

Razonamiento y planificación automática

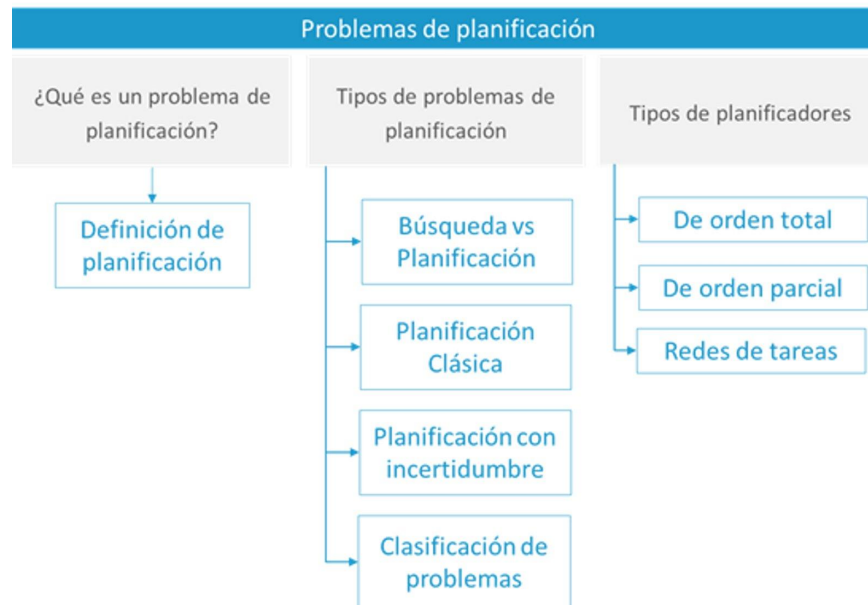
Nerea Luis / Alejandro Cervantes



Tema 7: Problemas de planificación

Tema 7

- ▶ Definición de Planificación
- ▶ Relación con Búsqueda
- ▶ Planificación de orden parcial





Definición de Planificación

Idea básica

Planificar: proceso formalizado de búsqueda de secuencias de acciones que partiendo del estado actual del entorno satisfacen una meta. (*Russell, 2004*)

- **Plan:** secuencia de acciones que consiguen el objetivo
- **Aplicaciones del mundo real:**
 - Robótica
 - Fabricación mediante ensamblado de componentes
 - Misiones espaciales
 - Logística



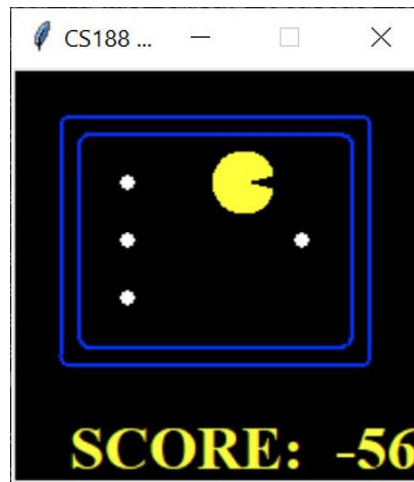
En principio, sin optimización de tiempo (Scheduling)

Planificación vs Búsqueda

- ▶ Búsqueda es una de las herramientas que se usan para resolver problemas de planificación
- ▶ En búsqueda el estado se considera en su conjunto, el algoritmo es independiente de la estructura del estado
- ▶ En planificación los algoritmos tienen en cuenta la estructura interna del estado (más general)

Búsqueda

1 0 0 0	→	0 0 0 0
1 0 0 1		0 0 0 0
1 0 0 0		0 0 0 0



Planificación

Bola(1,1)	→	Bola(X,Y) =False
Bola(2,1)		
Bola(4,1)		
Bola(3,1)		

Cada "parte" del estado tiene consideración propia

Definición formal

$$\Pi = \langle V, A, I, G \rangle$$

- ▶ Propositiones (F o V): conjunto finito de variables de estado. Representan tanto el estado interno del agente como su percepción del entorno.
- ▶ Acciones (A): conjunto finito de acciones:

acción: $\langle \text{precondiciones}, \text{efectos} \rangle$ (para distintas v de V)
- ▶ Estado inicial (I): valor inicial de las proposiciones
- ▶ Meta (G): estado parcial en V (algunas variables no importan)
- ▶ Plan (P): $[a_1, a_2, \dots, a_n]$

