



PROYECTO MULTIDISCIPLINAR

Desarrollo de un juego de competición basado en la medición real
de la capacidad física en el deporte

GTDM Curso 2021-2022

Nidia Bugarín Carreira
Carlos Dopazo Correia
Ángela Fernández Fernández
Lucía Lázaró Visiedo

Grupo A1-3

ÍNDICE

1. Introducción
2. Objetivos
3. Material y métodos
 - 3.1. Montaje experimental
 - 3.2. Funcionamiento del acelerómetro
 - 3.3. Modelo teórico
 - 3.4. Descripción de la estructura de los programas y algoritmos
 - 3.5. Comprobaciones experimentales (comparación con tracker)
4. Resultados
5. Discusión
 - 5.1. Ventajas y desventajas
 - 5.2. Proposición de mejoras
6. Conclusión
7. Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto hemos desarrollado una aplicación que permite al usuario utilizar los datos de un salto conseguidos con la aplicación “acelmov” para obtener información sobre este (altura del salto, fuerza ejercida por las piernas, potencia durante el impulso...). La aplicación también incluye la posibilidad de conectarse a un servidor de la UPV al que se pueden enviar los datos del salto, además de obtener un ranking con los diez mejores saltos almacenados en este.

2. OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es aplicar lo aprendido en las asignaturas de física, programación, matemáticas y arquitectura de redes para desarrollar la aplicación. A continuación se detallan los objetivos por asignatura:

Física:

- Cálculo de la fuerza máxima y potencia máxima durante el impulso.
- Cálculo de la altura del salto.

Matemáticas

- Consolidar las nociones y técnicas estudiadas para aplicarlas en habilidades efectivas.
- Integrar las técnicas matemáticas con las demás disciplinas científicas.
- Identificar las matemáticas que se esconden detrás de las realidades físicas, en la resolución de problemas, en los desarrollos software, etc.

Programación

- Diseñar una arquitectura software para un programa en Python formado por diferentes partes integrando los conocimientos teórico-prácticos del resto de asignaturas que participan en el proyecto.
- Implementar dicho programa en Python con un interfaz gráfico de usuario.
- Hacer un testing adecuado del programa final.

Arquitectura de redes

- Crear un programa cliente/servidor en el que la parte cliente se ejecuta en el PC del estudiante y la parte servidor se ejecuta en un PC de la UPV.
- Desarrollar el programa cliente comprendiendo el funcionamiento y propiedades del protocolo.
- Especificar los parámetros de puerto de servicio, tipo y formato mensajes (comandos y respuestas) y secuencia de intercambio de mensajes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Montaje experimental

Para medir el salto de manera adecuada necesitaremos una cinta de deporte que actuará como soporte para el móvil. Este debe tener instalada la aplicación acelmov. Seguiremos los siguientes pasos:

1. Configurar la aplicación acelmov con una cuenta atrás de cinco segundos y un formato adecuado de envío de los ficheros (.csv).
2. Ponerse la cinta de deporte bien ajustada en la cintura, dejando el móvil en un lateral.
3. Agacharse flexionando las rodillas y pulsar el botón de grabación.
4. Al escuchar el pitido, esperar dos segundos y saltar.
5. Caer con las rodillas flexionadas (con la misma postura con la que se empezó) y esperar unos segundos.
6. Enviar el fichero obtenido del salto a través de gmail.

3.2. Funcionamiento del acelerómetro

Antes de nada se debe tener en cuenta que la aceleración medida por el acelerómetro del móvil no es exactamente la aceleración del móvil, sino esta aceleración más la de la gravedad. De este modo, la aceleración del móvil será igual a la aceleración medida menos la de la gravedad ($a = a_m - g$).

La aceleración medida por el móvil constará de tres componentes expresadas en el sistema de referencia local del móvil.

3.3. Modelo teórico

Física

Fuerza

Para medir la fuerza ejercida por las piernas durante el empuje del salto utilizamos la ley fundamental de la dinámica:

$$F = m \cdot a \rightarrow F + m \cdot g = m \cdot a \rightarrow F = m (a - g) \rightarrow F = m \cdot a_m$$

Como vemos tras el desarrollo de esta ecuación, la fuerza ejercida por las piernas es igual a la aceleración medida multiplicada por la masa del saltador.

