



Planificación

TPN°6: Ejercicios 1, 2, 3 y 4

Barraquero Ignacio, Campo Camila, Villarreal Francisco, Marzari Agustina
Facultad de Ingeniería



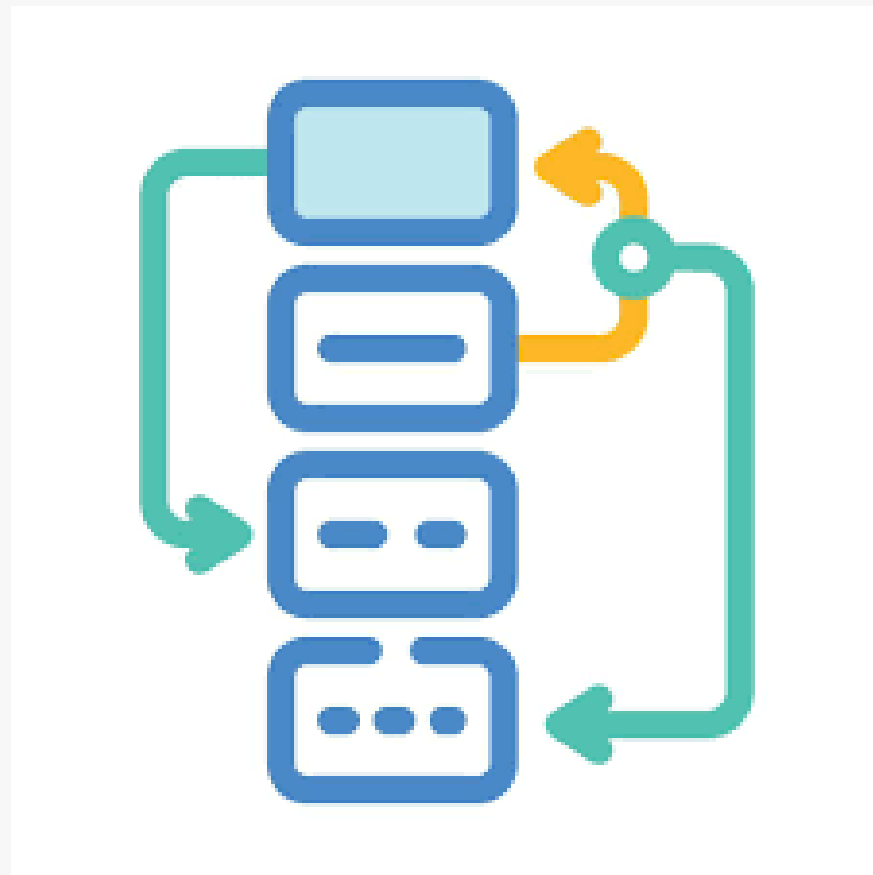
Introducción a la planificación

Se llama Planificación al proceso de búsqueda y articulación de una secuencia de acciones que permitan alcanzar un objetivo.

La planificación es una rama de la Inteligencia Artificial orientada al diseño de secuencias de acciones que permiten alcanzar un objetivo a partir de un estado inicial. A diferencia de un comportamiento puramente reactivo, la planificación posibilita razonar de manera anticipada, considerando las consecuencias de las acciones y evaluando alternativas antes de ejecutarlas.

Un problema de planificación se describe a partir de tres elementos principales:

- **Objetivos:** condiciones o estados que se desean alcanzar.
- **Acciones:** operaciones disponibles para el agente, definidas por sus *precondiciones* (lo que debe cumplirse para poder ejecutarlas) y sus *efectos* (los cambios que producen en el entorno).
- **Estado inicial:** descripción del entorno desde el cual se parte para lograr los objetivos.



Una **solución** a un problema de planificación corresponde a un *plan*, es decir, una secuencia ordenada de acciones que, ejecutadas desde el estado inicial, permiten alcanzar el objetivo. Un buen plan debe ser correcto (cumplir las restricciones del dominio) y eficiente en cuanto al uso de recursos o tiempo.