La planificación clásica genera el plan antes de ejecutar ninguna acción (modo offline)

Comparación con otras técnicas

	Planificación clásica	Otros (Juegos)
Estado	Conjunto de proposiciones	
Acciones	Precondiciones / efectos	
Agentes	Uno	Muchos
Mundo	Estático	Dinámico
Tiempo disponible	Ilimitado (Deliberativo)	Pequeño (Reactivo)
Metas	Solución completa	Solución parcial
Ejecución	Comienza después de planificar	Simultanea con la planificación



Representación de estados

Representación de los estados

Los estados se representan definiendo....

1) un conjunto de predicados:

`en(objeto/vehículo,lugar),`
`dentro(objeto,vehículo),`
`en-ciudad(lugar,ciudad)`

2) y un conjunto de tipos:

`objeto(x), vehículo(x)={avión(x),camión(x)},`
`lugar(x)={aeropuerto(x),oficina-correos(x)}`

Representación de un problema

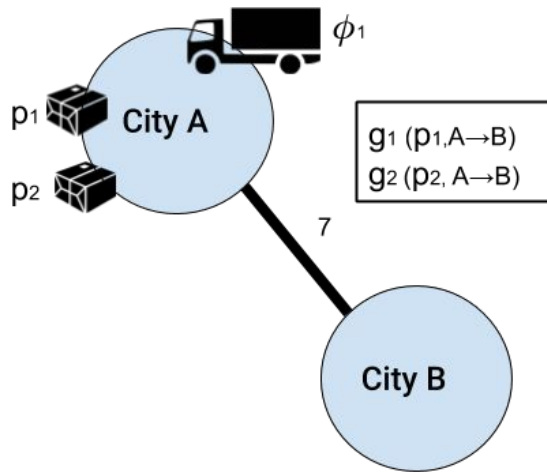
Cada estado se representa por una conjunción de predicados instanciados (las variables se reemplazan por constantes)

*en(objeto1,aeropuerto1), en(avión1,aeropuerto1),
en(camión1,aeropuerto1), en(camión2,oficina-correos2), ...*

Normalmente, se supone que lo que no aparece explícitamente representado en un estado es falso: **suposición del mundo cerrado**

en(objeto1,x) = FALSE $\forall x \neq \text{aeropuerto1}$

Ejemplo



$p_1, p_2, c_1, o_1, g_1, A$ y B son constantes que representan elementos del problema

Dominio

En(objeto/vehículo,lugar)
Dentro(objeto,vehículo)
En_ciudad(lugar,ciudad)

Vehiculo(X)={Camion(X), otros...}
Lugar(X)={Oficina(X), Garaje(X)
otros...}

Problema

En(p_1, o_1), En(p_2, o_1), En(c_1, g_1),
En_ciudad(o_1, A), En_ciudad(g_1, A)

Camion(c_1), Oficina(o_1), Garaje(g_1),
Objeto(p_1), Objeto(p_2),
Ciudad(A), Ciudad(B)

Objetivo (ambos p en B)

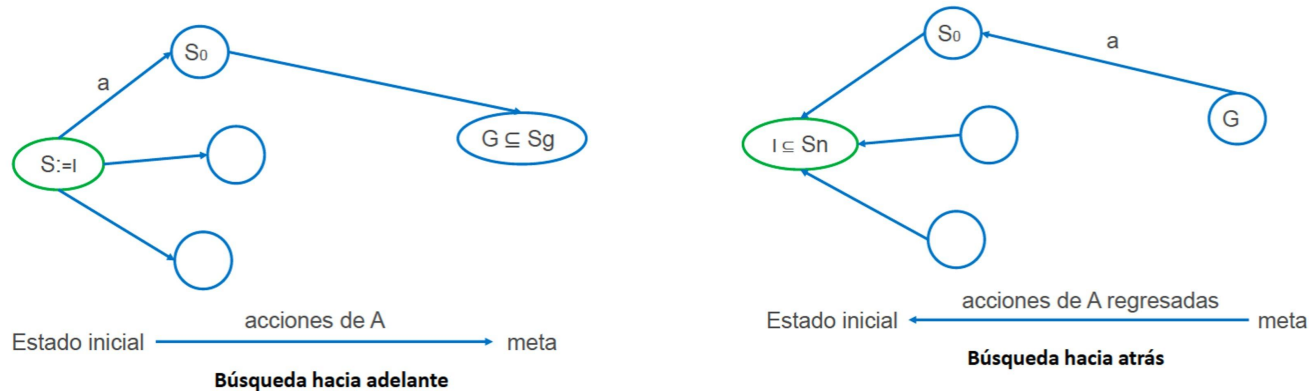
En(p_1, X), En(p_2, Y),
En_ciudad(X, B), En_ciudad(Y, B)



