Optimización en ingeniería
Laboratorio Metaheurísticas
Profesor: Mario Inostroza P.
Ayudante: Cristián Sepúlveda S.

Universidad de Santiago de Chile
Facultad de ingeniería
Departamento de Informática

1. Problema

Considere el problema de asignar un conjunto de instalaciones a un conjunto de ubicaciones, donde el costo depende del flujo entre las instalaciones y de la distancia entre las ubicaciones. El objetivo es asignar a cada ubicación una instalación, de forma tal de minimizar el costo total de operación.

- Formulación:

  Dadas dos matrices $F = (f_{ij}), D = (d_{kl})$, donde f_{ij} es el flujo entre las instalaciones i y j, y d_{kl} la distancia entre las ubicaciones k y l. Sea n el numero de instalaciones y ubicaciones y denotado $N = \{1, 2, ..., n\}$

$$\underset{\phi \in S_n}{min} \sum_{i=i}^{n} \sum_{j=i}^{n} f_{ij} d_{\phi(i)\phi(j)}$$

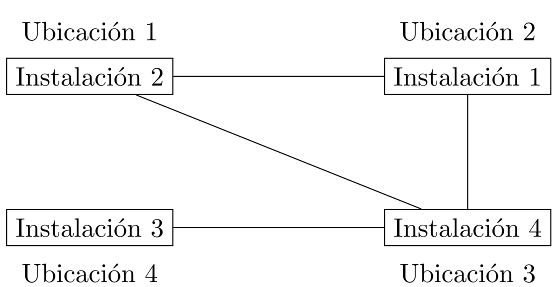
  Siendo S_n el conjunto de todas las permutaciones $\phi : N \to N$. Donde $\phi(i)$ es la ubicación a la cual es asignada la instalación i. Cada producto $f_{ij} d_{\phi(i)\phi(j)}$ es el costo de asignar la instalación i a la ubicación $\phi(i)$ y la instalación j a la ubicación $\phi(j)$. Las matrices F y D son simétricas con ceros en la diagonal principal.

- Ejemplo:

  Sean:

$$N = \{1, 2, 3, 4\} \qquad F = \begin{matrix} 0 & 3 & 0 & 2 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 0 \end{matrix} \qquad D = \begin{matrix} 0 & 22 & 53 & 0 \\ 22 & 0 & 40 & 0 \\ 53 & 40 & 0 & 55 \\ 0 & 0 & 55 & 0 \end{matrix}$$

  Para la asignación:



  Se tiene:

$$\phi(1) = 2; \quad \phi(2) = 1; \quad \phi(3) = 4; \quad \phi(4) = 3$$

  Evaluando la función objetivo:

$$\sum_{i=i}^{4} \sum_{j=i}^{4} f_{ij} d_{\phi(i)\phi(j)} = 838$$

2. Búsqueda local

- Algoritmo

  $s = s_0$;/* Generar una solución inicial s_0 /*

  Mientras No se cumpla Criterio de terminación **Hacer**

  Generar $(N(s))$;/* Generar vecindad /*

  Si No existe un vecino mejor **Entonces** Parar;

  $s = s^{'}$;/* Seleccionar un vecino mejor $s^{'} \in N(s)$/*

  Fin Mientras

  Salida Última Solución encontrada (óptimo local)

- Representación:

  Vector de permutaciones con n elementos, donde n representa el numero de instalaciones y ubicaciones, por lo que se tiene un espacio de búsqueda $n!$. El elemento j de la posición i representa la asignación de la instalación j a la ubicación i.
  Ejemplo, en la permutación

2	1	4	3

  se asigna la instalación 2 a la ubicación 1.

- Solución inicial:

  - Generación aleatoria de la solución inicial.
  - Utilización de una heurística, por ejemplo:
    Murtagh, B. A., Jefferson, T. R., Sornprasit, V. (1982). A heuristic procedure for solving the quadratic assignment problem. European Journal of Operational Research, 9(1), 71-76.

- Vecindad:

  Operador intercambio (swap operator). Consiste en intercambiar la ubicación de dos instalaciones, por lo que se tiene una vecindad de tamaño,

  $$\binom{n}{2} = \frac{n!}{(n-2)!2!} = \frac{n(n-1)}{2}$$

  Ejemplo, se intercambian las ubicaciones de las instalaciones 1 y 3.

2	1	4	3

2	3	4	1

- Función de evaluación:

  $$\sum_{i=i}^{n} \sum_{j=i}^{n} f_{ij} d_{\phi(i)\phi(j)}$$

3. Ejercicio

Implemente las siguientes búsquedas locales para el problema de asignación cuadrática. Para cada búsqueda grafique la convergencia del valor objetivo.

i Utilice una solución inicial aleatoria. Genere vecinos en forma aleatoria hasta que encuentre uno que mejore la solución actual o hasta generar un 50 % de la vecindad.

ii Utilice una solución inicial aleatoria. Genere aleatoriamente el 30 % de la vecindad y seleccione el mejor vecino.

iii Utilice una solución inicial aleatoria. Genere el total de la vecindad y seleccione el mejor vecino.

iv Utilice una heurística para la solución inicial. Genere el total de la vecindad y seleccione el mejor vecino.

4. Instancias

http://anjos.mgi.polymtl.ca/qaplib/inst.html