

# PROyecto MULTidisciplinar 2022-2023

1<sup>er</sup> Curso Grado en Tecnología Digital y Multimedia

## VLC\_Jump



## GTDM

### Grupo 09

Participantes:

Pablo Colomino Granell

Álvaro Donderis Martínez

Dazhan Hong

Marcos Olmo López



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



— TELECOM  
UPV VLC



## \_\_ÍNDICE:\_\_\_\_\_

- INTRODUCCIÓN
- MATERIAL Y MÉTODOS
- RESULTADOS
- DISCUSIÓN
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

## \_\_INTRODUCCIÓN:\_\_\_\_\_



Como parte de la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) y de una experiencia académica que se quiere desmarcar de lo tradicional, en este proyecto se presenta la creación de un juego de competición basado en la medición real de la capacidad física en el deporte, mediante un Smartphone.

Este proyecto aúna los conocimientos impartidos en las asignaturas de Programación, Matemáticas, Física y Arquitectura de redes para producir un resultado que no sería posible con los conocimientos de cada una de ellas por separado.

Más concretamente, se ha trabajado en una aplicación que permita medir la fuerza, potencia y altura en un salto, usando el acelerómetro de un smartphone. Haciendo uso de este para la recogida de los datos físicos, estos se han procesado y analizado para poder determinar las características de interés con precisión gracias a métodos matemáticos de tratamiento de ficheros. Toda esta información será

accesible a un usuario mediante un software basado en el lenguaje Python y que integra una interfaz gráfica de usuario (GUI) usando el paquete Guizero. La parte de competición en este proyecto viene dada por la comunicación de la aplicación con un servidor en el que los resultados del salto se guardan y comparan con los producidos por los otros estudiantes del grado.

## \_\_MATERIAL Y MÉTODOS:\_\_\_\_\_



De forma ideal se recibirían los datos de una medición cualquiera de un salto vertical, realizado según las instrucciones dadas. Al conocer métodos de integración numérica y distintas ecuaciones se obtendría la velocidad y de ahí se podría sacar el desplazamiento, la altura máxima, potencia desarrollada, fuerza ejercida, etc. Con las magnitudes obtenidas se enviarían los datos necesarios al servidor, del cual se podría obtener el ranking de quienes han alcanzado las mayores alturas. Además cualquier tipo de usuario sería capaz de utilizar cualquier función del programa gracias a que tiene implementada una interfaz gráfica.

Aunque por supuesto, a la hora de hacer realidad todo este modelo teórico, se ha encontrado una serie de dificultades nada triviales que han marcado la línea de actuación en el desarrollo. Veamos ahora las distintas implementaciones que se han puesto en práctica para satisfacer entonces los retos que plantea este proyecto.

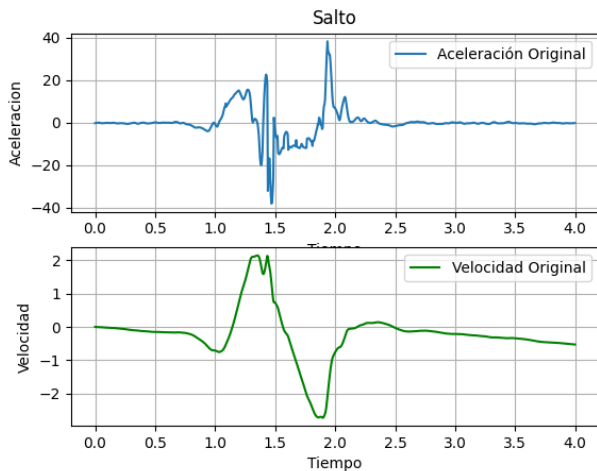
### Asignatura de Física:

#### Acelerómetro:

Como introducción a esta implementación se comentará el funcionamiento del instrumento de medida usado para este programa. El acelerómetro de un smartphone mediante la aplicación AcelMove. Este sensor mide la aceleración que experimenta el dispositivo durante un periodo de tiempo. Pero no solo la aceleración debida al movimiento artificial, sino también la que es debida a la gravedad de la Tierra. Además, como la forma de medir la ejecución de este tipo de ejercicios es sosteniendo el dispositivo pegado al tronco del saltador, la orientación de este cambia durante el experimento. Como solución, los datos que se recogen son los del módulo de la aceleración, al que se le resta el valor de la gravedad medida y se multiplica por el signo de la aceleración vertical.

