

Dominio “Puerto”

Ejercicio 1: Dominio proposicional

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.

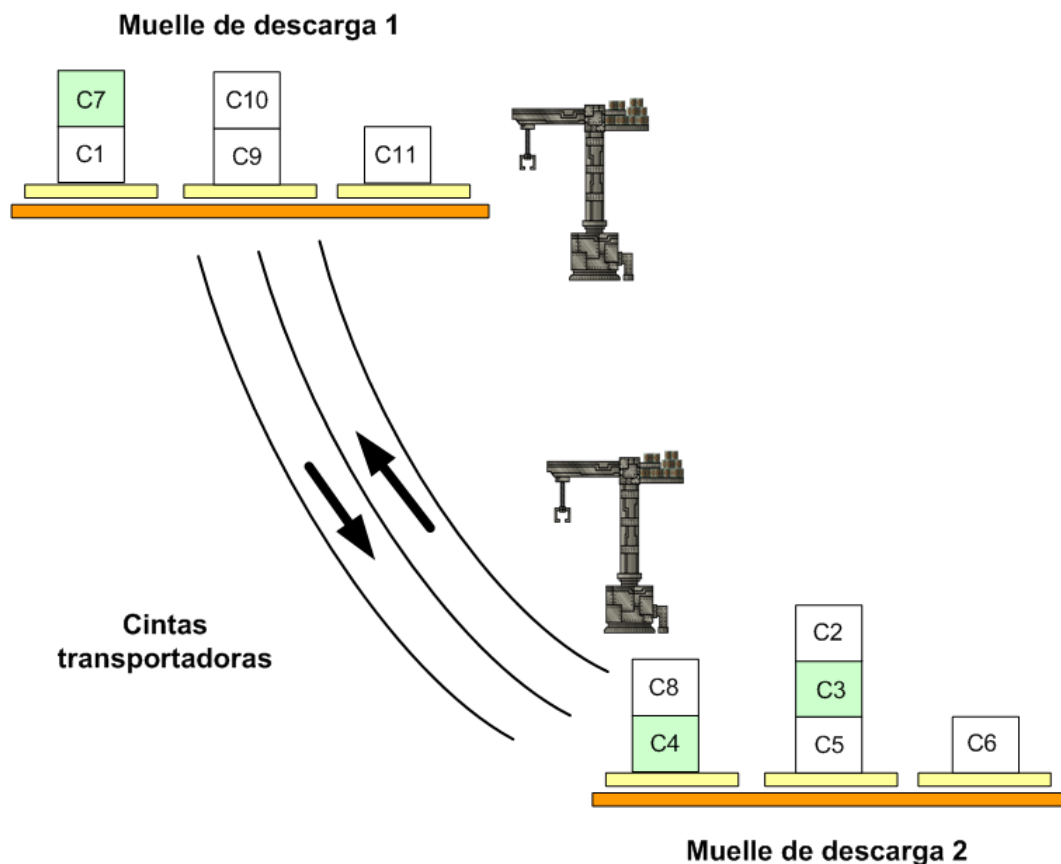
Existe una grúa asociada a cada muelle de descarga. Las grúas se utilizan para apilar y desapilar contenedores de las pilas de un muelle así como para poner los contenedores en la cinta transportadora que permite traspasar contenedores de un muelle a otro. Hay dos cintas transportadoras: una permite 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).





