

Metaheurísticas

Seminario 2:

Diseño de terminales en aeropuertos

Propiedades del problema

- Problema combinatorio de una gran complejidad
- Es un problema NP-completo con un elevado coste computacional
- La eficiencia de este problema se podría considerar cuadrática y en algunos problemas similares incluso cúbica, de ahí la complejidad asociada al mismo

Definición del problema

Los ingenieros aeronáuticos de AENA necesitan realizar un estudio sobre los aeropuertos de Málaga y Madrid para mejorar el flujo de pasajeros entre las puertas de embarque

El objetivo es encontrar la fórmula de distribución de las puertas de embarque, conociendo la distancia entre las distintas puertas y el flujo de pasajeros que existe entre las distintas localizaciones

Definición del problema

- Sean p puertas de embarque ($p_i, i=1, \dots, n$) y localizaciones ($l_j, j=1, \dots, n$)
- Se definen dos matrices $F=(f_{ij})$ y $D=(d_{ij})$ con una dimensión cuadrada de n con la siguiente información:
 - F es la matriz de flujo de pasajeros, es decir, f_{ij} es el número de pasajeros que pasan de la puerta i a la j
 - D es la matriz de distancias, es decir, d_{ij} es la distancia entre las puertas de embarque i y j

Definición del problema

- Sean p puertas de embarque ($p_i, i=1, \dots, n$) y localizaciones ($l_j, j=1, \dots, n$)
- Se definen dos matrices $F=(f_{ij})$ y $D=(d_{ij})$ con una dimensión cuadrada de n con la siguiente información:

El coste de asignar p_i a l_k y p_j a l_l es:

$$f_{ij} \cdot d_{kl} + f_{ji} \cdot d_{lk}$$

Definición del problema

- Matemáticamente el problema se centra en minimizar el coste de las asignaciones de las puertas de embarque con las distintas localizaciones

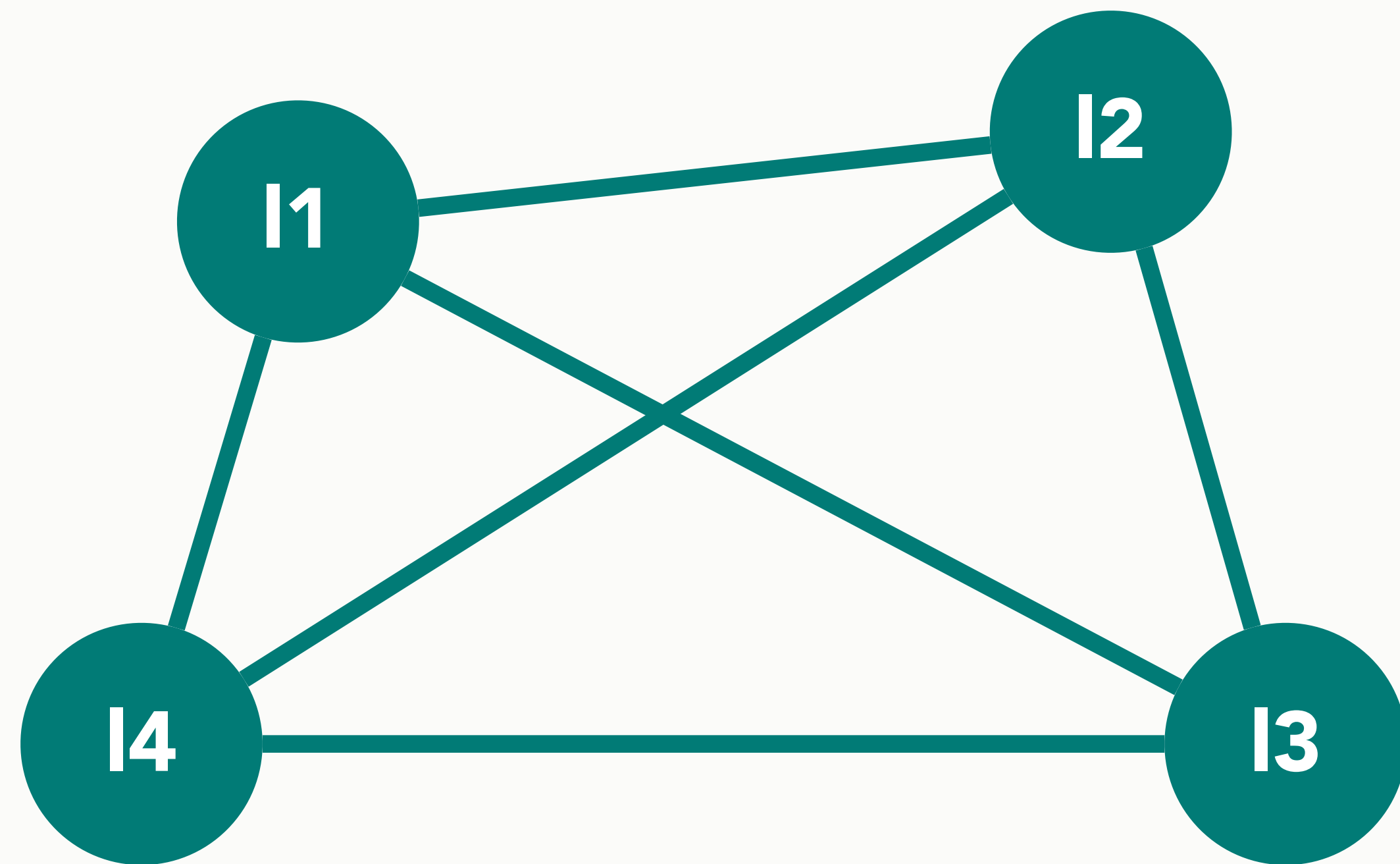
$$\min \sum_{i,j=1}^n \sum_{k,p=1}^n f_{ij} d_{kp} x_{ij} x_{kp}$$

