

STRIPS

= Tomás =



ANÁLISIS MEDIOS - FINES

<http://www.gib.fi.upm.es/es/node/13>

Planificación

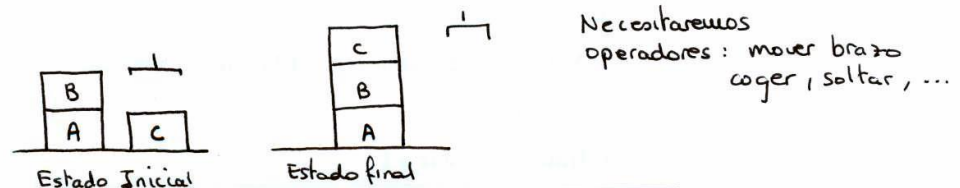
Una dificultad en Inteligencia Artificial, es conseguir un procedimiento para que el computador pueda formular planes para resolver problemas.

Los conceptos básicos de un problema son: enunciados, operadores y meta.

Planificación

GPS

El GPS evalúa la eficiencia de los medios seleccionados para alcanzar las metas o fines.



Planificación

FINES DEL GPS

- 1.- Transformar el enunciado x en el enunciado y
 - 2.- Reducir la diferencia d sobre el enunciado x
 - 3.- Aplicar el operador o al enunciado x
 - 4.- Seleccionar los elementos del conjunto c que verifiquen el mejor criterio k
-

Planificación

SELECCIÓN DE OPERADORES

Existen dos criterios básicos para seleccionar los operadores:

- a) **Conveniencia:** producir un objeto similar a la situación deseada
 - b) **Facilidad:** debería ser aplicable a los objetos de entrada
-

Planificación

PROCEDIMIENTOS DEL GPS

- a) **Procedimiento transformar x en y**
 1. Identificar las diferencias relevantes entre los elementos. Si no existen, la transformación es completa
 2. Seleccionar el operador o más relevante de la tabla de conexiones
 3. Aplicar el operador o a x . Llamar al elemento resultante z
 4. Hacer $x = z$ e ir a 1
-

Planificación

PROCEDIMIENTOS DEL GPS

b) Procedimiento para aplicar un operador o a un elemento x

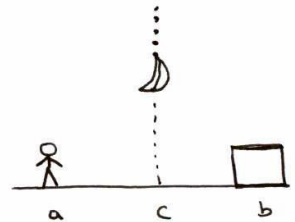
1. Transformar el elemento x en uno que pueda usar el operador
2. Ejecutar la operación produciendo un nuevo elemento z

Planificación

EJEMPLO DEL GPS

En una habitación existe un racimo de bananas colgado del techo, también existe una caja, y un mono.

El problema consiste en trazar un plan para que el mono pueda alcanzar las bananas, cosa que no puede hacer si no se auxilia de la caja.



Planificación

REPRESENTACIÓN

→ Cuaterna de estados

(W, X, Y, Z) siendo:

W = posición horizontal del mono (una variable)

$X = 1$ ó 0 , dependiendo de si el mono está o no encima de la caja

Y = posición horizontal de la caja (una variable)

$Z = 1$ ó 0 , dependiendo de si el mono tiene o no las bananas

Planificación

ESTADO INICIAL - META

(W, X, Y, Z) ----- $(c, 1, c, 1)$
Estado inicial meta

siendo c la posición en el suelo debajo de las bananas

Planificación

OPERADORES

- IR A (u).- El mono va a la posición horizontal u (una variable)
- EMPUJAR LA CAJA (v).- El mono empuja la caja a la posición horizontal v (una variable)
- SALTAR A LA CAJA.- El mono salta encima de la caja
- APODERARSE.- El mono se apodera de las bananas

Planificación

RESOLUCIÓN

- Supongamos que inicialmente el mono esta en el suelo en la posición a y la caja en la posición b . Así, el estado inicial será $(a, 0, b, 0)$.
- El único operador que es aplicable es IR A (u), resultando $(u, 0, b, 0)$.

