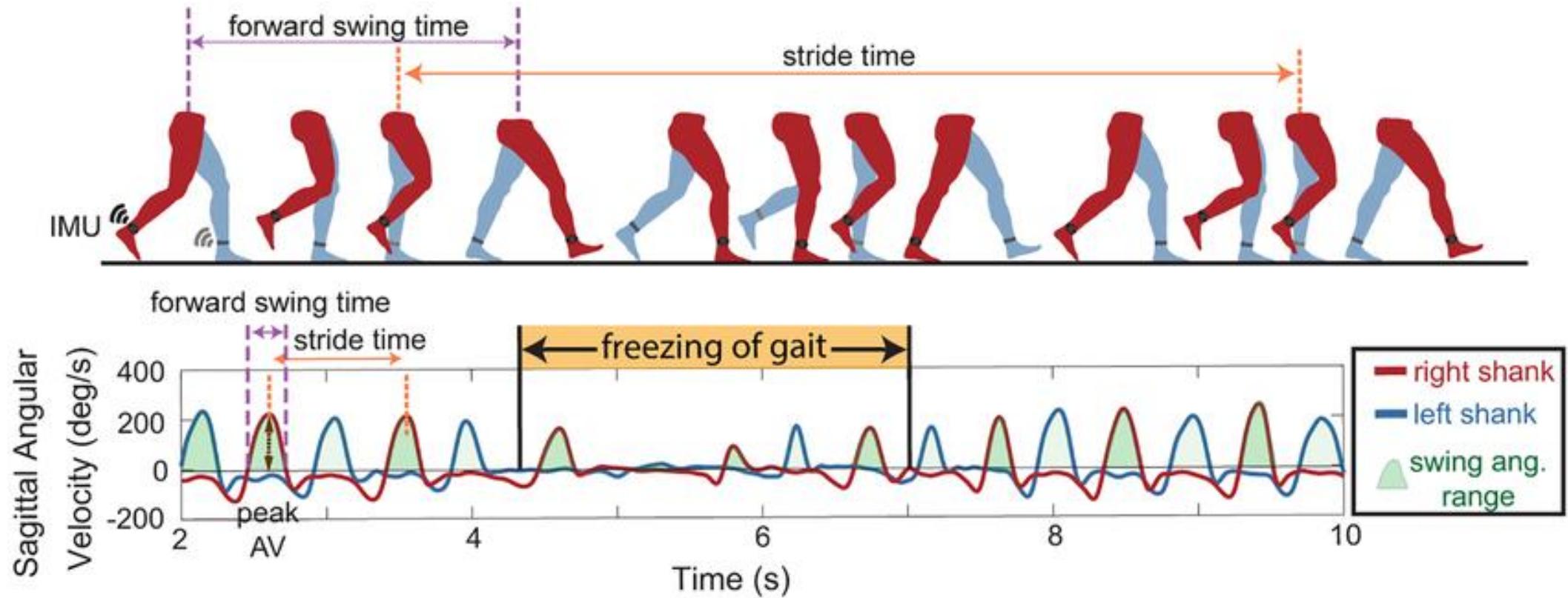
- Detección de episodios de bloqueo.
- Cuantificación de la severidad y frecuencia.
- Seguimiento remoto de pacientes en su vida diaria.

Herramienta clave para desarrollar sistemas de asistencia y rehabilitación personalizados.



<https://www.youtube.com/watch?v=CCD9ncoDf90>

Detección del “freezing of gait” en Parkinson



O'Day, J., Syrkin-Nikolau, J., Anidi, C., Kidzinski, L., Delp, S., & Bronte-Stewart, H. (2020). The turning and barrier course reveals gait parameters for detecting freezing of gait and measuring the efficacy of deep brain stimulation. PLoS One, 15(4), e0231984.