$$\begin{aligned} s . a . \quad & \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad 1 \leq j \leq n, \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad 1 \leq i \leq n, \\ & x_{ij} \in \{0,1\} \quad 1 \leq i \leq n \end{aligned}$$

Un ejemplo

- El hospital “Ciudad de Jaén” necesita realizar este mismo problema para los siguientes departamentos:

- u1: Dermatología
- u2: Cirugía
- u3: Cardiología
- u4: Digestivo

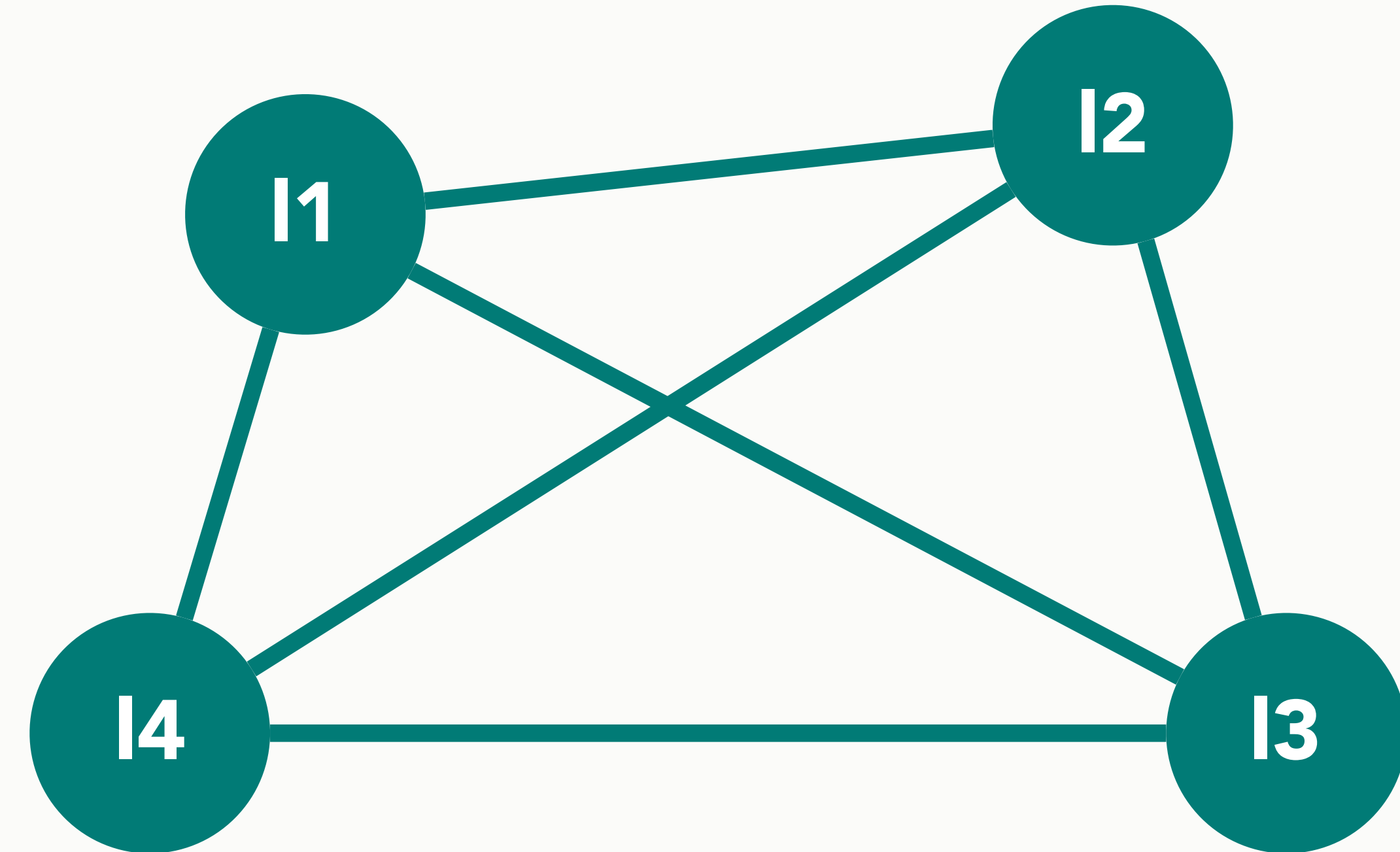


Un ejemplo

- El hospital "Ciudad de Jaén" necesita realizar este mismo problema para los siguientes departamentos:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

