

Simulación de Eventos Discretos
Predicción de Levantamiento de Pesas en París
2024

Ariel González Gómez
Alex Samuel Bas Beovides

Junio 2024

1 Introducción

1.1 Breve descripción del proyecto

El objetivo del proyecto es confeccionar un modelo computacional para simular la competición de Levantamiento de Pesas (Halterofilia) de los Juegos Olímpicos de París 2024, haciendo análisis y pruebas de hipótesis para determinar los parámetros que conformen un modelo más consistente con la realidad, y de esta manera intentar predecir, de manera precisa, el ranking que resultará en dicha competencia futura.

1.2 Objetivos y metas

- Comprender el funcionamiento de una competición de levantamiento de pesas en un entorno simulado.
- Analizar el impacto de diferentes parámetros en el rendimiento de los atletas.
- Desarrollar una simulación computacional que modele de manera efectiva el comportamiento de los atletas en la competición.
- Predecir los resultados de la competencia a realizarse en Paris.

1.3 Sistema específico a simular y variables de interés

Las variables de interés incluyen:

- Categorías de peso.
- Peso inicial seleccionado por cada atleta.
- Peso levantado en cada intento.
- Resultados acumulados de cada atleta.
- Ranking final basado en los resultados de los atletas.

2 Detalles de implementación

La implementación de la simulación se realizó en varias etapas, donde cada una fue implementada en Python utilizando Jupyter Notebook, lo que permitió una fácil visualización y manipulación de los datos:

- **Recopilación de datos:** Los datos de los atletas clasificados se obtuvieron a través de web scraping en el sitio web International Weightlifting Results Project. Estos datos incluyen los resultados de muchas competencias recientes de levantamiento de pesas, en tablas para cada torneo donde se conocen los pesos de los intentos exitosos o fallidos de los atletas, y el ranking resultante.
- **Simulación de torneos de levantamiento de pesas:** Se aplicó toda la información recopilada para simular torneos de levantamiento de pesas. Se siguió fielmente el orden de ejecución de la competencia descrita anteriormente, y se tomaron en cuenta las hipótesis comprobadas para determinar las variables aleatorias (peso del primer intento, probabilidad de éxito de un intento, diferencia de peso entre intentos consecutivos). Esto se realizó a través de la función `simulate_weightlifting` en el código.
- **Generación de rankings:** Para cada simulación, se generó un ranking de los atletas basado en sus resultados. Se sumaron los lugares que cada atleta obtuvo en cada ranking. Luego, se terminó el ranking como el orden de los atletas de menor a mayor suma, ya que de esta forma los atletas que generalmente obtienen los primeros lugares obtendrán menor suma y por tanto mejor lugar en conjunto, y análogamente peor para los que obtienen resultados más pobres.
- **Presentación de resultados:** Los resultados de cada categoría de peso se presentaron en tablas con las columnas atleta y peso total. Se imprimieron los resultados de cada categoría de peso, separados por una línea en blanco para facilitar la lectura.
- **Comparaciones y mediciones entre modelos:** En esta etapa final, se realizaron comparaciones y mediciones entre los diferentes modelos generados a partir de las simulaciones para determinar cuál era el más preciso.

Se puede consultar la implementación realizada en este repositorio de GitHub.

3 Resultados y Experimentos

3.1 Hallazgos de la simulación

La simulación del levantamiento de pesas para los Juegos Olímpicos de París 2024 se realizó utilizando datos históricos de competencias recientes. Los resultados indican una distribución de intentos y éxitos que varían según las categorías de peso y los tipos de levantamiento (Snatch y Clean and Jerk). Se observó que la media y la desviación estándar de las diferencias entre el primer intento y el rendimiento promedio difieren entre ambos formatos.

3.2 Interpretación de los resultados

Los histogramas generados muestran que las diferencias entre el primer intento y el rendimiento promedio tienen una distribución aproximadamente normal en ambos formatos. La media de estas diferencias sugiere una tendencia de los atletas a iniciar sus intentos cerca de su rendimiento promedio anterior, lo cual puede ser interpretado como una estrategia para asegurar al menos un intento exitoso.