### Funcionamiento:

Por coherencia con el diseño de la aplicación, nada más un usuario va a analizar un salto, introduce su masa corporal. Estos datos serán útiles en algunas funcionalidades que se justificarán con posterioridad. Si se decidiera acceder a la sección de analizar un salto, se seguirían los siguientes procesos. Tras obtener los datos de una medición perteneciente a un salto vertical, realizada con el acelerómetro de un smartphone, se llevan a cabo ciertos procesos para el tratamiento de la información; con tal de adaptar los datos con un error implícito, causado por el instrumento de medida, al modelo de resultado del que se dispone. Estos procesos serán explicados en la descripción de la implementación de las competencias desarrolladas en la asignatura de Matemáticas. De esta forma, se dispone ahora de unos datos con los que ya se puede trabajar.



Gracias a una integración numérica de la información obtenemos la evolución de la velocidad a lo largo del tiempo del salto. Con una gráfica uno se puede percatar del patrón tan característico que tiene, lo que es de gran ayuda para estudiar las fases del salto y los hitos alcanzados en este. En este momento ya se tendrían todos los datos necesarios para sobrepasar los objetivos planteados.

Con los datos de la aceleración en cada punto y la masa del saltador se determina fácilmente la fuerza que se ha experimentado durante la medición ( $F = m \cdot a$ ). El pico de esta en la fase de impulso determina la fuerza máxima desarrollada por el atleta. Curiosamente en ese mismo punto se encuentra el máximo de la potencia ( $P = F \cdot v$ ). El caso de la altura máxima alcanzada no es tan intuitivo pero igualmente se resuelve con una ecuación:  $\text{altura} = (v^2)/(2 \cdot g) \cdot 1000$ ; donde "v" es la velocidad y "g" la aceleración de la gravedad medida. En este caso, además se multiplica por 1000 el resultado para que esté en milímetros, unidad requerida a la hora de enviar los resultados al servidor de la aplicación.

### Extras:

Como añadido a la tarea original, una vez que se han determinado los valores de interés al analizar el salto, se ofrece información extra con el objetivo de acercar las medidas científicas a lo conocido. Se comunica al usuario los caballos a los que equivale la potencia máxima desarrollada y la cantidad de bombillas (incandescentes de 60W y LED de entre 6W y 10W) que podrían encenderse con ella. Son simples divisiones entre la potencia obtenida y los valores de referencia de 1 caballo o los vatios de las bombillas.

Además, en la sección de estadísticas, un usuario puede ver la evolución a lo largo de los saltos de la altura, fuerza y potencia máximas que ha alcanzado. Haciendo la media de estos valores y conociendo el sexo del saltador se determina el percentil al que más se acercaría en cada magnitud. El funcionamiento es una comparativa entre la comentada media de cada aspecto y una tabla de valores y percentiles referencia integrados en el programa.

### Comparación de resultados:

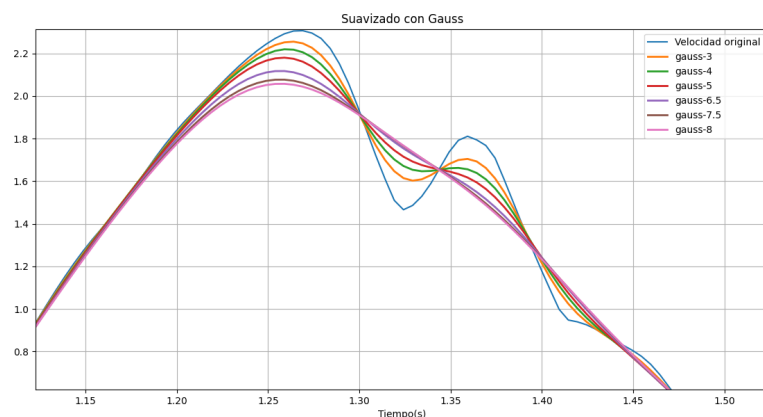
A la hora de querer contrastar los datos finales del salto se ha realizado usando técnicas de videofotogrametría y videoanálisis, utilizando el programa Tracker en el vídeo en el que se recoge el salto correspondiente al archivo Muestra1.xlsx.

