

# ENUNCIADO TAREA 2

## ALGORITMOS Y COMPLEJIDAD

«CppCorp»

Fecha límite de entrega: **21 de abril de 2025**

Equipo ALGORITMOS Y COMPLEJIDAD 2025-2

6 de octubre de 2025

01:53

Versión 0.0

### Índice

<b>1. Objetivos</b>	<b>2</b>
1.1. Problema . . . . .	2
1.2. Entrada y salida . . . . .	3
<b>2. Especificaciones</b>	<b>4</b>
2.1. Implementaciones . . . . .	4
2.2. Informe . . . . .	4
<b>3. Condiciones de entrega</b>	<b>5</b>
<b>A. Casos de prueba</b>	<b>6</b>

# 1. Objetivos

El objetivo de esta tarea 2 es comparar diferentes técnicas para resolver un problema específico, evaluando tanto el **tiempo de ejecución** como el **uso de memoria**.

En particular, los estudiantes deberán implementar tres enfoques distintos: un **algoritmo de fuerza bruta**, dos **algoritmos greedy** (subóptimos o no necesariamente correctos) y un **algoritmo de programación dinámica**. La idea es analizar y comparar el rendimiento de cada técnica, y además, en el caso de los algoritmos greedy, evaluar **qué tan correctas o cercanas a la óptima son las soluciones obtenidas**.

## 1.1. Problema

En **CppCorp**, una empresa de desarrollo de software fundada en 2001, se busca optimizar la productividad de los desarrolladores. A lo largo de los años, la empresa ha crecido y cuenta con un equipo diverso de programadores con distintos lenguajes favoritos y niveles de experiencia. En el año 2025, Carlos fue nombrado jefe de la empresa y se propuso mejorar la eficiencia y productividad de todos los equipos de desarrollo.

Los empleados están organizados en fila según el orden de ingreso a la empresa, es decir, el empleado  $i$  fue el  $i$ -ésimo en entrar. Cada desarrollador  $i$  tiene un **lenguaje de programación favorito**  $C_i$  y si programa en su lenguaje favorito su productividad es  $A_i$ , mientras que si programa en otro lenguaje su productividad es  $B_i$ .

Carlos desea formar equipos que maximicen la **productividad total de la empresa**, definida como la suma de las productividades de todos los equipos. Cada desarrollador **pertenece exactamente a un equipo**, y no hay empleados fuera de los equipos. Para ello, los equipos se forman como **segmentos contiguos no vacíos** de la fila de empleados.

La productividad individual de un empleado  $i$  dado que programa con el lenguaje  $L$  se define como

$$p_i(L) = \begin{cases} A_i & \text{si } C_i = L \\ B_i & \text{si } C_i \neq L \end{cases}$$

La productividad de un equipo se obtiene sumando las productividades individuales de todos los miembros del equipo usando el lenguaje que más miembros prefieren, y en caso de empate se toma la opción que genere la menor productividad posible. Formalmente, para un segmento  $[l, r]$ , la productividad del equipo se define como:

$$\text{productividad\_equipo}(l, r) = \min_{L \in \arg\max_{\ell} |\{i \in [l, r] : C_i = \ell\}|} \sum_{i=l}^r p_i(L)$$

Aquí,  $\arg\max_x f(x)$  representa el **conjunto de valores  $x$  que maximizan  $f(x)$** . En nuestra fórmula,  $|\{i \in [l, r] : C_i = \ell\}|$  representa la cantidad de miembros del segmento cuyo lenguaje favorito es  $\ell$ , y por lo tanto

$$\arg\max_{\ell} |\{i \in [l, r] : C_i = \ell\}|$$

es el **conjunto de lenguajes más frecuentes** en el segmento.

La **productividad total de la empresa** se obtiene sumando las productividades de todos los segmentos que forman los equipos:

$$\text{ProdTotal} = \sum_{\text{segmentos } [l, r]} \text{productividad\_equipo}(l, r)$$

Cada segmento  $[l, r]$  contribuye con su propia productividad según las reglas descritas, y el objetivo es encontrar la **partición óptima** de la fila que maximice ProdTotal, asegurando que todos los desarrolladores estén incluidos en algún equipo.

