

Problemas de planeación en IA

Inteligencia Artificial Clásica

Verónica E. Arriola-Rios

Facultad de Ciencias, UNAM

20 de marzo de 2021



Planeación

- 1 Planeación
- 2 Introducción a la planeación con órdenes parciales
- 3 Introducción a la planeación jerárquica

Temas

- 1 Planeación
 - Definición
 - Problema de planeación

Planeación

Definición (Planeación)

- En general:
- Es el proceso explícito de deliberación que elige y organiza acciones mediante la anticipación de sus consecuencias.
 - Pretende alcanzar un conjunto de objetivos previamente establecidos. (O acercarse a ellos lo más posible - planeación como un problema de optimización).

En IA: Estudio computacional de este proceso de deliberación.

Temas

- 1 Planeación
 - Definición
 - Problema de planeación

Problema de planeación

Definición

Sea un problema de planeación la tupla $\mathcal{P} = (\Sigma, s_i, g)$ con:

- Σ un sistema de transición de estados (con sus operadores),
- s_i un estado inicial en S_0 , donde S_0 es el conjunto de estados iniciales.
- g una función de prueba para la meta: un *estado objetivo* ha sido alcanzado.

Opcionalmente se puede agregar una *función de costo del camino*, cuando algunas acciones son más complejas de realizar, que otras.

Plan

Definición

Un *plan* es una secuencia de acciones $\pi = \langle a_1, \dots, a_k \rangle$, con $k \geq 0$.

- La *longitud del plan* π es $|\pi| = k$, el número de acciones.
- Si $\pi_1 = \langle a_1, \dots, a_k \rangle$ y $\pi_2 = \langle a'_1, \dots, a'_k \rangle$ son planes, su *concatenación* es el plan $\pi_1 \bullet \pi_2 = \langle a_1, \dots, a_k, a'_1, \dots, a'_k \rangle$.

Función de transición para planes

La *función de transición* de estados extendida para planes es:

$$\gamma(s, \pi) = \begin{cases} s & \text{si } k = 0 \text{ } (\pi \text{ está vacío}) \\ \gamma(\gamma(s, a_1), \langle a_2, \dots, a_k \rangle) & \text{si } k > 0 \text{ y} \\ & a_1 \text{ es aplicable en } s \\ \text{indefinido} & \text{de otro modo} \end{cases} \quad (1)$$

Definición clásica de solución

Definición

Sea $\mathcal{P} = (\Sigma, s_i, g)$ un problema de planeación, una plan π es una **solución** para \mathcal{P} si $\gamma(s_i, \pi)$ satisface g .

- Una solución π es *redundante* si existe una subsecuencia propia de π que también es solución para \mathcal{P} .
- π es *mínimo* si ninguna otra solución para \mathcal{P} contiene menos acciones que π .

Plan:

-

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡

Introducción a la planeación con órdenes parciales

- 1 Planeación
- 2 Introducción a la planeación con órdenes parciales
- 3 Introducción a la planeación jerárquica

Planeación con órdenes parciales

Búsqueda en:

Espacio de estados

Nodos de búsqueda:

Estados del mundo

Función de transición:

$$\gamma : S \times A \rightarrow S$$

Solución:

Estado final s con $g(s) = V$

$$\pi = \langle a_1, \dots, a_k \rangle$$

Espacio de planes

Planes parciales

Operaciones de refinamiento de planes

Plan con órdenes parciales

Justificación

Plan clásico:

- 1 Mago, a la derecha.
- 2 Mago, recoge báculo.
- 3 Mago, a la derecha.
- 4 Mago, a la derecha.
- 5 Caballero, a la derecha.
- 6 Caballero, recoge espada.
- 7 Caballero, a la derecha.
- 8 Caballero, atrae dragón.
- 9 Caballero, retrocede. **Efecto:** Dragón, persigue caballero.
- 10 *Mago, abajo.*
- 11 Mago, usar hechizo *ponte de hielo.*
- 12 Mago, baja.
- 13 Mago, baja.
- 14 Mago, toma el tesoro.



Figura: El orden estricto en que el mago recoge su báculo y el caballero, su espada no importa, con tal que el caballero distraiga al dragón antes de que pase el mago.

Definición de plan parcial

Definición

Un *plan parcial* es una tupla $\pi = (A, \prec, B, L)$, donde:

- $A = \{a_1, \dots, a_k\}$ es un conjunto de operadores con asignaciones parciales. Acciones con variables libres.
- \prec es un conjunto de restricciones de orden sobre A de la forma $a_i \prec b_i$ (a_i precede a b_i).
- B es un conjunto de restricciones sobre las asignaciones a las variables en A de la forma:
 - $x = y, x \neq y, x \in D_x$
- L es un conjunto de vínculos causales de la forma $a_i - [p] \rightarrow a_j$ tales que:
 - $a_i, a_j \in A$ y $(a_i \prec a_j) \in \prec$
 - El predicado p es postcondición de a_i y precondition de a_j .
 - Las restricciones sobre las asociaciones a variables en $a_i, a_j, p \in B$.