Aplicaciones

Reconocimiento de actividades

Mediante pulseras multi-sensor como la Empatica E4

Se trata de una pulsera para uso experimental

Existen otras con formato y tamaño más reducido, así como productos de consumo

La persona puede llevarla en la mano dominante



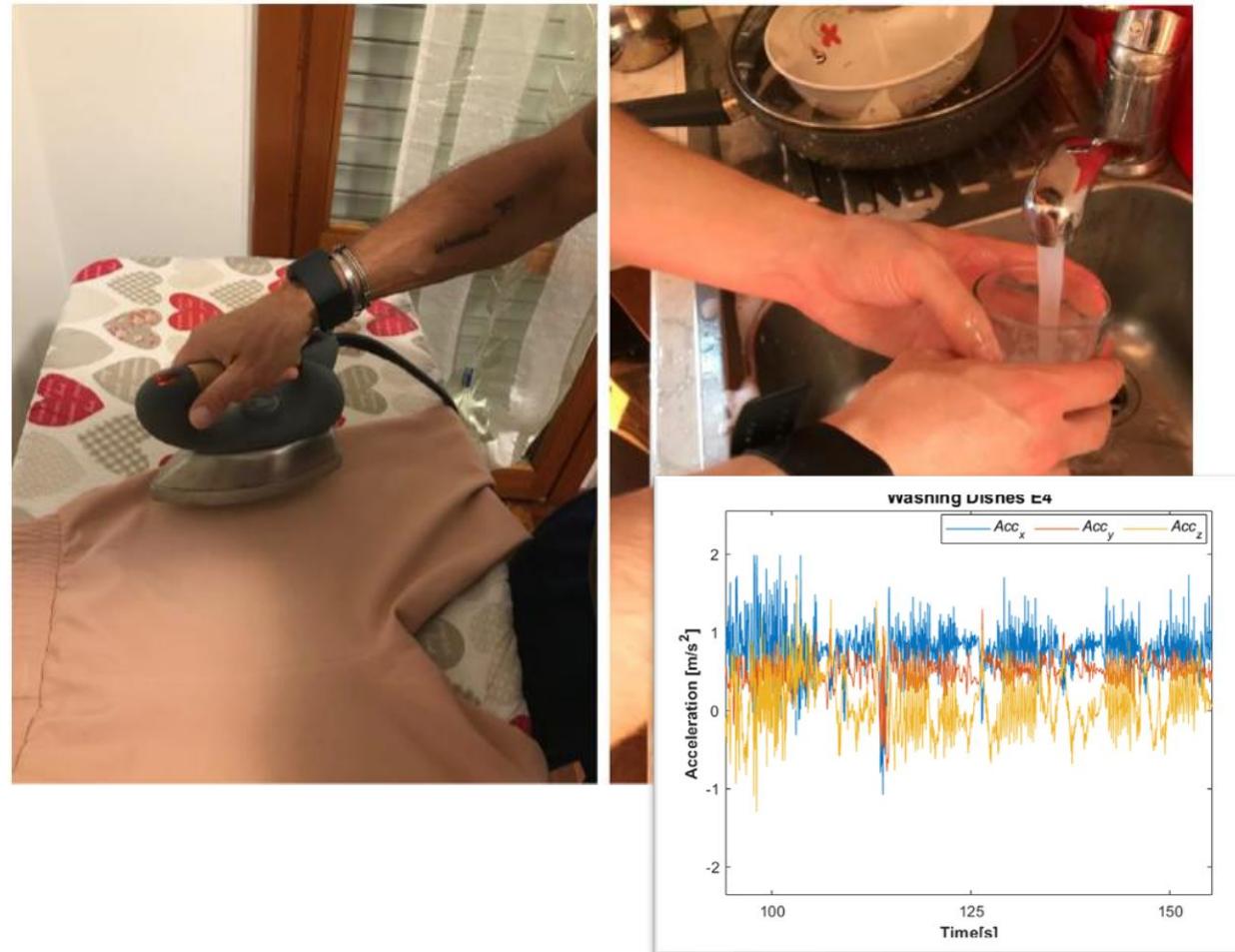
Aplicaciones

Reconocimiento de actividades

En los experimentos se les pidió a 52 participantes realizar una serie de tareas de la vida diaria

Se realizaron 24 actividades diferentes

Para cada una, los participantes realizaron una media de 5 repeticiones de cada actividad