Planificación de Orden Parcial

Métodos de planificación

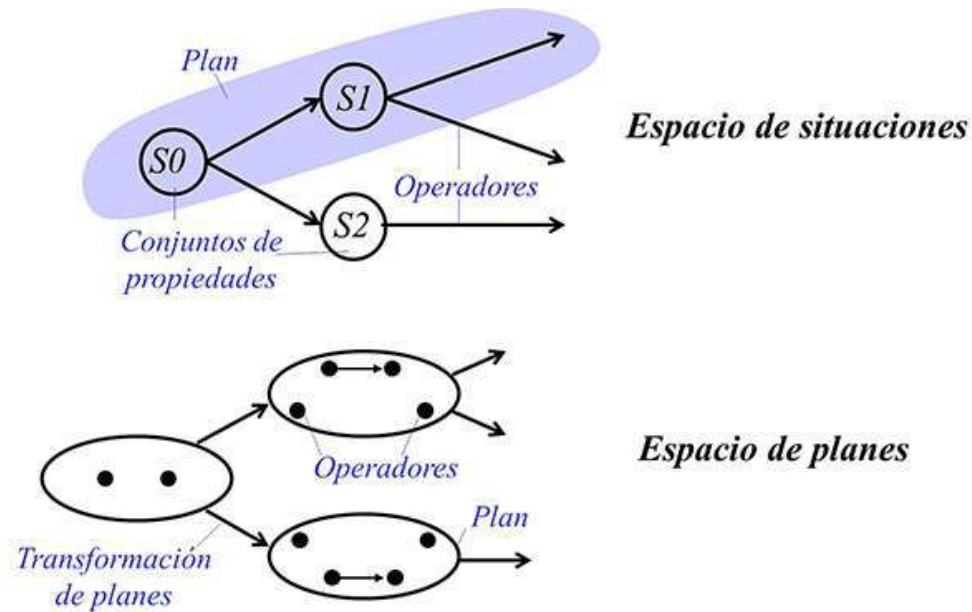
- ▶ Basada en estados <> Búsqueda (Total Order Planning)



- ▶ Basada en planes (Partial Order Planning)
- ▶ Redes de Tareas (basado en grafos de planificación)