D contiene las distancias entre las distintas especialidades

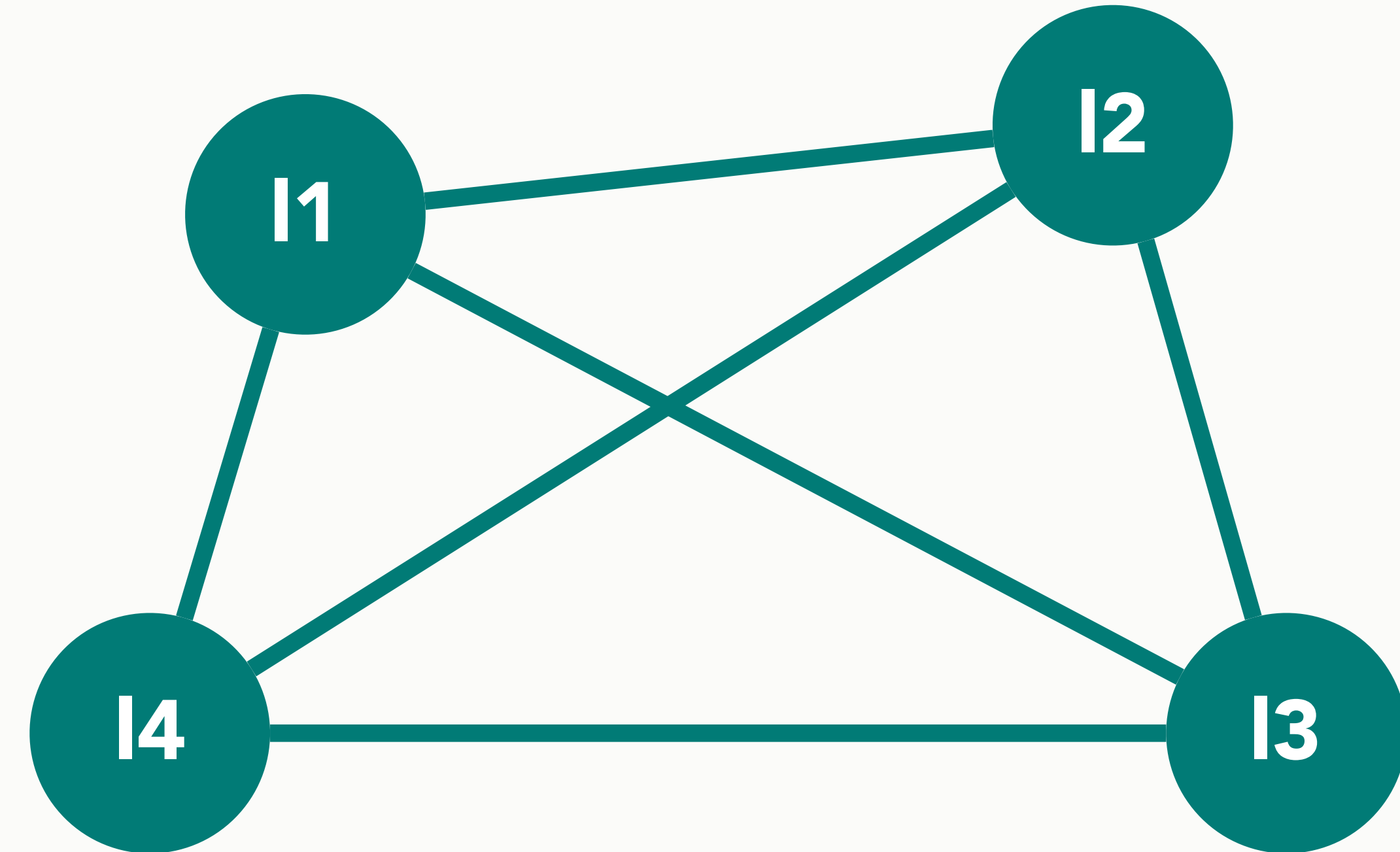


Un ejemplo

- El hospital "Ciudad de Jaén" necesita realizar este mismo problema para los siguientes departamentos:

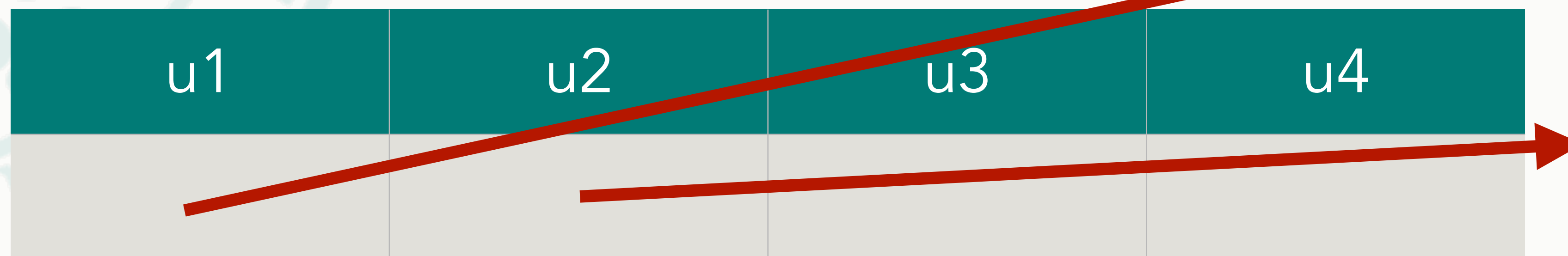
F contiene el número de pacientes que pasan entre especialidades

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$



Un ejemplo

- Las soluciones son permutaciones del conjunto $N=\{1,2,3,4\}$
- Por ejemplo, podemos verlo como un vector de permutaciones donde la posición son las unidades y el contenido serían las localizaciones donde se sitúan las localizaciones



$S(1) = \text{Localización}$
lk asociada a $u1$

$S(2) = \text{Localización}$
lk asociada a $u2$

Un ejemplo

- Las soluciones se representan como permutaciones de los números $\{1, 2, 3, 4\}$
- TSP se utiliza una representación de orden
- Permite verificar las restricciones de forma sencilla

El contenido serían las localizaciones donde se situarían las localizaciones

u1	u2	u3	u4

$S(1)$ = Localización
lk asociada a u1

$S(2)$ = Localización
lk asociada a u2

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

$S=\{3,4,1,2\}$

- La unidad u1 (Dermatología) la emplazaremos en la localización 3
- La unidad u2 (Cirugía) la emplazaremos en la localización 4
- La unidad u3 (Cardiología) la emplazaremos en la localización 1
- La unidad u4 (Digestivo) la emplazaremos en la localización 2

