

TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES (2019)
DOBLE GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Memoria Práctica 3

Luis Balderas Ruiz
`luisbalderas@correo.ugr.es`

8 de junio de 2019

1. Introducción

En el presente documento justifico los diseños en los dominios y/o problemas que plantea la práctica 3 de Técnicas de los Sistemas Inteligentes, centrada en planificación HTN. En los primeros ejercicios (1,2,3), el objetivo es hacer modificaciones en el dominio de plantilla dado. El 4 requiere de diseño y estrategias propias.

2. Ejercicio 1

En el ejercicio 1 se nos propone ver que la solución dada no encuentra un plan que complete los objetivos. El problema reside en que la tarea transport-person no hay planteado un caso en el que el avión no esté en la misma ciudad que la persona. Si se da ese caso, el avión tiene que desplazarse a la ciudad para recoger al pasajero. Veamos como ya sí se completa el plan:

```
:action (fly a1 c4 c1) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 05/06/2007 23:00:00
:action (board p1 a1 c1) start: 05/06/2007 23:00:00 end: 06/06/2007 00:00:00
:action (fly a1 c1 c5) start: 06/06/2007 00:00:00 end: 06/06/2007 10:00:00
:action (debark p1 a1 c5) start: 06/06/2007 10:00:00 end: 06/06/2007 11:00:00
:action (fly a1 c5 c2) start: 06/06/2007 11:00:00 end: 07/06/2007 02:00:00
:action (board p2 a1 c2) start: 07/06/2007 02:00:00 end: 07/06/2007 03:00:00
:action (fly a1 c2 c5) start: 07/06/2007 03:00:00 end: 07/06/2007 18:00:00
:action (debark p2 a1 c5) start: 07/06/2007 18:00:00 end: 07/06/2007 19:00:00
:action (fly a1 c5 c3) start: 07/06/2007 19:00:00 end: 08/06/2007 10:00:00
:action (board p3 a1 c3) start: 08/06/2007 10:00:00 end: 08/06/2007 11:00:00
:action (fly a1 c3 c5) start: 08/06/2007 11:00:00 end: 09/06/2007 02:00:00
:action (debark p3 a1 c5) start: 09/06/2007 02:00:00 end: 09/06/2007 03:00:00
Number of actions: 12 (12)
Expansions: 9
Generated nodes: 21
```

Figura 2.1: Salida del plan para el ejercicio 1

3. Ejercicio 2

El ejercicio 2 consiste en introducir restricciones de combustible. Para ello, se define *hay-fuel*, un derived que comprueba si el nivel de fuel del avión es mayor que 1. En la tarea mover-avión introduzco un método “no-fuel”, que comprueba el derived anterior y reposta antes de volar de nuevo.

```

:action (fly a1 c4 c1) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 05/06/2007 23:00:00
:action (board p1 a1 c1) start: 05/06/2007 23:00:00 end: 06/06/2007 00:00:00
:action (refuel a1 c1) start: 06/06/2007 00:00:00 end: 16/06/2007 10:00:00
:action (fly a1 c1 c5) start: 16/06/2007 10:00:00 end: 16/06/2007 20:00:00
:action (debark p1 a1 c5) start: 16/06/2007 20:00:00 end: 16/06/2007 21:00:00
:action (fly a1 c5 c2) start: 16/06/2007 21:00:00 end: 17/06/2007 12:00:00
:action (board p2 a1 c2) start: 17/06/2007 12:00:00 end: 17/06/2007 13:00:00
:action (refuel a1 c2) start: 17/06/2007 13:00:00 end: 27/06/2007 23:00:00
:action (fly a1 c2 c5) start: 27/06/2007 23:00:00 end: 28/06/2007 14:00:00
:action (debark p2 a1 c5) start: 28/06/2007 14:00:00 end: 28/06/2007 15:00:00
:action (fly a1 c5 c3) start: 28/06/2007 15:00:00 end: 29/06/2007 06:00:00
:action (board p3 a1 c3) start: 29/06/2007 06:00:00 end: 29/06/2007 07:00:00
:action (refuel a1 c3) start: 29/06/2007 07:00:00 end: 11/07/2007 19:00:00
:action (fly a1 c3 c5) start: 11/07/2007 19:00:00 end: 12/07/2007 10:00:00
:action (debark p3 a1 c5) start: 12/07/2007 10:00:00 end: 12/07/2007 11:00:00
Number of actions: 15 (15)
Expansions: 11
Generated nodes: 26
Inferences: 0
Time in seconds: 0.02