Planificación

RESOLUCIÓN

- Ahora dos operadores son aplicables, si $u=b$, el mono puede o bien SALTAR A LA CAJA o bien EMPUJARLA, si SALTA A LA CAJA el estado sería $(b,1,b,0)$; EMPUJANDO LA CAJA A v , daría $(v,0,v,0)$ y desplazándose a algún lugar descrito por una nueva constante $u \neq b$ no cambia la descripción;

Planificación

RESOLUCIÓN

- Estando en la posición c el estado sería $(c,0,c,0)$, aplicando el operador SALTAR A LA CAJA, el estado sería $(c,1,c,0)$ y aplicando APODERARSE, el estado sería el estado meta $(c,1,c,1)$

Planificación

SECUENCIA DE OPERADORES

IR A la caja EMPUJAR LA CAJA hasta debajo de las bananas SALTAR A LA CAJA y APODERARSE de las bananas

Planificación

INCOVENIENTES DEL GPS

- a) El estado inicial y la meta pueden ser tan diferentes, que tenemos pocas claves de cómo pasar de un estado al otro.
 - b) Las características de una situación pueden interactuar con otras.
 - c) Los problemas para reducir diferencias, pueden consumir mucho tiempo en descubrir operadores que no conduzcan a la solución.
-

Planificación

STRIPS

Como cualquier planificador strips consta de:

- Predicados
 - Operadores
 - Reglas de Inferencia
-

Planificación

STRIPS

En strips se asume la hipótesis del “mundo cerrado”:

Cualquier afirmación que no aparezca explícitamente representada en el estado o pueda ser deducida por las reglas de inferencia, es falsa

Planificación

STRIPS

Para la **formalización** se utilizan:

A) Fórmulas lógicas en un lenguaje de primer orden para describir el estado inicial y final

Planificación

STRIPS

B) Descripciones de operadores mediante:

- Precondiciones PRE
- Añadidos ADD
- Borrados DEL

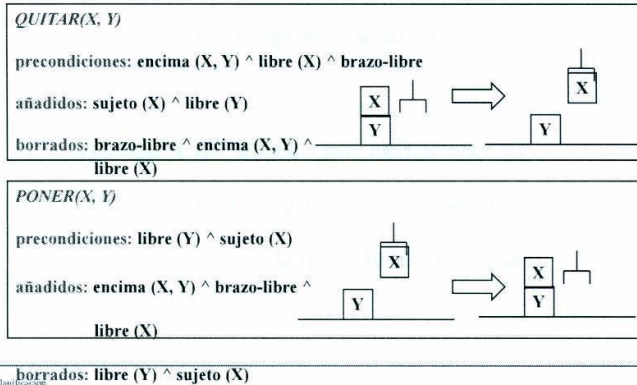
Planificación

STRIPS

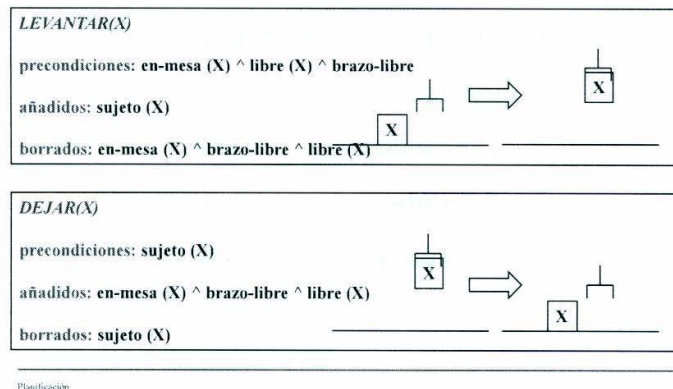
La **búsqueda** del plan se hace hacia atrás en profundidad y por pila de metas

Planificación

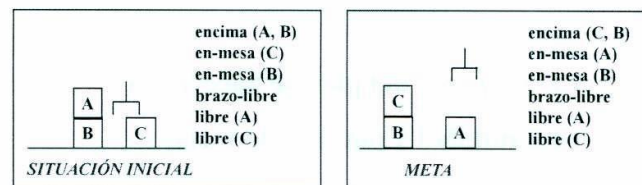
Formalización de STRIPS. Ejemplo de descripción de operadores