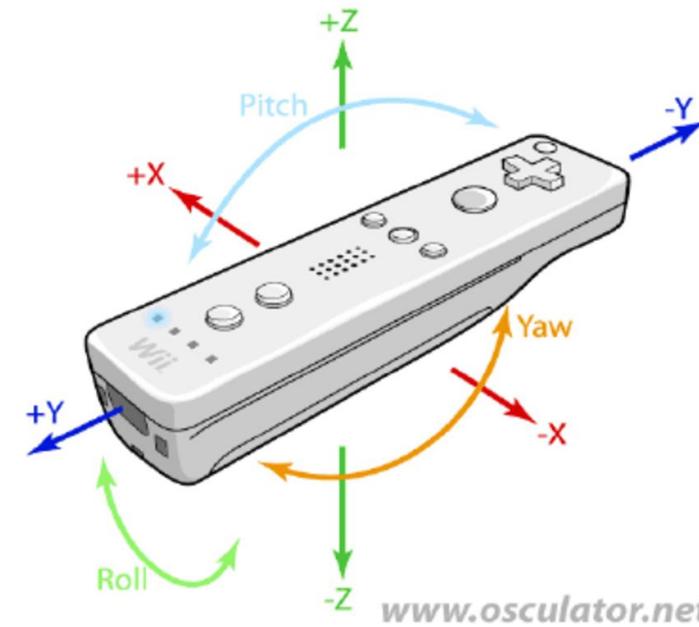
Climent-Pérez, P., Muñoz-Antón, Á. M., Poli, A., Spinsante, S., & Florez-Revuelta, F. (2022). Dataset of acceleration signals recorded while performing activities of daily living. *Data in Brief*, 41, 107896.

Aplicaciones

Juegos serios para rehabilitación

Los mandos de algunas consolas permiten también la interacción mediante acelerómetros

Permiten comprobar la realización de ejercicios pautados por un/a fisioterapeuta para la rehabilitación



Aplicaciones

Juegos serios para rehabilitación

Ejemplos:

- Rehabilitación tras un ictus
- Rehabilitación en la hemiparesia
- Estimulación cognitiva en demencia

<https://www.neurorehabdirectory.com/virtual-rehabilitation-via-nintendo-wii-and-conventional-physical-therapy-effectively-treat-post-stroke-hemiparetic-patients>

<https://neura.edu.au/news-media/media-releases/rehabilitate-wii-help-stroke-survivors>

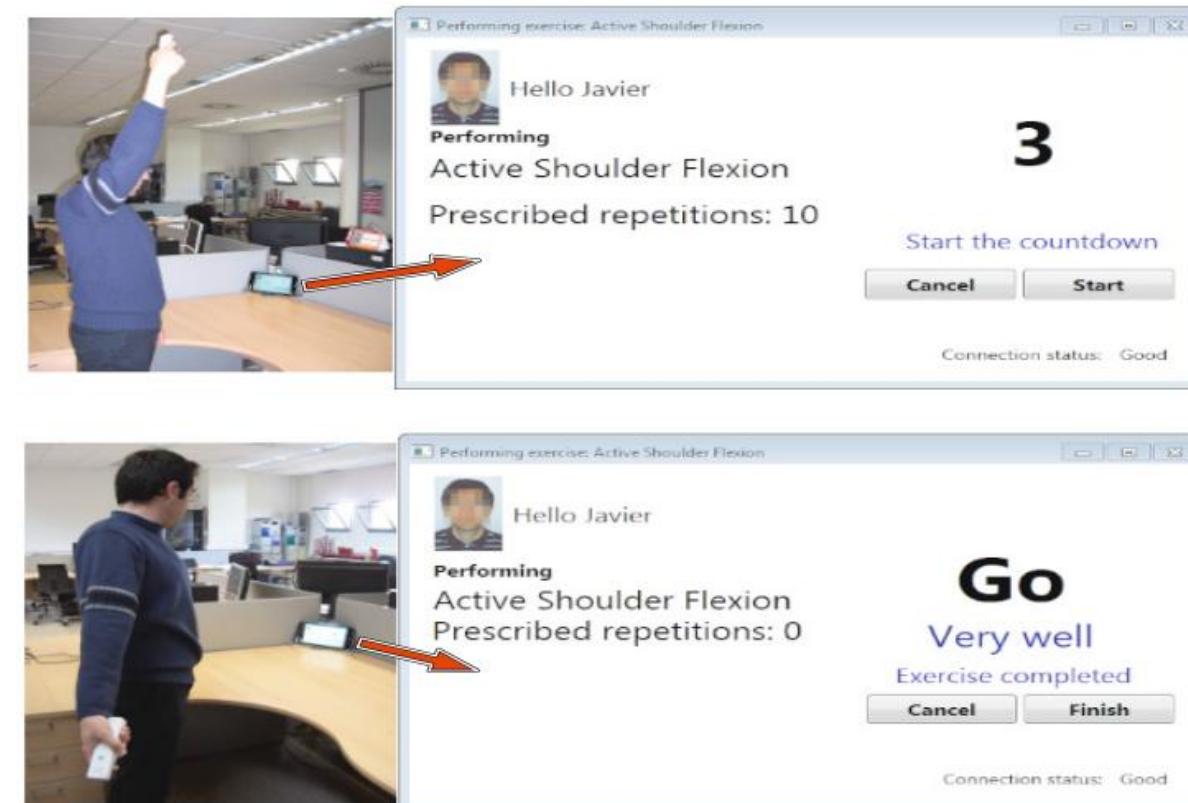
<https://www.capecodtimes.com/story/lifestyle/health-fitness/2007/10/18/wii-game-system-becomes-new/52767545007>