Los algoritmos de planificación pueden clasificarse en tres grandes categorías:

1. **Búsqueda en el espacio de estados:** exploran los estados alcanzables desde el estado inicial mediante la aplicación de acciones, buscando una trayectoria hasta el estado meta. Ejemplos: búsqueda en anchura, en profundidad o heurística (A^*).
2. **Búsqueda en el espacio de planes:** en lugar de explorar estados, construyen planes parciales que se van refinando hasta convertirse en un plan completo. Un ejemplo representativo es la planificación parcial ordenada (POP).
3. **Graphplan:** utiliza una representación compacta denominada *grafo de planificación*, en el cual los niveles alternan entre acciones y proposiciones. El algoritmo expande este grafo hasta que los objetivos aparecen como alcanzables y luego realiza una búsqueda hacia atrás para identificar una combinación consistente de acciones. Este enfoque es eficiente al podar combinaciones imposibles gracias a la estructura del grafo.

En resumen, la planificación permite a un agente decidir de manera informada cómo alcanzar sus metas, y los diferentes algoritmos ofrecen enfoques variados según el tipo de problema y los requisitos de eficiencia.

Ejercicio 4: Aplicación de Graphplan al problema de ponerse zapatos y medias

El problema consiste en alcanzar un estado en el que el agente tenga ambos pies vestidos con medias y zapatos:

$$En(ZD, PD) \wedge En(ZI, PI).$$

Donde:

- MD: media derecha, MI: media izquierda.
- ZD: zapato derecho, ZI: zapato izquierdo.
- PD: pie derecho, PI: pie izquierdo.
- Poner(MD, PD): efecto $En(MD, PD)$.
- Poner(ZD, PD): requiere $En(MD, PD)$, efecto $En(ZD, PD)$.
- Poner(MI, PI): efecto $En(MI, PI)$.
- Poner(ZI, PI): requiere $En(MI, PI)$, efecto $En(ZI, PI)$.

Graphplan genera el conjunto de acciones:

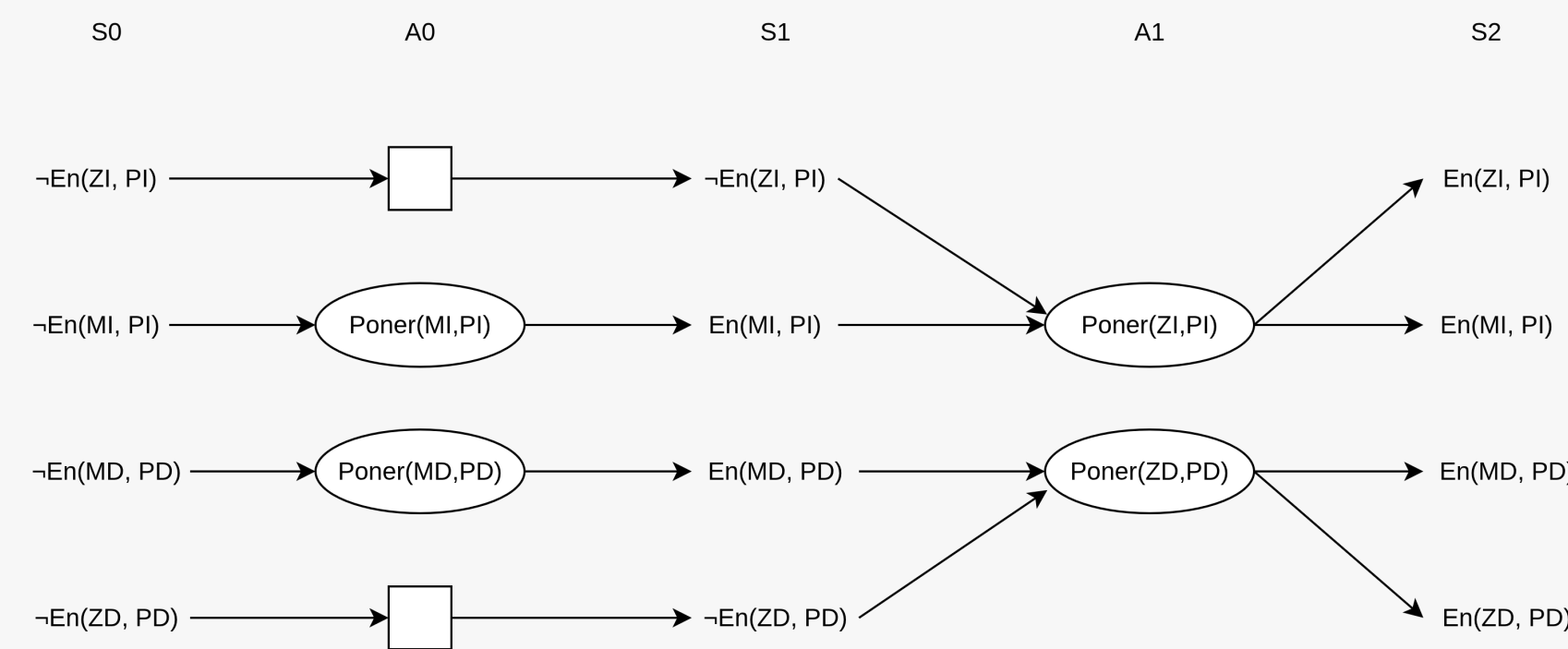
$$\{Poner(MD, PD), Poner(ZD, PD), Poner(MI, PI), Poner(ZI, PI)\}$$

