



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PLANIFICACIÓN INTELIGENTE

Dominio 'Terminal de Aeropuerto'

Práctica 1: Representación del dominio en PDDL y ejecución de planificadores

En una terminal de aeropuerto los pasajeros de los *vuelos de salida* dejan sus equipajes en los mostradores de facturación del terminal. Estos equipajes son transportados por los servicios del aeropuerto hasta el avión situado en la puerta de embarque correspondiente. Por otro lado, los equipajes de los *vuelos de llegada* son recogidos directamente del avión y transportados hasta la zona de recogida de equipajes.

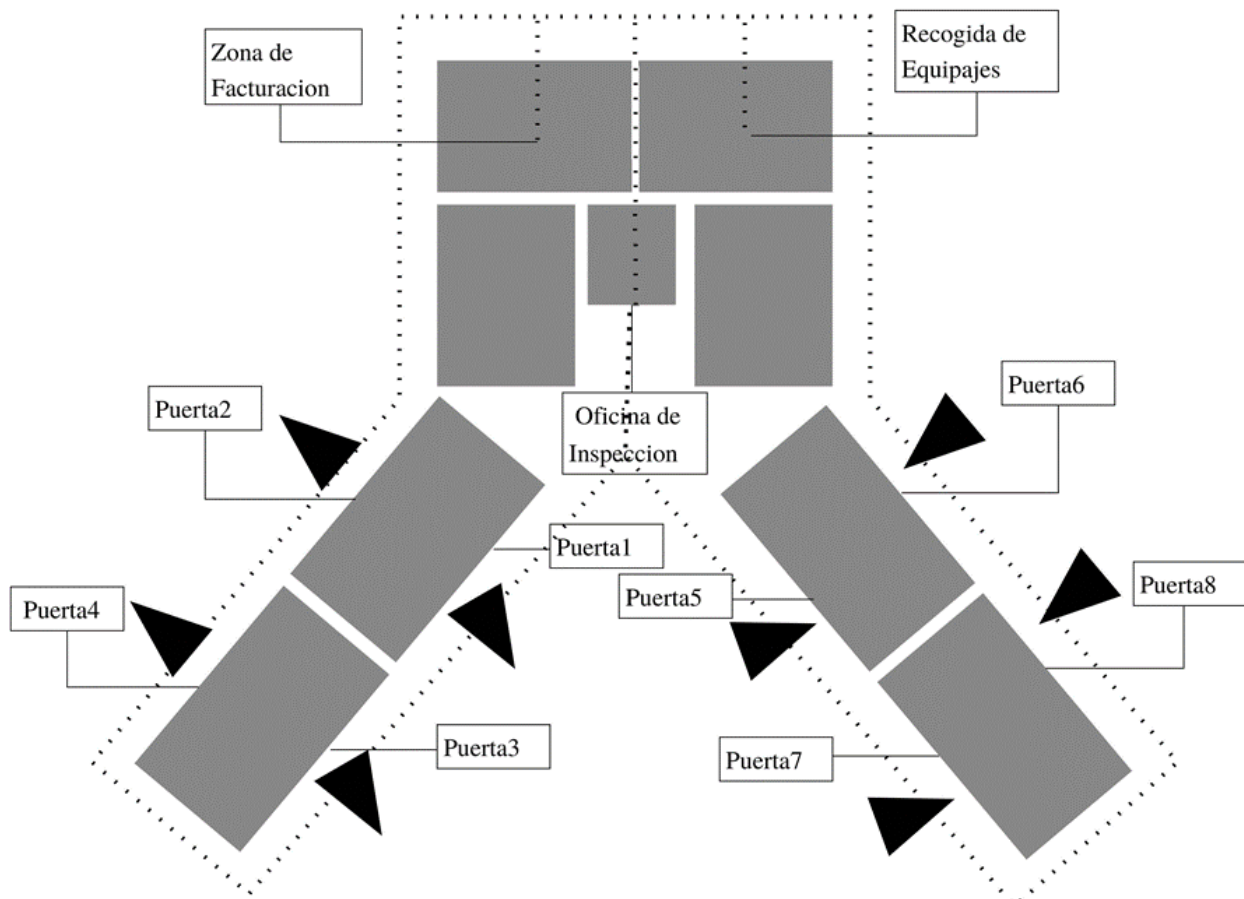
Ambos transportes de equipajes son realizados por unos vehículos especializados con forma de tren que contienen más o menos vagones en función del número de equipajes que deben atender. La siguiente imagen ilustra estos vehículos.



