



# Proyecto

## Análisis y Diseño de Algoritmos I 2023-I

El proyecto debe ser realizado en equipos de máximo cuatro (4) personas. Como entregables del proyecto se necesita entregar:

- Un informe que contenga:
  - Análisis de resultados: deben haber comparaciones de la complejidad teórica estimada con la complejidad real del algoritmo en ejecución, comparaciones de tamaño de entrada vs tiempo de salida, esto se hace tomando tiempos de ejecución del algoritmo que soluciona el problema. También estas comparaciones deben ser presentadas por medio de gráficos (tamaño de entrada vs tiempo de salida), y también debe comparar los tiempos de salida de las distintas soluciones que presente, evidenciando que hay diferencias entre los tiempos de salida de las distintas soluciones que se plantea (que concuerda la mejora en la complejidad computacional teórica)

- Conclusiones del proyecto
- Código correspondiente al algoritmo que da solución al problema planteado del proyecto
- Instrucciones para poder ejecutar el código
- Set de distintas pruebas con distintos tamaños y parámetros de entrada (mínimo 4 pruebas de 4 instancias del problema distintos)

### *El problema del Zoológico de Cali*



El Zoológico de Cali está planeando un gran espectáculo a ser realizado **proximamente**. El Zoológico realiza este evento para poder atraer más visitantes al lugar.

El espectáculo consistiría en tener como protagonistas algunos animales del zoológico. Exactamente, todo el espectáculo tendrá como protagonistas a  $n$  animales de todos los que habitan el zoológico. Cada uno de estos animales tiene un valor que corresponde a su **grandeza** (todos los animales que participan en el espectáculo tienen distintas grandezas) en el espectáculo. La grandeza causa más asombro a las personas que disfrutan el espectáculo. El rango de valores que toman las grandezas de los animales va de 1 hasta  $n$ .

El zoológico contará con  $n$  animales como participantes del espectáculo.

El evento consistirá en  $m$  partes:

- Una primera parte: Una gran apertura del evento, que consiste en  $(m-1)*k$  escenas, donde en cada escena participan 3 animales distintos.

- Seguido de la apertura, se presentarán  $m - 1$  partes de  $k$  escenas cada una, donde, al igual que en la apertura, en cada escena participan 3 animales distintos.
- Una escena es un conjunto de 3 elementos (animales) cuyo orden está por definir.

Donde  $n, m, k$  son todos enteros positivos.

Es decir, el evento tiene  $m$  partes, de las cuales 1 parte es la Gran apertura y que se presenta primero, y luego de ella se presentan las siguientes  $m - 1$  partes, para completar el Gran espectáculo.

**Nota: en absolutamente todas las  $m - 1$  partes que son seguidas de la apertura, participarán escenas que tuvieron lugar en la apertura, y viceversa (en la apertura hay escenas que serán parte de las  $m - 1$  partes siguientes)**

Por ejemplo, en una instancia del problema donde  $n = 6, m = 3, k = 2$  y se tengan los siguientes animales:

- Ciempiés (**Grandeza: 1**)
- Libélula (**Grandeza: 2**)
- Gato (**Grandeza: 3**)
- Perro (**Grandeza: 4**)
- Tapir (**Grandeza: 5**)
- Nutria (**Grandeza: 6**)

Las escenas:

- Apertura:  $\{\{\text{Tapir, Nutria, Perro}\}, \{\text{Tapir, Perro, Gato}\}, \{\text{Ciempiés, Tapir, Gato}\}, \{\text{Gato, Ciempiés, Libélula}\}\}$
- Parte:  $\{\{\text{Tapir, Nutria, Perro}\}, \{\text{Ciempiés, Tapir, Gato}\}\}$
- Parte:  $\{\{\text{Gato, Ciempiés, Libélula}\}, \{\text{Tapir, Perro, Gato}\}\}$

Nótese que se usa notación de conjuntos para las entradas, pues no tienen necesariamente un orden. Nótese también que se cumple que en la apertura están todas las escenas que estarán en las partes después de la apertura, y viceversa, las escenas que están en las  $m - 1$  partes seguidas a la apertura sucedieron en la apertura.