## Asignatura de Matemáticas:

### Funcionamiento:

Lo primero a tratar en esta sección sería, valga la redundancia, el tratamiento de los datos iniciales. Al estar estos en un archivo de tipo Excel, la biblioteca Pandas, de Python, ha sido idónea para

extraerlos. A la aceleración original se le han aplicado las operaciones necesarias (explicadas en la

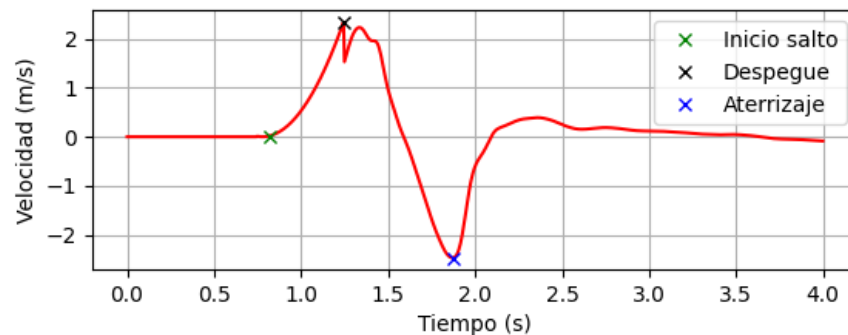


implementación de Física) para convertirla en una que se adhiere más al modelo planteado. Aún con estas, siguen siendo mediciones intratables si queremos sobrepasar los retos que se plantean.

Para iniciar la adaptación de la información obtenida se produce un suavizado de las mediciones. Tras un periodo de experimentación se llegó a la conclusión de que un filtro gaussiano sería el adecuado para mantener la información relevante y mitigar los errores de medición. Por la utilización de una integración numérica por trapecios se obtienen los datos de la velocidad a lo largo del tiempo en el salto. De forma similar y con el mismo objetivo se aplica un filtrado a estos nuevos valores.

Sin embargo, no se podría haber llegado hasta este punto sin superar un obstáculo que atenta contra la integridad de los resultados. Se trata de la inestabilidad durante la fase de reposo en los datos. En todas las mediciones debe existir una fase de reposo en la que el saltador esté completamente quieto; esta fase también tiene que existir después de realizar el salto para que la aceleración vuelva a ser nula tras la caída. La razón principal por la que existe es para que a la hora de integrar, esos valores continúen siendo nulos y no exista velocidad aunque se haya detenido el movimiento. Pero por la imprecisión del instrumento de medida en ese reposo se reciben datos inestables que alteran los resultados finales. Es necesario entonces cerciorarse de que los valores iniciales y finales sean 0. Para el desarrollo de esta aplicación se ha tomado un valor arbitrario de valores que se convierten en nulos con tal de satisfacer esta necesidad.

Como últimos  
objetivos de esta  
materia en el proyecto  
se tiene la  
identificación de las  
fases del salto y la  
obtención de los  
valores más  
remarcables para



almacenar. Si se observa la gráfica de la velocidad descrita durante el salto, parecen bastante diferenciadas estas fases. Cuando comienza el movimiento se va incrementando hasta que alcanza un máximo. Este punto es el que se considera como despegue, ya que a partir de él el atleta está en el aire, donde su velocidad se reduce de forma casi lineal hasta descender otra vez. El momento en el que "aterriza" es en el que se alcanza el mínimo, ya que a partir de ahí la velocidad vuelve a crecer para dejar de ser negativa e ir estabilizándose en 0. Son estos los criterios que se han seguido en el

algoritmo para identificar los diferentes estados del experimento. El punto en el que la velocidad empieza a cambiar tanto como para superar un valor arbitrario (establecido por experimentación en 0.35 m/s) para el comienzo del salto, el valor máximo de los datos para el despegue y el valor mínimo para el aterrizaje.

