Técnicas de Inteligencia Artificial

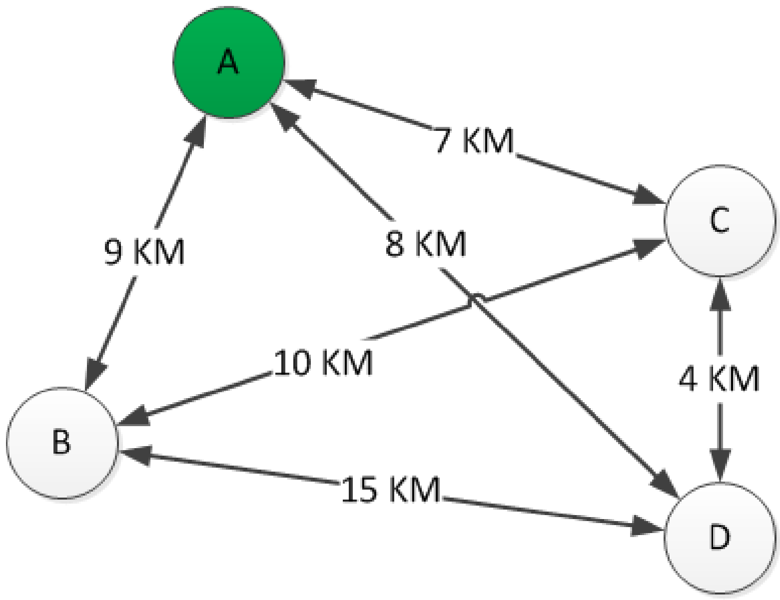
Examen 23 de Octubre 2023

Algoritmo de colonias de hormigas (ACO)

NOMBRE: Iñaki Diez Lambies

Resolver el problema del cartero chino sin retorno para el grafo de la figura.

El problema consiste en encontrar el camino más corto que, partiendo de A, pase al menos una vez por cada arista del grafo. No se requiere volver a la posición (nodo-A) de partida.



(8 puntos) Se pide resolver este problema mediante el algoritmo de las hormigas (Ant Colony Optimization), utilizando los siguientes parámetros: 2 hormigas, feromona inicial=0.2, evaporación=0.7, alfa=0.7, beta=0.3

Concretamente hay que indicar clara y razonadamente:

- El modelo de las soluciones al problema, así como la función de evaluación.
- El proceso de decodificación para obtener la solución real.
- La inicialización de las estructuras de datos necesarias.
- La aplicación de una iteración completa del algoritmo ACO. Se pide un esquema de los pasos que seguiría el proceso de resolución. La solución que genera cada hormiga es libre, no es necesario seguir ningún criterio en particular.

Modelo de las soluciones

Las soluciones de este problema están compuestas por el array de 3 valores (se omite el nodo A porque siempre se empieza desde ahí) donde se indica el orden en que el viajante debe recorrer para obtener el mínimo coste.

Función de evaluación

Para evaluar el problema se realiza la suma de los valores asociados a los arcos entre nodos. Para el índice 0 se suma del valor desde A y para los siguientes índices el coste de llegar al nodo del índice *i* desde el nodo *i-1*.

Decodificación

Para obtener la solución real simplemente tenemos que recorrer el array extrayendo sus valores y, si precedemos a esta extracción del nodo A, obtendremos el orden en el que hay que recorrer el grafo.

Estructuras de datos iniciales

1. *Matriz de visibilidades*

Contiene los valores con la heurística del problema. Para el caminante de comercio suele ser típicamente 1 partido la distancia al nodo i-éssimo (Li) tal que 1/Li.

	B	C	D
A	1 / 9	1 / 7	1 / 8
B		1 / 10	1 / 15
C			1 / 4

2. *Matriz de feromonas*

Indica el nivel de feromonas de cada arco del grafo. En nuestro caso de ha definido a 0.2.