Ejercicio 2: Dominio temporal

- Cajas y pilas:
 - Definir peso de las cajas
 - Establecer tiempo de apilar/dsapilar una caja proporcional al peso de la misma y a la altura de la pila donde se encuentra la caja (desapilar) o donde se va a situar la caja (apilar). A menor altura, más tiempo.
 - Cinta transportadora:
 - Definir distancia de la cinta transportadora y velocidad de la misma
 - Establecer tiempo de movimiento de una caja de un muelle a otro en función del tiempo de transporte en la cinta transportadora. (Nota: se podría definir directamente la duración del transporte de una caja de un muelle a otro en lugar de establecer distancia y velocidad de la cinta. El objetivo es hacer pruebas con distintos valores de la duración)
 - Establecer tiempos de colocar/recoger una caja de la cinta transportadora proporcional al peso de la misma
- 1) Definir el dominio temporal. Indicar si habéis realizado algún cambio respecto a la codificación del dominio proposicional.
 - 2) Definir la instancia del problema del primer apartado.
 - 3) Ejecutar los planificadores LPG y OPTIC, y comprobar si los planes devueltos son correctos y resuelven el problema especificado. Comparar las soluciones obtenidas.
 - 4) Generar y ejecutar otras instancias de problema cambiando la situación inicial y final.



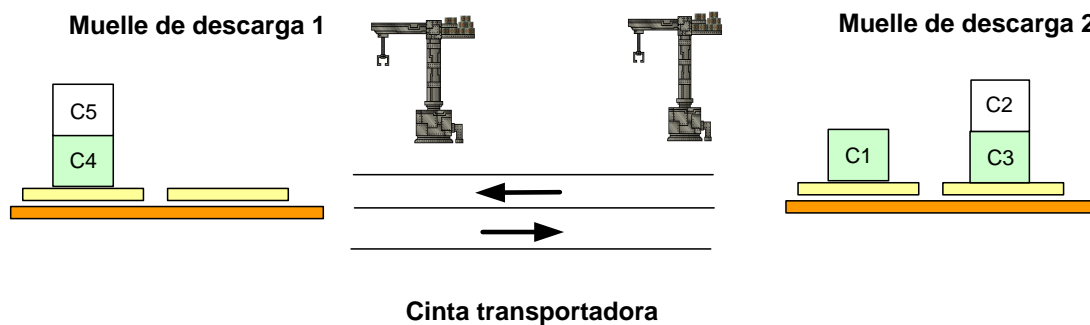
Ejercicio 3: Dominio con recursos numéricos

Una vez visto el manejo de los *fluents* en PDDL2.1, y sus posibles modificaciones (*assign*, *increase*, *decrease*), realiza las siguientes tareas:

- 1) Define una variable numérica que represente el consumo de un recurso, tal que el consumo del recurso sea inversamente proporcional al consumo de tiempo; es decir, a menos tiempo, más consumo del recurso.
- 2) Define dos versiones del dominio:
 - a. Una versión donde el recurso no sea renovable, es decir, no se puede recargar
 - b. Una versión donde el recurso es renovable
- 3) Ejecuta dos instancias de cada nuevo dominio con LPG. Recuerda que la función a optimizar ahora será: `(:metric minimize (<recurso-definido>))`
- 4) Ejecuta las mismas instancias de cada dominio pero minimizando el tiempo: `(:metric minimize (total-time))`
- 5) Compara los resultados obtenidos.

Ejercicio 4. Desarrollo parcial de un árbol POP (sin tiempo ni recursos)

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.



Aplica tres iteraciones del algoritmo de un planificador POP. Cosas a tener en cuenta:

1) En la primera iteración, escoge un nodo del nivel 1 del árbol. Puedes aplicar una de las heurísticas POP o bien escoger un nodo aleatoriamente. En la segunda 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 (open goal, amenaza o instanciación de variable). También se puede optar por trabajar con un dominio totalmente instanciado (*grounded*) en cuyo caso solo se escogerá entre una precondición 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 5: Graphplan (sin tiempo ni recursos)

Partiendo del problema del ejercicio 4, 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) ¿Cuál es el primer nivel en el que se iniciaría la etapa de extracción de un plan en Graphplan?
- 2) Calcula el valor de las heurísticas h_sum y h_max para los tres objetivos definidos.
- 3) 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
- 4) ¿Cuál de las tres heurísticas calculadas (h_sum , h_max , $plan_relajado$) es la más informada para este problema? ¿Por qué?