Ya que no conocemos la orientación del móvil, no podemos saber cuál es la vertical. Sin embargo, si el salto es vertical también lo serán el peso, la fuerza de las piernas y la aceleración, y el módulo de estas componentes representará el valor de la componente vertical.

Como utilizaremos el módulo de la aceleración vertical, se pueden cometer algunos errores. El primero es que el módulo será siempre positivo, pese a que la

aceleración puede tomar valores negativos. Para solucionar esto tomaremos el signo de la aceleración vertical y lo multiplicaremos por el módulo.

Velocidad

La velocidad se puede obtener a partir de la integral numérica de la aceleración desde el instante inicial, donde $v = 0$ (cuerpo en reposo). De este modo:

$$v = \int a \, dt$$

Es importante recordar a la hora de integrar que la aceleración del móvil es la aceleración medida menos la gravedad, por lo que la ecuación de la velocidad queda:

$$v = \int (a_m - g) \, dt$$

El valor de la gravedad se deberá calcular utilizando los valores medidos con el móvil, ya que existe la posibilidad de que el acelerómetro del móvil esté mal calibrado y la aceleración de la gravedad medida sea diferente.

Potencia

Calcularemos la potencia siguiendo la ecuación:

$$P = F \cdot v$$

Ya que ambas componentes son verticales, tendrán la misma dirección, por lo que $P = F \cdot v$.

Altura del salto

La altura del salto se puede calcular de varias maneras. La primera es a partir de la velocidad de despegue, es decir, la velocidad máxima obtenida tras integrar la aceleración.

Aplicaremos el principio de conservación de la energía teniendo en cuenta que la única fuerza que actúa durante el salto es el peso:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgH \rightarrow H = v_0^2 / 2g$$

La segunda manera de calcular la altura del salto es usando la duración del vuelo $T = t_{fv} - t_{fi}$. Sabiendo que el vuelo tiene un periodo de subida y otro de bajada que deberían ser iguales, podemos comprobar lo siguiente:

$$H = gT^2 / 8$$

Arquitectura de redes

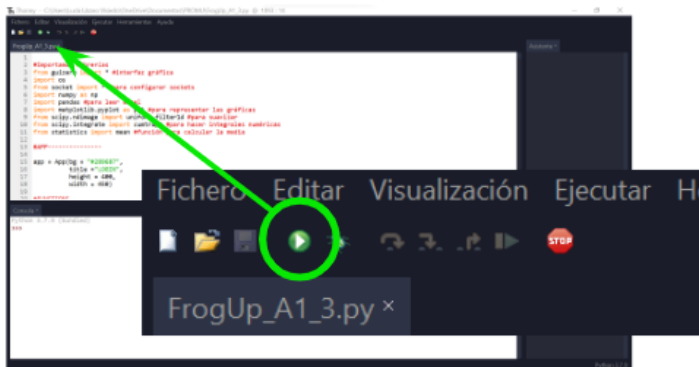
El servidor del Leaderboard es un servidor TCP, por lo que se deberá desarrollar un cliente TCP de un protocolo de aplicación que permita conectar la aplicación con este servidor. La aplicación tendrá una arquitectura cliente-servidor, ejecutándose la parte de cliente en el PC del estudiante y el servidor en un PC de la UPV. Por ello, la aplicación sólo funcionará correctamente si los dos equipos están conectados a la red de la UPV.

3.4. Descripción de la estructura de los programas y algoritmos

Para obtener las gráficas y resultados necesarios a partir de los datos del salto se utilizarán diversas funciones que implementan las ecuaciones mencionadas en el apartado de modelo teórico. Para leer los datos del fichero excel se usará la librería pandas y para representar las gráficas la librería matplotlib, además de otras librerías como numpy y scipy para realizar cálculos matemáticos.

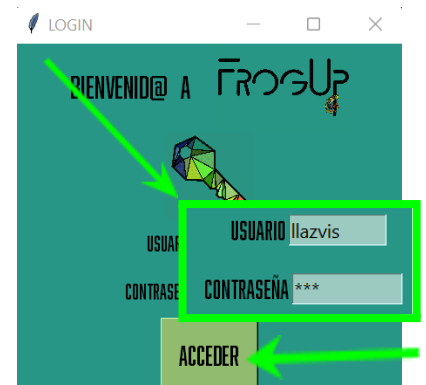
En cuanto a la parte de conexión con el servidor, primero habrá una parte de inicio de sesión. En esta parte, primero se enviará un comando HELLO con la IP del cliente. Después, el usuario deberá introducir su nombre de usuario y contraseña, que se han registrado en el servidor anteriormente. Tras esta etapa, el usuario podrá escoger entre dos opciones: enviar nuevos datos u obtener datos. Dependiendo de la opción escogida, el cliente enviará un comando al servidor con los datos necesarios, y el servidor devolverá los datos pedidos.

