



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PLANIFICACIÓN INTELIGENTE

Dominio 'Puerto'



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

Nos encontramos en el puerto de una ciudad donde existen dos muelles de descarga que contienen varios contenedores cada uno. En un momento dado, una compañía solicita al puerto que disponga de un conjunto determinado de contenedores en el **Muelle de descarga 1** para su posterior recogida. Denominaremos “*contenedores objetivo*” a dichos contenedores.

La compañía informa al puerto de los contenedores objetivo que tienen que ser llevados al muelle de descarga 1 (contenedores sombreados en color verde en el ejemplo de instancia de la figura). Los contenedores objetivo pueden estar inicialmente en dicho muelle o bien en el Muelle de descarga 2.

En ambos muelles, los contenedores se organizan en pilas, existiendo una altura máxima permitida de contenedores por pila (misma altura para todas las pilas de un mismo muelle de descarga).

El objetivo del problema es ***dejar disponibles*** en el muelle de descarga 1 los *contenedores objetivo*. Para ello, hay que redistribuir los contenedores en el muelle 1 de forma que aquellos que van a ser recogidos en la próxima entrega queden liberados, es decir, no tengan ningún contenedor encima, o bien los que tenga encima también sean contenedores objetivo. Por ejemplo, el contenedor C3 se podría quedar apilado encima del contenedor C7 o bien encima de cualquiera de los contenedores de las otras pilas, siempre y cuando no haya un ***contenedor no objetivo*** encima de C3. Otro ejemplo de situación no permitida sería que C10 quedara apilado encima de C7 y luego C3 encima de C10.

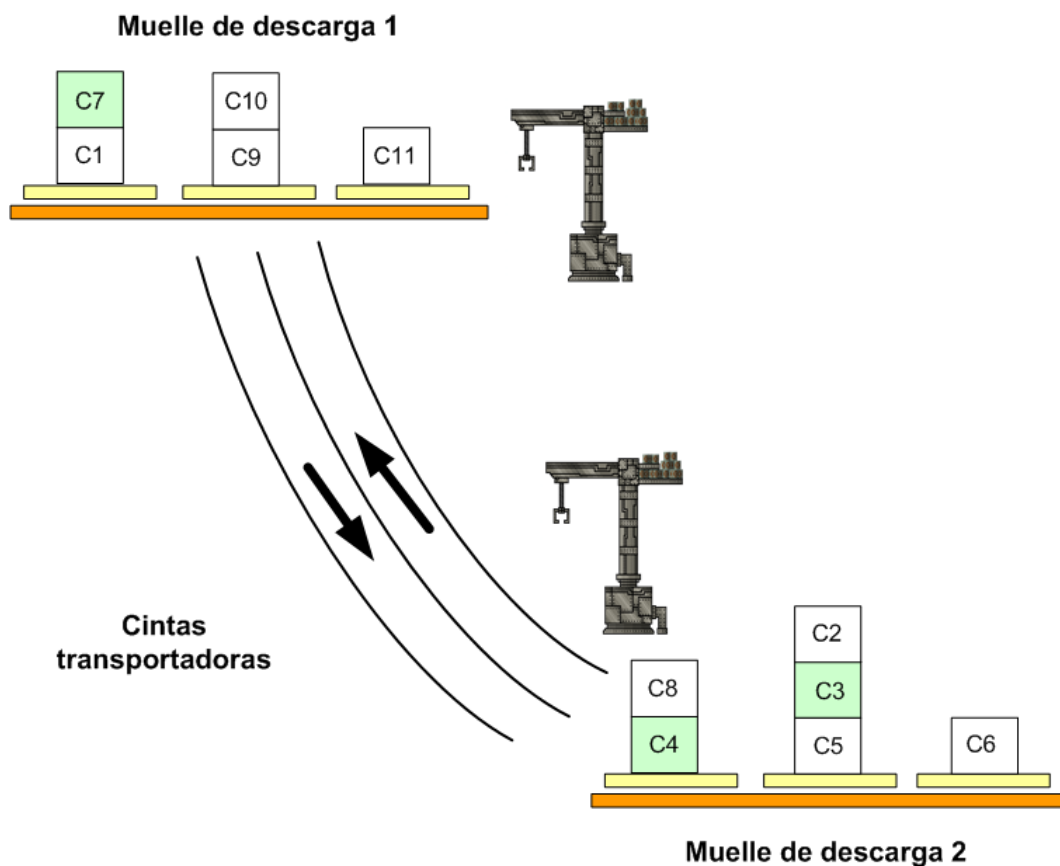
Existe una grúa asociada a cada muelle de descarga. Las grúas se utilizan para apilar y desapilar contenedores de las pilas de un muelle así como para poner los contenedores en la cinta transportadora que permite traspasar contenedores de un muelle a otro. Hay dos cintas transportadoras: una permite pasar contenedores del muelle 1 al muelle 2, y la otra del muelle 2 al muelle 1. Cuando una grúa coloca un contenedor en la cinta correspondiente, la otra grúa lo recoge y lo pone en una pila de su muelle. Las grúas solo pueden manejar un contenedor al mismo tiempo. Cada cinta transportadora solo puede llevar un contenedor. Para los dos muelles, solo se puede utilizar las pilas previstas en el problema.

