

Seminario Planificación y STRIPS

Inteligencia Artificial
5º Informática

IA curso 2009-2010

CCIA

Octubre 2009

Planificación en IA

- **Plan:** secuencia de *acciones individuales* que permiten alcanzar una meta a partir de una situación inicial
- **Planificación en IA:** procedimiento automático para encontrar un plan para un problema concreto
- Se pueden aplicar directamente los métodos conocidos de búsqueda en espacio de estados pero en ocasiones presentan problemas de eficiencia
 - ▶ Acciones no relevantes \Rightarrow alto factor de ramificación
- Existen formalismos específicos para representar problemas de planificación
 - ▶ Representación de *estados*: descripción de la situación del "mundo"
 - ★ en todo momento se conoce el estado del "mundo"
 - ★ sólo hay un "agente" que pueda cambiar el estado del "mundo"
 - ▶ Representación de *acciones*: modifican el estado del "mundo"
 - ★ se suponen instantáneas
 - ★ se supone que sus efectos son deterministas

Nota: las restricciones anteriores definen la "planificación clásica"

Introducción a STRIPS

- STRIPS: *STanford Research Institute Problem Solver* [Fikes y Nilsson 1971]
- Planificador automático usado en aplicaciones de robótica
- Utiliza un formalismo basado en lógica para representar estados y operadores
 - ▶ Estado = conjunto de predicados lógicos
 - ▶ Operador añade y/o elimina predicados al estado actual
 - ▶ Sirvió como modelo a la mayor parte de planificadores posteriores
- Ejemplo de planificador lineal
 - ▶ Realiza una **búsqueda regresiva** en el espacio de estados
 - ▶ Parte de la descripción del estado objetivo y selecciona operadores y estados hacia atrás
 - ▶ Descompone el estado meta inicial en sucesivas submetas hasta alcanzar una situación que corresponda con la descripción del estado inicial

Operadores STRIPS

- **Operador STRIPS:** representa una acción mediante 3 componentes
 - precondiciones (PC): lista de átomos que tienen que ser ciertos en el estado para que la acción pueda ser aplicada
 - lista borrar (B): lista de átomos que dejan de ser ciertos una vez aplicada la acción
 - lista añadir (A): lista de átomos que pasan a ser ciertos una vez aplicada la acción
- Nota:** listas A y B pueden unirse (lista Efectos) indicando los átomos de B negados
- Solo especifica lo que cambia en el "mundo" con la ejecución de la acción
- **Operadores parametrizables:** átomos en listas PC, A y B pueden contener variables que se instanciarán al aplicar el operador

Ejemplos STRIPS

Apilar el bloque en el brazo sobre otro

```
APILAR(x,y)
P: LIBRE(y), COGIDO(x)
B: LIBRE(y), COGIDO(x)
A: BRAZO_LIBRE, SOBRE(x,y), LIBRE(x)
```

Quitar un bloque que estaba sobre otro

```
DESAPILAR(x,y)
P: SOBRE(x,y), LIBRE(x), BRAZO_LIBRE
B: SOBRE(x,y), LIBRE(x), BRAZO_LIBRE
A: COGIDO(x), LIBRE(y)
```

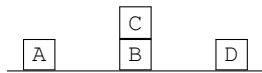
Coger un bloque de la mesa con el brazo

```
COGER(x)
P: LIBRE(x), EN_MESA(x), BRAZO_LIBRE
B: LIBRE(x), EN_MESA(x), BRAZO_LIBRE
A: COGIDO(x)
```

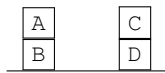
Soltar un bloque en la mesa

```
SOLTAR(x)
P: COGIDO(x)
B: COGIDO(x)
A: EN_MESA(x), BRAZO_LIBRE, LIBRE(x)
```

Estado inicial



Estado final



Solución (plan)

```
DESAPILAR(C,B)
APILAR(C,D)
COGER(A)
APILAR(A,B)
```

Demo: <http://aispace.org/planning>

Búsqueda en planificación (espacio de estados)

- **Idea:** aplicar los métodos de búsqueda en espacio de estados
 - ▶ Operadores = acciones posibles
 - ▶ Solución = secuencia de acciones desde estado inicial al final
- Búsqueda progresiva (hacia adelante)
 - ▶ Ineficiente en aplicaciones prácticas
 - ▶ Gran núm. de **acciones irrelevantes** (no hacen avanzar el plan) a evaluar en cada estado \Rightarrow alto factor de ramificación
 - ▶ Dificultad para definir heurísticas generales útiles
- Búsqueda regresiva (hacia atrás)
 - ▶ Comienza en un objetivo y para cada uno de los estado se generan los posibles *predecesores*
 - ★ *Predecesor de E_i* : cualquier estado E_j para el que existe una sustitución tal que al aplicarla junto a un operador O se satisfacen los átomos de E_i
 - ▶ Finaliza cuando se alcanza un objetivo que sea cierto en el estado inicial
 - ▶ Mejora la eficiencia: saca ventaja de la descomposición del problema en subproblemas (reduce factor ramific.)
 - ★ Espacio de estados sigue siendo grande