Formalización de STRIPS. Ejemplo de descripción de operadores

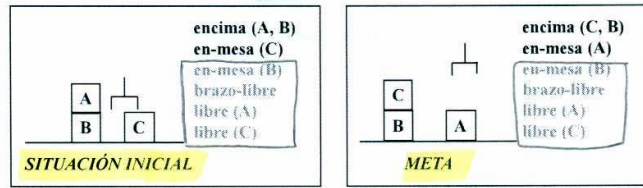


Formalización de STRIPS. Ejemplo de descripción de estados



Falta un estado, dado que no se da en estas dos representaciones, que sería: sujeto(x)

Formalización de STRIPS. Ejemplo de descripción de estados



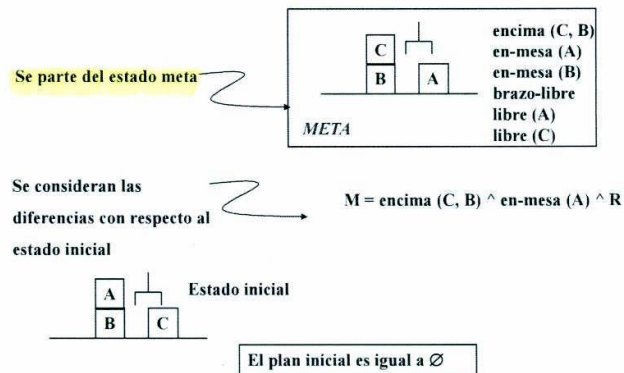
Al objeto de simplificar la representación y dado que una parte de la META coincide con la SITUACIÓN INICIAL la denominaremos R

Por el mismo motivo a la conjunción de metas, se le denominará M

Así $M = encima(C, B) \wedge en-mesa(A) \wedge R$

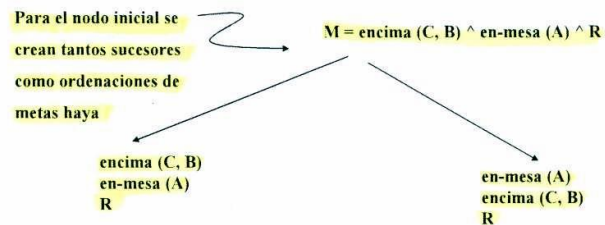
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



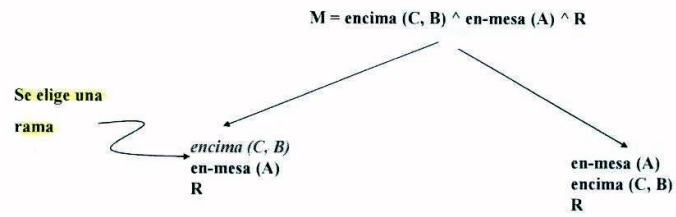
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