Aplicaciones

Juegos serios para rehabilitación

Ejemplo: detección de la flexión de hombro realizada de forma correcta según lo prescrito



García, J., Ruiz, D., Soriano, A., Marín, O., Hernández, S., & Ferrairó, S. (2012, December). eFisioTrack: A Telerehabilitation Platform for Monitoring Prescribed Therapeutic Exercises in Orthopaedic Injuries. In International Workshop on Ambient Assisted Living (pp. 423-430). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Aplicaciones

Reconocimiento de movimientos,
acciones y actividades mediante con
otros sensores

Sensores en el entorno

Espacios equipados con sensores y actuadores.

IPM ya no solo persona-máquina → también persona-entorno.

El entorno interpreta acciones y se adapta automáticamente.

Ejemplo básico: luces que se encienden al entrar en la habitación.

Ámbitos de aplicación:

- Domótica residencial: confort y ahorro energético.
- Salud y envejecimiento activo: monitorización de AA.V.D.
- Entornos laborales: ergonomía y seguridad, mejora de la gestión de espacios.
- Educación y ocio: espacios interactivos.

Sensores:

- Portables (wearables): viajan con el usuario (relojes, pulseras, IMUs).
- Desplegados: instalados en el entorno (PIR, contactos magnéticos, luz).

Combinación con IA e IoT para aprendizaje de hábitos

Estimación de comportamientos a largo plazo.

Mayor naturalidad de la interacción.

Importancia de la **computación ubicua**.

Sensores de movimiento (PIR)

Detectan presencia mediante infrarrojos pasivos.

Muy usados en iluminación automática.

Limitación: no detectan presencia estática.



<https://www.aqara.com/en/product/human-motion-sensor>

Tipos de sensores

Sensores de puertas y ventanas

Contactos magnéticos que detectan aperturas y cierres.

Permiten inferir actividades: cocinar, salir de casa, etc.

Complemento para sistemas de seguridad.



<https://www.amazon.ca/Aqara-11LM-MOCGQ-Window-Sensor/dp/B07D37VDM3>

Tipos de sensores

Sensores ambientales

Miden temperatura, humedad, presión atmosférica.

Relevantes para confort, climatización y salud.

También usados en sistemas de alerta (incendios, fugas).



<https://eu.aqara.com/es-eu/products/aqara-detector-de-humo>



<https://www.ikea.com/es/es/p/vindstyrka-sensor-calidad-aire-inteligente-00498231>

Tipos de sensores

Sensores de luminosidad

Detectan intensidad lumínica en cada estancia.

Permiten ajustar persianas, iluminación y consumo energético.

Suelen combinarse con sensores de movimiento PIR (PIR+luz)



<https://www.aqara.com/en/product/human-motion-sensor>

Tipos de sensores

Sensores acústicos

Micrófonos para detectar patrones de sonido.

Ejemplos: caída de un objeto, grito de ayuda, llanto de bebé.

Riesgos de privacidad → anonimización del audio necesaria

Tipos de sensores

Sensores de consumo eléctrico

Medición de corriente en electrodomésticos.

Permite inferir qué aparato se usa → actividad asociada.

Ejemplo: hervidor encendido = preparar té.



<https://www.ikea.com/es/es/p/tretak-enchufe-macho-inteligente-80540349>

Tipos de sensores

Sensores conectados en red.

Comunicación mediante Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, LoRa.

Hacia la visión de un hogar conectado.

Limitaciones actuales:

- Interoperabilidad entre marcas y protocolos.
- Dependencia de conexión a internet.
- Problemas de seguridad y hackeo: Bluetooth se ha demostrado vulnerable, ...

Interacción persona-máquina

Unidad 4. Interfaces para reconocimiento de movimiento basadas en sensores y vídeo

Francisco Flórez

<https://personal.ua.es/francisco.florez>

<https://web.ua.es/ami4aha>