Planificación de orden parcial

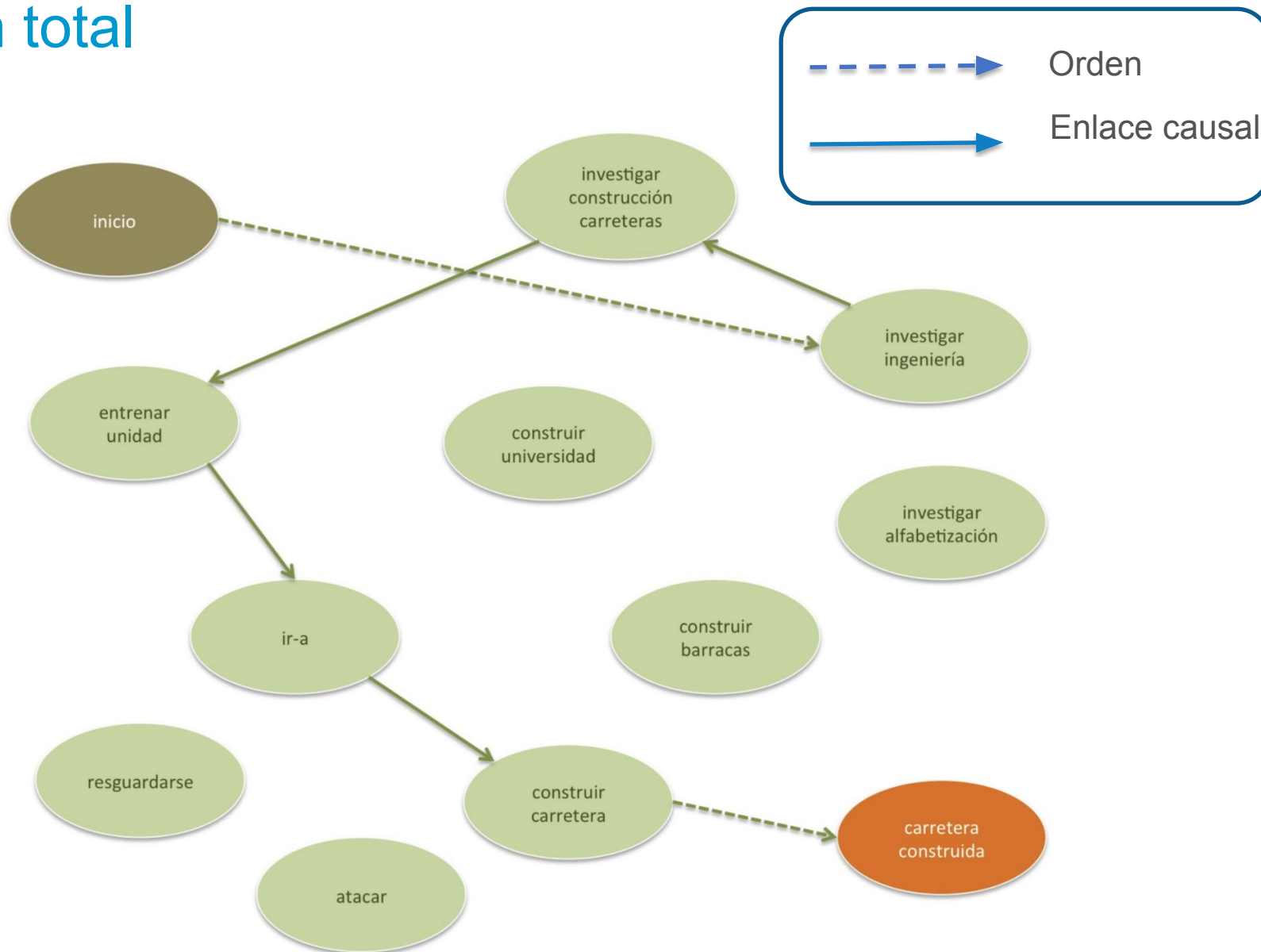
- En realidad la idea es buscar **en el espacio de planes** aquellos posibles que, juntos, resuelven el problema



Planificación de orden parcial

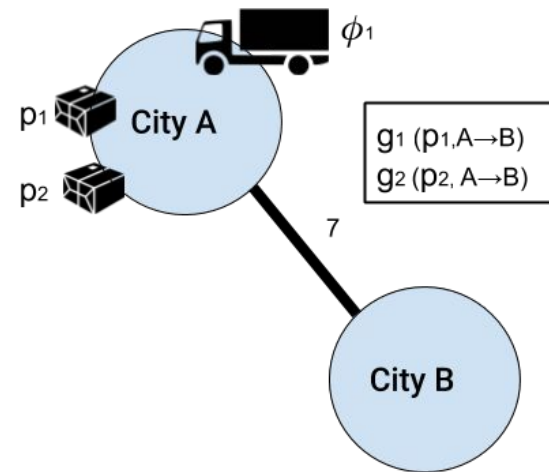
- ▶ En el plan, no todas las acciones deben ordenarse (orden parcial).
Principio de mínimo compromiso.
- ▶ Busca en el espacio de planes de estado (cada estado corresponde con un plan parcial)
- ▶ Un plan es un grafo que contiene:
 - ▶ Restricciones de orden
 - ▶ Enlaces causales, indican efectos de las acciones
 - ▶ Precondiciones abiertas, no enlazadas por enlaces causales
- ▶ Plan final: **sin conflictos** entre enlaces causales, **sin ciclos** en restricciones de orden, y **sin precondiciones abiertas**

