

Algoritmo genético para el problema del TSP

Caso de estudio: computación paralela

José Orlando Maldonado Bautista

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

11 de octubre de 2021

Contenido

Descripción del problema

Representación de los individuos

Función objetivo o adaptación

Operador de cruce

Operador de mutación

Un problema NP-Completo

El problema del viajante de comercio

- ▶ Dadas n ciudades y conocido el coste de trasladarse de una ciudad a otra, se trata de encontrar la gira que visitando todas las ciudades, una y sólo una vez, tenga asociada un coste mínimo.
- ▶ Referenciado por vez primera en 1932 como TSP (Travelling Salesman Problem).
- ▶ Buen número de problemas de optimización en Inteligencia Artificial se relacionan con la búsqueda de la permutación óptima.

Representación de los individuos

- ▶ Existen diferentes formas de representación, incluida la representación binaria.
- ▶ **La representación basada en la trayectoria** resulta la representación más natural.
- ▶ En ella, una gira se representa como una lista de n ciudades. Si la ciudad i es el j -ésimo elemento de la lista, la ciudad i es la j -ésima ciudad a visitar. Así por ejemplo, la gira $3 - 2 - 4 - 1 - 7 - 5 - 8 - 6$ se representaría como:

(32417586)

Función de objetivo o de adaptación

- ▶ Dado un número entero $n \geq 3$ y dada una matriz $C = (c_{ij}) \in M(n, n)$, con elementos c_{ij} enteros no negativos, Se trata de encontrar la permutación cíclica π de los enteros de 1 a n que minimiza:

$$\sum_{i=1}^n c_{\pi(i)\pi(i+1)}$$

con $\pi(i+1) = \pi(1)$

Operador de cruce

- ▶ Es posible encontrar gran cantidad de operadores de cruce y mutación. Uno de los más populares es el PMX, introducido por Goldeberg y Lingle en 1985.
- ▶ En él, una parte de la ristra representando a uno de los padres, se hace corresponder con una parte, de igual tamaño, de la ristra del otro padre, intercambiándose la información restante. Por ejemplo, si consideramos los dos padres siguientes: (12345678) y (37516824) el operador PMX crea las giras descendientes de la siguiente manera.
- ▶ En primer lugar, selecciona con probabilidad uniforme dos puntos de corte a lo largo de las ristas que representan las giras padres. Supongamos que el primer punto de corte se selecciona entre el tercer y el cuarto elemento de la gira, y el segundo entre el sexto y el séptimo elemento: (123|456|78) y (375|168|24).

Operador de cruce

- ▶ Se considera que existe una correspondencia biunívoca entre los elementos que forman parte de las substrings comprendidas entre los puntos de corte. En el ejemplo, la correspondencia establecida es la siguiente: $4 \leftrightarrow 1$, $5 \leftrightarrow 6$ y $6 \leftrightarrow 8$. A continuación la substring del primer padre se copia en el segundo hijo.
- ▶ De forma análoga, la substring del segundo padre se copia en el primer hijo, obteniéndose:

descendiente 1: (xxx|168|xx) y

descendiente 2: (xxx|456|xx) :

Operador de cruce

- ▶ En el siguiente paso el descendiente i -ésimo ($i = 1, 2$) se rellena copiando los elementos del i -ésimo padre. En el caso de que una ciudad esté ya presente en el descendiente, se reemplaza teniendo en cuenta la correspondencia anterior. Por ejemplo el primer elemento del descendiente 1 sería un 1 al igual que el primer elemento del primer padre. Sin embargo, al existir un 1 en el descendiente 1 y teniendo en cuenta la correspondencia $1 \leftrightarrow 4$ se escoge la ciudad 4 como primer elemento del descendiente 1.

Operador de cruce

- El segundo, tercer y séptimo elementos del descendiente 1 pueden escogerse del primer padre. Sin embargo, el último elemento del descendiente 1 debería ser un 8, ciudad ya presente. Teniendo en cuenta las correspondencias $8 \leftrightarrow 6$, y $6 \leftrightarrow 5$, se escoge en su lugar un 5. De ahí que:

descendiente 1: (423|168|75) :

En forma análoga, se obtiene:

descendiente 2: (378|456|21) :

Operador de mutación

- ▶ Aunque también existen diferentes variantes para el operador de mutación, para esta primera versión se utiliza un operador muy sencillo denominado **Operador de mutación basado en cambios**.
- ▶ El operador EM (Banzhaf, 1990) selecciona al azar dos ciudades en la gira y las cambia. Por ejemplo, si consideremos la gira representada por:

(12345678)

y suponemos que seleccionamos al azar la tercera y la quinta ciudad. El resultado del operador EM sobre la gira anterior será:

(12543678)