3.4.1.- Funcionamiento Interfaz Gráfica.



1.- En primer lugar, para inicializar el programa que ejecuta la interfaz gráfica deberemos clicar en el botón de ejecución.

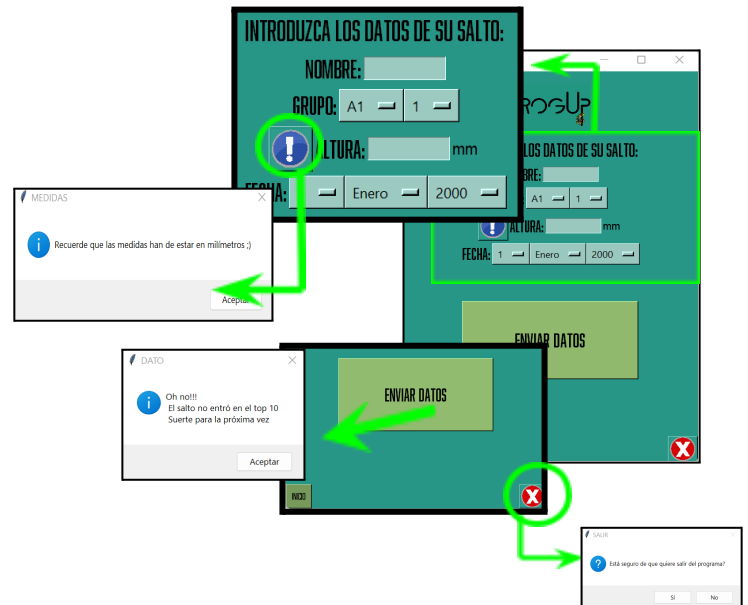
2.- A continuación, nos aparecerá la ventana de inicio, donde aparecerá el logo, las cajas de texto donde se deberán introducir el **usuario** y la **contraseña** y el botón **acceder** que al ser pulsado inicializará el apartado de inicio de sesión del código de Arquitectura de Redes y mostrará la ventana de inicio además de esconder la actual.



3.- En la ventana de inicio encontraremos tres botones: **enviar datos**, **obtener datos** y el botón de **información** básica de FrogUp. Cada uno te llevará a las ventanas indicadas en la imagen 3.

4.- Posteriormente en la ventana de enviar datos la podemos dividir en dos bloques cajas, una donde se recoge toda la información del salto deseado a enviar a la tabla del ranking y la otra donde se concentran los botones que serán los que no permitan accionar las otras funciones.

5.- En el bloque de información del salto, el usuario tendrá que escribir su **nombre**, seleccionar su **grupo**, colocar su **altura** en milímetros (especificado en un botón) y por último seleccionar la **fecha**. Por otro lado, en el otro bloque podemos observar el botón de **envío** que nos indicará si nuestro salto ha entrado en el ranking además de activar la función de envío, el de **salida** y el de volver a la página de inicio.