con las restricciones mínimas:

$$En(MD, PD) < En(ZD, PD), \quad En(MI, PI) < En(ZI, PI).$$

Cada pie debe vestirse en orden (primero la media, luego el zapato), pero no hay relación de precedencia entre ambos pies. Por lo tanto, el plan parcial admite 6 linealizaciones posibles, por ejemplo:

1. MD \rightarrow ZD \rightarrow MI \rightarrow ZI
2. MI \rightarrow ZI \rightarrow MD \rightarrow ZD
3. MD \rightarrow MI \rightarrow ZD \rightarrow ZI
4. MI \rightarrow MD \rightarrow ZI \rightarrow ZD
5. MD \rightarrow MI \rightarrow ZI \rightarrow ZD
6. MI \rightarrow MD \rightarrow ZD \rightarrow ZI



Este ejemplo sencillo permite ilustrar el funcionamiento de Graphplan. La representación en forma de grafo de planificación facilita la identificación de dependencias mínimas entre acciones, y el plan de orden parcial refleja que las dos ramas (correspondientes a cada pie) pueden ejecutarse en paralelo o en distintos órdenes. La existencia de seis linealizaciones muestra cómo un mismo plan parcial puede corresponder a múltiples planes totales, todos igualmente válidos y correctos.

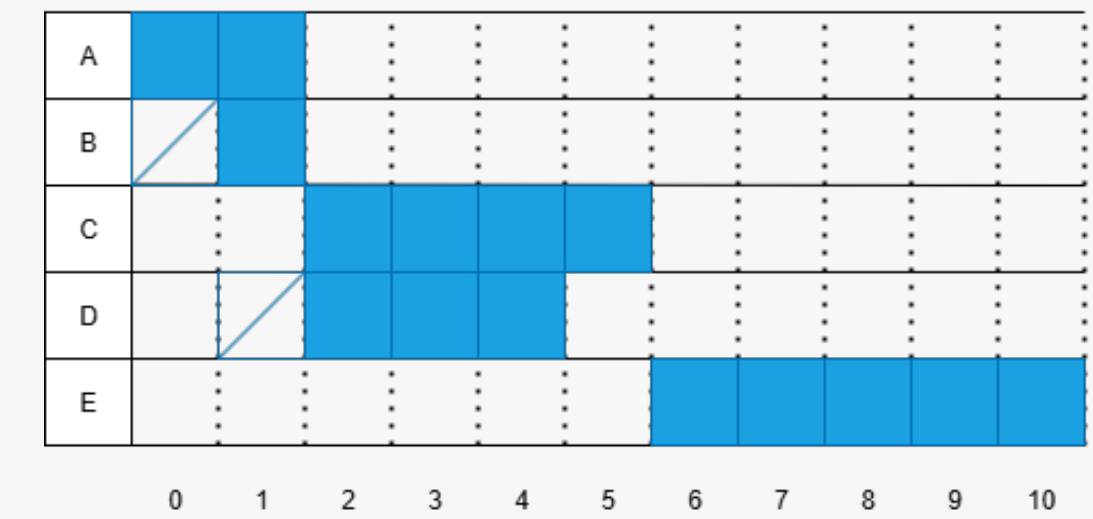