Características de los planes parciales

- **Meta:** Alcanzar el estado objetivo satisfaciendo todas sus precondiciones.
- **Submetas:** Precondiciones sin vínculos causales (no han sido satisfechas por ninguna acción).
- Las **acciones** sólo se encuentran **ordenadas parcialmente** \Rightarrow permite ejecutar acciones en paralelo.
- En los estados intermedios se puede tener **asignaciones parciales** de las variables de los operadores.

Fallas

Fallas en un plan $\pi = (A, \prec, B, L)$:

- ❶ Una precondition de una acción en A sin una relación causal en L que la satisfaga.
- ❷ Una amenaza: una acción a_k que pueda interferir con una relación causal $\langle a_i - [p] \rightarrow a_j \rangle$. Esto sucede si y sólo si:
 - ❶ a_k tiene una postcondición $\neg q$ que se puede unificar con p .
 - ❷ $(a_i \prec a_k)$ y $(a_k \prec a_j)$ son consistentes con \prec .
 - ❸ Las asignaciones que unifican q y p son consistentes con B .

Solución

Teorema

Un plan parcial $\pi = (A, \prec, B, L)$ es una solución al problema de planeación $\mathcal{P}(\Sigma, s_0, g)$ si:

- ❶ *π no tiene fallas.*
- ❷ *Las restricciones de orden \prec no son circulares.*
- ❸ *Las restricciones a las asignaciones a variables a B son consistentes.*

Ejemplo

Plan parcial:

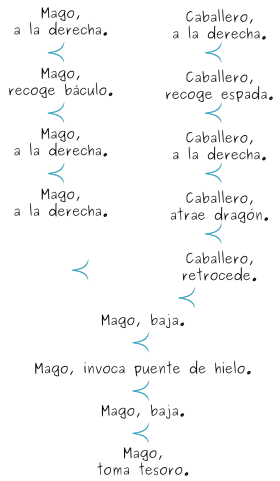


Figura: Asignaciones: El mago debe poner el puente, por ello el caballero distrae al dragón.

Introducción a la planeación jerárquica

- 1 Planeación
- 2 Introducción a la planeación con órdenes parciales
- 3 Introducción a la planeación jerárquica

Planteamiento

- El objetivo es completar una *tarea*.
- Cada *tarea* puede ser realizada por uno o más *métodos*.
- Un método es *aplicable* para realizar una tarea cuando se cumplen sus precondiciones.
- Cada método puede ser descompuesto en *subtareas* que permiten completar la tarea original.
- En general, estas subtareas pueden estar ordenadas parcial o totalmente.
- El problema queda resuelto cuando las subtareas más sencillas coinciden con acciones atómicas aterrizadas del dominio.

Ejemplo

Plan jerárquico:

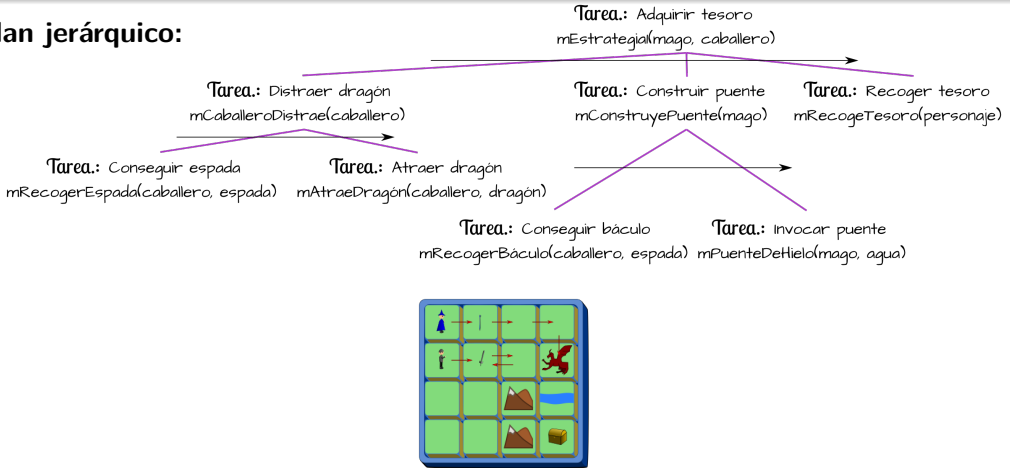


Figura: La misión se divide en tres tareas, que al final serán secuencias de acciones primitivas.

Referencias I

-  Ghallab, Malik, Dana Nau y Paolo Traverso (2004). *Automated Planning, Theory and Practice*. Morgan Kaufmann Publishers.

Licencia

Creative Commons
Atribución-No Comercial-Compartir Igual