Lo que el gerente del Zoológico desea es que, localmente en cada escena se presenten los animales en orden ascendente según la grandeza de cada animal.

De igual forma, el gerente desea también que en cada una de las  $m$  partes del gran espectáculo (la apertura, que va de primero, y las  $m - 1$  partes siguientes), las escenas se presenten en orden ascendente según la grandeza total de cada escena (la grandeza total es la suma de las grandezas de los animales que participan en la escena). **Nota: el criterio de desempate entre dos escenas que tengan la misma grandeza total de escena, se hace tomando la máxima grandeza individual de cada una de las escenas en empate, y se presentan las escenas en orden ascendente según la máxima grandeza individual de las escenas**

Por ejemplo, si tenemos una escena de cualesquiera animales cuyas grandezas son  $\{7, 1, 4\}$  y otra escena cuyas grandezas son  $\{5, 3, 4\}$ , la máxima grandeza individual de la primera escena es 7, y la máxima grandeza individual de la segunda escena es 5, por ende, debe ir primero la escena  $\{5, 3, 4\}$  antes que la escena  $\{7, 1, 4\}$ .

Finalmente, el gerente desea que las  $m - 1$  partes posteriores a la gran apertura también se den en un orden específico: deben presentarse las partes también en orden ascendente según la grandeza total de cada parte (la grandeza total de la parte es la suma de las grandezas totales de las escenas).

Adicionalmente, el gerente del Zoológico desea saber ciertos datos acerca de su espectáculo:

- El animal que participó en más escenas dentro del espectáculo y en cuántas participó. (En caso de haber empate entre animales, se deben mostrar todos)
- El animal que menos participó en escenas dentro del espectáculo y en cuántas participó. (En caso de haber empate entre animales, se deben mostrar todos)

- La escena de menor grandeza total.
- La escena de mayor grandeza total.
- El promedio de grandeza de todo el espectáculo (se tienen en cuenta todas las escenas, incluidas las de la apertura y las de los  $m - 1$  bloques siguientes).

El gerente del zoológico ha escuchado que los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, especialmente del curso de ADA, de la Universidad del Valle, son especialistas en resolver este tipo de problemas y en los menores tiempos posibles, y ha decidido contratarlos para resolver su problema.

Por ejemplo, la salida del anterior ejemplo presentado donde  $n = 6, m = 3, k = 2$  y se tenían los respectivos animales y escenas, la salida debería de ser:

- Apertura: [(Ciempiés, Libélula, Gato), (Ciempiés, Gato, Tapir), (Gato, Perro, Tapir), (Perro, Tapir, Nutria)]
- Parte 1: [(Ciempiés, Libélula, Gato), (Gato, Perro, Tapir)]
- Parte 2: [(Ciempiés, Gato, Tapir), (Perro, Tapir, Nutria)]
- El animal que participó en más escenas dentro del espectáculo fueron el **Gato** y el **Tapir**, ambos participaron en **6** escenas.
- El animal que menos participó en escenas dentro del espectáculo fue la **Libélula** y participó en **2** escenas.
- La escena de menor grandeza total fue la escena (Ciempiés, Libélula, Gato)
- La escena de mayor grandeza total fue la escena (Perro, Tapir, Nutria)
- El promedio de grandeza de todo el espectáculo fue de **10.5**

Otro ejemplo de entrada con  $n = 9, m = 4, k = 3$ , con los siguientes animales:

- Capibara **Grandeza: 1**
- Loro **Grandeza: 2**

- Caimán **Grandeza: 3**
- Boa **Grandeza: 4**
- Cocodrilo **Grandeza: 5**
- Cebra **Grandeza: 6**
- Pantera negra **Grandeza: 7**
- Tigre **Grandeza: 8**
- León **Grandeza: 9**