### Asignatura de Arquitectura de Redes:

El programa requiere para funcionar de la dirección IPv4 del servidor y su puerto; que, mediante un socket TCP, estos se unen. Además de una conexión constante con la red de la UPV o el uso de una VPN, en su defecto.

#### Funciones:

El programa cuenta con diversas funciones todas adaptadas a una interfaz gráfica hecha con el paquete de Python 'GUIzero'. Este es el funcionamiento de cada una de ellas:

1. **get\_ip()**: esta función se limita a recoger la dirección IPv4 del usuario, necesaria para el inicio de sesión con el servidor.
2. **login()**: esta es la función mediante la cual se inicia contacto con el servidor y se inicia sesión con un nombre de usuario y contraseña recibidos. Además, guarda los datos de usuario en un fichero para su posterior uso.
3. **get\_lb()**: esta función es la que pide al servidor la llamada 'Leaderboard', que es un ranking de los 10 mejores saltadores, almacenados en el servidor, por orden, según la altura que haya alcanzado cada uno. Además almacena estos datos en un fichero llamado "ranking.txt", que se usará posteriormente en diversas ocasiones.
4. **listar()**: esta es una función auxiliar que simplemente recoge los datos del fichero "ranking.txt" mencionado previamente y los transforma en una lista de Python, necesaria para mostrar correctamente la 'Leaderboard' en la interfaz gráfica.
5. **send\_data()**: esta es la función destinada a contactar con el servidor para registrar en este los datos con relación a un salto vertical, incluyendo nombre del saltador, altura... entre otros.

6. **guardar()**: otra función auxiliar que tampoco se usa en el mismo programa, que modifica los datos de un fichero llamado “user\_data.txt”, que contiene algunos datos del perfil del usuario, para su posterior uso.

7. **salir()**: es una función cuyo objetivo es el cierre de conexión con el servidor una vez todos los procesos se han llevado a cabo.

8. **comparativa()**: esta es una función extra que añade datos proporciona al usuario datos adicionales al registrar un salto. Concretamente, le muestra sin necesidad de comprobar el ‘Leaderboard’ el sitio que ha ocupado su salto en este, si es que se ha colado entre los 10 mejores y, si es así, a cuántos milímetros se ha quedado su salto del siguiente en el ranking.

Como se puede ver por la última función comentada en la creación de este programa se ha integrado una funcionalidad extra con tal de favorecer la información de la que dispone el usuario sobre el ranking y promover de esta forma la competición. Al momento de enviar la información de un salto, de forma paralela también se pide la “Leaderboard”. En este momento se informa de cuán cerca está de alcanzar al próximo saltador en el ranking. También informa de empates o de si se ha alcanzado el primer puesto.

La relación entre los resultados de estas funciones es más acusada de lo que uno pudiera pensar. A pesar de ser funcionalidades bien diferenciadas algunas comparten información entre sí para garantizar la correcta experiencia. Por ejemplo, todos los datos que el usuario introduce al iniciar sesión se comparten con la función para enviar datos con tal de evitar inputs innecesarios o errores; o en el momento en el que se recibe el ranking, también se crea un fichero con los datos de este para la función comparativa(), solo que no se muestra si el usuario solo quiere ver la lista de los 10 mejores.

### Testing:

Explicada la implementación final, destacar que, el proceso no fue una línea recta cuesta abajo, ya que surgieron diversos problemas durante este, que se ven reflejados en los tests realizados:

#### **-Casos generales:**

- -Leaderboard con usuario y/o contraseña incorrectos/vacíos
- -Send data con algún input vacío / todos los inputs vacíos
- -Send data con 1º/2º/3º input vacío, de forma independiente
- -Pedir la Leaderboard, después enviar datos y viceversa





- -Registrar más de 1 salto en la misma sesión
- -Pedir la leaderboard más de 1 vez en la misma sesión

#### -Función comparativa:

- -Introducir salto con más altura que el TOP 1
- -Introducir salto con la altura suficiente para entrar en el TOP 10
- -Introducir salto sin la altura necesaria para entrar en el TOP 10
- -Introducir salto con misma altura que uno del TOP 10
- -Introducir salto con misma altura que el TOP 1

#### - Casos debidos a problemas durante el desarrollo:

- -Adición de caracteres especiales al registrar un salto

#### - Casos tras añadir la escritura de datos en un fichero:

- -Username y/o contraseña incorrectos
- -Username y/o contraseña correctos

### Asignatura de Programación:

Con este proyecto todos esos conocimientos se han puesto en práctica, siendo la programación la base sobre la que se han realizado todos los procesos. Es por esto que se ha tenido muy en cuenta que todo el código creado se base en una clara arquitectura de software, sea modular, esté testado y comentado.

