

Técnicas, Entornos y Aplicaciones de Inteligencia Artificial

Evaluación Práctica-3: CSPs - MiniZinc. 2022-2023.

Nombre: _____

- 1) Subid a Poliformat todos los ficheros correspondientes a la práctica (habrá distintas versiones: versión original y cada uno de los ejercicios). Se puede subir un archivo .zip.
- 2) Contestad a las preguntas siguientes, rellenando los huecos con las respuestas. Se deben comentar los cambios realizados. Se debe partir de la práctica ya realizada.
- 3) La entrega fuera de plazo tendrá penalización en la nota.
- 4) La utilización de herramientas de mensajería está terminantemente prohibida.

Tiempo: 75 minutos.

Nota: todos los ejercicios y apartados son incrementales. Es decir, el resultado del ejercicio 1 se utiliza como base para el ejercicio 2, el ejercicio 2 se usa como base para el ejercicio 3, y así sucesivamente.

1. (2 puntos, Tiempo estimado: 15') Utilizando vuestro modelo original, añadir la siguiente nueva información:

- Hay una operación más: O7, con una duración de 70 min.
- Hay dos cirujanos más: C4 y C5.
- Hay un técnico más: T6.

Indica las modificaciones realizadas:

```
int: Cirujanos = 5;  
int: Tecnicos = 6;  
  
int: Operaciones = 7;  
  
array [1..Operaciones] of var 1..DuracionMaxima : Duracion;  
Duracion = [60, 120, 180, 30, 45, 60, 70];
```

Indica qué operaciones realizan los cirujanos C3, C4 y C5 y el técnico T6:

Persona	Operaciones
C3	O1
C4	O4
C5	NINGUNA
T6	O2, O6, O7

En el apartado c) original se produce un cambio. Ahora, la operación O1 la debe realizar, al menos, el cirujano C2, C3 o C4 de forma exclusiva (xor).

Indica las modificaciones realizadas:

% O1 la debe realizar, al menos, el cirujano C2 o C3 o C4 de forma exclusiva (xor)

```
constraint (Asignacion[2,1] = 1) xor (Asignacion[3,1] = 1) xor (Asignacion[4,1] = 1);
```

Indica qué operaciones realizan los cirujanos C3, C4 y C5 y el técnico T6:

Persona	Operaciones
C3	NINGUNA
C4	O1, O4
C5	NINGUNA
T6	O2, O4, O7

2. (3 puntos, Tiempo estimado: 15') Existe una nueva operación O8, de duración 100 min. Disponemos de dos enfermeros más (E6 y E7). Se deben contemplar las siguientes restricciones:

- E6 y E7 son enfermeros en prácticas por lo que no pueden participar en la misma operación.
- E6 no puede participar en ninguna de las operaciones {O4, O5}.
- E7 no puede participar en ninguna de las operaciones {O3, O6}.

Indica las modificaciones realizadas:

```
int: Enfermeros = 7;

% E6 y E7 son enfermeros en prácticas por lo que no pueden participar en la misma
operación
% E6 = Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros-1
% E7 = Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros
constraint forall (o in 1..Operaciones)
((Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros-1,o] +
Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros,o]) <= 1);

% E6 no puede participar en ninguna de las operaciones {O4, O5}
constraint (Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros-1,4] = 0) /\
(Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros-1,5] = 0);

% E7 no puede participar en ninguna de las operaciones {O3, O6}
constraint (Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros,3] = 0) /\
(Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros,6] = 0);
```

Indica qué operaciones realizan los enfermeros E6 y E7, el cirujano C3 y el técnico T6:

Persona	Operaciones
E6	O3, O7, O8
E7	O2, O4, O5
C3	NINGUNA
T6	O4, O5, O7

3. (2 puntos, Tiempo estimado: 10') El hospital solo puede contratar a uno de los enfermeros en prácticas. Por tanto, si E6 participa en alguna operación, entonces E7 no puede participar en ninguna otra, y viceversa. Es decir, son enfermeros mutuamente excluyentes.

Indica las modificaciones realizadas:

```
% E6 y E7 son mutuamente excluyentes (si uno participa el otro no puede
```

```

participar y viceversa)
constraint (sum (o in 1..Operaciones)
(Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros-1,o]) > 0) -> (sum (o in
1..Operaciones) (Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros,o]) = 0);

constraint (sum (o in 1..Operaciones)
(Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros,o]) > 0) -> (sum (o in
1..Operaciones) (Asignacion[Cirujanos+Anestesistas+Enfermeros-1,o]) = 0);

```

Indica qué operaciones realizan los enfermeros E6 y E7 y el cirujano C3 (**NOTA:** se recomienda utilizar el solver “COIN-BC” en lugar de “Gecode”):

Persona	Operaciones
E6	O6, O7, O8
E7	NINGUNA
C3	NINGUNA

4. (2 puntos, Tiempo estimado: 15') Se desea considerar el coste por minuto de cada cirujano. Dicho coste viene dado por la siguiente tabla:

Persona	Coste/minuto (unidades de coste)
C1	1.0
C2	1.1
C3	0.9
C4	0.8
C5	1.2

Se desea minimizar el coste total, que viene dado por el tiempo total de trabajo de los cirujanos y su coste/minuto.

NOTA: Si queremos almacenar un sumatorio de variables sobre varios índices basta con usar:
 constraint (sum (a in 1..X, b in 1..Y) (matriz[a,b])) = variable_sumatorio;

Indica las modificaciones realizadas:

```

array [1..Cirujanos] of float : Coste;
Coste = [1.0, 1.1, 0.9, 0.8, 1.2]; % Los costes/minuto de cada cirujano
var float: CosteTotal;

% Coste/hora de los cirujanos
constraint (sum (t in 1..Cirujanos, o in 1..Operaciones) (Asignacion[t,o] * Coste[t] *
Duración[o])) = CosteTotal;

solve minimize CosteTotal;

```

Indica qué operaciones realiza cada cirujano y el coste total a minimizar (**NOTA:** se recomienda utilizar el solver “COIN-BC” en lugar de “Gecode”):

Persona	Operaciones
C1	O2, O4, O6
C2	NINGUNA
C3	O3, O5, O7
C4	O1, O4, O8
C5	NINGUNA

CosteTotal: 624.5

5. (1 punto, Tiempo estimado: 10') Supongamos que el hospital dispone de 4 quirófanos (Q1..Q4) que se pueden utilizar en 3 horarios distintos (H1..H3). Explica qué modificaciones serían necesarias para realizar una asignación de cada operación a cualquiera de los quirófanos en el horario correspondiente. Obviamente, no puede haber dos operaciones que se realicen en el mismo quirófano y en el mismo horario. **Nota:** no es necesario implementar nada; basta con explicar las variables y restricciones de forma textual.

Por simplicidad podemos considerar 12 valores: Q1-H1, Q1-H2, Q1-H3 y así para todos los quirófanos

Habría que añadir una variable: Asignación[q-t,o] que será 0/1 en función de si la operación o se utiliza en q-t

Habría que añadir una restricción para evitar solape de quirófanos: forall q-t: (sum(o) (Asignación[q-t,o]) <= 1)

Habría que asegurarse de que toda operación o tiene una y sola una asignación (solo en un quirófano y horario)