

# Planificación clásica con PDDL

Práctica de laboratorio 1 – Parte 1/3 – Planificación Automática - Curso 2021-22

## Introducción

Los objetivos de esta práctica son los siguientes:

- Poner en práctica el modelado de problemas de planificación utilizando un lenguaje formal que los planificadores automáticos entiendan (PDDL)
- Adquirir cierta idea de las capacidades y limitaciones de las tecnologías actuales de planificación independiente del dominio.

Para hacer esto, tendrás que modelar en PDDL clásico un problema de logística de un sistema de atención de emergencia que inicialmente será sencillo y se irá haciendo más complejo en las siguientes partes de la práctica. Después tendrás que probar la especificación del dominio en PDDL con distintas instancias de problema de distinta complejidad, utilizando para ello distintos planificadores desarrollados por grupos de investigación alrededor del mundo.

Debido a la necesidad de probar con distintos planificadores, en esta primera práctica nos enfocaremos PDDL con el nivel de expresividad STRIPS. Es decir, no usaremos distintas extensiones del lenguaje como precondiciones negativas, metas negativas, efectos condicionales u otras similares. Muchos planificadores admiten algunas extensiones, pero pocos planificadores admiten exactamente las mismas, y a menudo tienen limitaciones o errores. Como excepción, sí usaremos la extensión “:typing”, ya que esta sí está globalmente soportada por los distintos planificadores.

NOTA: No se permite la negación en precondiciones y metas, pero sí efectos negativos en las acciones, algo imprescindible para poder modelar prácticamente cualquier problema de planificación.

## Entrega de la práctica

La práctica consta de tres partes que se entregarán juntas en un ZIP con tres carpetas, parte1, parte2 y parte3, que incluirán todo el código fuente (PDDL y Python) desarrollado en cada una de ellas. En el raíz del ZIP se incluirá un único fichero de memoria en PDF para las tres partes. En este documento se indicará el nombre de los alumnos que realizan la práctica y se responderá y discutirán los ejercicios. La memoria tendrá una sección para cada parte de la práctica, y en cada sección, un apartado para cada ejercicio. No hay un límite de páginas para la memoria, simplemente debe explicar de forma clara y comprensible los resultados que se piden. Se puede incluir parte de la salida de los planificadores, si esta ayuda a explicar los resultados, así como tablas cuando puedan ayudar a sintetizar y comparar los resultados de distintas pruebas. En cada ejercicio se indicará qué se debe explicar en la memoria.

## Ejercicio 1.1: Logística de servicio de emergencias, versión inicial

La versión inicial del problema será de la siguiente manera:

- Cada persona herida estará en una cierta localización
- Cada caja estará en una cierta localización y tendrá un contenido específico como comida o medicina.

- NOTA: Para modelar el contenido de las cajas no se deben utilizar predicados del tipo (caja-comida ¿c) o (caja-medicina ¿c), ya que para añadir nuevos tipos de contenidos habría que modificar el dominio. En su lugar debe hacerse de forma genérica, de tal forma que, si se desean añadir nuevos contenidos a las cajas, pueda hacerse desde la especificación del problema exclusivamente.
- Cada persona tendrá o no una caja con un cierto tipo de contenido específico. Es decir, se debe registrar si cada persona tiene comida o no, si tiene medicina o no, etc.
- Puede haber más de una persona en una localización concreta, por lo que no es suficiente con registrar la localización de una caja para saber si una persona tiene una caja.
- Inicialmente todas las cajas estarán localizadas en una única localización llamada depósito. No hay gente herida en el depósito.
- El objetivo será que ciertas personas tengan cajas con ciertos contenidos. Algunas personas no necesitarán nada, algunas necesitarán comida o medicina, etc. Esto significa que no tiene por qué ser necesario enviar todas las cajas del depósito. A las personas tampoco les importa qué caja reciben exactamente, si no que la caja tenga el contenido que les interesa.
- Un único dron, situado inicialmente en el depósito, está disponible para repartir cajas. Puede volar directamente entre cualquier par de localizaciones (no hay rutas de vuelta ni conexiones específicas entre localizaciones). Dado que el dominio será extendido a múltiples drones en el futuro, usaremos un tipo específico para los drones y, por el momento, crearemos un único objeto de dicho tipo en los problemas.
- El dron puede coger una única caja si está en la misma localización que esta. Después puede volar a otra localización trasladando la caja. Por último, puede entregar la caja a una persona en específico que esté en dicha localización. Este proceso se traduciría en tres acciones distintas dentro del plan.