Toda la funcionalidad del programa se basa en una interfaz gráfica (GUI) que se ha construido usando el paquete de Python: guizero. Todas las acciones se visualizan en la misma ventana donde siempre es posible seleccionar cualquier función del programa.

### Funcionamiento:

INTERFAZ DE USUARIO v1.3

Opciones

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO

Iniciar sesión

Nombre de cuenta

Contraseña

Mostrar contraseña

Iniciar

Analizar el salto

Leaderboard

Historial de salto

Estadísticas

A pesar de tener un diseño que invita a usarse inmediatamente, de forma obligatoria la única acción que se puede realizar cuando se abre el programa es iniciar sesión. Con los datos básicos del usuario ya se pueden poner en marcha todas las opciones del resultado del

proyecto. Es entonces cuando uno puede elegir entre: analizar un salto, ver la Leaderboard actual, acceder al historial de saltos o visualizar las estadísticas del usuario.

### Iniciar sesión:

En esta parte se identifica el usuario utilizando el programa de ARQRED, introduciendo el nombre de la cuenta y una contraseña de 3 dígitos.

Después te pide completar tu información personal (nombre de usuario, grupo y sexo) para desbloquear todas las funciones del programa.

### Analizar el salto:

Si entras a esta ventana, puedes seleccionar un archivo Excel con datos de salto (en la misma carpeta). Después, completa el valor de peso y puedes analizar el archivo seleccionado para mostrar los datos y una gráfica (que hemos hecho en el programa de Física). También te permite enviar el salto al servidor (ARQRED) informándote si has entrado en el ranking o no (si has entrado, te dice dónde estás tú, en caso

contrario, la altura que falta para entrar en el ranking), y otro botón para ver informaciones adicionales.

## Leaderboard:

INTERFAZ DE USUARIO V1.3

OPCIONES	LEADERBOARD				
Iniciar sesión	Rango	Nombre	Grupo	Altura	Fecha
Analizar el salto	1	Dr.Dre	WestCo...	999999...	31-05-...
Leaderboard	2	Samuel...	A1	777777...	31-05-...
Historial de salto	3	jeje	lol	888888...	31-05-...
Estadísticas	4	Pepito...	A1	777777...	31-05-...
	5	Samuel...	A2	777777	30-05-...

Si aprietas este botón, pide el leaderboard al servidor (ARQRED). Guarda los datos en un archivo llamado "ranking.txt", y señala todos los datos en la ventana de interfaz, puedes cambiar de página, porque el ranking se muestra de 5 en 5.

## Historial de saltos:

INTERFAZ DE USUARIO V1.3

OPCIONES	HISTORIAL			
Iniciar sesión	Nº salto	Altura	Fecha	Borrar Historial
Analizar el salto	1	403	[31-05-2023]	
Leaderboard	2	448	[31-05-2023]	
Historial de salto	3	310	[31-05-2023]	
Estadísticas	---	---	---	

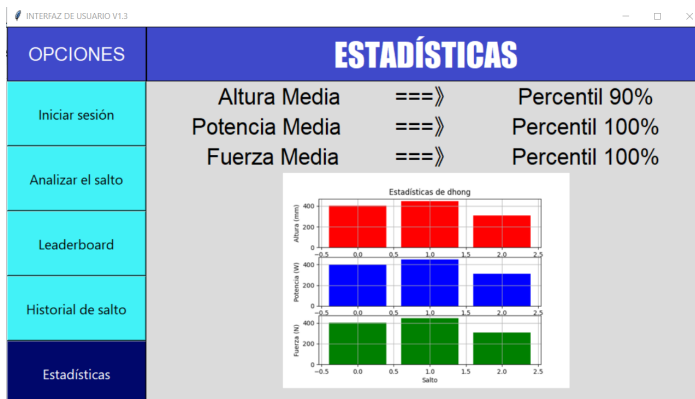
Si se eligiera la opción "Historial de salto" se podría visualizar en una tabla los distintos saltos que ha realizado el usuario actual.