```

Figura 3.1: Salida del plan para el ejercicio 2

4. Ejercicio 3

En el ejercicio 3 introducimos las acciones de volar lento y rápido, así como una limitación de fuel a través de la función fuel-limit, que limita el consumo total de fuel. Es necesario definir otra función, total-fuel-used, para ir acumulando el consumo de combustible y controlar que no se pasa de fuel-limit. Favorezco los vuelos rápidos a los lentos (los primeros gastan más combustible). Para ello, defino una task volar, en la que la primera acción que se lleva a cabo es un vuelo rápido (si hay combustible suficiente y no nos pasamos del límite, comprobado en la precondition). Si no fuera posible, hacemos un vuelo lento o, finalmente, no se produce el vuelo por superar el límite.

```

:action (fly a1 c4 c1) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 05/06/2007 23:00:00
:action (board p1 a1 c1) start: 05/06/2007 23:00:00 end: 06/06/2007 00:00:00
:action (refuel a1 c1) start: 06/06/2007 00:00:00 end: 16/06/2007 10:00:00
:action (zoom a1 c1 c5) start: 16/06/2007 10:00:00 end: 16/06/2007 15:00:00
:action (debark p1 a1 c5) start: 16/06/2007 15:00:00 end: 16/06/2007 16:00:00
:action (refuel a1 c5) start: 16/06/2007 16:00:00 end: 25/06/2007 00:00:00
:action (zoom a1 c5 c2) start: 25/06/2007 00:00:00 end: 25/06/2007 08:00:00
:action (board p2 a1 c2) start: 25/06/2007 08:00:00 end: 25/06/2007 09:00:00
:action (refuel a1 c2) start: 25/06/2007 09:00:00 end: 07/07/2007 21:00:00
:action (zoom a1 c2 c5) start: 07/07/2007 21:00:00 end: 08/07/2007 05:00:00
:action (debark p2 a1 c5) start: 08/07/2007 05:00:00 end: 08/07/2007 06:00:00
:action (refuel a1 c5) start: 08/07/2007 06:00:00 end: 20/07/2007 18:00:00
:action (zoom a1 c5 c3) start: 20/07/2007 18:00:00 end: 21/07/2007 02:00:00
:action (board p3 a1 c3) start: 21/07/2007 02:00:00 end: 21/07/2007 03:00:00
:action (refuel a1 c3) start: 21/07/2007 03:00:00 end: 02/08/2007 15:00:00
:action (fly a1 c3 c5) start: 02/08/2007 15:00:00 end: 03/08/2007 06:00:00
:action (debark p3 a1 c5) start: 03/08/2007 06:00:00 end: 03/08/2007 07:00:00
Number of actions: 17 (17)
Expansions: 27
Generated nodes: 44

```

Figura 4.1: Salida del plan para el ejercicio 3

5. Ejercicio 4

Tras modificar board y debark para fijar un número de pasajeros máximo, defino varias tareas recursivas para poder montar y desmontar varios pasajeros en una misma ciudad. Ambas tienen la misma estructura. Primero, el caso base de la recursión, donde hemos sobrepasado el límite de pasajeros (o ya no quedan, respectivamente). En caso de que aún queden pasajeros por montar o desmontar, los montamos con la salvedad de que la persona ya esté en su destino, por lo que no la subimos al avión, o que no haya llegado a su destino, y no la bajamos. Tras subirlas/bajarlas, llamamos de nuevo a la función para que se ejecute de forma recursiva.

En la tarea transport-person, que es la principal, defino cuatro casos: que la persona ya esté en la ciudad a la que se le transporta (no haciendo nada), que el avión y los pasajeros estén en la misma ciudad, de forma que los monta, los lleva y los baja; el caso 3, ya comentado en el ejercicio 1, cuando el avión y los pasajeros no están en la misma ciudad; y el caso 4, cuando llegamos a una ciudad y no es el destino de un conjunto de pasajeros. En ese caso no los bajamos, sino que volamos a su ciudad de destino y los bajamos allí.

En este ejercicio defino tres problemas. En todos ellos se pretende encontrar un plan, que el nivel de combustible utilizado sea pequeño y minimizar el número de acciones (subiendo a todos los pasajeros posibles a la vez, bajándolos sólo en su destino y volando rápido cuando sea posible). El problema 1, en el que impongo restricciones de combustible ajustadas a cada avión, para que el plan sea elaborado:

```
:action (refuel a1 madrid) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 29/07/2007 12:00:00
:action (fly a1 madrid granada) start: 29/07/2007 12:00:00 end: 29/07/2007 20:00:00
:action (board p1 a1 granada) start: 29/07/2007 20:00:00 end: 29/07/2007 21:00:00
:action (board p4 a1 granada) start: 29/07/2007 21:00:00 end: 29/07/2007 22:00:00
:action (board p5 a1 granada) start: 29/07/2007 22:00:00 end: 29/07/2007 23:00:00
:action (fly a1 granada madrid) start: 29/07/2007 23:00:00 end: 30/07/2007 07:00:00
:action (debark p1 a1 madrid) start: 30/07/2007 07:00:00 end: 30/07/2007 08:00:00
:action (refuel a2 gibraltar) start: 30/07/2007 08:00:00 end: 22/09/2007 12:00:00
:action (fly a2 gibraltar almeria) start: 22/09/2007 12:00:00 end: 23/09/2007 22:00:00
:action (board p2 a2 almeria) start: 23/09/2007 22:00:00 end: 23/09/2007 23:00:00
:action (fly a2 almeria barcelona) start: 23/09/2007 23:00:00 end: 27/09/2007 08:00:00
:action (debark p2 a2 barcelona) start: 27/09/2007 08:00:00 end: 27/09/2007 09:00:00
:action (fly a1 madrid bilbao) start: 27/09/2007 09:00:00 end: 27/09/2007 17:00:00
:action (debark p4 a1 bilbao) start: 27/09/2007 17:00:00 end: 27/09/2007 18:00:00
:action (refuel a1 bilbao) start: 27/09/2007 18:00:00 end: 18/11/2007 06:00:00
:action (fly a1 bilbao gibraltar) start: 18/11/2007 06:00:00 end: 19/11/2007 04:00:00
:action (debark p5 a1 gibraltar) start: 19/11/2007 04:00:00 end: 19/11/2007 05:00:00
Number of actions: 17 (24)
Expansions: 59886
Generated nodes: 87528
```

Figura 5.1: Salida del plan para el ejercicio 4, problema 1

En el problema 2, dejo de lado las restricciones de combustibles e introduzco limitaciones en el número de horas que puede volar cada avión (a través de las funciones limite-horas y tiempo-vuelo). Combino velocidades de aviones y horas para así generar un problema complejo.

```

:action (refuel a1 madrid) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 29/07/2007 12:00:00
:action (zoom a1 madrid granada) start: 29/07/2007 12:00:00 end: 29/07/2007 16:00:00
:action (board p4 a1 granada) start: 29/07/2007 16:00:00 end: 29/07/2007 17:00:00
:action (board p5 a1 granada) start: 29/07/2007 17:00:00 end: 29/07/2007 18:00:00
:action (board p1 a1 granada) start: 29/07/2007 18:00:00 end: 29/07/2007 19:00:00
:action (fly a1 granada madrid) start: 29/07/2007 19:00:00 end: 30/07/2007 03:00:00
:action (debark p1 a1 madrid) start: 30/07/2007 03:00:00 end: 30/07/2007 04:00:00
:action (refuel a2 gibraltar) start: 30/07/2007 04:00:00 end: 22/09/2007 08:00:00
:action (zoom a2 gibraltar almeria) start: 22/09/2007 08:00:00 end: 23/09/2007 01:00:00
:action (board p2 a2 almeria) start: 23/09/2007 01:00:00 end: 23/09/2007 02:00:00
:action (fly a2 almeria barcelona) start: 23/09/2007 02:00:00 end: 26/09/2007 11:00:00
:action (debark p2 a2 barcelona) start: 26/09/2007 11:00:00 end: 26/09/2007 12:00:00
:action (refuel a1 madrid) start: 26/09/2007 12:00:00 end: 18/11/2007 02:00:00
:action (zoom a1 madrid bilbao) start: 18/11/2007 02:00:00 end: 18/11/2007 06:00:00
:action (debark p4 a1 bilbao) start: 18/11/2007 06:00:00 end: 18/11/2007 07:00:00
:action (refuel a1 bilbao) start: 18/11/2007 07:00:00 end: 21/12/2007 05:00:00
:action (fly a1 bilbao gibraltar) start: 21/12/2007 05:00:00 end: 22/12/2007 03:00:00
:action (debark p5 a1 gibraltar) start: 22/12/2007 03:00:00 end: 22/12/2007 04:00:00
Number of actions: 18 (25)
Expansions: 68
Generated nodes: 102

```

Figura 5.2: Salida del plan para el ejercicio 4, problema 2

En el último problema, donde presento 20 pasajeros y 6 aviones, combinando distintos destinos, niveles de fuel y horas de vuelo. La complejidad de las combinaciones hace que tarde mucho tiempo y a veces, supere las capacidades de Wine. Añado otro problema (problema4) de dificultad alta y que en mi PC no ha conseguido terminar sin dar error de memoria. No tengo garantías de que en Windows, sin máquina virtual de por medio, termine con mayor facilidad. He aquí la solución de un problema más relajado (problema3)

```

:action (board p3 a6 granada) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 05/06/2007 09:00:00
:action (board p4 a6 granada) start: 05/06/2007 09:00:00 end: 05/06/2007 10:00:00
:action (board p5 a6 granada) start: 05/06/2007 10:00:00 end: 05/06/2007 11:00:00
:action (board p6 a6 granada) start: 05/06/2007 11:00:00 end: 05/06/2007 12:00:00
:action (board p7 a6 granada) start: 05/06/2007 12:00:00 end: 05/06/2007 13:00:00
:action (board p8 a6 granada) start: 05/06/2007 13:00:00 end: 05/06/2007 14:00:00
:action (board p9 a6 granada) start: 05/06/2007 14:00:00 end: 05/06/2007 15:00:00
:action (board p1 a6 granada) start: 05/06/2007 15:00:00 end: 05/06/2007 16:00:00
:action (board p2 a6 granada) start: 05/06/2007 16:00:00 end: 05/06/2007 17:00:00
:action (refuel a6 granada) start: 05/06/2007 17:00:00 end: 29/07/2007 21:00:00
:action (zoom a6 granada madrid) start: 29/07/2007 21:00:00 end: 30/07/2007 01:00:00
:action (debark p3 a6 madrid) start: 30/07/2007 01:00:00 end: 30/07/2007 02:00:00
:action (debark p2 a6 madrid) start: 30/07/2007 02:00:00 end: 30/07/2007 03:00:00
:action (debark p1 a6 madrid) start: 30/07/2007 03:00:00 end: 30/07/2007 04:00:00
:action (debark p9 a6 madrid) start: 30/07/2007 04:00:00 end: 30/07/2007 05:00:00
:action (debark p8 a6 madrid) start: 30/07/2007 05:00:00 end: 30/07/2007 06:00:00
:action (debark p7 a6 madrid) start: 30/07/2007 06:00:00 end: 30/07/2007 07:00:00
:action (debark p6 a6 madrid) start: 30/07/2007 07:00:00 end: 30/07/2007 08:00:00
:action (debark p5 a6 madrid) start: 30/07/2007 08:00:00 end: 30/07/2007 09:00:00
:action (debark p4 a6 madrid) start: 30/07/2007 09:00:00 end: 30/07/2007 10:00:00
:action (board p10 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 10:00:00 end: 30/07/2007 11:00:00
:action (board p11 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 11:00:00 end: 30/07/2007 12:00:00
:action (board p12 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 12:00:00 end: 30/07/2007 13:00:00
:action (board p13 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 13:00:00 end: 30/07/2007 14:00:00
:action (board p14 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 14:00:00 end: 30/07/2007 15:00:00
:action (board p15 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 15:00:00 end: 30/07/2007 16:00:00
:action (board p16 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 16:00:00 end: 30/07/2007 17:00:00
:action (board p17 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 17:00:00 end: 30/07/2007 18:00:00
:action (board p18 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 18:00:00 end: 30/07/2007 19:00:00
:action (board p19 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 19:00:00 end: 30/07/2007 20:00:00
:action (board p20 a2 gibraltar) start: 30/07/2007 20:00:00 end: 30/07/2007 21:00:00
:action (refuel a2 gibraltar) start: 30/07/2007 21:00:00 end: 23/09/2007 01:00:00
:action (zoom a2 gibraltar sevilla) start: 23/09/2007 01:00:00 end: 23/09/2007 11:00:00
:action (debark p15 a2 sevilla) start: 23/09/2007 11:00:00 end: 23/09/2007 12:00:00
:action (debark p14 a2 sevilla) start: 23/09/2007 12:00:00 end: 23/09/2007 13:00:00
:action (debark p13 a2 sevilla) start: 23/09/2007 13:00:00 end: 23/09/2007 14:00:00
:action (debark p12 a2 sevilla) start: 23/09/2007 14:00:00 end: 23/09/2007 15:00:00
:action (debark p11 a2 sevilla) start: 23/09/2007 15:00:00 end: 23/09/2007 16:00:00
:action (debark p10 a2 sevilla) start: 23/09/2007 16:00:00 end: 23/09/2007 17:00:00
:action (zoom a2 sevilla granada) start: 23/09/2007 17:00:00 end: 24/09/2007 06:00:00
:action (debark p19 a2 granada) start: 24/09/2007 06:00:00 end: 24/09/2007 07:00:00
:action (debark p18 a2 granada) start: 24/09/2007 07:00:00 end: 24/09/2007 08:00:00
:action (debark p17 a2 granada) start: 24/09/2007 08:00:00 end: 24/09/2007 09:00:00
:action (debark p16 a2 granada) start: 24/09/2007 09:00:00 end: 24/09/2007 10:00:00
:action (refuel a2 granada) start: 24/09/2007 10:00:00 end: 01/11/2007 03:00:00
:action (fly a2 granada barcelona) start: 01/11/2007 03:00:00 end: 04/11/2007 18:00:00
:action (debark p20 a2 barcelona) start: 04/11/2007 18:00:00 end: 04/11/2007 19:00:00
Number of actions: 47 (69)
Expansions: 87
Generated nodes: 156

```

Figura 5.3: Salida del plan para el ejercicio 4, problema 3