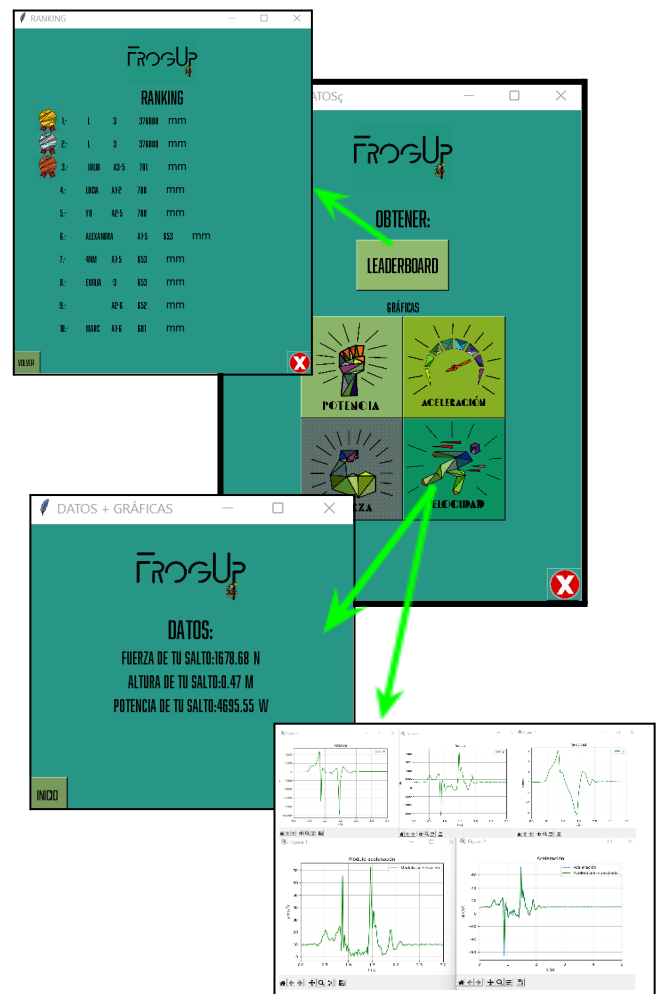


6.- Si en la ventana de **inicio** el usuario hace clic en el botón de **obtener datos** aparecerán dos ventanas nuevas en orden. Primero aparecerá la ventana del **fichero** donde solicita el **nombre del fichero** y luego la del **peso** (necesaria para sacar los datos físicos). Al darle a continuar guardará e inicializará las funciones correspondientes.

7.- Seguidamente, en la ventana de obtener datos encontramos el botón **leaderboard**, que al ser pulsado nos mostrará la tabla del **ranking** de saltos, de esta forma aparecerá el **nombre** del saltador, el **grupo** al que pertenece y la **altura** saltada en milímetros.

8.- Mientras tanto el otro grupo de botones pertenece a la muestra en otra ventana de los datos de tu salto introducidos por el fichero, además de la **gráfica** seleccionada.

IMPORTANTE: los botones de salida, volver y inicio realizan las mismas funciones. Salida para cerrar la interfaz y las funciones, inicio para volver a la ventana anterior y inicio para regresar a la ventana de inicio.



3.5. Comprobaciones experimentales

Podemos utilizar el software Tracker para estudiar el movimiento del salto grabado en cámara. Así compararemos los cálculos obtenidos con los de nuestra aplicación. En este caso vamos a comparar la altura del salto. Podemos deducir la altura restando la altura máxima del movimiento con la del móvil en estado de reposo (cuando el saltador está en el suelo). Así, obtenemos con Tracker una altura de salto de aproximadamente 0.48 m.

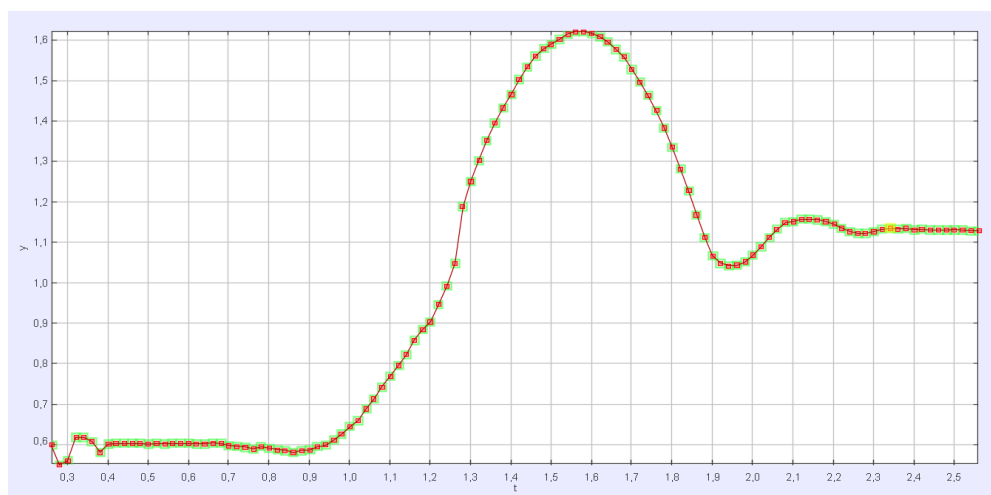


Figura 1. Gráfica de la altura con Tracker

4. RESULTADOS

Tras introducir los datos de nuestro salto obtenidos con acelmov, obtuvimos las siguientes gráficas.