Un ejemplo de situación inicial es la que se muestra en la figura.

Se pide:

- 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:
- Modificar la altura de las pilas de los muelles. Se puede especificar alturas distintas para cada muelle pero siempre la misma altura para todas las pilas de un muelle.
 - Variar el número de pilas,
 - Incluir nuevos contenedores y/o contenedores objetivo
 - Como prueba adicional y optativa, se podría añadir un muelle de descarga 3 conectado al muelle 1, siendo el objetivo igualmente tener todos los contenedores objetivo en el muelle 1. Se recomienda hacer esta prueba solo si la complejidad del proceso de planificación de FF y LPG en las pruebas anteriores no ha sido excesivo y ha sido posible encontrar un plan en un tiempo razonable (NOTA: El tiempo de LPG puede ser muy variable en función de la semilla).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

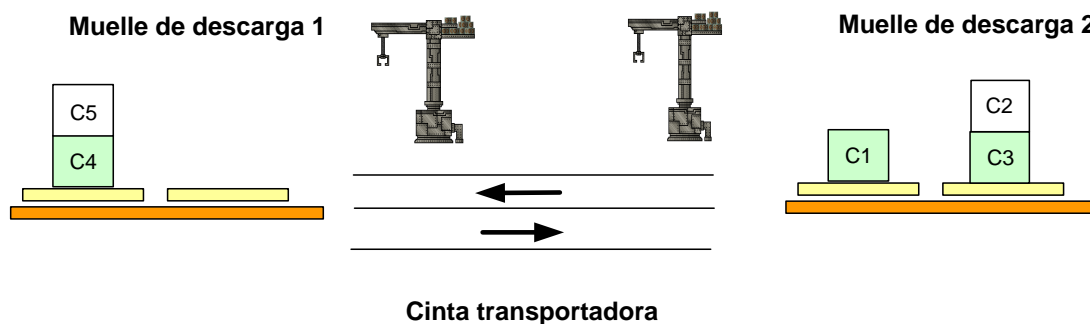


Práctica 2: Aprendizaje por Refuerzo en Planificación

Ver boletín de la práctica 2.

Ejercicio 3. Desarrollo parcial de un árbol POP

Sea el siguiente estado inicial del dominio del puerto donde la altura máxima de todas las pilas es dos. Los objetivos a satisfacer son dejar disponibles en el muelle de descarga 1 los *contenedores objetivo* C4, C1 y C3.



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 del ejercicio 3, 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 tres objetivos definidos.
- 2) Extrae un plan relajado para los tres objetivos sobre el grafo de planificación relajado. 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.