Plan total

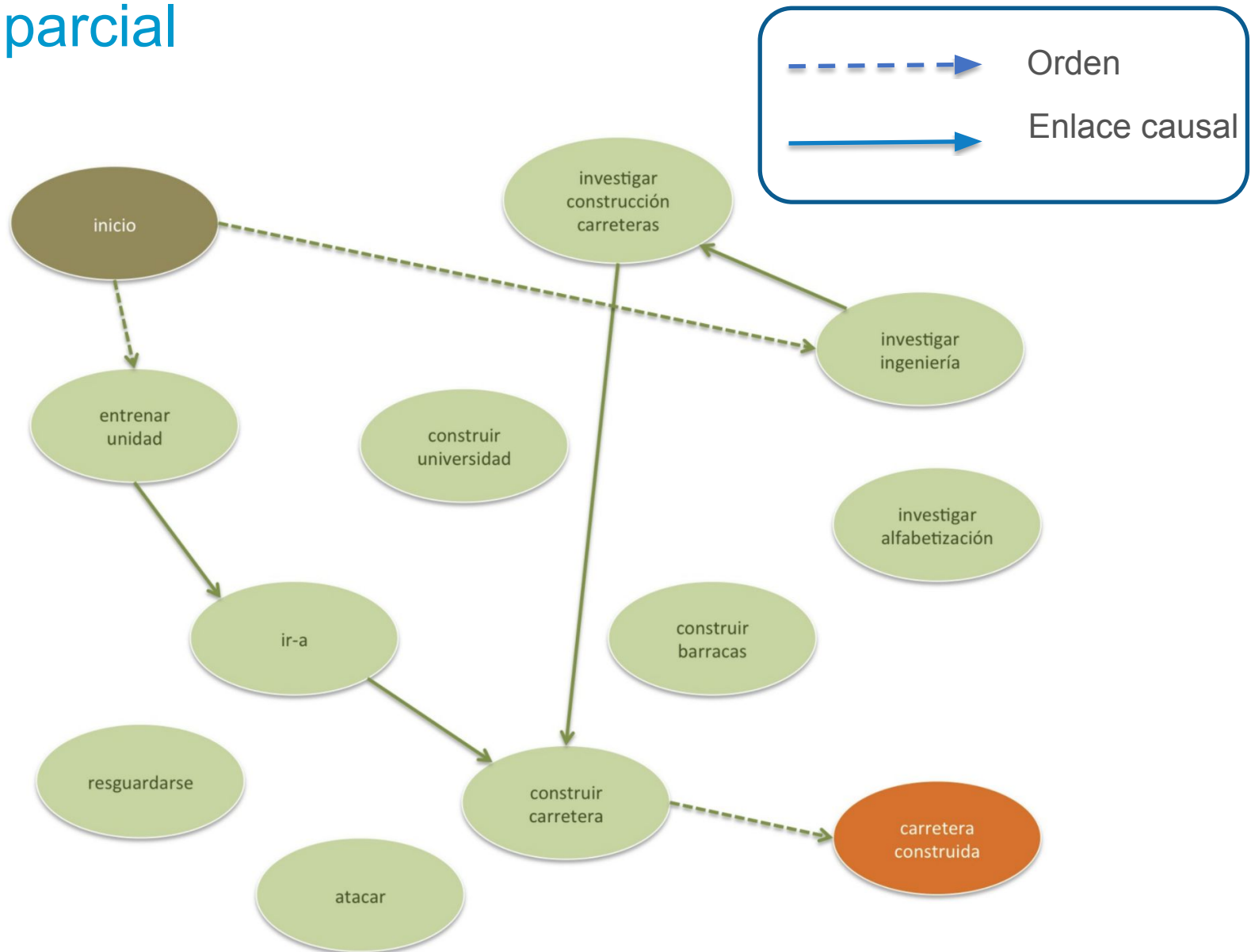


Ejemplo

1. Load-package p_1 , ϕ_1
2. Load-package p_2 , ϕ_1
3. Drive-truck ϕ_1 , B
4. Unload-package p_1 , ϕ_1
5. Unload-package p_2 , ϕ_1