Aceleración

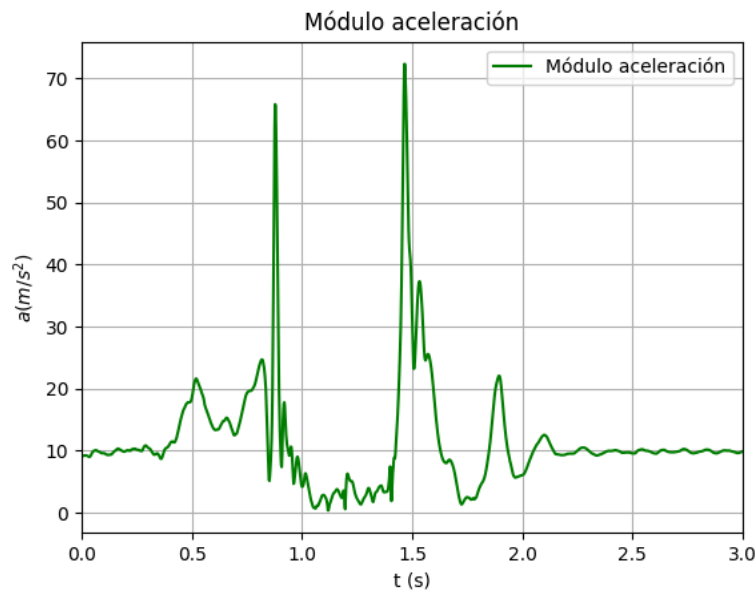


Figura 2. Gráfica del módulo de la aceleración

En esta gráfica se ve representado el módulo de la aceleración. Podemos observar que, al tratarse del módulo, no tiene valores negativos. Por lo tanto, esta no es una gráfica útil a la hora de analizar nuestro salto. Para solucionar esto, tomaremos el signo de la componente vertical de la aceleración utilizando la función signo y se lo añadiremos al módulo. Además, rectificaremos el movimiento para eliminar el ruido.

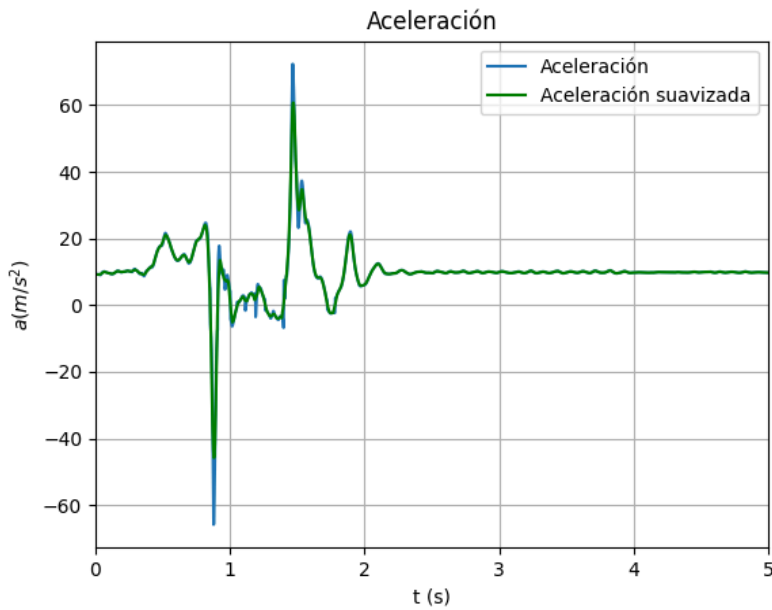


Figura 3. Gráfica de la aceleración



Figura 4. Puntos de interés de la aceleración

En estas gráficas se representa la aceleración con su signo, tanto suavizada como sin suavizar. Podemos observar como al suavizar la aceleración reducimos los picos de la gráfica, evitando así errores. Podremos utilizar estos datos a la hora de calcular otros valores como la velocidad, la fuerza y la potencia.

Utilizando la gráfica de la aceleración podemos estimar el valor de la gravedad. Cogemos los valores de la aceleración hasta que empieza el impulso (alrededor de $t = 0.3$ s) y hacemos la media. Así obtenemos un valor de la gravedad de 9.85 m/s^2 . Además, se pueden marcar los puntos que separan las distintas fases del salto, como vemos en la gráfica de la derecha.