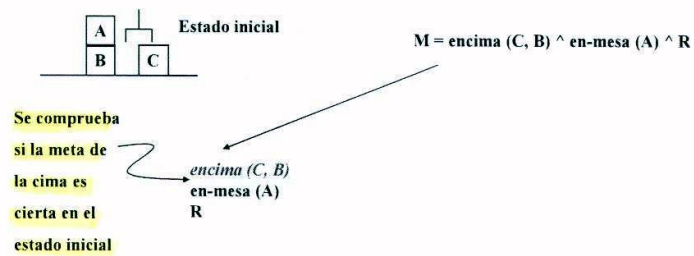


Planificación

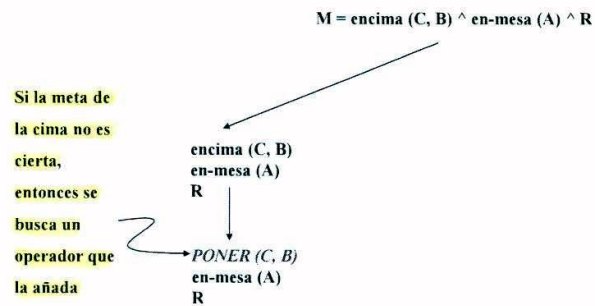
Búsqueda del plan en STRIPS



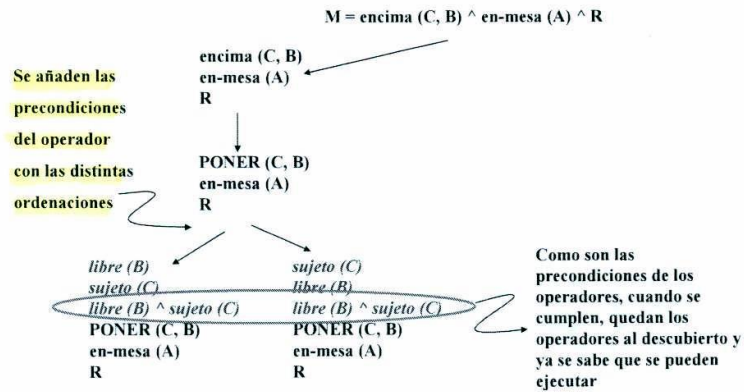
Búsqueda del plan en STRIPS



Búsqueda del plan en STRIPS

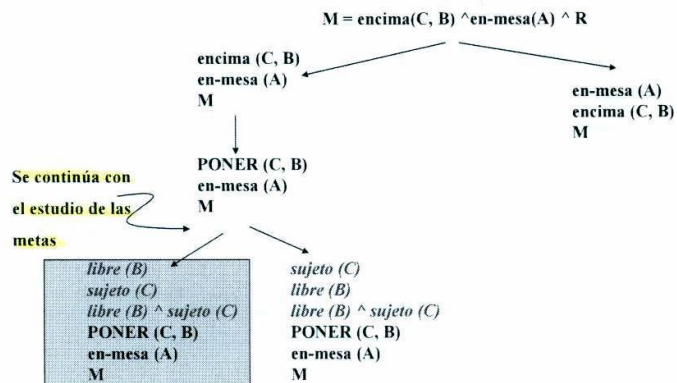


Búsqueda del plan en STRIPS



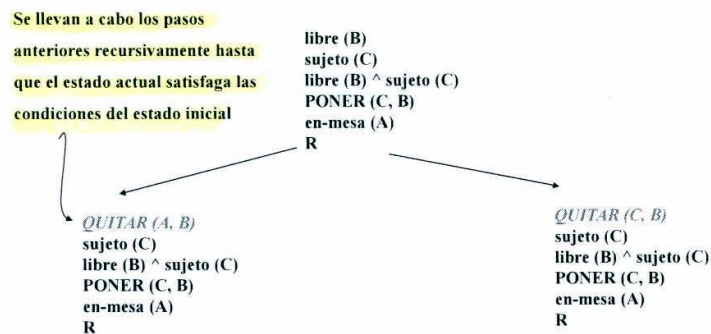
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

QUITAR(A, B)
 sujeto(C)
 libre(B) $\wedge$ sujeto(C)
PONER(C, B)
 en-mesa(A)
R

Encima (A, B)
Libre (A)
brazo-libre
Encima (A, B) $\wedge$ libre (A) $\wedge$ brazo-libre
QUITAR (A, B)
Sujeto (A)
Libre (B) $\wedge$ sujeto (A)
PONER (A, B)
 en-mesa (A)
R

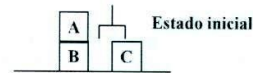
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

QUITAR (A, B)
 sujeto (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
 en-mesa (A)
R

encima (A, B)
libre (A)
brazo-libre
encima (A, B) $\wedge$ libre(A) $\wedge$ brazo-libre
QUITAR (A, B)
 sujeto (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
 en-mesa (A)
R

Estas condiciones son ciertas en el estado inicial



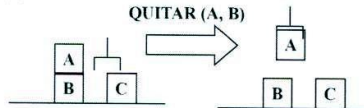
Estado inicial

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

QUITAR (A, B)
 sujeto (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
 en-mesa (A)
R

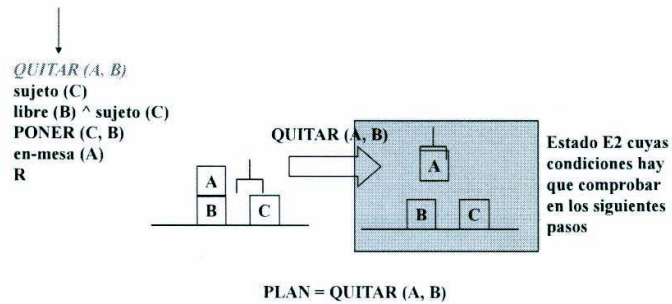
Se ejecuta el operador, pues sus precondiciones se dan en el estado inicial



PLAN = QUITAR (A, B)