Esta funcionalidad se basa en el uso de un registro de saltos integrado en la aplicación. Se trata de un archivo JSON que contiene los distintos nombres de usuario como claves de una lista de diccionarios que describen los valores más relevantes de cada salto que se

ha enviado desde la aplicación, estos valores son: altura máxima, potencia máxima, fuerza máxima y fecha. Toda la gestión de este registro se encuentra en las funciones leerRegistro(), updateRegistro(). La primera vuelca el contenido del registro en una variable tipo diccionario de Python y la segunda sobrescribe el contenido que había en el archivo JSON con el contenido actual de la variable donde se almacenaba el contenido. La opción de historial de saltos se presenta como una novedad para que los atletas puedan ver los saltos que han ido realizando y llevar un control de su actividad. Desde aquí, además se pueden eliminar saltos del registro, eligiéndolos individualmente o eliminando todos.

El testeo de este programa se ha llevado a cabo mediante el constante testeo manual a la hora de visualizar el registro de saltos, eliminar saltos particulares, eliminar todos los saltos de un usuario, eliminar el usuario del registro y eliminando el registro.

## Estadísticas:



Como última novedad y extra del programa se ha implementado la funcionalidad de Estadísticas, que permiten a un usuario obtener datos sobre su evolución a lo largo del salto analizando sus saltos. De igual forma que Historial de saltos este programa se basa en el registro de saltos de la aplicación. En esta ocasión, al guardar los datos más relevantes de cada salto, estos se

muestran en gráficas de barras. Se muestra una para la altura, otra para la potencia y otra para la fuerza. De esta forma es muy fácil visualizar la evolución de un deportista. Además, con todos estos datos se informa al usuario del percentil al que pertenece en cada magnitud, basándose en la media de los datos de sus saltos y en una tabla de valores de referencia.

El testeo de este programa se ha dejado patente a la hora de evaluar, mediante tests manuales, la resistencia de cada función. Se ha probado con: usuarios en el registro y fuera del registro, tipos de variables incompatibles, mayor o menor cantidad de datos, datos incompatibles entre sí por tipo o longitud, etc.

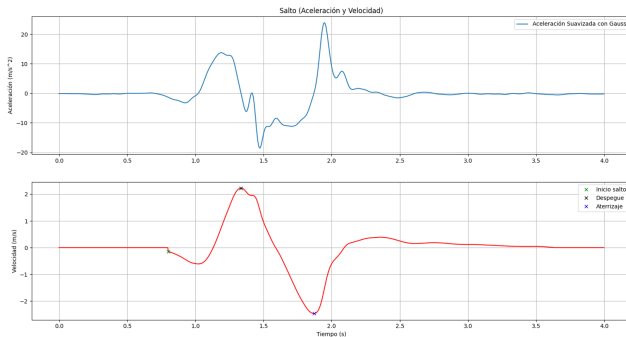
\_\_RESULTADOS:\_\_\_\_\_



## Asignatura de Física:

Para la funcionalidad del análisis de un salto vertical, durante todo el proceso de desarrollo se ha tenido en cuenta siempre el modelo planteado y las metodologías a usar. Como test de fiabilidad, a las gráficas creadas con los datos se las ha comparado con las extraídas con la herramienta Tracker, que analizó un vídeo de una de las muestras usadas. Por desgracia, este análisis no dio resultados fiables porque no se tuvo en cuenta la correcta forma de establecer un sistema de referencia.

### Asignatura de Matemáticas:



Para los resultados del tratamiento de datos con herramientas matemáticas, se ha primado que a la hora del suavizado se pierda la menor cantidad de información relevante posible y que los extremos de las mediciones sean de reposo. Sin embargo, dada la solución propuesta no se puede decir que este último reto haya sido superado enteramente, ya que se producen saltos bruscos

cuando termina el rango de datos que son nulos. Por último sí que se considera que la identificación de las fases de un salto haya sido completada con éxito debido a la coincidencia con los modelos descritos.