Estos *trenes* presentan dos elementos diferentes, la *máquina* y los *vagones*. La máquina está tripulada, es el elemento tractor, y no lleva ningún equipaje. Los vagones no están tripulados, necesitan estar encadenados a una máquina para poder moverse y se puede encadenar cualquier número de ellos. Cada vagón tiene capacidad para 2 equipajes y se puede encadenar o desencadenar del tren en cualquier momento. Para enganchar/desenganchar un vagón a/de la máquina transportadora el vagón debe estar vacío.

Tanto en la facturación de equipajes como en la llegada de un vuelo, los agentes de seguridad de la terminal marcan ciertos equipajes como *sospechosos*. Los equipajes *sospechosos* obligatoriamente tienen que ser investigados en la *oficina de inspección* de la terminal antes de ser repartidos a su destino final. Una vez inspeccionados dejan de ser sospechosos y pasan a entregarse al destino final.

La distribución de la terminal del aeropuerto es la que se muestra en la figura. El transporte de equipajes únicamente puede realizar un recorrido por las líneas de puntos. Por ejemplo, para ir de la zona de facturación a la puerta 3 se puede hacer un recorrido que pasa por la puerta 2 y puerta 4 para finalmente llegar a la puerta 3; o bien se puede ir hasta la ubicación donde se encuentra la oficina de inspección para luego alcanzar la puerta 1 y finalmente la puerta 3. Como se muestra en la figura, existe conexión directa entre las tres ubicaciones de la zona común: zona de facturación, recogida de equipajes y oficina de inspección; así como entre la zona de facturación y puerta 2, recogida de equipajes y puerta 6, puerta 1 y oficina de inspección, puerta 5 y oficina de inspección y entre puertas contiguas (puerta 2- puerta4, puerta 4-puerta 3, puerta 3-puerta-1 e igualmente para las puertas del pasillo derecho).



La situación inicial y objetivo del problema es la siguiente:

1. La terminal de aeropuerto presenta la estructura ilustrada en la imagen anterior con los recorridos a través de las líneas punteadas que se han explicado anteriormente.



2. Los vehículos de transporte están distribuidos de la siguiente forma. Tres *vagones* sueltos en la puerta1, dos *vagones* sueltos en la puerta5 y dos *máquinas* en la *zona de recogida de equipajes*.
3. El aeropuerto debe manejar un total de 6 equipajes cuyas situaciones iniciales y finales son como sigue:
 1. Un equipaje no sospechoso facturado debe ir a la puerta 4.
 2. Un equipaje no sospechoso facturado debe ir a la puerta 8.
 3. Un equipaje sospechoso llega a la puerta 6 y debe ir a la zona de recogida de equipajes.
 4. Un equipaje no sospechoso llega a la puerta 6 y debe ir a la zona de recogida de equipajes.
 5. Un equipaje no sospechoso llega a la puerta 2 y debe ir a la zona de recogida de equipajes.
 6. Un equipaje sospechoso llega a la puerta 2 y debe ir a la zona de recogida de equipajes.