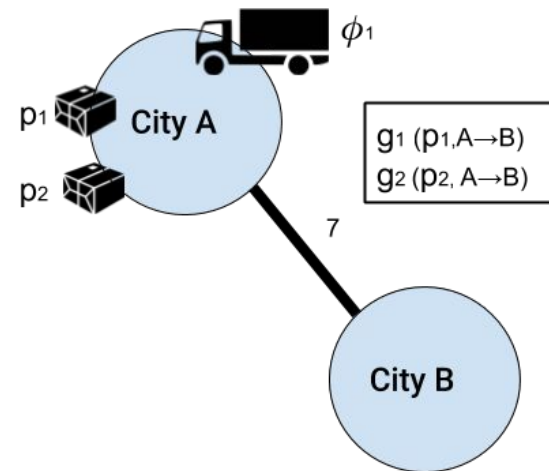


Plan parcial



Ejemplo

1. Load-package p_1 , ϕ_1
 1. Load-package p_2 , ϕ_1
 2. Drive-truck ϕ_1 , B
 3. Unload-package p_1 , ϕ_1
 3. Unload-package p_2 , ϕ_1

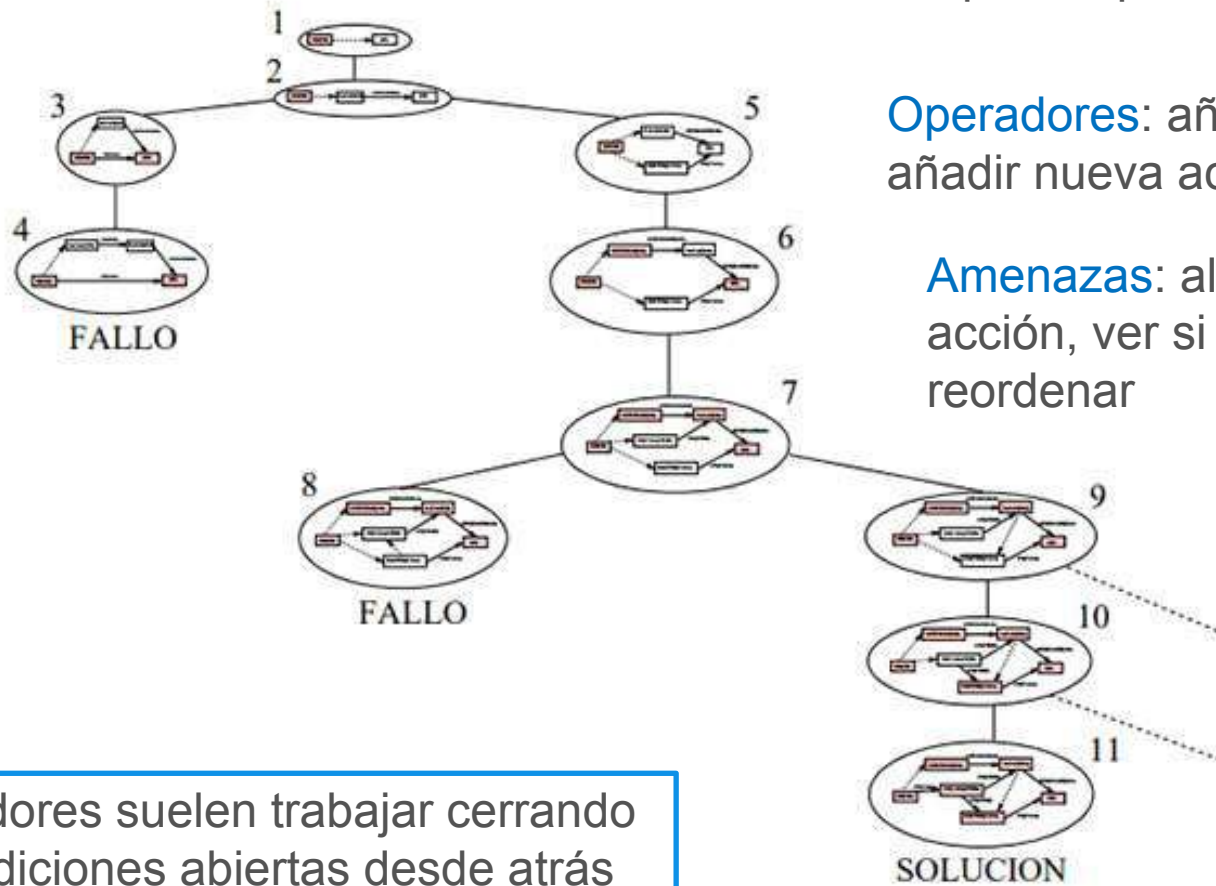


Búsqueda en el espacio de planes

Estados: planes parciales

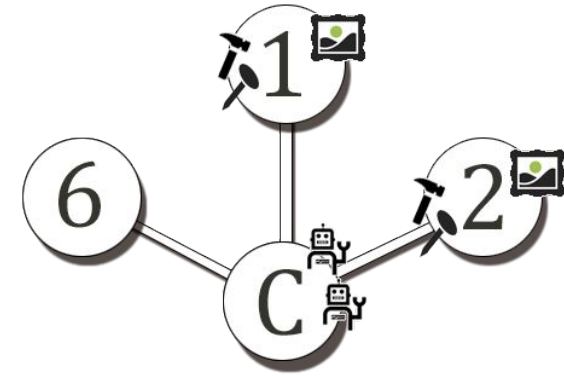
Operadores: añadir enlace,
añadir nueva acción,

Amenazas: al añadir nueva
acción, ver si hay que
reordenar



Los operadores suelen trabajar cerrando las precondiciones abiertas desde atrás (de la meta al inicio)

Paralelización de acciones



1. Move-to-room C, 1, ϕ_1
2. Move-to-room C, 2, ϕ_2
3. Grab-nail ϕ_1 , n_1
4. Grab-nail ϕ_2 , n_2
5. Grab-hammer ϕ_1 , h_1
6. Grab-hammer ϕ_2 , h_2
7. Hang-painting ϕ_1 , p_2
8. Hang-painting ϕ_1 , p_2

1. Move-to-room C, 1, ϕ_1
1. Move-to-room C, 2, ϕ_2
2. Grab-nail ϕ_1 , n_1
2. Grab-nail ϕ_2 , n_2
3. Grab-hammer ϕ_1 , h_1
3. Grab-hammer ϕ_2 , h_2
4. Hang-painting ϕ_1 , p_2