### Asignatura de Arquitectura de Redes:

Como pruebas para la fiabilidad de la correcta comunicación con el servidor se han realizado una cantidad considerable de tests manuales y distintas operaciones para poner a prueba que el sistema sea capaz de soportar cualquier tipo de mensaje e interacción. La prueba de esta calidad está implícita en la implementación de esta funcionalidad en el programa, que no causa ningún error en la compilación ni ejecución del programa.

### Asignatura de Programación:

La prueba empírica de la calidad del trabajo realizado en la programación de esta aplicación es la completa normalidad con la que se ejecuta y trabaja a la hora de realizar cualquier proceso. Aún así en todos los programas realizados se ha testado manualmente de forma amplia y extendida para poder prever cualquier excepción.

\_\_DISCUSIÓN:\_\_\_\_\_



Una vez presentado la totalidad del trabajo realizado, se puede comentar la calidad de este y de los resultados obtenidos. De forma general el programa base compila perfectamente y todas sus funcionalidades están perfectamente integradas junto con la interfaz gráfica. Todas las excepciones están cubiertas para que el usuario no sea capaz de generar errores. La comunicación con el servidor está en todo momento activa y todos los datos se envían y reciben perfectamente. Respecto a la extracción de los datos de interés del salto, la solución propuesta parece concordar con los modelos de referencia y los resultados no tienen un gran margen de error dentro de lo que cabe. Si se pudiera plantear una mejor solución sería generar cuantos más añadidos pudieran ser posibles para seguir mejorando la experiencia de uso en concordancia con la misma filosofía que ha motivado esta solución.

## \_\_CONCLUSIONES:\_\_\_\_\_



### Resultado:

Con el trabajo en su fase final de desarrollo se considera que es una solución más que decente a todos los retos y objetivos planteados. El resultado es un programa funcional en el que prima la accesibilidad a cualquier usuario gracias a una interfaz gráfica abierta e intuitiva. Los resultados que comunica a quienes la usan para analizar un salto medido con un acelerómetro de un smartphone son claros y concisos, con una cierta carencia de veracidad dentro de lo que cabe; pero destacar que ha habido un esfuerzo para acercarlos a lo cotidiano. A pesar de ser una parte integral de la aplicación y más compleja de lo que parece, la comunicación con el servidor es totalmente discreta y clara a ojos del usuario. Por último, el equipo no ha dejado de pensar en novedades y funcionalidades extra al programa para destacar sobre otras alternativas a este, promoviendo con estas, además, un mayor seguimiento de la evolución de los resultados de un atleta que sea frecuente en la aplicación e instando siempre a que alcance su mayor potencial.

### Equipo de desarrollo:

El equipo de desarrollo de esta aplicación ha sido el siguiente y principalmente, estas son las tareas que han cumplido. Cabe destacar que todos ellos han participado en mayor o menor medida en todas



las tareas de desarrollo y aprendizaje que han aparecido durante el proceso ya que después de todo este es un proyecto grupal.

- **Pablo Colomino Granell**: análisis matemático de saltos y extracción de resultados físicos y actor y técnico de iluminación del vídeo de presentación.
- **Álvaro Donderis Martínez**: redacción de la memoria, programación de “Historial de saltos” y “Estadísticas”, actor del vídeo de presentación.
- **Dazhan Hong**: programación de la interfaz gráfica, actor, cámara y editor del vídeo de presentación.
- **Marcos Olmo López**: programación de la comunicación con el servidor, creación de la presentación de diapositivas y del guión, actor y director del vídeo de presentación.

## \_\_BIBLIOGRAFÍA:\_\_\_\_\_



Para la elaboración de esta trabajo se ha dispuesto de información externa proveniente de los siguientes sitios web:

- Documentación del paquete de Python [matplotlib.pyplot](#)
- Documentación del paquete de Python [numpy](#)
- Documentación del paquete de Python [quizero](#)
- Chatbot: [ChatGPT](#)
- Documentación de Python sobre [archivos JSON](#)