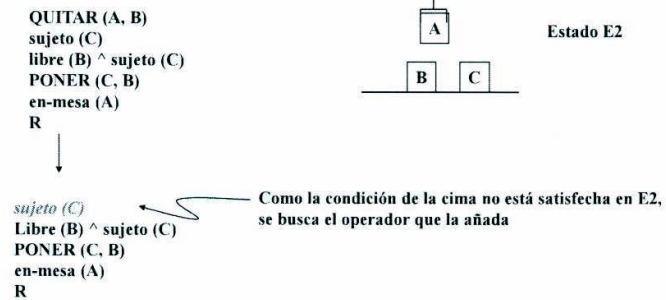
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



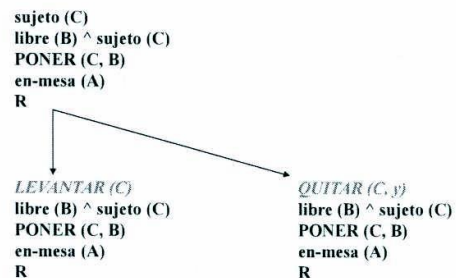
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



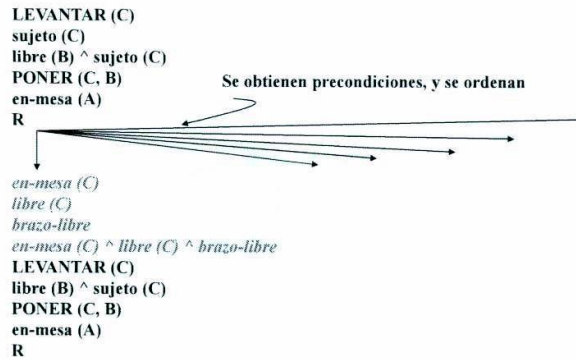
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



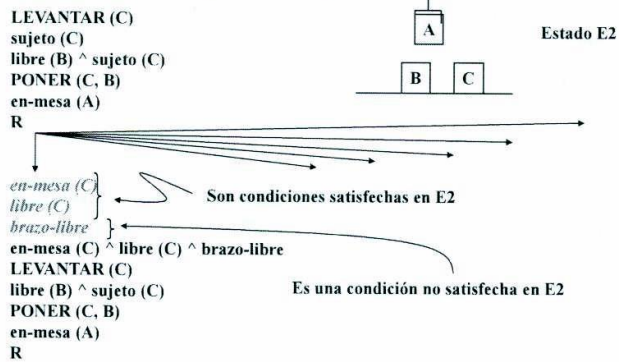
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



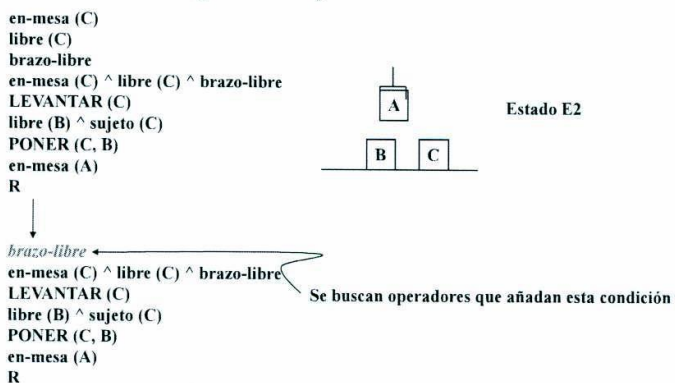
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



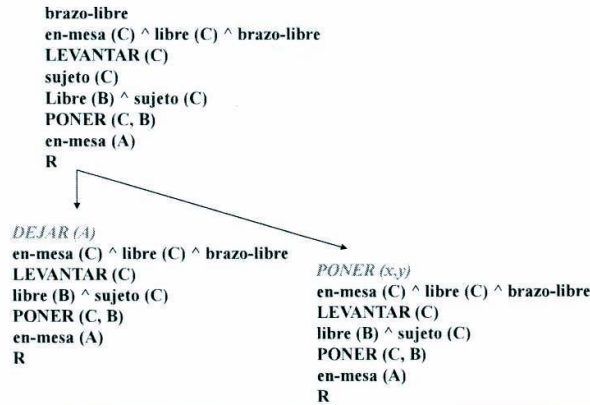
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



