Práctica 1

Heuristica y optimización

Aarón Espasandín Geselmann (G84 - 100451339 - 100451339@alumnos.uc3m.es)

Alejandra Galán Arróspide (G84 - 100451273 - 100451273@alumnos.uc3m.es)

Introducción

Este documento consta de 4 partes principales:

Las dos primeras, consisten de la descripción de los modelos propuestos para la parte uno y dos. Dichas partes constarán de una descripción de los componentes de los modelos junto con su implementación en Calc/Mathprog seguida de un análisis de las decisiónes tomadas para llegar a ellos

Las dos siguientes partes constarán de un análisis de los resultados obtenidos con dichos modelos.

Por último, se encontrará en el documento una sección con las conclusiones acerca del trabajo y su proceso de elaboración.

Descripción modelo (Parte 1)

Descripción del modelo:

-Variables de decisión:

1. En un primer lugar, encontramos una primera matriz de variables de decisión. Dicha matriz representa los caminos por los que pueden pasar los autobuses para lograr su objetivo de recoger los alumnos y llegar al colegio. Esta matriz tiene dimensiones de N x N, siendo N el número de nodos. Estas variables de decisión tienen caracter binario, pudiendo de este modo tomar valores entre 0 y 1 unicamente.

Variables						
		XI	X1	X2	X3	XF
Caminos	XI	0	1	0	1	0
	X1	0	0	1	0	0
	X2	0	0	0	0	1
	X3	0	0	0	0	1
	XF	0	0	0	0	0

2. En un segundo lugar, encontramos una segunda matriz de variables de decisión. Se trata de una matriz de NxN siendo N el número de nodos. Representa los flujos en nuestro problema. Estas variables de decisión tienen caracter entero.

-**Datos:**

Todas las restricciones emplean los valores asignados a los datos, no se les han asignado valores de forma directa.

1. Matriz N x N (misma estructura que las variables de decisión) que contiene el coste de pasar por cada camino.

		XI	X1	X2	X3	XF
Longitud Caminos	XI	0	8	10	10	
	X1	18	0	3	7	6
	X2	10	3	0	5	7
	X3	10	7	5	0	4
	XF		6	7	4	0

2. Máximo número de buses.

Máx. Núm. de buses	3

3. Máxima capacidad de los buses.

Capacidad máxima de cada bus	20

4. Alumnos en cada parada .

Capacidad X11	15
Capacidad X22	5
Capacidad X33	10

5. Número de paradas.
6. Precio añadido por bus.
7. Precio añadido por km.

-Restricciones:

El modelo consta de 10 restricciones;

1. Limita el número de buses que pueden salir de el parking, siendo este número máximo un dato proporcionado y el número de buses el número de caminos con origen en el parking que se activan. De este modo, siendo N'' el número de nodos sin contar el inicial (I) y el final y MB el dato "Máximo número de buses", obtenemos:

$$\sum_{n=1}^{N''} x_{I,n} \leq MB$$

2. Obliga a que todos los buses que salen del parking (es decir el número de caminos activados con origen en el parking), sea el mismo que el número de buses que llegan al colegio (es decir el número de caminos activados con destino en el colegio). De este modo, siendo N' el número de nodos sin contar el inicial y el final y sabiendo que F es el colegio (o nodo final) y siendo i el parking (nodo inicial),obtenemos:

$$\sum_{n=1}^{N'} x_{i,n} - \sum_{k=1}^{N'} x_{k,F} = 0$$

3. Obliga a que de cada parada solo salga una ruta (exceptuando el parking). De este modo, siendo N'' el número de nodos sin contar el inicial ,obtenemos:

Para todo i en N, $$\sum_{j=1}^{N''} x_{i,j} \leq 1$$

Notese que entre las combinaciones de i y j se excluye el caso en el que $i \neq j$ (ya que un nodo no puede ir a si mismo).

4. Restringe que cada nodo (parada) debe ser visitado una vez (exceptuando el colegio) , es decir, un solo bus puede recoger a los alumnos en esa parada. Esta restricción junto con la de control del flujo evita que sea necesario comprobar que todos los alumnos de la parada han sido recogidos. Siendo N los nodos sin incluir el final, N' los nodos sin inicial ni final y x la variable de decisión 1 (caminos activados).

$$\text{Para todo j en N'} \quad \sum_{i=0}^{N} x[i, j] = 1$$

Notese que entre las combinaciones de i y j se excluye el caso en el que $i \neq j$ (ya que un nodo no puede ir a si mismo).