Velocidad

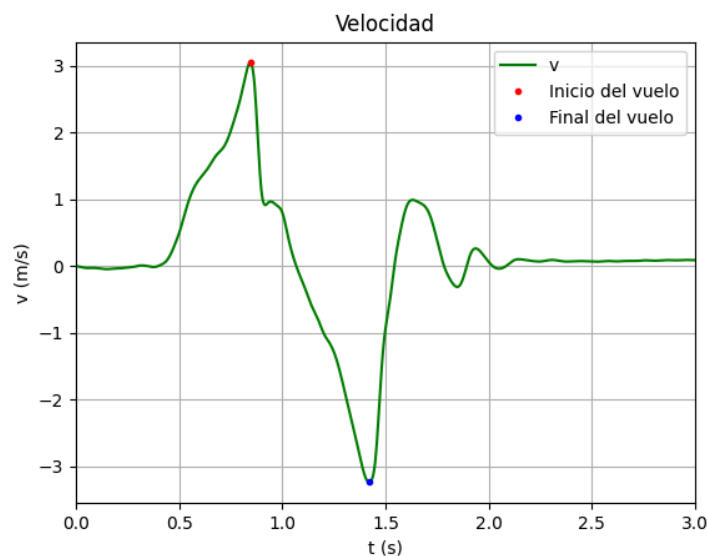


Figura 5. Gráfica de la velocidad

En esta gráfica podemos observar que la velocidad al principio de la medición, cuando el saltador está en reposo, es 0. Se ven claramente las distintas fases del salto: el impulso (cuando la velocidad empieza a aumentar), el vuelo (la porción decreciente) y el impacto con el suelo (a partir del segundo pico). A partir de esta gráfica podemos calcular el tiempo de vuelo, que será el tiempo transcurrido entre que se alcanza la velocidad máxima y la mínima (0.578 s).

Fuerza

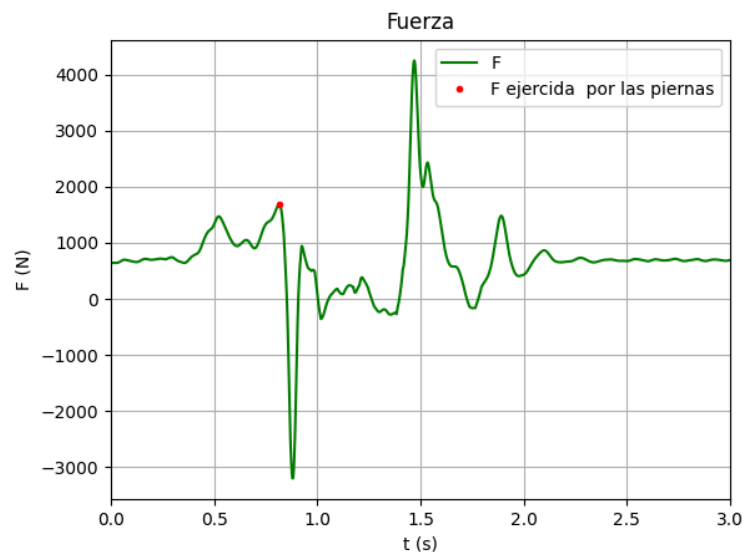


Figura 6. Gráfica de la fuerza

Calculamos la fuerza ejercida por las piernas del saltador a través de la ley fundamental de la dinámica ($F = m \cdot a$). En este caso, utilizamos como masa del saltador 70 kg. Observamos que los picos de la gráfica marcan el momento de impulso y el de aterrizaje. Podemos también calcular la fuerza ejercida por las piernas durante el impulso, en este caso 1678.68 N. En la gráfica corresponde al máximo antes del primer pico, momento en el que se inicia el vuelo