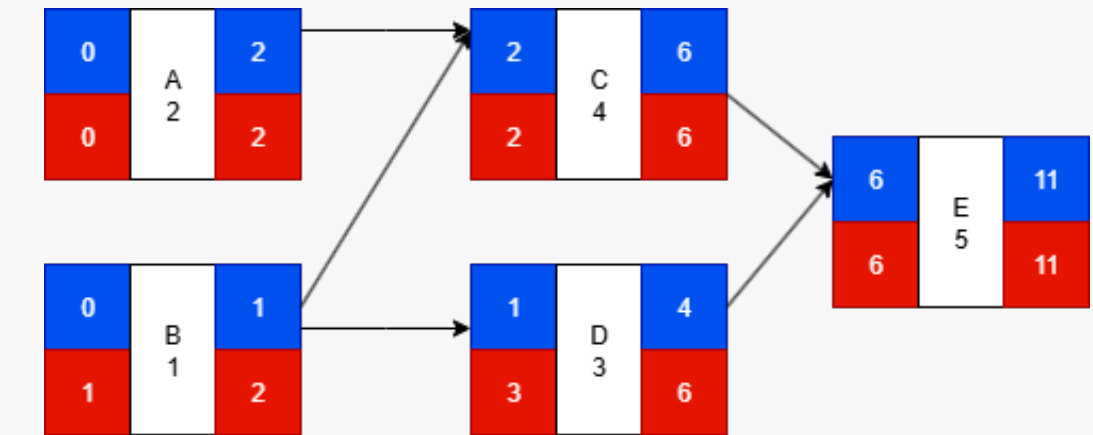
Ejercicio 5: Problema de Ensamblaje de Máquina

El desafío consiste en planificar el ensamblaje de una máquina compuesta por cinco piezas:

$$A(2s), B(1s), C(4s), D(3s), E(5s)$$

El problema se aborda en cuatro pasos fundamentales(estamos planificando la planificación):

1. Construir un **plan de orden parcial**.
2. Determinar el **camino crítico**, es decir, la secuencia de tareas que fija la duración mínima del proyecto.
3. Calcular los **tiempos de holgura**, que indican cuánto puede retrasarse una tarea sin afectar la duración total.
4. Representar los resultados en un **diagrama temporal**.



Ejercicio 6: Robot de Oficina

Para resolver la consigna se trabajó en tres niveles: **dominio, problema y plan**.

⇒ **Predicados principales:**

- objeto
- habitación
- gripper
- caja

⇒ **Predicados adicionales:**

- robot
- $at(r, h)$: indica dónde se encuentra el robot.
- $in_box(o, c)$: indica qué objetos están dentro de la caja.
- $carry(r, o)$: indica qué objeto lleva el robot.

⇒ **Acciones definidas:**

- **mover(r, desde, hasta)**
 - Precondiciones: $at(r, desde)$
 - Efectos: $\neg at(r, desde), at(r, hasta)$