Se pide:

- a) Definir el dominio correspondiente con las posibles acciones u operadores a aplicar utilizando el lenguaje PDDL.
- b) Definir la instancia del problema, describiendo los predicados que definen la situación inicial y el objetivo del problema.
- c) Ejecutar los planificadores FF, LPG, LPG con la opción *-timesteps* y OPTIC, y comprobar si el plan ejecutado resuelve el problema especificado.
- d) Especificar otras instancias de problema cambiando la situación inicial y final. Se pueden modificar los siguientes datos:
 - Incluir nuevos equipajes (tanto sospechosos como no sospechosos).
 - Cambiar la capacidad de los vagones.
 - Cambiar la localización de los equipajes y los vehículos.
 - Incluir nuevas máquinas y/o vagones



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Práctica 2: Aprendizaje por Refuerzo en Planificación

Ver boletín de la práctica 2.



Ejercicio 3. Desarrollo parcial de un árbol POP

Dado el problema de la práctica 1, escoge un solo objetivo (llevar un equipaje de un punto a otro punto), aplica tres iteraciones del algoritmo de un planificador POP. Realiza el árbol POP sin utilizar variables, es decir, sin considerar la instanciación de variables como un *flaw* a escoger en un nodo del árbol. Por tanto, cuando se escoge como *flaw* un sub-objetivo o precondition a resolver, se generarán tantos nodos hijo como opciones haya de resolver dicho sub-objetivo con todas las variables involucradas en la resolución instanciadas a un valor concreto. Por ejemplo, si queremos resolver como *flaw* la precondition (at pack7 cityA), y la única forma de resolverlo es mediante la introducción de un paso correspondiente al operador (unload pack7 ?truck cityA), se generará tantos nodos como valores pueda tomar la variable ?truck:

1. un nodo incluirá el paso (unload pack7 truck1 cityA)
2. un nodo incluirá el paso (unload pack7 truck2 cityA)
3. ...

y así sucesivamente por cada valor que pueda tomar la variable ?truck.

Es suficiente con indicar las posibles ramificaciones y solo desarrollar la rama que se escoja en la resolución.

Cosas a tener en cuenta:

- 1) En la primera iteración se escoge el nodo raíz del árbol. En la segunda iteración, escoge un nodo del nivel 1 del árbol. Puedes aplicar una de las heurísticas POP o bien escoger un nodo aleatoriamente. En la tercera iteración, escoge un nodo del nivel 2 del árbol. Igualmente, puedes aplicar una heurística POP o bien escoger aleatoriamente un nodo del árbol. Idem para el nivel 3 del árbol POP.
- 2) En cada nodo sucesor, indica el *flaw* que se escoge para su resolución. Como se está trabajando con un dominio totalmente instanciado (*grounded*), el *flaw* a escoger será entre una precondition pendiente de resolver o una amenaza, si existiese.
- 3) Indica los enlaces causales y relaciones de orden de cada nodo.

Comenta dónde crees que se encontrarían las dificultades en el desarrollo y resolución de dicho problema.



Ejercicio 4: Planificación en grafos

Partiendo del problema de la práctica 1, y dado solo los objetivos 1 y 3:

- a. Llevar el equipaje facturado no sospechoso a la puerta 4.
- b. Llevar el equipaje sospechoso que llega a la puerta 6 a la zona de recogida de equipajes

Construir el **grafo de planificación relajado** (es decir, sin tener en cuenta los efectos negativos de las acciones y sin calcular las relaciones de exclusión mutua), y contestar a las siguientes preguntas:

- 1) Calcula el valor de las heurísticas h_{sum} y h_{max} para los dos objetivos definidos.
- 2) Extrae un plan relajado para los dos objetivos sobre el grafo de planificación relajado para los dos objetivos dados. Mostrar la extracción del plan relajado y demostrar cómo este plan se puede extraer en tiempo polinómico y sin necesidad de operaciones de backtracking
- 3) ¿Cuál de las tres heurísticas calculadas (h_{sum} , h_{max} , $plan_relajado$) es la más informada para este problema? ¿Por qué?

El grafo de planificación relajado se puede hacer en una hoja de cálculo que luego se subirá a la tarea.