Potencia

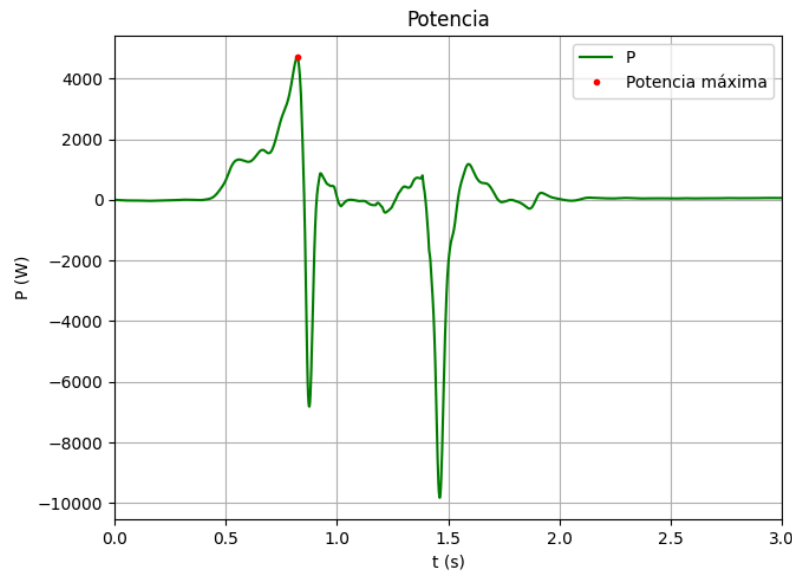


Figura 7. Gráfica de la potencia

Observamos como durante el impulso, la potencia crece, ya que las piernas del saltador están empujando para ganar velocidad. Durante el vuelo, la potencia debería ser cero, pero aparecen dos picos. El primero es un valor erróneo asociado a la oscilación del móvil sobre la piel, y el segundo corresponde al frenado del cuerpo al aterrizar. Además, podemos calcular la potencia máxima ejercida por las piernas durante el salto, que en este caso son 4695.55W o 67.08 W/kg (suponiendo un saltador de 70 kg de masa). Este valor también marca el final del impulso e inicio del vuelo.

Altura

Hemos calculado la altura de dos maneras diferentes. Primero, a partir de la velocidad de despegue y luego mediante el tiempo de vuelo. Aplicando las fórmulas explicadas en el apartado de modelo teórico, obtenemos una altura de 0.47 m y 0.41 m respectivamente. La altura analizada con tracker es de unos 0.48 m, lo que nos indica que nuestros cálculos tienen poco margen de error.

5. DISCUSIÓN

5.1. Ventajas y desventajas

La solución implementada permite acceder a una cantidad de datos considerable de forma sencilla y relativamente rápida. Además, la aplicación es fácil de usar e intuitiva. Sin embargo, quizás no es el método más rápido si el objetivo principal es obtener los datos de un salto, ya que esta incluye otras funciones que podrían no ser relevantes. Por otro lado, no es posible utilizar esta aplicación si no se está conectado a la red de la UPV, lo que puede ser un gran inconveniente para los usuarios. Y dependiendo del hardware, del sistema operativo y la versión de estos pueden verse reflejados cambios en la interfaz gráfica.

5.2. Posibles errores cometidos

Se han podido cometer errores en la medida del salto, ya que pese a haber ajustado la cinta lo mejor posible, existe la posibilidad de que al saltar el móvil se mueva, lo que causaría oscilaciones indeseadas que podrían llevar a errores en los cálculos posteriores.

5.3. Proposición de mejoras

Se podría mejorar la aplicación desarrollada incluyendo un sistema para conectar la aplicación con acelmov, de manera que el usuario no tuviera que introducir el fichero de datos del salto manualmente. También se podría tratar de mejorar el sistema de medida del salto, así evitando errores de medida que podrían dar problemas más tarde.

6. CONCLUSIÓN

Durante la realización de este trabajo hemos podido consolidar los conocimientos adquiridos en clase y hemos visto sus aplicaciones prácticas. También hemos tenido que investigar para aprender cómo realizar ciertos aspectos del trabajo, por lo que hemos adquirido nuevos conocimientos.

Una aplicación como la desarrollada en este proyecto tiene utilidad en el mundo real, ya que poder medir y analizar el salto de una persona es de gran utilidad en el ámbito deportivo. En este ámbito se da gran importancia a la capacidad de los atletas y siempre buscan maneras de poder cuantificar las cualidades físicas de los deportistas.

En resumen, este trabajo nos ha ayudado tanto a afianzar nuestros conocimientos a la vez de ver su utilidad y aplicaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

[1] Control de Proyecto

[CONTROL DEL PROYECTO.pdf](#)

[2] Guión PL1

[Guion_PL1.pdf](#)

[3] Manual AcelMov

[Manual AcelMov.pdf](#)

[4] Sesión Práctica 19 (Matemáticas)

[SesionPractica_19.pdf](#)

[5] Manual Python Acelerómetro
[ManualPythonAcelerometro.pdf](#)

[6] Práctica 8 ArqRedes
[Practica_8.pdf](#)