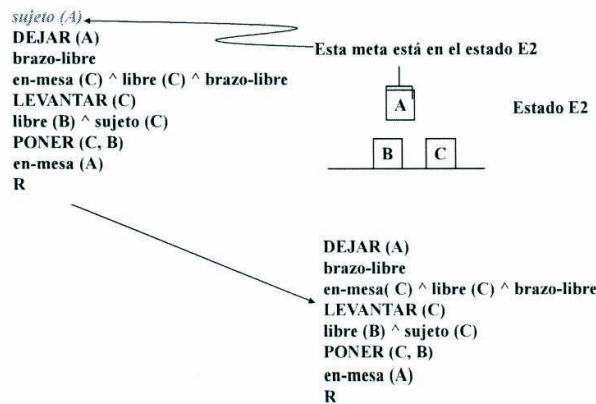
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



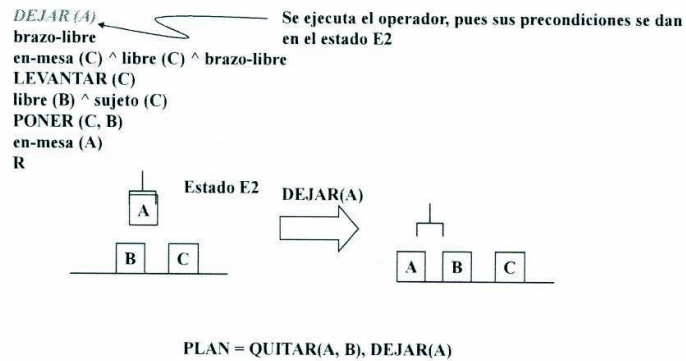
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



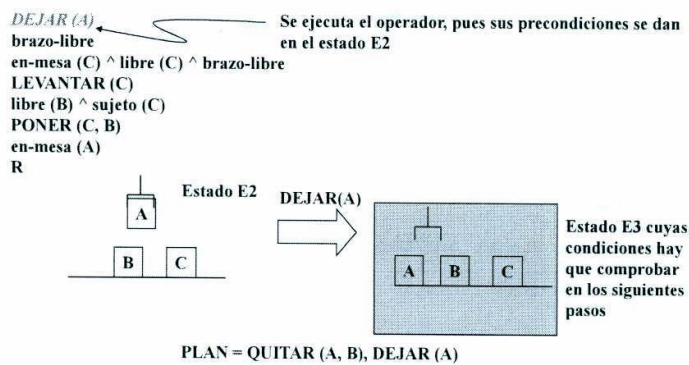
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



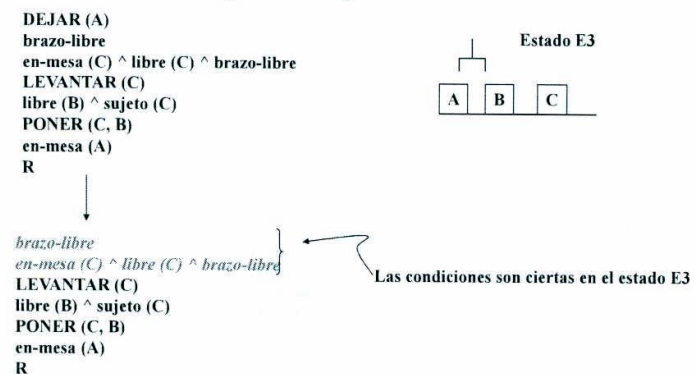
Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



Planificación

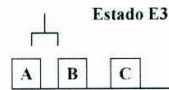
Búsqueda del plan en STRIPS



Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

brazo-libre
 en-mesa (C) $\wedge$ libre (C) $\wedge$ brazo-libre
 LEVANTAR (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
 PONER (C, B)
 en-mesa (A)
 R



LEVANTAR (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
 PONER (C, B)
 en-mesa (A)
 R

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

LEVANTAR (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
 PONER (C, B)
 en-mesa (A)
 R

Se ejecuta el operador, pues sus precondiciones se dan en el estado E3



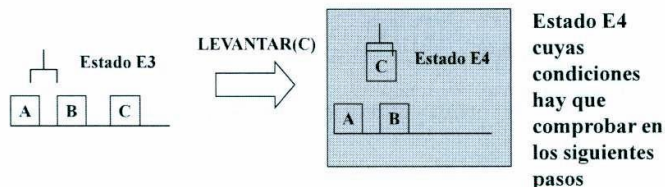
PLAN = QUITAR (A, B), DEJAR (A), LEVANTAR (C)