4. Hang-painting ϕ_1 , p_2



Ejemplo: Mundo de los bloques

Mundo de los bloques

- Un conjunto de bloques, una mesa, y un brazo de un robot
- Todos los bloques son iguales de tamaño, forma y color, diferenciándose en el nombre
- La mesa tiene extensión ilimitada
- Cada bloque puede estar encima de la mesa, encima de un solo bloque, o sujeto por el brazo del robot
- El brazo de robot sólo puede sujetar un bloque cada vez

Resolver problemas supone pasar de una configuración (estado) inicial a un estado en el que sean ciertas unas metas

Representación en mundo de los bloques

Se podrían utilizar los siguientes **predicados**:

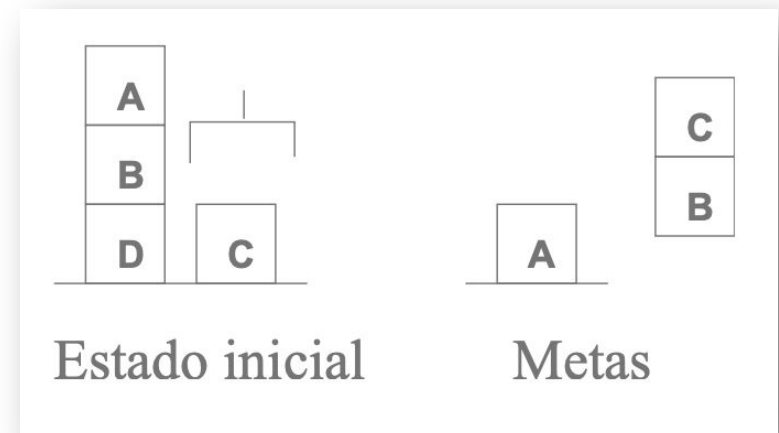
- *encima(x,y)*: el bloque x esta encima del y
- *en-mesa(x)*: el bloque x esta encima de la mesa
- *libre(x)*: el bloque x no tiene ningun bloque encima
- *sujeto(x)*: el brazo del robot tiene cogido al bloque x
- *brazo-libre*: el brazo del robot no tiene cogido a ningún bloque