### Dominio de los valores y casos de prueba

Para esta tarea, los valores de los parámetros cumplen las siguientes restricciones:

- $n$ , la cantidad de empleados, es un entero tal que  $1 \leq n \leq 10^4$ .
- $A_i$  y  $B_i$ , las productividades de cada empleado, son enteros en el rango  $[-10^9, 10^9]$ .
- $C_i$  es un string formado únicamente por letras minúsculas del alfabeto inglés, sin espacios, que indica el lenguaje favorito del empleado  $i$ .

## 1.2. Entrada y salida

### Formato de entrada

El input se presenta de la siguiente manera:

```
n
A_1 B_1 C_1
A_2 B_2 C_2
...
A_n B_n C_n
```

### Formato de salida

ProdTotal

donde ProdTotal es la productividad máxima que se puede obtener al formar los equipos de acuerdo a las reglas descritas anteriormente.

### Ejemplo de entrada

```
5
10 5 cpp
8 3 python
6 4 cpp
7 2 java
5 5 cpp
```

### Ejemplo de salida

26

### Explicación

Se pueden formar los siguientes equipos para maximizar la productividad:

■ **Equipo 1:** Empleados 1, 2, 3

- Lenguaje más frecuente: cpp (empleados 1 y 3)
- Productividad:

$$(10 + 6) + B_2 = 16 + 3 = 19$$

■ **Equipo 2:** Empleados 4 y 5

- Frecuencia máxima de lenguajes: java y cpp aparecen una vez cada uno
- Para desempatar, se elige el lenguaje que genere la mínima productividad del equipo (regla del problema)
- Productividad:
  - Lenguaje java:  $(7) + B_5 = 7 + 5 = 12$
  - Lenguaje cpp:  $(5) + B_4 = 5 + 2 = 7$
- Elegimos el mínimo: 7

La productividad total máxima se obtiene sumando los equipos:  $19 + 7 = 26$ .

## 2. Especificaciones

En esta sección se describen los pasos a seguir para completar la tarea, la cual consiste en desarrollar código en C++ «[Implementaciones](#)» y en realizar un informe «[Informe](#)». Se espera que cada uno de los pasos se realice de manera ordenada y siguiendo las instrucciones dadas.

Abra este documento en algún lector de PDF que permita hipervínculos, ya que en este documento el texto en color [azul](#) suele indicar un hipervínculo.

- (1) En caso de dudas, enviar preguntas al foro de la Tarea 2 o a los ayudantes del curso. Cualquier modificación o aclaración se informará tanto por aula como por los canales oficiales de GitHub Classroom.
- (2) Todo lo necesario para realizar la tarea se encuentra en el repositorio de GitHub Classroom:

<https://classroom.github.com/a/ONcKwA6A>

Nota: La estructura de archivos y el template del proyecto se encuentran disponibles en el repositorio generado. El repositorio será automáticamente privado y contendrá toda la estructura necesaria para completar la tarea.

- (3) El repositorio generado contiene toda la información oficial y estructura necesaria para completar la tarea.

### 2.1. Implementaciones

- (1) Implementar cada uno de los algoritmos en C++:
  - **Algoritmo Fuerza Bruta:** Resolver el problema de forma exhaustiva utilizando fuerza bruta.  
Archivo: `code/implementation/algorithms/brute-force.cpp`.
  - **Algoritmos Greedy:** Implementar dos heurísticas greedy (*subóptimas*) para el problema.  
Archivos: `code/implementation/algorithms/greedy{1,2}.cpp`.
  - **Programación Dinámica:** Implementar la solución óptima del problema mediante programación dinámica.  
Archivo: `code/implementation/algorithms/dynamic-programming.cpp`.
- (2) Mediciones de tiempo y memoria: Implementar los programas principales en C++ y su respectivo `makefile` que ejecute los algoritmos y genere archivos de salida en los directorios:
  - `code/implementation/data/measurements/`
- (3) Generación de gráficos: Implementar scripts en Python que lean los archivos de medición y generen gráficos en formato PNG en:
  - `code/implementation/data/plots/`
  - Scripts de ejemplo: `code/implementation/scripts/array_generator.py` y `plot_generator.py`.
- (4) Documentación: Documentar cada uno de los pasos anteriores:
  - Completar el archivo `README.md` del directorio `code`.
  - Documentar en cada uno de sus programas, al inicio de cada archivo, fuentes de información, referencias y bibliografía utilizada.