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

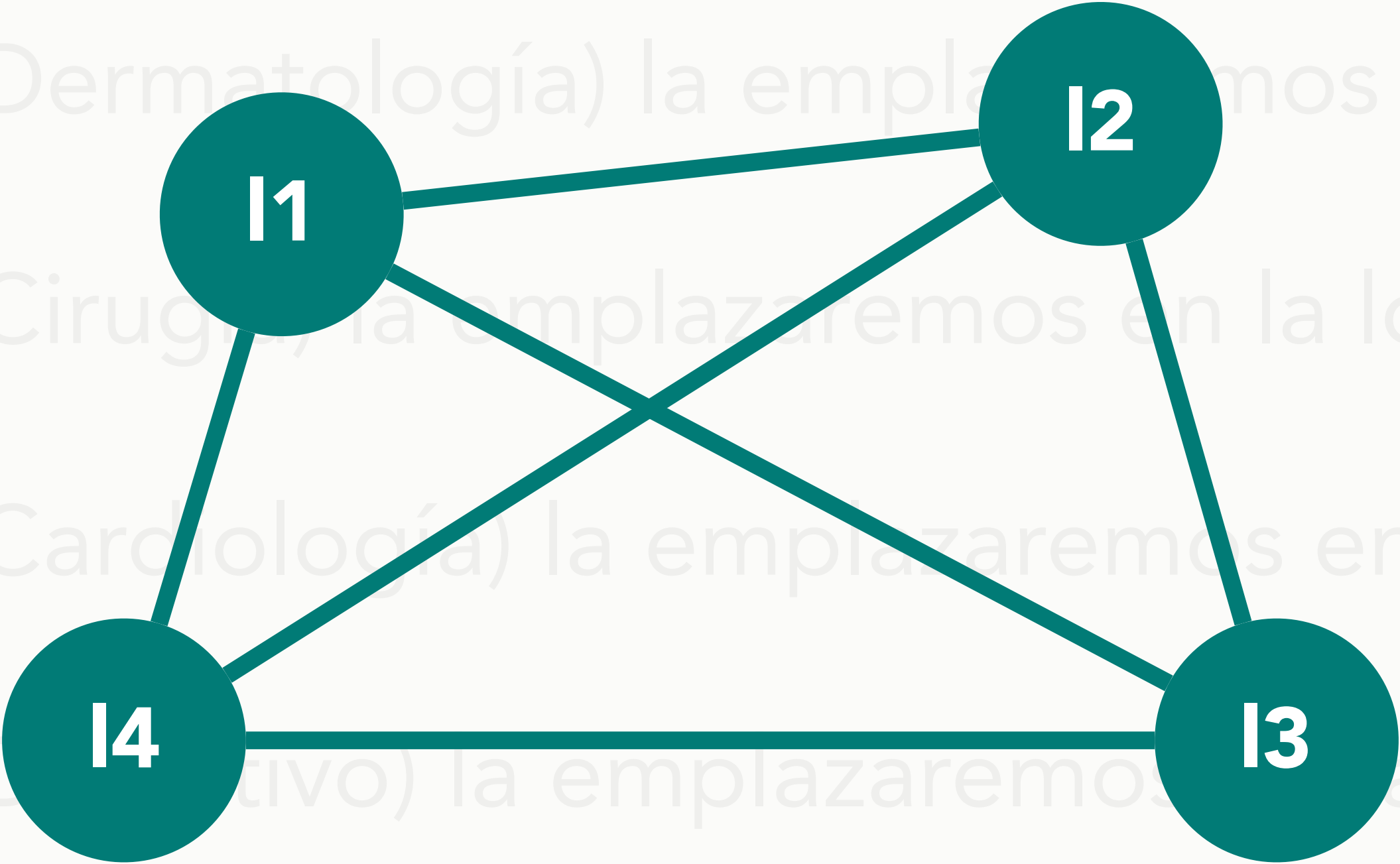
S={3,4,1,2}

Cardiología

Digestivo

Cirugía

Dermatología



Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

$S = \{3, 4, 1, 2\}$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C(S) = \begin{aligned} &f_{12} \cdot d_{34} + f_{13} \cdot d_{31} + f_{14} \cdot d_{32} \\ &f_{21} \cdot d_{43} + f_{23} \cdot d_{41} + f_{24} \cdot d_{42} \\ &f_{31} \cdot d_{13} + f_{32} \cdot d_{14} + f_{34} \cdot d_{12} \\ &f_{41} \cdot d_{23} + f_{42} \cdot d_{24} + f_{43} \cdot d_{21} \end{aligned}$$