Búsqueda en planificación (espacio de planes)

- **Idea:** realizar búsqueda sobre el espacio de posibles planes parciales [*Partial Order Planning*: planificación de orden parcial]
- **Plan parcialmente ordenado:** un plan en el que sólo se especifican algunas de las precedencias entre sus acciones
 - ▶ No especifican completamente el orden de las acciones
 - ▶ Hasta ahora se manejaban/exploraban secuencias de acciones totalmente ordenadas (planificación lineal)
 - ▶ Secuenciar un plan parcial → construir un plan secuencial que respete las precedencias obligatorias
- **Esquema general**
 - ▶ Estados = planes parciales ⇐
 - ▶ Operadores = modificaciones que refinan los planes parciales
 - ★ añadir operador
 - ★ reordenar operadores
 - ★ instanciar un operador (aplicarlo a un caso particular)
 - ▶ Solución = estado final encontrado $\left[\begin{array}{l} \text{plan parcial sin conflictos} \\ \text{que cumple las restricciones} \end{array} \right]$
- **Ventaja:** El algoritmo puede trabajar en varios subobjetivos de forma independiente, resolviéndolos en varios subplanes, para finalmente combinar esos subplanes.

Búsqueda en planificación (espacio de planes)

- Se definen 2 acciones ficticias
 - INICIO** sin precondiciones (P_C), su lista añadir (A) es igual al estado inicial del problema
 - FIN** sus precondiciones (P_C) coinciden con el estado final, no tiene lista añadir (A)
- Se establecen *restricciones de orden* entre las acciones posibles ($ACCION1 \prec ACCION2$)
- En los planes parciales se establecen enlaces ($ACC1 \xrightarrow{p} ACC2$) entre una acción que genera alguna precondición (p) necesaria para la otra
- Una acción *amenaza* una relación $ACC1 \xrightarrow{p} ACC2$ si en su lista borrar (B) incluye al átomo p y según las restricciones de orden puede ubicarse entre $ACC1$ y $ACC2$
- **Estado inicial** del espacio de planes: plan "INICIO \prec FIN"
- **Estado final**: plan parcial sin amenazas en los enlaces que lo conforman, sin ciclos en las restricciones de orden y sin precondiciones pendientes

Búsqueda en planificación (espacio de planes)

State-space search:

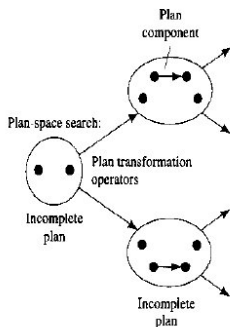
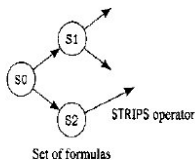


Figure 22.8

State-Space Versus Plan-Space Search

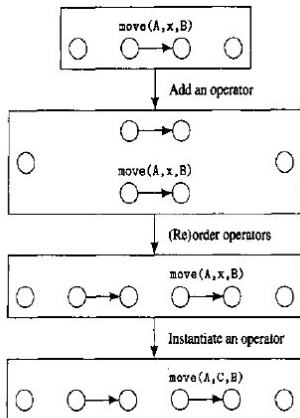


Figure 22.9

Some Plan-Transforming Operators

Búsqueda en planificación (espacio de planes)

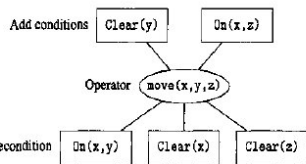
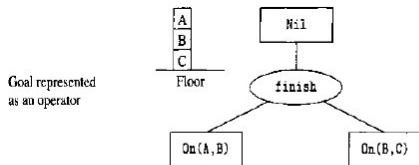


Figure 22.10

Graphical Representation of a STRIPS Rule



Initial state represented as an operator

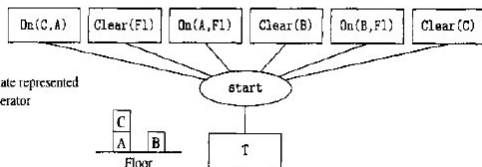


Figure 22.11

Graphical Representations of finish and start Rules

Temas a desarrollar

- Descripción/comparación de otros algoritmos de planificación
- Áreas de aplicación de los métodos de planificación
- Ejemplos de usos prácticos de la planificación
- Planificación en sistemas multiagente
- Planificación en juegos
- etc,...

Referencias

- Capítulo 11 de "*Inteligencia Artificial: un enfoque moderno*" (Russell & Norvig), 2da edición
 - ▶ Disponible en inglés en: <http://aima.cs.berkeley.edu/>