

TP de Metaheurísticas

Para uno de los problemas que van abajo (o para otro problema que hayan elegido):

- i) Elegir una técnica metaheurística para resolverlo. Describir esta técnica incluyendo alguna referencia bibliográfica y mencionar ejemplos de aplicación de la misma vistos en clase u otros.
- ii) Implementar una solución basada en esta técnica, incluyendo eventualmente algoritmos de mejoramiento o combinaciones con ideas de otras técnicas.
- iii) Testear el algoritmo desarrollado en problemas test o casos reales, y evaluar su performance.
- iv) Describir el algoritmo desarrollado en detalle, así como los experimentos que se hayan realizado para fijar parámetros si es el caso.
- v) Si se implementó una técnica de solución simple, (Tabú, Simulating Annealing, GRASP) describir muy brevemente como se podría implementar una metaheurística de población (genéticos, evolutivos, BRKGA, Colonia de Hormigas, HBMO). Si se implementó una de población, describir una de solución simple.
- vi) **(Optativo)** Escribir una formulación del problema como problema de programación lineal entera.

Puede ser útil buscar algún trabajo publicado sobre la aplicación de alguna metaheurística al problema que van a tratar. Consultar sobre lo que encuentran. (o no encuentran!). Igual van abajo algunas referencias para algunos de los problemas.

1- Linear ordering problem (LOP)

(no conozco una traducción habitual en castellano, podría ser Ordenamiento Lineal):

Dada una matriz $E = \{e_{ij}\}$ de $m \times m$, el problema LOP consiste en encontrar una permutación p de las columnas (y filas) de E tal que la suma de los elementos de la parte triangular superior sea máxima o sea encontrar el máximo de

$$C_E(p) = \sum_i \sum_{i < j} e_{p(i)p(j)}$$

donde $p(i)$ es el índice de la columna (y fila) en la posición i en la permutación p .
Notar que en el LOP p define el orden de columnas y filas.

El LOP pertenece a la clase de problemas NP-hard.

En economía, el LOP es el problema de triangular matrices insumo-producto. Si la economía de una región (o país) está dividida en sectores el elemento e_{ij} de una matriz insumo/producto E denota la transferencia monetaria del sector i al sector j en un año dado. Una solución óptima del LOP en este caso provee un orden de los sectores de modo que los proveedores (i.e., los sectores que producen materiales para otras industrias) se ubican antes de los sectores consumidores (i.e., industrias que producen productos finales que son derivados a los usuarios finales). En la biblioteca LOLIB se pueden encontrar instancias de matrices input-output de países de Europa.

El LOP se aplica también a varios otros problemas como por ejemplo a problemas de arqueología, problemas de ranking in torneos deportivos, problema de consenso de preferencias, etc.

El LOP tiene una versión equivalente como un problema de grafos. En este caso consiste en determinar en un grafo completo con pesos en los ejes un “acyclic tournament (torneo acíclico) máximo o sea una orientación de los ejes del grafo. El mismo se obtiene asignando una dirección a cada eje de modo que la suma total de los pesos de estos ejes sea máxima.

Instancias de prueba: pueden encontrarse en la biblioteca LOLIB en cualquiera de sus dos versiones:

<https://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/LOLIB/>
<http://www.opticom.es/lolib/>

Dentro de las instancias disponibles en esas páginas sugiero sacar ejemplos de alguna de estas dos:

(1) LOLIB Instances. *These instances from the public-domain library consist of input-output tables from sectors in the European economy. Total number of instances is 49.* (2) SGB Instances. *These instances from the Stanford GraphBase (Knuth, 1993) consist of input-output tables from sectors in the economy of the United States. The set has a total of 25 instances with 75 sectors.*

Referencias: Hay muchos trabajos sobre algoritmos para el LOP. Menciono dos acá, y un libro. Los 3 primeros (el tercero es una versión modificada del segundo) están en la página de la materia.

- García, C.G., Pérez-Brito, D., Campos, V. and Martí, R.: *Variable neighborhood search for the linear ordering problem*, Computers and Operations Research 33, 2006, 3549–3565
- Vicente Campos, Manuel Laguna, and Rafael Martí, *Scatter Search for the Linear Ordering Problem*, 1999. (reporte técnico)
- Campos, V., Glover, F. Laguna, M. and Martí, R.: *An experimental evaluation of a scatter search for the linear ordering problem*, Journal of Global Optimization 21, 2001, 397–414
- Rafael Martí, Gerhard Reinelt, *The Linear Ordering Problem: Exact and Heuristic Methods in Combinatorial Optimization*, Applied Mathematical Sciences 175, Springer 2011.

2- Problema de determinar un árbol generador mínimo con restricciones de capacidad (CMST)

Se quiere conectar un conjunto de nodos correspondientes a clientes a un nodo raíz mediante una red de mínimo costo que tiene restricciones de capacidad en todas sus conexiones.

Tenemos un grafo $G = (V, E)$, donde b_i representa el flujo que llega al nodo v_i y c_{ij} es el costo del eje (i, j) . Los ejes tienen todos capacidad máxima Q . Dado un nodo $r \in V$ (concentrador o nodo central), del cual sale todo el flujo, se quiere determinar un árbol generador T de G que minimice el costo total de los ejes y tal que satisfaga la siguiente restricción:

“la suma de los pesos de los nodos de cada componente conexa de $T - \{r\}$ es menor o igual a K , esto es para cada subárbol originado en la raíz r , el flujo no excede la capacidad Q del link”.

El problema CMST tiene aplicaciones al diseño de redes de comunicaciones y de transporte.

Instancias de prueba: Hay 126 instancias disponibles en:

<http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/capmstinfo.html>

Referencias: ver los siguientes trabajos que están en la página de la materia y las referencias que figuran en los mismos:

- Ruiz, E. Albareda-Sambola, M., Fernández, E., Resende, M. *BRKGA for the capacitated minimum spanning tree problem*, Computers and Operations Research 57, 2015.
- Reimann, M., Laumanns, M., *Savings based ant colony optimization for the capacitated minimum spanning tree problem*, Computers & Operations Research 33, 2006.

3- Sudoku (buscar o pedirme referencias e instancias de prueba)

4- Algún otro problema NP-hard (consultar antes de encararlo).

Fecha de entrega: 12 de diciembre (o antes!!)