	B	C	D
A	0.2	0.2	0.2
B		0.2	0.2
C			0.2

3. *Matriz de probabilidades*

A partir de las dos anteriores podemos calcular sabiendo que se ha definido Alpha a 0.7 y beta a 0.3 con la siguiente fórmula:

$$p_{i,j} = \frac{(\tau_{i,j}^{\alpha})(\eta_{i,j}^{\beta})}{\sum(\tau_{i,j}^{\alpha})(\eta_{i,j}^{\beta})}$$

Calculamos la parte de abajo (extrayendo factor común de la feromona porque es para todos los arcos igual en esta iteración): 0.2^0.3 * (0.11^0.7 + 0.14^0.7 + 0.125^0.7 + 0.1^0.7 + 0.06^0.7 + 0.25^0.7) = 0.874

Para el arco A-B -> Pab = (0.11^0.7 * 0.2^0.3) / 0.874 =

Y equivalente para el resto de arcos:

	B	C	D
A	0.15	0.18	0.16
B		0.14	0.11
C			0.26

Iteración del algoritmo

Tenemos dos hormigas que vamos a suponer han dado estas dos soluciones de forma aleatoria:

H1 = [B, D, C] y H2 = [D, C, B]

Con lo cual debemos actualizar la matriz de feromonas en primer lugar y seguidamente, a partir de esta, hacer lo equivalente en la de pobabilidades.

1. *Actualización matriz deferomonas*

Debemos actualizar cada valor de la tabla de forma:

$$\tau_{ij} = (1-\rho)\ \tau'_{ij} + \Delta\tau_{ij}$$

Donde la p es el grado de evaporación (en nuestro caso 0.7), el primer tau el valor anterior y el incremento de feromonas sumatorio de 1/Lh (donde Lh es la distancia total de la hormiga h).

Nuestras hormigas han pasado por los arcos siguientes:

H1 -> A,B; B,D; D,C; con coste total de 28 y H2 -> A,D; D,C; C,B; con coste total de 22

De forma que los agrupamos por el incremento que presentan:

	B	C	D
A	H1	-	H2
B		H2	H1
C			H1, H2

Y podemos entonces actualizar la matriz de feromonas:

Se calculan detalladamente algunos valores de ejemplo:

T'ab = (1 – 0.7) * 0.2 + 1 / 28 = 0.09

T'ac = (1 – 0.7) * 0.2 + 0 = 0.06

T'cd = (1 - 0.7) * 0.2 + 1 / 28 + 1 / 22 = 0.14

	B	C	D
A	0.09	0.06	0.11
B		0.11	0.09
C			0.14

2. *Actualización matriz de probabilidades*

Por último, recalculamos la matriz de probabilidades a partir de la nueva de feromonas y la inicial devisibilidades:

Valor de la parte de abajo = 0.11^0.7 * 0.09^0.3 + 0.14^0.7 * 0.06^0.3 + … + 0.06^0.7 * 0.08^0.3 + 0.25^0.7 * 0.14^0.3 = 0.7

	B	C	D
A	0.10 / 0.7 = 0.14	0.11 / 0.7 = 0.16	0.12 / 0.7 = 0.17
B		0.10 / 0.7 = 0.14	0.06 / 0.7 = 0.08
C			0.21 / 0.7 = 0.3

Y con esto ya tendríamos todo lo necesario para comenzar otra iteración.

(2 puntos) Explica razonadamente qué efecto tendría que la evaporación fuera 0.2. ¿Y si intercambiamos los valores de alfa y beta? No es necesario realizar cálculos.

Si el índice de evaporación fuera más bajo tendríamos una exploración menor ya que los caminos menos (o incluso que nunca se han utilizado) dejarían de ser más accesibles y por tanto de perderían. Esto puedo ocasionar un comportamiento más elitista y, simultáneamente, tiempos de entrenamiento muy seguramente menores. Por lo tanto tendríamos una exploración menor y, si tenemos muy mala suerte, puede que un camino que formasse parte de la solución óptima se vuelva inalcanzable para las hormigas.

En cuanto a la Alpha y beta nos dan el peso que les damos o la influencia a la visibilidad (la heurística del problema) y la influencia del número de feromonas por arco. Si intercambiamos los valores seguramente nos encontramos con hormigas que prefieren pasar o dar soluciones con ciertos arcos donde hormigas anteriores han pasado en vez de buscar aquellos arcos de menor valor. Esto nos puede ayudar a escapar de óptimos locales, pero no hay que olvidar que el objetivo del problema siempre va dirigido, o debe serlo, a través de la heurística. Si le quitamos peso a esta, puede ser el problema tarde demasiado en converger.