Estado inicial:

*encima(A,B), encima(B,D), en-mesa(D),
en-mesa(C), libre(A), libre(C), brazo-libre*

Metas:

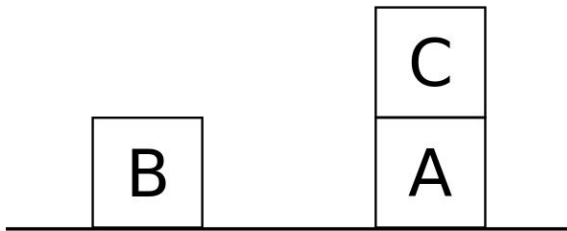
en-mesa(A), encima(C,B)



Anomalia de Sussman

La planificación de orden total tiene una limitación para poder dividir en subplanes, cuando los objetivos que debemos alcanzar en cada subplan interactúan entre sí.

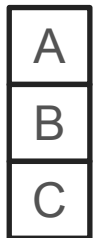
Estado inicial:



On(C,A), On(A,Table), clear(B),
On(B, Table), clear(C)

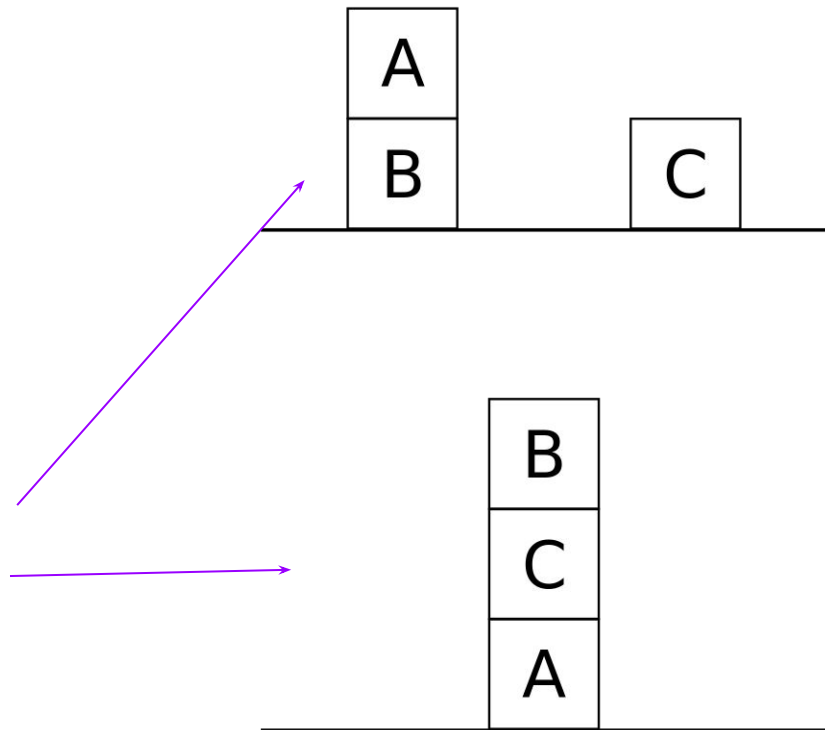
Meta:

On(A, B), On(B, C)



Sub metas:

- 1.On(A, B)
- 2.On(B, C)



Enlaces de interés

Referencia básica y editor PDDL

- <http://planning.domains/#>
- [Editor.planning.domains](http://editor.planning.domains)

Material docente adicional

- <https://www.cs.us.es/cursos/siis-2014/temas/tema-07.pdf>
- <http://ocw.uc3m.es/cursos-archivados/planificacion-automatica/tranparencias/introduccion.pdf>

unir

LA UNIVERSIDAD
EN INTERNET

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LA
PATAGONIA
unir

www.unir.net