



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA COMPUTACION

Diseño y Análisis de Algoritmos - IIC2283 - 2^{do} semestre - 2023

Tarea 2

Publicación : Miércoles 11 de octubre
Github Classroom : <https://classroom.github.com/a/bqbG9kfm>
Entrega : Viernes 27 de octubre

Indicaciones

- La tarea es estrictamente individual.
- La solución debe ser entregada en los archivos `p1.py` y `p2.py` del repositorio privado asignado mediante GitHub Classroom para esta tarea. Se revisará el último commit subido antes de la entrega al repositorio y el último commit subido en cada día de atraso, se evaluará con la mejor nota obtenida en estos commits incluyendo descuentos. Se usará Python 3.9.X para la revisión.
- El *input* para el programa debe ser obtenido desde *standard input*. El *output* debe ser entregado mediante *standard output*.
- La corrección se realizará mediante *tests* automatizados acordes al formato de *input* y *output* especificado. Cada *test* tendrá un timeout según lo que se especifica como tiempo esperado.
- Un *test* se considerará **reprobado** en caso de que 1) dado el *input* el *output* sea incorrecto, 2) exista un error de *runtime* durante su ejecución, o 3) el *timeout* se cumpla durante su ejecución. En otro caso, el *test* se considerará **aprobado**.
- No se permite el uso de librerías externas a la librería estándar de Python a *priori*. Consultar en las [issues del repositorio oficial del curso](#) en caso de requerir una.

Problema 1

Cada día Alicia va hacia la universidad desde su casa, al pasar de los años ya conoce bien los tranvías que pasan por el camino y ahora quiere saber cuántas rutas distintas existen para llegar a la universidad.

El camino a la universidad se puede considerar como una secuencia de cuadras en línea recta, la casa de Alicia se encuentra en la cuadra 0 y la universidad en la cuadra N . Existen M tranvías que pasan por el camino, el tranvía i parte en la cuadra l_i con destino a la cuadra r_i ($l_i < r_i$). Alicia puede tomar cada tranvía desde la cuadra donde parte o tomarlo en movimiento, es decir, se puede subir al tranvía i en las cuadras $[l_i, r_i - 1]$. Cuando Alicia se sube a un tranvía, solo se baja en la cuadra de destino r_i .

Una ruta consiste en una secuencia de tranvías que Alicia toma para llegar a la universidad desde su casa, además Alicia solo toma tranvías para movilizarse, así que una vez que se baja de un tranvía debe subirse a otro en la misma cuadra. Dos rutas son distintas si una parte del camino se recorre con un tranvía distinto.

Como la cantidad de rutas puede ser muy grande, hay que retornar el resultado módulo $10^9 + 9$.

Input

La primera línea presenta dos enteros N y M ($1 \leq N \leq 10^9, 1 \leq M \leq 10^5$). Las siguientes M líneas contienen a los enteros l_i y r_i ($0 \leq l_i < r_i \leq N$) indicando la cuadra de inicio y destino del tranvía i .

Output

El output debe ser un entero, la cantidad de rutas posibles.

Tiempo esperado

Se espera que la solución se ejecute en un tiempo **menor o igual a 1 segundo** para cualquier instancia de input según las restricciones dadas.

Complejidad esperada

Se espera que la solución posea una complejidad de $O(M \cdot \log(M))$.

Hint: Use programación dinámica. La cantidad de rutas puede ser muy grande, por lo que resultados intermedios deben ser calculados módulo $10^9 + 9$ para que **no afecten** la complejidad del programa.

Ejemplos

Los siguientes tests están ya cargados a GitHub Classroom con corrección automática mediante GitHub Actions, además un test de mayor tamaño se encuentra en Github Classroom. **Los tests para la corrección serán distintos a estos.**

Input de ejemplo 1
3 3
0 1
1 2
2 3
Output de ejemplo 1
1

Input de ejemplo 2
5 4
0 3
0 2
2 5
3 5
Output de ejemplo 2
5

Problema 2

Actualmente en un parque nacional, el equipo de guardaparques esta llevando a cabo un simulacro de una catastrofe con multiples focos de incendio causados intencionalmente, los guardaparques se encuentran dispersados por todo el parque en contacto permanente vía radio. Dada una rápida respuesta, los focos de incendio son suficientemente pequeños para que un guardaparque lo pueda apagar por si solo.

El parque se puede representar en una serie de zonas distintas adyacentes. Hay N guardaparques, el guardaparques i se encuentra en la zona g_i . En el simulacro hay M focos de incendio, el foco i se encuentra en la zona f_i .

En cada minuto cada guardaparque se puede mover de forma independiente, un guardaparque en la zona g_i se puede desplazar a la zona $g_i - 1$, a la zona $g_i + 1$ o puede quedarse en la misma zona y pueden haber varios guardaparques en una misma zona. Se puede apagar un foco de incendio en tiempo despreciable ya que es un simulacro.

El equipo quiere saber cual es la cantidad mínima de minutos posible en que el equipo en conjunto puede apagar todos los focos de incendio para comparar su desempeño.

Input

La primera línea contiene dos enteros N y M ($1 \leq N, M \leq 10^5$). La segunda línea contiene la posición de los guardaparques g_i ($1 \leq g_i \leq 10^{10}, g_i < g_{i+1}$) y la tercera línea contiene la posición de los focos de incendio f_i ($1 \leq f_i \leq 10^{10}, f_i < f_{i+1}$).

Output

El output debe ser un entero, la cantidad mínima de minutos en que se pueden apagar todos los focos de incendio.

Tiempo esperado

Se espera que la solución se ejecute en un tiempo **menor o igual a 2 segundos** para cualquier instancia de input según las restricciones dadas.

Complejidad esperada

Se espera que la solución posea una complejidad de $O((N + M) \cdot \log(\max(g_i, f_i)))$.

Hint: Use una solución greedy.

Ejemplos

Los siguientes tests están ya cargados a GitHub Classroom con corrección automática mediante GitHub Actions, además un test de mayor tamaño se encuentra en Github Classroom. **Los tests para la corrección serán distintos a estos.**

Input de ejemplo 1
2 2 3 4 1 10
Output de ejemplo 1
6

Input de ejemplo 2
3 4 1 10 20 1 8 12 17
Output de ejemplo 2
6