### 2.2. Informe

Generar un informe en  $\text{\LaTeX}$  que contenga los resultados obtenidos y una discusión sobre ellos. El template oficial se encuentra en el repositorio de GitHub Classroom en el directorio `report/` y debe utilizarse en esta entrega:

<https://classroom.github.com/a/ONcKwA6A>

- No se debe modificar la estructura del informe.
- Las indicaciones se encuentran en el archivo `README.md` del repositorio y en la plantilla de  $\text{\LaTeX}$ .

### 3. Condiciones de entrega

- (1) La tarea es individual, sin excepciones.
- (2) La entrega debe realizarse vía <http://aula.usm.cl>, entregando la URL del repositorio de GitHub Classroom donde se encuentra el código fuente de su tarea. Debe aceptar la invitación de GitHub Classroom para obtener su repositorio de trabajo: <https://classroom.github.com/a/ONcKwA6A> El repositorio generado por GitHub Classroom será automáticamente privado y contendrá toda la estructura y template necesarios para completar la tarea.
- (3) Si se utiliza algún código, idea o contenido extraído de otra fuente, este debe ser citado en el lugar exacto donde se utilice.
- (4) Asegúrese de que todas sus entregas tengan sus datos completos: número de la tarea, ramo, semestre, nombre y rol. Puede incluirlos como comentarios en sus fuentes  $\LaTeX$  (en  $\TeX$  los comentarios son desde % hasta el final de la línea) o en posibles programas. Anótese como autor de los textos.
- (5) Si usa material adicional al discutido en clases, detállelo. Agregue información suficiente para ubicar ese material (en caso de no tratarse de discusiones con compañeros de curso u otras personas).
- (6) No modifique `preamble.tex`, `report.tex`, `rules.tex`, estructura de directorios, nombres de archivos, configuración del documento, etc. Sólo agregue texto, imágenes, tablas, código, etc. En los códigos fuente de su informe/reporte, no agregue paquetes ni archivos `.tex`.
- (7) La fecha límite de entrega es el día **08 de octubre de 2025**.

## A. Casos de prueba

### A.0.1. Generación de casos de prueba

Los estudiantes deberán implementar un generador de casos de prueba en Python llamado `testcases_generator.py`, ubicado en:

`code/implementation/scripts/testcases_generator.py`

#### Requisitos del generador:

- Debe generar archivos de entrada válidos para el problema de productividad de desarrolladores.
- Cada archivo de entrada debe llamarse:

`testcases_{n}_{i}.txt`

donde:

- $\{n\}$  representa la cantidad de empleados del caso de prueba.
- $\{i\}$  es un identificador único para diferenciar múltiples casos con la misma cantidad de empleados.
- Formato del archivo de entrada:
  - La primera línea contiene un entero  $n$ , la cantidad de empleados, con  $1 \leq n \leq 10^4$ .
  - Las siguientes  $n$  líneas contienen tres elementos por empleado:

$A_i \ B_i \ C_i$

donde:

- $A_i$  es la productividad del empleado  $i$  cuando programa con su lenguaje favorito (entero entre  $-10^9$  y  $10^9$ ).
- $B_i$  es la productividad del empleado  $i$  cuando programa con un lenguaje distinto al favorito (entero entre  $-10^9$  y  $10^9$ ).
- $C_i$  es el lenguaje favorito del empleado  $i$ , representado por una letra minúscula del alfabeto inglés (a-z), sin espacios.
- El generador debe permitir crear múltiples casos de prueba de manera automática, variando la cantidad de empleados, los valores de productividad y los lenguajes favoritos.

Los archivos generados serán utilizados por los algoritmos implementados en C++ para probar la corrección y eficiencia de las soluciones de fuerza bruta, greedy y programación dinámica.