3.3 Hipótesis extraídas de los resultados

1. Los atletas tienden a seleccionar pesos iniciales cercanos a sus promedios de rendimiento en competencias previas.
2. Las distribuciones de los intentos exitosos y fallidos pueden predecir las probabilidades de éxito en futuros intentos, basándose en las diferencias observadas en los histogramas.
3. La probabilidad de éxito al realizar un levantamiento en un formato determinado para un atleta se puede aproximar mediante la función sigmoide.

3.4 Experimentos realizados para validar las hipótesis

Para validar estas hipótesis, se llevaron a cabo varios experimentos:

- Se analizaron las diferencias entre el primer intento y el rendimiento promedio para cada atleta, categorizando los resultados según éxito o fracaso.
- Se generaron histogramas de estas diferencias para visualizar la distribución y calcular la media y la desviación estándar.
- Se compararon las distribuciones de intentos entre diferentes categorías de peso y tipos de levantamiento para identificar patrones consistentes.

4 Modelo Matemático

4.1 Descripción del modelo de simulación

En esta sección, se describe el modelo de simulación para predecir los resultados de la competición de levantamiento de pesas en los Juegos Olímpicos de París 2024. La competencia se organiza en 10 categorías de peso, 5 para mujeres (49 Kg, 59 Kg, 71 Kg, 81 Kg, y más de 81 Kg) y 5 para hombres (61 Kg, 73 Kg, 89 Kg, 102 Kg, y más de 102 Kg). Cada categoría es un torneo independiente donde participan entre 10 y 12 atletas.

Cada atleta realiza 3 intentos en dos tipos de levantamiento: envión (Snatch) y arrancada (Clean and Jerk). El resultado final del atleta es la suma del mayor peso levantado exitosamente en ambos tipos. Si un atleta falla los 3 intentos en cualquiera de los tipos, su resultado es nulo. Los intentos se realizan en orden no decreciente de peso.

4.1.1 Definición de variables

- Variables de tiempo:
 - t : tiempo general
 - t_i : tiempo del i -ésimo intento de un atleta
- Variables de estado:
 - w_{ij} : peso levantado en el j -ésimo intento del i -ésimo atleta
 - r_i : resultado final del i -ésimo atleta
 - o_i : orden de levantamiento del i -ésimo atleta
- Variables de resultado:
 - R : ranking final de los atletas

4.1.2 Inicialización de variables

- $t = 0$
- $w_{ij} = 0$ para todo i y j
- $r_i = 0$ para todo i
- o_i determinado por el peso inicial seleccionado por el atleta

4.1.3 Definición de eventos

- Evento de intento de levantamiento:
 - $t = t_i$
 - Generar resultado del intento w_{ij}
 - Actualizar $r_i = \max(r_i, w_{ij})$
 - Si $j < 3$, determinar el peso del siguiente intento y actualizar o_i
- Evento de finalización de todos los intentos:
 - Ordenar atletas por r_i y actualizar R

4.2 Supuestos y restricciones

- Los pesos seleccionados para los intentos siguen una distribución específica basada en datos históricos.
- Los resultados de los intentos siguen una probabilidad de éxito determinada por la capacidad del atleta y el peso levantado.
- Todos los atletas tienen 3 intentos para cada tipo de levantamiento.
- El ranking se determina primero por la suma del mayor peso levantado en ambos tipos, y en caso de empate, por el orden en que se obtuvo el resultado.

4.3 Comparación de los resultados obtenidos con los resultados experimentales

Los resultados obtenidos de la simulación fueron comparados con los datos experimentales de competencias previas para validar la precisión del modelo. Se observó que las predicciones del modelo sobre el ranking y los intentos exitosos de los atletas coinciden en gran medida con los resultados históricos. Las siguientes observaciones se realizaron durante la comparación:

- Coincidencia en Medias y Desviaciones: Las medias y desviaciones estándar de los intentos en la simulación muestran una alta concordancia con los datos experimentales.
- Predicción de Éxitos: La tasa de éxitos predicha por el modelo en los primeros intentos se alinea con los patrones observados en competencias previas.
- Consistencia de Rankings: El ranking de atletas simulado refleja de manera precisa las posiciones observadas en eventos pasados, lo que sugiere una buena capacidad predictiva del modelo.

Estos puntos destacan la efectividad del modelo probabilístico utilizado en la simulación, aunque es importante considerar las limitaciones y continuar refinando el modelo con datos adicionales y análisis más profundos.