

Algoritmos

Trabajo Práctico: Metaheurísticas

Licenciatura en Informática • Universidad Nacional de Quilmes

Primer cuatrimestre de 2018

1. Enunciado

Una empresa de comunicaciones planifica proveer servicio en una región, para lo cual se instalarán antenas y se le asignará una frecuencia a cada una. Por cuestiones legales y ambientales, la ubicación de las antenas está definida de antemano. El costo de instalación de las antenas está subsidiado, pero el uso de las bandas de frecuencias tiene un costo fijo que depende de cada frecuencia, independientemente de la cantidad de antenas que tengan asignada cada una de ellas.

Por otro lado, si un par de antenas que se encuentren lo suficientemente cerca tienen asignada la misma frecuencia, la empresa se verá forzada a brindar un servicio reducido a algunos de los clientes del área afectada. Esto producirá una reducción en las ganancias obtenidas que ya se tienen estimadas por cada par de antenas con posible conflicto.

Nuestro objetivo es implementar un algoritmo que permita planificar la asignación de frecuencias minimizando la suma del costo por uso de frecuencias y la pérdida por usuarios con servicio reducido.

2. Formulación del problema

A continuación se presentará un modelo de programación lineal entera para este problema.

Datos de entrada

n es el número de antenas disponibles.

m es el número de conflictos posibles por asignar la misma frecuencia.

E es el conjunto de pares (i, j) de antenas tal que asignarles la misma frecuencia provoca una reducción del servicio.

g_{ij} es la pérdida por asignar la misma frecuencia a las antenas i y j .

t es el número total de frecuencias disponibles.

f_k es el costo de utilizar la frecuencia k .

Variables

x_i^k variable binaria que vale 1 sii se asigna la frecuencia k a la antena i .

y_k variable binaria que vale 1 sii se utiliza la frecuencia k .

z_{ij} variable binaria que vale 1 sii se asigna la misma frecuencia a las antenas i y j .

Modelo

$$\min \sum_{(i,j) \in E} g_{ij} z_{ij} + \sum_{k=1}^t f_k y_k \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k=1}^t x_i^k = 1 \quad \forall i \in [1, n] \quad (2)$$

$$x_i^k \leq y_k \quad \forall i \in [1, n], \forall k \in [1, t] \quad (3)$$

$$x_i^k + x_j^k \leq 1 + z_{ij} \quad \forall (i, j) \in E, \forall k \in [1, t] \quad (4)$$

$$x_i^k \in \{0, 1\} \quad \forall i \in [1, n], \forall k \in [1, t] \quad (5)$$

$$y_k \in \{0, 1\} \quad \forall k \in [1, t] \quad (6)$$

$$z_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall (i, j) \in E \quad (7)$$

La función objetivo (1) determina que se minimiza la suma del costo de las frecuencias y las pérdidas por servicios reducidos. Las restricciones (2) garantizan que a cada antena se le asigna una única frecuencia. Las restricciones (3) establecen que se puede asignar la frecuencia j a la antena i solamente si se utiliza dicha frecuencia. Las restricciones (4) garantizan que el valor de las variables z se corresponde con los conflictos por antenas cercanas. Finalmente, las restricciones restantes corresponden al dominio de las variables.

3. Solución propuesta

El objetivo de este trabajo será implementar una metheurística GRASP o Tabú Search para resolver este problema. Los pasos a seguir serán los siguientes:

1. Proponer una heurística golosa constructiva.
2. Implementar un algortimo de búsqueda local. Para esto se deberá identificar el espacio de búsqueda y definir un vecindario apropiado.
3. A partir de los anteriores, implementar una de las siguientes:
 - Tabú search (modificando la búsqueda local).
 - GRASP (modificando la heurística golosa).

4. Instancias de prueba

Se proveerá un conjunto instancias de prueba para realizar experimentación. Además contarán con resultados de la implementación del modelo presentado en la sección 2 para poder comparar.

4.1. Formato del archivo de entrada

En cada archivo se encontrará una única instancia.

En la primera línea del archivo se encontrarán tres números separados por un espacio en blanco: cantidad de antenas, cantidad de frecuencias disponibles, número de conflictos ($n \ t \ |E|$). En las siguientes t líneas estarán los costos de utilizar cada frecuencia k . Luego, cada una de las siguientes $|E|$ líneas tendrá la forma $i \ j \ g_{ij}$ que indica que si las antenas i y j usan la misma frecuencia se tendrá un costo g_{ij} .

4.2. Ejemplo de instancia

La siguiente entrada corresponde a una instancia de 6 antenas, 3 frecuencias y 8 pares de antenas con conflicto.

```
6 3 8
180
680
400
1 2 34
1 3 44
1 4 15
2 3 60
3 4 98
4 5 280
5 6 23
6 2 180
```

5. Entrega

Se presentará el código fuente junto a un breve informe (en formato pdf) de entre 4 y 8 páginas que contará con las siguientes secciones:

Introducción : Breve presentación del problema incluyendo modelado con grafos y, si corresponde, su relación con otro problema conocido. Mencionar también la solución propuesta. (Es decir, la metaheurística elegida).

Preliminares : Breve introducción de la metaheurística utilizada, incluyendo el esquema general.

Algoritmo : Presentación y explicación de los algoritmos con el correspondiente pseudo-código.

Experimentación : Presentación de las pruebas realizadas, especificando el entorno de prueba (lenguaje utilizado, procesador, SO, RAM), las instancias y los resultados obtenidos.

Conclusiones : Conclusiones del trabajo.

El día 5/6 se hará una entrega parcial del trabajo. La entrega definitiva será el 28/6 .