Dada esta descripción del problema, debes hacer lo siguiente:

1. Modelar el dominio en modo STRIPS en PDDL y construir dos problemas pequeños, uno con una persona y una caja, y otro con dos personas y tres cajas.
  - Evita utilizar precondiciones y metas negativas, ya que muchos planificadores no las gestionan correctamente, además de poder darte problemas más adelante. Evita también cualquier otra extensión que pueda añadir complejidad a las precondiciones, efectos y metas.
  - Elimina cualquier comentario que pueda haber en el código PDDL. Varios planificadores más antiguos no son capaces de procesar el problema si incluye comentarios.
  - Ten mucho cuidado con la sintaxis, ya que algunos planificadores pueden romperse por pequeños errores de sintaxis. Por ejemplo, asegúrate de añadir espacios a ambos lados de “-” cuando especifiques un tipo, como en “?c - crate”. Si escribes “?c-crate” no es lo mismo.
2. Ejecuta el dominio y los problemas en los editores que se han recomendado en los laboratorios para asegurar que está correctamente especificado y que obtienes planes

correctos. Prueba con distintos planificadores ya que puede que los planes generados por distintos planificadores pueden ayudarte a encontrar errores en la lógica del modelo.

3. En la memoria, indica las dificultades y problemas encontrados para modelar el problema o para conseguir que los planificadores generen un plan apropiado.

## Ejercicio 1.2: Generador de problemas en Python

Para comprobar el rendimiento de los planificadores a la hora de resolver problemas de planificación, es habitual hacer pruebas con problemas de dificultad creciente, que permitan averiguar la capacidad de resolución del planificador en un tiempo límite, así como su reacción ante el incremento o decremento de los distintos parámetros que controlan la dificultad del problema.

En este ejercicio debes realizar:

1. Desarrollar un programa en Python capaz de generar problemas para el dominio de planificación elaborado. A partir del esqueleto de código proporcionado junto al enunciado de la práctica, que incluye la lógica y la generación de un problema parcial, debes estudiarlo y completarlo para generar problemas completos. Una vez hecho, genera problemas invocando a este programa como en el siguiente ejemplo:

```
python3 ./generate-problem.py -d 1 -r 0 -l 50 -p 3 -c 100 -g 4
```

donde d son el número de drones, l las localizaciones, p las personas, c las cajas y g el número de metas que tendrá el problema (el parámetro r se utilizará más adelante).

2. Genera problemas de complejidad creciente, incrementando todos los parámetros en un orden de 10, y ve probando a resolverlos con el planificador ff. ¿Hasta qué valores es capaz de resolver disponiendo de un tiempo de aproximadamente 10 segundos? ¿Y si disponemos de 5 minutos máximo?
3. Elabora una gráfica comparando tamaño de problema y tiempo requerido para encontrar una solución en las pruebas realizadas, para poder visualizar cómo crece el tiempo de resolución en función del tamaño del problema.

## Ejercicio 1.3: Comparativa rendimiento planificadores

El planificador FF, utilizado en el ejercicio anterior, es uno de los planificadores de referencia por sus excelentes resultados en planificación clásica en la época de las primeras Competiciones Internacional de Planificación (IPC, 1998-2002). Sin embargo, en la actualidad ha sido superado por otros muchos planificadores, tanto en potencia para resolver problemas clásicos, como en capacidad de trabajar con otros tipos de problemas más complejos (con números, optimización, tiempos, etc.).

El desarrollo y evolución de los planificadores va de la mano de la IPC, celebrada cada dos años y abierta a presentar algoritmos y heurísticas que mejoren las capacidades de planificación en problemas de distintas categorías (clásicos, con tiempo, con preferencias, etc.). Cada categoría suele venir asociada a una versión más adelantada o a una variante de PDDL con mayor capacidad expresiva. Es intuitivo pensar que los planificadores que soportan problemas más

complejos normalmente funcionarán peor en problemas más simples. De ahí la necesidad de establecer categorías de competición. En esta competición los planificadores de cada categoría compiten por encontrar el mejor plan posible en un tiempo máximo de 30 minutos. En muchos casos, la estrategia consiste en encontrar un primer plan y después seguir tratando de mejorarlo, ya que la búsqueda de un plan óptimo desde el principio puede ser mucho más compleja.

En este ejercicio trabajaremos con varios planificadores que participaron en la IPC 2004, además de otro que participó en la IPC 2011. Realiza los siguientes ejercicios utilizando los planificadores FF, LPG-TD (con opción -n 1), SGPLAN40, SATPLAN y FastDownward (con opción -alias lama-first)

1. Investiga e indica las características principales de cada planificador: año presentación en IPC, categoría en la que compitió, si quedó en 1ª o 2ª posición, versión PDDL soportada y descripción con características principales. Elabora un listado o una tabla con toda esta información.
2. Investiga el problema de mayor tamaño que puede resolver cada uno de los planificadores en un tiempo límite de 10 segundos y en un tiempo límite de 5 minutos máximo. Es posible que encuentres problemas que limiten el tamaño máximo del problema además del tiempo de ejecución, como el consumo de memoria. Detalla en la memoria los resultados obtenidos, indicando el planificador utilizado, tamaño del problema resuelto, el tiempo en resolverlo y posible optimalidad del plan generado, y, si no lo ha resuelto, el error que se ha producido.
3. Discute y trata de justificar los resultados obtenidos en las pruebas en base a las características de los planificadores, explicando por qué unos podrían ser más lentos o rápidos que otros, basándote en su año de publicación y en sus características principales. Comenta cualquier otra observación respecto a los resultados de las pruebas que consideres interesante.