

Para cada uno de los siguientes problemas de optimización, realizar experimentos prácticos con algoritmos genéticos para tratar de encontrar soluciones óptimas de distintas instancias:

1. El problema de la mochila (*knapsack problem*) es el problema de determinar, de entre un conjunto de objetos cada uno con un valor y un peso, cuáles guardar en una mochila de tal manera que se maximice el valor total, pero sin superar el peso máximo que aguanta la mochila.

La definición formal del problema es como sigue:

- Se dispone de una mochila que aguanta un peso máximo $W > 0$.
- Se tienen n tipos de objetos, numerados de 1 a n .
- Para cada tipo i se tienen q_i objetos de ese tipo, con $1 \leq q_i \leq +\infty$.
Si uno o más q_i es infinito, se trata del problema de la mochila no acotado y si todos los q_i son finitos, se trata del problema de la mochila acotado. Dentro de estos últimos, si $q_i = 1$ para cada $i = 1, \dots, n$, entonces se trata del problema de la mochila 0-1.
- Cada objeto de tipo i tienen un valor $v_i > 0$ y un peso $0 < w_i \leq W$.
- Considerando como variables de decisión las variables x_i que indican la cantidad de objetos de tipo i que se guardan en la mochila, el problema de la mochila es

$$\begin{aligned} &\text{maximizar} && \sum_{i=1}^n x_i v_i \\ &\text{sujeto a} && \sum_{i=1}^n x_i w_i \leq W \\ &&& 0 \leq x_i \leq q_i, \text{ para cada } i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

2. El problema de la asignación (*assignment problem*) es el problema de asignar n tareas a realizar por n agentes, de tal manera que cada uno de los agentes realice una, y solo una, de las tareas y se minimice el coste total de realizar las tareas.

La definición formal del problema es como sigue:

- Se tienen n tareas y n agentes, ambos numerados de 1 a n .
- Se conocen los costes $c_{ij} \geq 0$ de que el agente i realice la tarea j .
- Considerando como variables de decisión las variables x_{ij} que indican si el agente i tiene asignada o no la tarea j , el problema de la asignación es

$$\begin{aligned} &\text{minimizar} && \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ &\text{sujeto a} && x_{ij} \in \{0, 1\}, \text{ para cada } i, j = 1, \dots, n \\ &&& \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \text{ para cada } j = 1, \dots, n \\ &&& \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \text{ para cada } i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

3. El problema del empaquetado en contenedores (*bin packing problem*) es el problema de empaquetar una colección de objetos de distinto tamaño en contenedores de capacidad limitada, de tal manera que se minimice la cantidad de contenedores utilizados.

La definición formal del problema es como sigue:

- Se tienen n objetos y n contenedores (nótese que la cantidad de contenedores a utilizar es a lo sumo n , colocando cada objeto en un contenedor distinto), ambos numerados de 1 a n .
- La capacidad de cada contenedor es $C > 0$.
- Cada objeto i tiene un tamaño $0 < w_i \leq C$.
- Considerando como variables de decisión las variables y_j , que indican si se ha utilizado o no el contenedor j , y las variables x_{ij} , que indican si el objeto i se ha empaquetado o no en el contenedor j , el problema del empaquetado en contenedores es

$$\begin{aligned}
 &\text{minimizar} && \sum_{j=1}^n y_j \\
 &\text{sujeto a} && y_j \in \{0, 1\}, \text{ para cada } j = 1, \dots, n \\
 &&& x_{ij} \in \{0, 1\}, \text{ para cada } i, j = 1, \dots, n \\
 &&& \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \text{ para cada } i = 1, \dots, n \\
 &&& \sum_{i=1}^n w_i x_{ij} \leq C y_j, \text{ para cada } j = 1, \dots, n
 \end{aligned}$$

Para cada uno de los siguientes problemas de optimización, formalizarlos, describiendo cuáles son las variables de decisión, la función objetivo a optimizar y las restricciones a las que se encuentra sujeto, y representarlos para que puedan abordarse mediante algoritmos genéticos, describiendo el genotipo, la traducción a fenotipo y la función de aptitud de los individuos:

1. Se tienen unos platos de cerámica de distinto tamaño que se han pintado a mano y que se desean esmaltar. Desafortunadamente, la lata de esmalte de la que se dispone no contiene la suficiente cantidad para poder esmaltar todos los platos. El problema consiste en elegir los platos a esmaltar por completo, de tal manera que sobre la menor cantidad de esmalte posible.
2. Un ayuntamiento tiene que adjudicar diez proyectos de obra mediante concurso público. Se han presentado al concurso cinco empresas, dando presupuestos para cada uno de los diez proyectos. El problema consiste en adjudicar exactamente dos proyectos a cada empresa, de tal manera que el coste total de la adjudicación sea mínimo.
3. Los propietarios de un hotel trabajan habitualmente con unos turoperadores para los cuales deben reservar siempre un conjunto de habitaciones. A principios de año, cada

turoperador realiza su petición de habitaciones para todo el año. Las peticiones son consideradas como el número máximo a reservar, pero los propietarios saben que no tienen habitaciones suficientes para cubrir las peticiones de todos los turoperadores. Por esta razón, internamente tienen definido para cada turoperador un número mínimo de habitaciones a reservar que les permita mantener las buenas relaciones. De esta forma, reservarán a los turoperadores un número de habitaciones que estará entre el mínimo interno y la petición real recibida. Por otro lado, hay un número mínimo de habitaciones que queda siempre bajo la gestión directa del hotel. El problema consiste en reservar las habitaciones a los turoperadores de tal forma que se obtenga el máximo beneficio, teniendo en cuenta que el beneficio por habitación depende de si está gestionada por el hotel o reservada a un turoperador y, en este último caso, difiere también según quién sea ese turoperador.