

Práctica 2: Control de tráfico aéreo

entrega: 4 de abril

Descripción del Problema

En esta práctica hay que implementar un algoritmo evolutivo para planificar el tráfico de llegadas de vuelos a un aeropuerto. Disponemos de n vuelos y m pistas de aterrizaje. El sistema debe asignar pistas de aterrizaje y un orden a las llegadas de los n vuelos a las m pistas de aterrizaje. Los datos de partida son los siguientes:

Para cada uno de los n vuelos, se dispone de un tiempo estimado de llegada (TEL) a cada una de las m pistas disponibles (se trata del tiempo mínimo para alcanzar la pista). Se supone que todas las posibles restricciones sobre el vuelo (condiciones climáticas, potencia de motores, etc.) están incluidas en estos valores TEL. El tiempo planificado al asignar un vuelo a una pista lo llamaremos tiempo de llegada asignado (TLA) y no puede ser anterior que el correspondiente TEL.

Todos los vuelos que se asignan a una misma pista tienen que cumplir reglas de separación específicas entre aviones, en base al tipo de los aviones. Se consideran tres tipos de aviones: **Pesado (W)**, **Grande (G)**, **Pequeño (P)**. El tiempo de separación depende de la pista y del tipo de avión, y es un dato de entrada (matriz SEP).

Cuando se asigna un vuelo a una pista, el retardo resultante se define como la diferencia entre el tiempo de llegada asignado (TLA) y el menor TEL de ese vuelo en todas las pistas.

Utilizaremos como ejemplo los siguientes datos de prueba ($n=12$ vuelos y $m=3$ pistas):

Identificadores de vuelo

IV: UA138, UA532, UA599, NW358, UA2987, AA128, UA1482, NW357, AA129, UA2408, UA805, AA309;

Con los correspondientes tipos de avión (TV) de la siguiente lista:

TV = W,G,W,W,P,W,G,W,W,P,W,G;

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
UA138	UA532	UA599	NW358	UA2987	AA128	UA1482	NW357	AA129	UA2408	UA805	AA309
W	G	W	W	P	W	G	W	W	P	W	G

La lista de TEL para los 12 vuelos y las 3 pistas viene dada por la siguiente matriz:

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
P1	11	15	6	6	9	7	15	6	6	9	7	9
P2	10	17	7	7	12	6	17	7	7	12	6	7
P3	9	19	8	8	15	5	19	8	8	15	5	5

Todos los vuelos que se asignan a una misma pista tienen que cumplir reglas de separación específicas entre aviones, en base al tipo de los aviones. Así, toda secuencia de aterrizaje debe satisfacer los requisitos de separación entre vuelos, que se especifican por la matriz **SEP**. La matriz usada en el problema de prueba es:

$$\begin{bmatrix} & W & G & P \\ W & 1 & 1.5 & 2 \\ G & 1 & 1.5 & 1.5 \\ P & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

donde las filas representan el tipo del avión que llega, y las columnas representan al avión anterior. Por ejemplo, un avión pequeño (P) que sigue a uno pesado (W) requiere dos unidades de tiempo de separación, mientras que un avión grande (G) que sigue a uno pequeño (P) sólo requiere una unidad de tiempo.

Representación de los individuos:

Un individuo se representa por una secuencia de enteros (número de vuelo). Cada individuo es una permutación de los vuelos y representa una lista de prioridad entre vuelos: avanzando por la lista, deberemos asignar a cada vuelo la pista y el tiempo que minimicen su TLA, y así su retardo. Los requisitos de separación se tienen en cuenta al calcular su TLA.

Ejemplo de individuo-cromosoma:

(8, 9, 10, 11, 12, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1)

8	9	10	11	12	7	6	5	4	3	2	1
NW357	AA129	UA2408	UA805	AA309	UA1482	AA128	UA2987	NW358	UA599	UA532	UA138
W	W	P	W	G	G	W	P	W	W	G	W

El individuo anterior representa la siguiente asignación de vuelos a pistas con un fitness de **29.5**:

Pista 1			Pista 2			Pista 3		
vuelo	nombre	TLA	vuelo	nombre	TLA	vuelo	nombre	TLA
8	NW357	6	6	AA128	6	11	UA805	5
9	AA129	7	5	UA2987	12	12	AA399	6.5
10	UA2408	9				4	NW358	8
7	UA1482	15				3	UA599	9
2	UA532	16.5				1	UA138	10

Función de adaptación o fitness:

Para calcular el fitness necesitamos ver el tiempo de aterrizaje que le corresponde a cada vuelo de acuerdo con el orden de la secuencia de vuelos del individuo, las pistas asignadas y las restricciones del problema.

Cada individuo representa una lista de prioridad entre vuelos: avanzando por la lista de vuelos del individuo, se asigna a cada vuelo la pista y el tiempo que minimicen su Tiempo de Llegada Asignado (**TLA**), y así su retardo, teniendo en cuenta los requisitos de separación. Se considera también el menor TEL del vuelo considerado, es decir, el TEL menor de ese vuelo de entre todas las pistas. Por cada vuelo, la adaptación se va incrementando en el cuadrado de la diferencia entre el menor TLA y el menor TEL. Por tanto, el fitness o adaptación de un individuo se define como la suma del cuadrado de todos los retardos, y es un valor a **minimizar**.

Selección: Ruleta, Torneos, Estocástico, Restos, Truncamiento y **Ranking**

Operadores de cruce: Cruce PMX, Cruce por Orden OX y variantes, cruce por Ciclos CX, y cruce con codificación ordinal CO.

Operadores de Mutación: Inserción, Intercambio, Inversión, Heurística.

Consideraciones adicionales

El individuo óptimo con fitness **11.25** es

(8, 12, 11, 4, 3, 10, 5, 6, 7, 9, 1, 2)

- Debes representar las gráficas de evolución como hiciste en la Práctica 1.
- Además, se debe mostrar por pantalla el resultado de asignación de vuelos a pistas y la hora o tiempo que se asigna a cada vuelo. Debe presentarse de forma clara para que sea inteligible para el usuario.
- Se deben incluir al menos 2 casos de prueba extra con otros datos de entrada más complejos: más vuelos, para el mismo número de pistas o para muchas más pistas.
- Se puede incluir en la práctica cualquiera de las mejoras vistas en clase.

Entrega

- ❑ **Plazo de entrega: 4 de abril a las 10:00.** Debes entregar mediante la tarea de entrega del Campus Virtual un archivo comprimido con el código java de la aplicación (**proyecto en Eclipse o NetBeans**) que incluya una breve memoria que contenga el estudio de las gráficas y los resultados obtenidos con cada función. Aquí se valorarán las conclusiones y observaciones que se consideren interesantes respecto al resultado obtenido.
- ❑ No olvidéis nombrar correctamente el proyecto e incluir en el código todas las librerías necesarias. El archivo comprimido y el nombre del proyecto Eclipse tienen que ser **GXXP2**, donde XX es el número de grupo. Ejemplo nombre del proyecto-archivo: **G01P2** (por ejemplo, para el grupo 01).

- ❑ En el archivo comprimido se incluirá una muy breve memoria con una portada con el nombre de los integrantes del grupo y el número de grupo. La memoria deberá contener:
 - Una ejecución representativa de cada uno de los casos de prueba indicando el individuo solución, aptitud máxima, mínima, media, total de cruces, total de mutaciones y Gráfica de evolución.
 - Visualización de la asignación de aviones a pistas.
 - Conclusiones y descripción de algunos detalles de la implementación, arquitectura de la aplicación, organización e incluso una breve guía de uso.
 - Al final de la memoria una breve descripción del **reparto de tareas** para reflejar lo que ha hecho cada miembro del grupo.
- ❑ La **corrección** incluirá sesiones de laboratorio para evaluar la práctica y responder las preguntas del profesor o **un test de evaluación de la práctica**. La corrección podrá realizarse a los dos miembros del grupo a la vez o individualmente, según lo decida el profesor. Es importante conocer bien la práctica y los aspectos teóricos en los que se basa, pues es lo que determina la calificación final.
- ❑ Se realizará control de copias de todas las prácticas, comparando las entregas de todos los grupos de PE. Se considera copia la reproducción total o parcial del código de otros alumnos o cualquier código extraído de Internet o de cualquier otra fuente, salvo aquellas autorizadas explícitamente por el profesor. Si se detecta algún tipo de copia sin justificar se calificará como suspenso.