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

$$S = \{3, 4, 1, 2\}$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C(S) =$$

$$\boxed{f_{12}} \cdot d_{34} + f_{13} \cdot d_{31} + f_{14} \cdot d_{32} \\
+ f_{21} \cdot d_{43} + f_{23} \cdot d_{41} + f_{24} \cdot d_{42} \\
+ f_{31} \cdot d_{13} + f_{32} \cdot d_{14} + f_{34} \cdot d_{12} \\
+ f_{41} \cdot d_{23} + f_{42} \cdot d_{24} + f_{43} \cdot d_{21}$$

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

 $S = \{3, 4, 1, 2\}$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

 $C(S) =$

$$\begin{aligned} & f_{12} d_{34} + f_{13} \cdot d_{31} + f_{14} \cdot d_{32} \\ & f_{21} \cdot d_{43} + f_{23} \cdot d_{41} + f_{24} \cdot d_{42} \\ & f_{31} \cdot d_{13} + f_{32} \cdot d_{14} + f_{34} \cdot d_{12} \\ & f_{41} \cdot d_{23} + f_{42} \cdot d_{24} + f_{43} \cdot d_{21} \end{aligned}$$

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

 $S = \{3, 4, 1, 2\}$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} C(S) &= 3 \cdot 7 + 8 \cdot 6 + 3 \cdot 6 \\ &\quad 3 \cdot 7 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 8 \\ &\quad 8 \cdot 6 + 2 \cdot 4 + 5 \cdot 12 \\ &\quad 3 \cdot 6 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 12 \\ &= 374 \end{aligned}$$

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

$$S = \{3, 4, 1, 2\}$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

 $C(S)$

$$\begin{aligned}
 & \boxed{3} \boxed{7} + 8 \cdot 6 + 3 \cdot 6 \\
 & 3 \cdot 7 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 8 \\
 & 8 \cdot 6 + 2 \cdot 4 + 5 \cdot 12 \\
 & 3 \cdot 6 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 12 \\
 & = 374
 \end{aligned}$$

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

 $S = \{3, 4, 1, 2\}$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C(S) = \text{Cada especialidad y la localización elegida influye globalmente en toda la red}$$

Un ejemplo

u1	u2	u3	u4
3	4	1	2

$S=\{3,4,1,2\}$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow D \setminus F =$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 12 & 0 & 2 & 4 \\ 6 & 6 & 0 & 5 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{bmatrix}$$

Prácticas Metaheurísticas

2019/2020

Diseño de los aeropuertos
Málaga y Madrid

Práctica 1:
Búsqueda local y trayectorias

Práctica 2:
Algoritmos evolutivos

Práctica 3:
Algoritmos meméticos

Presentación de los datos

¿cómo almacenar los datos?

El formato de los ficheros con los que vamos a trabajar son ficheros de texto con la siguiente configuración

- Una primera línea con el tamaño del problema [n](#)
- Una línea en blanco
- [n](#) líneas que muestran el contenido del flujo de productos entre cada par de unidades
- Una línea en blanco
- [n](#) líneas que muestran el contenido de la matriz de distancias entre cada par de localizaciones

Presentación de los datos

¿cómo almacenar los datos? **EJEMPLO**

4

0	3	8	3
3	0	2	4
8	2	0	5
3	4	0	5

0	12	6	4
12	0	6	8
6	6	0	7
4	8	7	0

Presentación de los datos

¿cómo almacenar los datos?

El día 02/10 se realizará el primer seguimiento de las prácticas

El objetivo es:

- Generar las estructuras necesarias para almacenar el contenido de ambas matrices
- Volcar la información del fichero a estas estructuras
- Implementar el primer algoritmo GREEDY que se explicará el jueves que viene

Metaheurísticas

Grado en Ingeniería Informática

Universidad de Jaén

Cristóbal J. Carmona

Curso 2019/2020

Esta obra está protegida con licencia
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional

