

Práctica 3: Planificación HTN

Juan Manuel Castillo Nieves

Problema 1	2
Problema 2	3
Problema 3	4
Problema 4	6
Extensión 1: capacidad máxima de pasajeros	6
Extensión 2: embarcar/desembarcar varios pasajeros de un avión	6
Extensión 3: duración limitada para los viajes	7
Extensión 4: cada avión tiene una cantidad de fuel limitado	7
Problema 1	8
Problema 2	8
Problema 3	9
Problema 4	11
Problema 5	13

Problema 1

En el dominio inicial sólo se pueden transportar a personas cuando el avión y la persona están en la misma ciudad, con lo cual en este nuevo dominio hay que añadir un nuevo método que permita transportar a una persona cuando el avión está en una diferente ciudad. En concreto, se ha añadido a la tarea *transport-person* el método *Case3*.

En la precondition del método se comprueba que la persona y el avión están en diferentes ciudades. Las tareas que se han de realizar son:

1. **(mover-avion ?a ?c2 ?c1):** mover avión a la ciudad en la que está la persona
2. **(board ?p ?a ?c1):** la persona embarca en el avión
3. **(mover-avion ?a ?c1 ?c):** se mueve el avión hacia la ciudad que quiere la persona
4. **(debark ?p ?a ?c):** la persona desembarca en la ciudad

Solución al problema:

```
: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
Inferences: 0
Time in seconds: 0
Real Time: 0.01675
Used Time: 3.35276e-10
System Time: 5.0664e-10
```

Problema 2

En el dominio anterior, la tarea *mover-avion* solo contempla el método que usa la acción *fly* siempre que haya suficiente combustible. Para resolver este problema, se ha añadido el método *fuel-insuficiente*. En la precondition del método se comprueba que no hay combustible para volar desde una ciudad *c1* a otra ciudad *c2* y las acciones que se han de realizar son:

1. **(refuel ?a ?c1)**: repostar avión
2. **(fly ?a ?c1 ?c2)**: volar desde *c1* a *c2*

Solución al problema:

```
: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
Real Time: 0.003
Used Time: 3.35276e-10
System Time: 1.01328e-09
```

Problema 3

Para resolver este problema se ha dividido el literal derivado (*hay-fuel ?a ?c1 ?c2*) en 2:

- (**hay-fuel-fast-speed ?a ?c1 ?c2**): hay combustible para volar a velocidad rápida
- (**hay-fuel-slow-speed ?a ?c1 ?c2**): hay combustible para volar a velocidad lenta

Para resolver el problema del límite de combustible se ha añadido una nueva función:

- (**fuel-limit**): especifica el límite de combustible

y se han añadido 2 literales derivados:

- (**no-supera-fuel-limit-fast-speed ?a ?c1 ?c2**): no se supera el límite de combustible yendo desde *c1* hasta *c2* a velocidad rápida
- (**no-supera-fuel-limit-slow-speed ?a ?c1 ?c2**): no se supera el límite de combustible yendo desde *c1* hasta *c2* a velocidad lenta

Debido a las modificaciones anteriores, la tarea *mover-avion* también se divide:

- (**:method fuel-suficiente-fast-speed**): este método se escogerá para usar la acción *zoom* cuando haya combustible para volar a **velocidad rápida** desde *c1* hasta *c2* y sin superar el límite de combustible
- (**:method fuel-insuficiente-fast-speed**): este método se escogerá para usar la acción *refuel zoom* cuando no haya combustible para volar a **velocidad rápida** desde *c1* hasta *c2* y no se supere el límite de combustible
- (**:method fuel-suficiente-slow-speed**): este método se escogerá para usar la acción *fly* cuando haya combustible para volar a **velocidad lenta** desde *c1* hasta *c2* y sin superar el límite de combustible
- (**:method fuel-insuficiente-slow-speed**): este método se escogerá para usar la acción *refuel fly* cuando no haya combustible para volar a **velocidad lenta** desde *c1* hasta *c2* y no se supere el límite de combustible

Los métodos están en ese orden para priorizar los vuelos con **velocidad rápida**.

Solución al problema:

```
:action (refuel a1 c4) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 09/06/2007 12:00:00
:action (zoom a1 c4 c1) start: 09/06/2007 12:00:00 end: 09/06/2007 20:00:00
:action (board p1 a1 c1) start: 09/06/2007 20:00:00 end: 09/06/2007 21:00:00
:action (refuel a1 c1) start: 09/06/2007 21:00:00 end: 22/06/2007 09:00:00
:action (zoom a1 c1 c5) start: 22/06/2007 09:00:00 end: 22/06/2007 14:00:00
:action (debark p1 a1 c5) start: 22/06/2007 14:00:00 end: 22/06/2007 15:00:00
:action (refuel a1 c5) start: 22/06/2007 15:00:00 end: 30/06/2007 23:00:00
:action (zoom a1 c5 c2) start: 30/06/2007 23:00:00 end: 01/07/2007 07:00:00
:action (board p2 a1 c2) start: 01/07/2007 07:00:00 end: 01/07/2007 08:00:00
:action (refuel a1 c2) start: 01/07/2007 08:00:00 end: 13/07/2007 20:00:00
:action (zoom a1 c2 c5) start: 13/07/2007 20:00:00 end: 14/07/2007 04:00:00
:action (debark p2 a1 c5) start: 14/07/2007 04:00:00 end: 14/07/2007 05:00:00
:action (refuel a1 c5) start: 14/07/2007 05:00:00 end: 26/07/2007 17:00:00
:action (fly a1 c5 c3) start: 26/07/2007 17:00:00 end: 27/07/2007 08:00:00
:action (board p3 a1 c3) start: 27/07/2007 08:00:00 end: 27/07/2007 09:00:00
:action (fly a1 c3 c5) start: 27/07/2007 09:00:00 end: 28/07/2007 00:00:00
:action (debark p3 a1 c5) start: 28/07/2007 00:00:00 end: 28/07/2007 01:00:00
Number of actions: 17 (17)
Expansions: 11
Generated nodes: 34
Inferences: 0
Time in seconds: 0.015
Real Time: 0.02325
Used Time: 0.015
System Time: 5.0664e-10
```

Problema 4

Extensión 1: capacidad máxima de pasajeros

Para representar la capacidad máxima de pasajeros y sumar/restar pasajeros cuando se embarca/desembarca se han añadido 2 funciones:

- **(capacidad-maxima ?a)**: la capacidad máxima del avión *a*
- **(numero-de-pasajeros ?a)**: el número de pasajeros que hay en el avión *a* (inicialmente 0)

En la acción *board* se ha añadido como precondition que el número de pasajeros sea menor que la capacidad máxima del avión. Como efecto se ha añadido que se incremente el número de pasajeros en 1.

En la acción *debark* se ha añadido como efecto que se decremente el número de pasajeros en 1.

Estos cambios se han hecho en el fichero "Primitivas-ZenoTravel.pddl" incluido en el directorio E4.

Extensión 2: embarcar/desembarcar varios pasajeros de un avión

Se ha añadido un nuevo predicado:

- **(destino ?x ?y)**: el destino de la persona *x* es la ciudad *y*

Se han añadido 2 tareas compuestas recursivas:

- **:task board-recursivo**: es la tarea que embarca pasajeros de forma recursiva y tiene 2 métodos:
 - **:method recursion**: es el método que realiza la recursión. Como precondition, la persona y el avión deben estar en la misma ciudad; el destino de la persona debe ser otra ciudad; y no se supera la capacidad máxima del avión. Las tareas que se realizan son:
 - **(board ?p ?a ?c)**: embarcar una persona en el avión
 - **(board-recursivo ?a ?c)**: se vuelve a llamar a la tarea para embarcar a más pasajeros
 - **:method caso-base**: es el caso base de la tarea, no contempla preconditiones ni tareas
- **:task debark-recursivo**: es la tarea que desembarca pasajeros de forma recursiva y tiene 2 métodos:
 - **:method recursion**: es el método que realiza la recursión. Como precondition, la persona debe estar en el avión y el avión en una ciudad. No se comprueba si la ciudad

es el destino de la persona porque así se podrían permitir escalas, es decir, una persona baja de un avión en una ciudad para coger otro avión que le lleve a su ciudad. Las tareas que se realizan son:

- **(debark ?p ?a ?c):** desembarcar una persona del avión
- **(debark-recursivo ?a ?c):** se vuelve a llamar a la tarea para desembarcar a más pasajeros
- **:method caso-base:** es el caso base de la tarea, no contempla precondiciones ni tareas

Extensión 3: duración limitada para los viajes

La interpretación que se ha dado a esta extensión es que cada avión tiene una duración limitada y no se puede sobrepasar. Por ejemplo, si un avión tiene una duración máxima de 20 minutos, no podrá realizar un viaje desde Granada a Barcelona porque el viaje dura más de 20 minutos.

Se ha añadido el predicado:

- **(duration-limit ?a):** representa la duración límite de viaje para el avión *a*

Y se han añadido 2 literales derivados:

- **(no-supera-duration-limit-fast-speed ?a ?c1 ?c2):** se deriva que el tiempo que se tarda en ir desde *c1* hasta *c2* con **velocidad rápida** no supera el límite de tiempo
- **(no-supera-duration-limit-slow-speed ?a ?c1 ?c2):** se deriva que el tiempo que se tarda en ir desde *c1* hasta *c2* con **velocidad lenta** no supera el límite de tiempo

Estos literales derivados se han añadido como precondición a los métodos de la tarea *mover-avion*.

Extensión 4: cada avión tiene una cantidad de fuel limitado

Ahora las funciones **(fuel-limit)** y **(total-fuel-used)** tienen un parámetro *?a - aircraft*, de forma que cada avión tiene un combustible limitado y un contador de combustible usado.

Problema 1

En el problema 1 hay 5 personas, todas en Granada. Hay 12 ciudades, las que aparecen en el pdf de la práctica. Hay 1 avión con capacidad para 100 pasajeros, con un límite de fuel y una duración de viaje muy alta (un valor muy alto para resolver el problema sin pensar en esto). El destino de las 5 personas es Madrid.

La finalidad de este problema es comprobar que embarcar/desembarcar recursivamente funciona.

Solución al problema:

```
:action (zoom a1 barcelona granada) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 07/06/2007
03:00:00
:action (board p1 a1 granada) start: 07/06/2007 03:00:00 end: 07/06/2007 04:00:00
:action (board p2 a1 granada) start: 07/06/2007 04:00:00 end: 07/06/2007 05:00:00
:action (board p3 a1 granada) start: 07/06/2007 05:00:00 end: 07/06/2007 06:00:00
:action (board p4 a1 granada) start: 07/06/2007 06:00:00 end: 07/06/2007 07:00:00
:action (board p5 a1 granada) start: 07/06/2007 07:00:00 end: 07/06/2007 08:00:00
:action (zoom a1 granada madrid) start: 07/06/2007 08:00:00 end: 08/06/2007 05:00:00
:action (debark p1 a1 madrid) start: 08/06/2007 05:00:00 end: 08/06/2007 06:00:00
:action (debark p5 a1 madrid) start: 08/06/2007 06:00:00 end: 08/06/2007 07:00:00
:action (debark p4 a1 madrid) start: 08/06/2007 07:00:00 end: 08/06/2007 08:00:00
:action (debark p3 a1 madrid) start: 08/06/2007 08:00:00 end: 08/06/2007 09:00:00
:action (debark p2 a1 madrid) start: 08/06/2007 09:00:00 end: 08/06/2007 10:00:00
Number of actions: 12 (18)
Expansions: 19
Generated nodes: 37
Inferences: 0
Time in seconds: 0.016
Real Time: 0.0035
Used Time: 0.016
System Time: 3.35276e-10
```

Problema 2

Este problema tiene las mismas características que el anterior, con la modificación de que ahora la duración límite del avión es 20. La velocidad rápida del avión es 20 y la velocidad lenta es 10.

La finalidad de este problema es comprobar que si un avión supera la duración del viaje, no existe ninguna solución. En este caso, el avión tiene que ir desde Barcelona a Madrid y desde Madrid a Granada. La duración del viaje Barcelona-Madrid (distancia 621) a velocidad rápida es 31.05 y a velocidad lenta es 62.1. Como la duración límite del avión es 20, no existirá solución.

Solución al problema:

```
Number of actions: 0 (0)
Expansions: 1
Generated nodes: 1
Inferences: 0
Time in seconds: 0
Real Time: 0.015
Used Time: 3.35276e-10
System Time: 2.6226e-09
```

Problema 3

En este problema hay 15 personas y 5 aviones. Las ciudades son las mismas que en los problemas anteriores. El límite de combustible para los 5 aviones es 5136, que se corresponde con 4 viajes entre las 2 ciudades más distanciadas (1284 entre Barcelona-Cádiz). Los aviones tienen características diferentes en cuanto a velocidad rápida/lenta y capacidad de combustible. También tienen duraciones de tiempo y capacidad máxima de pasajeros diferentes.

Solución al problema:

```
:action (zoom a1 gibraltar granada) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 05/06/2007
21:00:00
:action (board p3 a1 granada) start: 05/06/2007 21:00:00 end: 05/06/2007 22:00:00
:action (board p4 a1 granada) start: 05/06/2007 22:00:00 end: 05/06/2007 23:00:00
:action (board p5 a1 granada) start: 05/06/2007 23:00:00 end: 06/06/2007 00:00:00
:action (board p6 a1 granada) start: 06/06/2007 00:00:00 end: 06/06/2007 01:00:00
:action (board p7 a1 granada) start: 06/06/2007 01:00:00 end: 06/06/2007 02:00:00
:action (zoom a1 granada madrid) start: 06/06/2007 02:00:00 end: 06/06/2007 23:00:00
:action (debark p3 a1 madrid) start: 06/06/2007 23:00:00 end: 07/06/2007 00:00:00
:action (debark p7 a1 madrid) start: 07/06/2007 00:00:00 end: 07/06/2007 01:00:00
:action (debark p6 a1 madrid) start: 07/06/2007 01:00:00 end: 07/06/2007 02:00:00
:action (debark p5 a1 madrid) start: 07/06/2007 02:00:00 end: 07/06/2007 03:00:00
:action (debark p4 a1 madrid) start: 07/06/2007 03:00:00 end: 07/06/2007 04:00:00
:action (zoom a1 madrid granada) start: 07/06/2007 04:00:00 end: 08/06/2007 01:00:00
:action (board p8 a1 granada) start: 08/06/2007 01:00:00 end: 08/06/2007 02:00:00
:action (board p9 a1 granada) start: 08/06/2007 02:00:00 end: 08/06/2007 03:00:00
:action (board p14 a1 granada) start: 08/06/2007 03:00:00 end: 08/06/2007 04:00:00
:action (board p15 a1 granada) start: 08/06/2007 04:00:00 end: 08/06/2007 05:00:00
:action (board p1 a1 granada) start: 08/06/2007 05:00:00 end: 08/06/2007 06:00:00
:action (refuel a1 granada) start: 08/06/2007 06:00:00 end: 07/09/2007 16:00:00
:action (zoom a1 granada madrid) start: 07/09/2007 16:00:00 end: 08/09/2007 13:00:00
:action (debark p1 a1 madrid) start: 08/09/2007 13:00:00 end: 08/09/2007 14:00:00
```

```

:action (debark p15 a1 madrid) start: 08/09/2007 14:00:00 end: 08/09/2007 15:00:00
:action (debark p14 a1 madrid) start: 08/09/2007 15:00:00 end: 08/09/2007 16:00:00
:action (debark p9 a1 madrid) start: 08/09/2007 16:00:00 end: 08/09/2007 17:00:00
:action (debark p8 a1 madrid) start: 08/09/2007 17:00:00 end: 08/09/2007 18:00:00
:action (board p8 a1 madrid) start: 08/09/2007 18:00:00 end: 08/09/2007 19:00:00
:action (board p9 a1 madrid) start: 08/09/2007 19:00:00 end: 08/09/2007 20:00:00
:action (board p14 a1 madrid) start: 08/09/2007 20:00:00 end: 08/09/2007 21:00:00
:action (board p15 a1 madrid) start: 08/09/2007 21:00:00 end: 08/09/2007 22:00:00
:action (board p13 a1 madrid) start: 08/09/2007 22:00:00 end: 08/09/2007 23:00:00
:action (zoom a1 madrid bilbao) start: 08/09/2007 23:00:00 end: 09/09/2007 19:00:00
:action (debark p13 a1 bilbao) start: 09/09/2007 19:00:00 end: 09/09/2007 20:00:00
:action (debark p15 a1 bilbao) start: 09/09/2007 20:00:00 end: 09/09/2007 21:00:00
:action (debark p14 a1 bilbao) start: 09/09/2007 21:00:00 end: 09/09/2007 22:00:00
:action (debark p9 a1 bilbao) start: 09/09/2007 22:00:00 end: 09/09/2007 23:00:00
:action (debark p8 a1 bilbao) start: 09/09/2007 23:00:00 end: 10/09/2007 00:00:00
:action (board p9 a1 bilbao) start: 10/09/2007 00:00:00 end: 10/09/2007 01:00:00
:action (board p14 a1 bilbao) start: 10/09/2007 01:00:00 end: 10/09/2007 02:00:00
:action (board p15 a1 bilbao) start: 10/09/2007 02:00:00 end: 10/09/2007 03:00:00
:action (board p13 a1 bilbao) start: 10/09/2007 03:00:00 end: 10/09/2007 04:00:00
:action (refuel a1 bilbao) start: 10/09/2007 04:00:00 end: 17/11/2007 03:00:00
:action (zoom a1 bilbao barcelona) start: 17/11/2007 03:00:00 end: 18/11/2007 10:00:00
:action (debark p13 a1 barcelona) start: 18/11/2007 10:00:00 end: 18/11/2007 11:00:00
:action (debark p15 a1 barcelona) start: 18/11/2007 11:00:00 end: 18/11/2007 12:00:00
:action (debark p14 a1 barcelona) start: 18/11/2007 12:00:00 end: 18/11/2007 13:00:00
:action (debark p9 a1 barcelona) start: 18/11/2007 13:00:00 end: 18/11/2007 14:00:00
:action (zoom a2 huelva cordoba) start: 18/11/2007 14:00:00 end: 19/11/2007 14:00:00
:action (board p10 a2 cordoba) start: 19/11/2007 14:00:00 end: 19/11/2007 15:00:00
:action (refuel a2 cordoba) start: 19/11/2007 15:00:00 end: 10/02/2008 05:00:00
:action (zoom a2 cordoba barcelona) start: 10/02/2008 05:00:00 end: 14/02/2008
00:00:00
:action (debark p10 a2 barcelona) start: 14/02/2008 00:00:00 end: 14/02/2008 01:00:00
:action (refuel a4 sevilla) start: 14/02/2008 01:00:00 end: 24/05/2008 02:00:00
:action (zoom a4 sevilla huelva) start: 24/05/2008 02:00:00 end: 24/05/2008 04:00:00
:action (board p11 a4 huelva) start: 24/05/2008 04:00:00 end: 24/05/2008 05:00:00
:action (refuel a4 huelva) start: 24/05/2008 05:00:00 end: 13/06/2008 00:00:00
:action (fly a4 huelva barcelona) start: 13/06/2008 00:00:00 end: 15/06/2008 09:00:00
:action (debark p11 a4 barcelona) start: 15/06/2008 09:00:00 end: 15/06/2008 10:00:00
:action (refuel a3 almeria) start: 15/06/2008 10:00:00 end: 05/08/2009 16:00:00
:action (fly a3 almeria jaen) start: 05/08/2009 16:00:00 end: 05/08/2009 20:00:00
:action (board p12 a3 jaen) start: 05/08/2009 20:00:00 end: 05/08/2009 21:00:00
:action (fly a3 jaen barcelona) start: 05/08/2009 21:00:00 end: 06/08/2009 13:00:00
:action (debark p12 a3 barcelona) start: 06/08/2009 13:00:00 end: 06/08/2009 14:00:00
Number of actions: 62 (84)
Expansions: 122
Generated nodes: 246
Inferences: 0
Time in seconds: 0.469
Real Time: 0.47375
Used Time: 0.469
System Time: 5.0664e-10

```

Problema 4

Este problema es similar al anterior pero con 25 personas y 7 aviones. Se han obtenido 76 acciones.

Solución al problema:

```
:action (zoom a1 bilbao madrid) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 06/06/2007 04:00:00
:action (board p3 a1 madrid) start: 06/06/2007 04:00:00 end: 06/06/2007 05:00:00
:action (board p4 a1 madrid) start: 06/06/2007 05:00:00 end: 06/06/2007 06:00:00
:action (board p5 a1 madrid) start: 06/06/2007 06:00:00 end: 06/06/2007 07:00:00
:action (zoom a1 madrid cadiz) start: 06/06/2007 07:00:00 end: 07/06/2007 16:00:00
:action (debark p3 a1 cadiz) start: 07/06/2007 16:00:00 end: 07/06/2007 17:00:00
:action (debark p5 a1 cadiz) start: 07/06/2007 17:00:00 end: 07/06/2007 18:00:00
:action (debark p4 a1 cadiz) start: 07/06/2007 18:00:00 end: 07/06/2007 19:00:00
:action (refuel a1 cadiz) start: 07/06/2007 19:00:00 end: 03/09/2007 05:00:00
:action (zoom a1 cadiz madrid) start: 03/09/2007 05:00:00 end: 04/09/2007 14:00:00
:action (board p6 a1 madrid) start: 04/09/2007 14:00:00 end: 04/09/2007 15:00:00
:action (board p7 a1 madrid) start: 04/09/2007 15:00:00 end: 04/09/2007 16:00:00
:action (board p8 a1 madrid) start: 04/09/2007 16:00:00 end: 04/09/2007 17:00:00
:action (refuel a1 madrid) start: 04/09/2007 17:00:00 end: 29/10/2007 04:00:00
:action (zoom a1 madrid cadiz) start: 29/10/2007 04:00:00 end: 30/10/2007 13:00:00
:action (debark p8 a1 cadiz) start: 30/10/2007 13:00:00 end: 30/10/2007 14:00:00
:action (debark p7 a1 cadiz) start: 30/10/2007 14:00:00 end: 30/10/2007 15:00:00
:action (debark p6 a1 cadiz) start: 30/10/2007 15:00:00 end: 30/10/2007 16:00:00
:action (board p6 a1 cadiz) start: 30/10/2007 16:00:00 end: 30/10/2007 17:00:00
:action (board p7 a1 cadiz) start: 30/10/2007 17:00:00 end: 30/10/2007 18:00:00
:action (board p8 a1 cadiz) start: 30/10/2007 18:00:00 end: 30/10/2007 19:00:00
:action (fly a1 cadiz granada) start: 30/10/2007 19:00:00 end: 01/11/2007 01:00:00
:action (debark p8 a1 granada) start: 01/11/2007 01:00:00 end: 01/11/2007 02:00:00
:action (debark p7 a1 granada) start: 01/11/2007 02:00:00 end: 01/11/2007 03:00:00
:action (debark p6 a1 granada) start: 01/11/2007 03:00:00 end: 01/11/2007 04:00:00
:action (zoom a2 bilbao madrid) start: 01/11/2007 04:00:00 end: 02/11/2007 20:00:00
:action (board p9 a2 madrid) start: 02/11/2007 20:00:00 end: 02/11/2007 21:00:00
:action (board p10 a2 madrid) start: 02/11/2007 21:00:00 end: 02/11/2007 22:00:00
:action (board p11 a2 madrid) start: 02/11/2007 22:00:00 end: 02/11/2007 23:00:00
:action (refuel a2 madrid) start: 02/11/2007 23:00:00 end: 06/02/2008 09:00:00
:action (zoom a2 madrid granada) start: 06/02/2008 09:00:00 end: 08/02/2008 03:00:00
:action (debark p11 a2 granada) start: 08/02/2008 03:00:00 end: 08/02/2008 04:00:00
:action (debark p10 a2 granada) start: 08/02/2008 04:00:00 end: 08/02/2008 05:00:00
:action (debark p9 a2 granada) start: 08/02/2008 05:00:00 end: 08/02/2008 06:00:00
:action (board p11 a2 granada) start: 08/02/2008 06:00:00 end: 08/02/2008 07:00:00
:action (zoom a2 granada jaen) start: 08/02/2008 07:00:00 end: 08/02/2008 16:00:00
:action (debark p11 a2 jaen) start: 08/02/2008 16:00:00 end: 08/02/2008 17:00:00
:action (zoom a2 jaen madrid) start: 08/02/2008 17:00:00 end: 10/02/2008 03:00:00
:action (board p12 a2 madrid) start: 10/02/2008 03:00:00 end: 10/02/2008 04:00:00
:action (board p13 a2 madrid) start: 10/02/2008 04:00:00 end: 10/02/2008 05:00:00
:action (board p14 a2 madrid) start: 10/02/2008 05:00:00 end: 10/02/2008 06:00:00
:action (zoom a2 madrid jaen) start: 10/02/2008 06:00:00 end: 11/02/2008 16:00:00
:action (debark p14 a2 jaen) start: 11/02/2008 16:00:00 end: 11/02/2008 17:00:00
```

:action (debark p13 a2 jaen) start: 11/02/2008 17:00:00 end: 11/02/2008 18:00:00
:action (debark p12 a2 jaen) start: 11/02/2008 18:00:00 end: 11/02/2008 19:00:00
:action (refuel a2 jaen) start: 11/02/2008 19:00:00 end: 20/05/2008 12:00:00
:action (zoom a2 jaen madrid) start: 20/05/2008 12:00:00 end: 21/05/2008 22:00:00
:action (board p15 a2 madrid) start: 21/05/2008 22:00:00 end: 21/05/2008 23:00:00
:action (board p1 a2 madrid) start: 21/05/2008 23:00:00 end: 22/05/2008 00:00:00
:action (board p2 a2 madrid) start: 22/05/2008 00:00:00 end: 22/05/2008 01:00:00
:action (zoom a2 madrid jaen) start: 22/05/2008 01:00:00 end: 23/05/2008 11:00:00
:action (debark p2 a2 jaen) start: 23/05/2008 11:00:00 end: 23/05/2008 12:00:00
:action (debark p1 a2 jaen) start: 23/05/2008 12:00:00 end: 23/05/2008 13:00:00
:action (debark p15 a2 jaen) start: 23/05/2008 13:00:00 end: 23/05/2008 14:00:00
:action (refuel a3 bilbao) start: 23/05/2008 14:00:00 end: 13/07/2009 20:00:00
:action (fly a3 bilbao barcelona) start: 13/07/2009 20:00:00 end: 14/07/2009 08:00:00
:action (board p16 a3 barcelona) start: 14/07/2009 08:00:00 end: 14/07/2009 09:00:00
:action (board p17 a3 barcelona) start: 14/07/2009 09:00:00 end: 14/07/2009 10:00:00
:action (board p18 a3 barcelona) start: 14/07/2009 10:00:00 end: 14/07/2009 11:00:00
:action (fly a3 barcelona bilbao) start: 14/07/2009 11:00:00 end: 14/07/2009 23:00:00
:action (debark p18 a3 bilbao) start: 14/07/2009 23:00:00 end: 15/07/2009 00:00:00
:action (debark p17 a3 bilbao) start: 15/07/2009 00:00:00 end: 15/07/2009 01:00:00
:action (debark p16 a3 bilbao) start: 15/07/2009 01:00:00 end: 15/07/2009 02:00:00
:action (refuel a4 gibraltar) start: 15/07/2009 02:00:00 end: 23/10/2009 02:00:00
:action (zoom a4 gibraltar huelva) start: 23/10/2009 02:00:00 end: 23/10/2009 07:00:00
:action (board p19 a4 huelva) start: 23/10/2009 07:00:00 end: 23/10/2009 08:00:00
:action (board p20 a4 huelva) start: 23/10/2009 08:00:00 end: 23/10/2009 09:00:00
:action (refuel a4 huelva) start: 23/10/2009 09:00:00 end: 22/12/2009 13:00:00
:action (fly a4 huelva bilbao) start: 22/12/2009 13:00:00 end: 24/12/2009 12:00:00
:action (debark p20 a4 bilbao) start: 24/12/2009 12:00:00 end: 24/12/2009 13:00:00
:action (debark p19 a4 bilbao) start: 24/12/2009 13:00:00 end: 24/12/2009 14:00:00
:action (fly a2 jaen huelva) start: 24/12/2009 14:00:00 end: 27/12/2009 11:00:00
:action (fly a2 huelva cordoba) start: 27/12/2009 11:00:00 end: 29/12/2009 11:00:00
:action (zoom a5 gibraltar huelva) start: 29/12/2009 11:00:00 end: 29/12/2009 21:00:00
:action (refuel a5 huelva) start: 29/12/2009 21:00:00 end: 24/02/2010 20:00:00
:action (zoom a5 huelva cordoba) start: 24/02/2010 20:00:00 end: 25/02/2010 04:00:00
Number of actions: 76 (112)
Expansions: 146
Generated nodes: 279
Inferences: 0
Time in seconds: 0.391
Real Time: 0.396
Used Time: 0.391
System Time: 1.01328e-09

Problema 5

En este problema hay 10 personas y 7 aeropuertos. Similar a los problemas 3 y 4 con la modificación de que los aviones 1 y 2 están llenos: su capacidad máxima es 10 pasajeros y hay 10 pasajeros en el avión.

La idea de este problema es comprobar que los pasajeros no se pueden subir a un avión si está lleno y se debe recurrir a otros aviones. Se han obtenido 50 acciones y se han utilizado los aviones 3, 4 y 6.

Solución al problema:

```
:action (refuel a3 bilbao) start: 05/06/2007 08:00:00 end: 25/07/2008 14:00:00
:action (fly a3 bilbao madrid) start: 25/07/2008 14:00:00 end: 25/07/2008 22:00:00
:action (board p4 a3 madrid) start: 25/07/2008 22:00:00 end: 25/07/2008 23:00:00
:action (board p9 a3 madrid) start: 25/07/2008 23:00:00 end: 26/07/2008 00:00:00
:action (board p7 a3 madrid) start: 26/07/2008 00:00:00 end: 26/07/2008 01:00:00
:action (board p8 a3 madrid) start: 26/07/2008 01:00:00 end: 26/07/2008 02:00:00
:action (board p2 a3 madrid) start: 26/07/2008 02:00:00 end: 26/07/2008 03:00:00
:action (fly a3 madrid granada) start: 26/07/2008 03:00:00 end: 26/07/2008 11:00:00
:action (debark p4 a3 granada) start: 26/07/2008 11:00:00 end: 26/07/2008 12:00:00
:action (debark p2 a3 granada) start: 26/07/2008 12:00:00 end: 26/07/2008 13:00:00
:action (debark p8 a3 granada) start: 26/07/2008 13:00:00 end: 26/07/2008 14:00:00
:action (debark p7 a3 granada) start: 26/07/2008 14:00:00 end: 26/07/2008 15:00:00
:action (debark p9 a3 granada) start: 26/07/2008 15:00:00 end: 26/07/2008 16:00:00
:action (refuel a4 granada) start: 26/07/2008 16:00:00 end: 03/11/2008 15:00:00
:action (zoom a4 granada madrid) start: 03/11/2008 15:00:00 end: 03/11/2008 22:00:00
:action (board p3 a4 madrid) start: 03/11/2008 22:00:00 end: 03/11/2008 23:00:00
:action (board p5 a4 madrid) start: 03/11/2008 23:00:00 end: 04/11/2008 00:00:00
:action (board p6 a4 madrid) start: 04/11/2008 00:00:00 end: 04/11/2008 01:00:00
:action (board p1 a4 madrid) start: 04/11/2008 01:00:00 end: 04/11/2008 02:00:00
:action (board p10 a4 madrid) start: 04/11/2008 02:00:00 end: 04/11/2008 03:00:00
:action (refuel a4 madrid) start: 04/11/2008 03:00:00 end: 30/01/2009 20:00:00
:action (fly a4 madrid barcelona) start: 30/01/2009 20:00:00 end: 01/02/2009 03:00:00
:action (debark p10 a4 barcelona) start: 01/02/2009 03:00:00 end: 01/02/2009 04:00:00
:action (debark p1 a4 barcelona) start: 01/02/2009 04:00:00 end: 01/02/2009 05:00:00
:action (debark p6 a4 barcelona) start: 01/02/2009 05:00:00 end: 01/02/2009 06:00:00
:action (debark p5 a4 barcelona) start: 01/02/2009 06:00:00 end: 01/02/2009 07:00:00
:action (debark p3 a4 barcelona) start: 01/02/2009 07:00:00 end: 01/02/2009 08:00:00
:action (board p7 a6 granada) start: 01/02/2009 08:00:00 end: 01/02/2009 09:00:00
:action (board p8 a6 granada) start: 01/02/2009 09:00:00 end: 01/02/2009 10:00:00
:action (board p9 a6 granada) start: 01/02/2009 10:00:00 end: 01/02/2009 11:00:00
:action (board p4 a6 granada) start: 01/02/2009 11:00:00 end: 01/02/2009 12:00:00
:action (zoom a6 granada barcelona) start: 01/02/2009 12:00:00 end: 03/02/2009
07:00:00
:action (debark p4 a6 barcelona) start: 03/02/2009 07:00:00 end: 03/02/2009 08:00:00
:action (debark p9 a6 barcelona) start: 03/02/2009 08:00:00 end: 03/02/2009 09:00:00
```

:action (debark p8 a6 barcelona) start: 03/02/2009 09:00:00 end: 03/02/2009 10:00:00
:action (debark p7 a6 barcelona) start: 03/02/2009 10:00:00 end: 03/02/2009 11:00:00
:action (board p7 a6 barcelona) start: 03/02/2009 11:00:00 end: 03/02/2009 12:00:00
:action (board p8 a6 barcelona) start: 03/02/2009 12:00:00 end: 03/02/2009 13:00:00
:action (board p9 a6 barcelona) start: 03/02/2009 13:00:00 end: 03/02/2009 14:00:00
:action (board p6 a6 barcelona) start: 03/02/2009 14:00:00 end: 03/02/2009 15:00:00
:action (board p1 a6 barcelona) start: 03/02/2009 15:00:00 end: 03/02/2009 16:00:00
:action (board p10 a6 barcelona) start: 03/02/2009 16:00:00 end: 03/02/2009 17:00:00
:action (refuel a6 barcelona) start: 03/02/2009 17:00:00 end: 17/04/2009 02:00:00
:action (zoom a6 barcelona huelva) start: 17/04/2009 02:00:00 end: 19/04/2009 11:00:00
:action (debark p10 a6 huelva) start: 19/04/2009 11:00:00 end: 19/04/2009 12:00:00
:action (debark p1 a6 huelva) start: 19/04/2009 12:00:00 end: 19/04/2009 13:00:00
:action (debark p6 a6 huelva) start: 19/04/2009 13:00:00 end: 19/04/2009 14:00:00
:action (debark p9 a6 huelva) start: 19/04/2009 14:00:00 end: 19/04/2009 15:00:00
:action (debark p8 a6 huelva) start: 19/04/2009 15:00:00 end: 19/04/2009 16:00:00
:action (debark p7 a6 huelva) start: 19/04/2009 16:00:00 end: 19/04/2009 17:00:00
Number of actions: 50 (64)
Expansions: 145933
Generated nodes: 291866
Inferences: 0
Time in seconds: 54.703
Real Time: 54.7062
Used Time: 54.562
System Time: 0.141