INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

Auxiliar 1

IN47B – Ingeniería de Operaciones

Profesores: Jaime Miranda, Andres Weintraub, María Paz Salvatierra

Auxiliares: Daniel Leng, Gonzalo Romero

P1 (Control 2 Otoño 2007)

Considere el problema de ruteo con capacidades y ventanas de tiempo, donde V es un conjunto de clientes con demandas dv: $\forall v \in V$, y tiempos de atención $t_v^i, t_v^f : \forall v \in V$ (cada cliente debe ser visitado durante ese intervalo de tiempo). Suponga que se conocen los costos c_{ij} y tiempos de viajes t_{ij} para todos $i, j \in V \cup \{b\}$, donde b representa a la bodega. Suponga además que se considera usar una flota homogénea de vehículos con capacidad K_o, y con costo unitario por vehículo c_o.

1. Formule el problema de minimizar los costos totales como un problema lineal entero.
2.¿Cómo cambia el modelo si ahora consideramos dos tipos de vehículos, con tiempos de viajes iguales, pero costo por viajes distintos $c_{ij}^k \; k \in \{1,2\}, i,j \in V \cup \{b\}$ y costos fijos $c_o^k : k \in \{1,2\}$?

P2

Considere el problema clásico de abastecimiento de clientes. Suponga que existen N productores, cada uno con una capacidad máxima de producción a_n. Ahora suponga que existen C clientes, cada uno con una demanda b_c.

1. Plantee la solución al problema de minimizar los costos de despacho como un problema de programación lineal si la distancia entre el productor n y el cliente c es d_{nc} y el costo por kilometro es f.
2. Ahora implemente la solución obtenida en el programa Gams utilizando los siguientes valores para sus parámetros:
N = 2 ; C = 3 ; a_1 = 300 , a_2 = 500 ; b_1 = 100 b_2= 200 b_3 = 300 ; f = 0.09 ; d_{nc} = (2.0 1.6 1.8 ; 2.5 1.2 1.4)

Solución

P1

1.

$$\text{máx} \sum_{i,j \in V_o, k \in K} c_{ij} x_{ijk} + \sum_{i \in V, k \in K} c_o x_{bik}$$

$$\sum_{j \in V_o} x_{ijk} - \sum_{j \in V_o} x_{jik} = 0 \qquad \forall i \in V, k \in K \text{ (flujo)} \qquad (1)$$

$$\sum_{j \in V_o, k \in K} x_{ijk} = 1 \qquad \forall i \in V \text{ (visitar clientes)} \qquad (2)$$

$$\sum_{j \in V, i \in V_o} d_j x_{ijk} \leq K_o \qquad \forall k \in K \text{ (capacidad)} \qquad (3)$$

$$\sum_{i \in V} x_{bik} \leq 1 \qquad \forall k \in K \text{ (una vuelta)} \qquad (4)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ijk} \leq |S| - 1 \qquad \forall k \in K, \forall S \subsetneq V \text{ (sub-tour)} \qquad (5)$$

$$s_i + t_{ij} x_{ijk} - (1 - x_{ijk}) M \leq s_j \qquad \forall i \in V_o, j \in V, k \in K \text{ (variables temporales)} \qquad (6)$$

$$t_v^i \leq s_i \leq t_i^f \qquad \forall i \in V \text{ (restriccion temporal)} \qquad (7)$$

$$s_i \geq 0, x_{ijk} \in \{0,1\} \qquad \text{(naturaleza variables)} \qquad (8)$$

Donde asumimos que $d_v \leq K_o$, ademas asumimos que todos los costos son positivos, asi como tambien que las ventanas de tiempo son positivas y no vacias, es decir, $0 \leq t_v^i \leq t_v^f \forall v \in V$. Con esto podemos decir que nunca ocuparemos mas de $|V|$ camiones, y llamamos al conjunto de camiones posibles K, dado esto definimos las variables x_{ijk} que sera uno si viajamos de i a j en el camion k, cero en cualquier otro caso. Además definimos $s_i : i \in V \cup \{b\}$ como el tiempo en que atendemos al cliente $i \in V$ y como cero para s_b. Por notación definimos $V_o = V \cup \{b\}$.

2.

(2pts.) ¿Cómo cambia el modelo si ahora consideramos dos tipos de vehículos, con tiempos de viajes iguales, pero costo por viajes distintos $c_{ij}^k : k \in \{1,2\}, i,j \in V \cup \{b\}$ y costos fijos $c_o^k : k \in \{1,2\}$?
En este caso lo unico que tenemos que hacer es una copia del modelo de la parte 1, sin la restriccion (2). Digamos que el modelo conjunto usa variables x^1 y x^2 para cada tipo de vehiculo usado, entonces, solo debemos agregar la restriccion

$$\sum_{j \in V_o, k \in K} x_{ijk}^2 + x_{ijk}^1 = 1 \qquad \forall i \in V \text{ (visitar clientes)} \qquad (9)$$

P2

1.

Variable de Decisión:

$$X_{ij} = Canitdad\ Enviada\ de\ i\ a\ j$$

Función Objetivo:

$$Min\ Z = \sum_{i,j} d_{ij} \times f \times X_{ij}$$

Restricciones:

Satisfacer Demanda

$$\sum_{i} X_{ij} \geq b_j \qquad \forall j$$

Capacidad

$$\sum_{j} X_{ij} \leq a_j \qquad \forall i$$

Naturaleza de las Variables:

$$X_{ij} \geq 0 \qquad \forall i,j$$

2.

Se adjunta archivo Auxiliar.rar con archivos necesarios para la implementación en Gams