Con las siguientes escenas:

- Apertura:  $\{\{\text{Caimán, Capibara, Loro}\}, \{\text{Boa, Caimán, Capibara}\}, \{\text{Cocodrilo, Capibara, Loro}\}, \{\text{Pantera negra, Cocodrilo, Loro}\}, \{\text{Tigre, Loro, Capibara}\}, \{\text{León, Caimán, Loro}\}, \{\text{León, Cocodrilo, Boa}\}, \{\text{León, Pantera negra, Cebra}\}, \{\text{Tigre, Cebra, Pantera negra}\}\}$
- Parte:  $\{\{\text{Caimán, Capibara, Loro}\}, \{\text{Tigre, Loro, Capibara}\}, \{\text{Tigre, Cebra, Pantera negra}\}\}$
- Parte:  $\{\{\text{Pantera negra, Cocodrilo, Loro}\}, \{\text{León, Pantera negra, Cebra}\}, \{\text{Cocodrilo, Capibara, Loro}\}\}$
- Parte:  $\{\{\text{Boa, Caimán, Capibara}\}, \{\text{León, Caimán, Loro}\}, \{\text{León, Cocodrilo, Boa}\}\}$

La salida de dicha instancia sería:

- Apertura:  $[(\text{Capibara, Loro, Caimán}), (\text{Capibara, Caimán, Boa}), (\text{Capibara, Loro, Cocodrilo}), (\text{Capibara, Loro, Tigre}), (\text{Loro, Cocodrilo, Pantera negra}), (\text{Loro, Caimán, León}), (\text{Boa, Cocodrilo, León}), (\text{Cebra, Pantera, Tigre}), (\text{Cebra, Pantera negra, León})]$
- Parte 1:  $[(\text{Capibara, Loro, Caimán}), (\text{Capibara, Loro, Tigre}), (\text{Cebra, Pantera negra, Tigre})]$
- Parte 2:  $[(\text{Capibara, Caimán, Boa}), (\text{Loro, Caimán, León}), (\text{Boa, Cocodrilo, León})]$

- Parte 3: [(Capibara, Loro, Cocodrilo), (Loro, Cocodrilo, Pantera negra), (Cebra, Pantera negra, León)]
- El animal que participó en más escenas dentro del espectáculo fue el **Loro** que participó en **10** escenas.
- El animal que menos participó en escenas dentro del espectáculo fueron el **Tigre**, la **Cebra** y la **Boa**, quienes participaron cada uno en **4** escenas.
- La escena de menor grandeza total fue la escena (Capibara, Loro, Caimán)
- La escena de mayor grandeza total fue la escena (Cebra, Pantera negra, León)
- El promedio de grandeza de todo el espectáculo fue de **13.56**

⇒ **Usted debe:**

1. Plantear una solución al problema cuya complejidad sea  $O(n^2)$
2. Plantear una solución al problema cuya complejidad sea  $O(n * \log(n))$
3. Plantear una solución al problema cuya complejidad sea  $O(n)$

⇒ **Para cada una de las soluciones, debe:**

1. Explicar de manera clara la idea de la solución al problema, cómo lo va a atacar, qué hará primero, qué métodos o algoritmos usará, etc.
2. Si va a utilizar un algoritmo ya existente, debe especificarlo y debe decir su complejidad computacional teórica
3. Si utilizará un algoritmo ya existente, como por ejemplo, Merge Sort o cualquier otro, **NO** es permitido hacer uso de funciones en librerías del lenguaje de programación, todos los algoritmos existentes (que se han visto en clase) que vaya a requerir para el proyecto debe escribirlos manualmente, y cerciorarse de que funcionan en la práctica igual que como están planteados en la teoría.

4. Adjuntar la solución al problema (junto con las instrucciones para ejecutar el código) en **uno** de los siguientes 3 lenguajes: `java`, `c++`, `python`