5. Evita que el mismo camino en sus dos sentidos se active simultaneamente (debiendo ser la suma de la ida y de la vuelta de dos mismos nodos como máximo 1).

$$\text{Para todo i en N; Para toda j en N:} \quad x_{i,j} + x_{j,i} \leq 1$$

6. Restringir la capacidad máxima de cada nodo.Siendo N los nodos sin incluir el final, N' los nodos sin inicial ni final, N'' los nodos sin inicial, y la matriz de variables de decisión representando los flujos

$$\text{Para todo j en N'} \quad \sum_{i=0}^{N} y[i, j] + Stops[j - 1] - \sum_{i=0}^{N''} y[i, j] = 0$$

Notese que entre las combinaciones de i y j se excluye el caso en el que $i \neq j$.

7. Restringe la máxima capacidad en las rutas iniciales. Siendo N' los nodos sin incluir final ni inicial y BusMaxCapacity el dato de máxima capacidad de alumnos por bus.

$$\text{Para todo j en N'} \quad y[1, j] - x[1, j] * BusMaxCapacity \leq 0$$

8. Restringe la máxima capacidad en las rutas finales. Siendo N' los nodos sin incluir final ni inicial, BusMaxCapacity el dato de máxima capacidad de alumnos por bus y NumOfNodes el número de notos que hay en total.

Para todo i en N'

$$y[i, NumOfNodes] - x[i, NumOfNodes] * BusMaxCapacity \leq 0$$

9. Restringe la máxima capacidad en las rutas finales. Siendo N' los nodos sin incluir final ni inicial, BusMaxCapacity el dato de máxima capacidad de alumnos por bus y NumOfNodes el número de notos que hay en total

Para todo i en N'; Para toda j en N'

$$y[i,j] - x[i,j] * BusMaxCapacity \leq 0$$

Notese que entre las combinaciones de i y j se excluye el caso en el que $i \neq j$.

10. Las variables de decisión solo pueden tomar valores comprendidos entre 0 y 1. Siendo N todos los nodos del mapa.

Para todo i en N; Para toda j en N: $x_{i,j} \leq 1 ; x_{i,j} \geq 0$

-Función Objetivo:

La función objetivo es de minimización, ya que se busca que el coste de las rutas sea el mínimo posible. Para ello se tiene en cuenta el coste de la utilización de cada bus (para lo cual se multiplica el coste (PriceBus),120, por el número de caminos con origen en el parking empleados. Esto se suma a la multiplicación de la variable de decisión de cada camino por el coste del mismo (Pricekm).

$$Min\, TotalCost:\ Pricekm * \sum_{i,j}^{Nodos} EdgesCost[i,j] * x[i,j] + PriceBus * \sum_{i}^{N'} x[1,i]$$

Análisis de la solución:

La solución hayada tanto en Calc como en mathprog es la misma, y da a la función objetivo un valor de 400.

La solución de este modo cumple con las siguientes características:

Solución:

A. Factible
B. Solución óptima única
C. Acotada

Recursos:

A.

```
Total Cost: 400
Buses used: 2
Kms: 32
Dual value of constraint starting_buses: 0
Dual value of constraint routes_ending: 0
Dual value of constraint only_one_route_from_node: 0
Dual value of constraint all_nodes_visited: 0
Dual value of constraint avoid_returning: 0
Dual value of constraint max_capacity_in_nodes: 0
Dual value of constraint max_capacity_in_routes_beginning: 0
Dual value of constraint max_capacity_in_routes_ending: 0
Dual value of constraint max_capacity_in_router_internal: 0
Edge Pk -> S1
Edge Pk -> S3
Edge S1 -> S2
Edge S2 -> Cl
Edge S3 -> Cl
---------------------------------
```

No tiene sentido analizar el dual porq no tenemos recursos limitados?

Descripción modelo (Parte 2)

Etapas

heuristica-practica-1