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

LEVANTAR (C)
 libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
 PONER (C, B)
 en-mesa (A)
 R

Se ejecuta el operador, pues sus precondiciones se dan en el estado E3

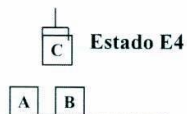


PLAN = QUITAR (A, B), DEJAR (A), LEVANTAR (C)

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

LEVANTAR (C)
libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R



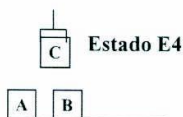
libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R

Las condiciones son ciertas en el estado E4

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

LEVANTAR (C)
libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R



libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R

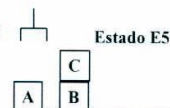
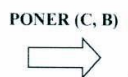
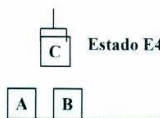
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R

Se cumplen las precondiciones del operador en el estado E4, por tanto, se ejecuta

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS

LEVANTAR (C)
libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R



libre (B) $\wedge$ sujeto (C)
PONER (C, B)
en-mesa (A)
R

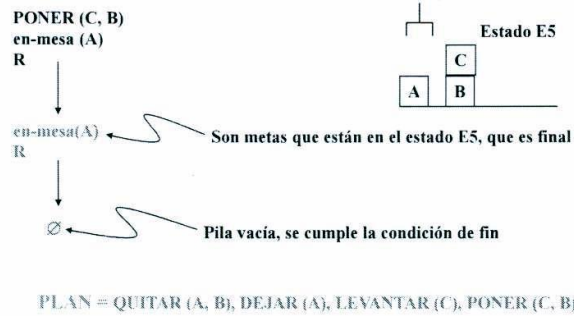
PLAN = QUITAR (A, B), DEJAR (A), LEVANTAR (C), PONER (C, B)

PONER (C, B)
en-mesa (A)
R

Se cumplen las precondiciones del operador en el estado E4, por tanto, se ejecuta

Planificación

Búsqueda del plan en STRIPS



Planificación

Problemas de los STRIPS

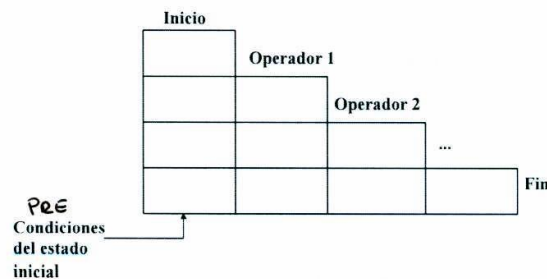
1. Si la situación es compleja, la búsqueda puede ser muy costosa
2. Aun sin ser la situación compleja, puede haber muchas posibilidades

Planificación

MACROOPERADORES

Aprendizaje de planes en STRIPS

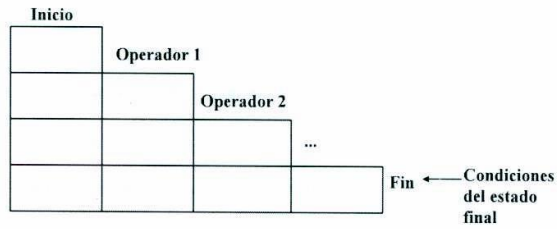
Las secuencias de acciones que se realizan a menudo pueden ser aprendidas mediante una tabla triangular



Planificación

Aprendizaje de planes en STRIPS

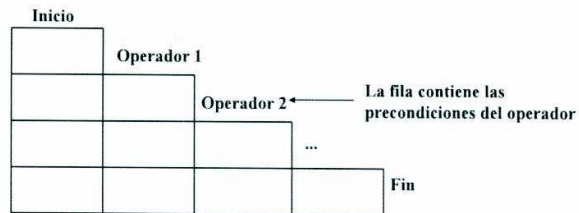
Las secuencias de acciones que se realizan a menudo pueden ser aprendidas mediante una tabla triangular



Planificación

Aprendizaje de planes en STRIPS

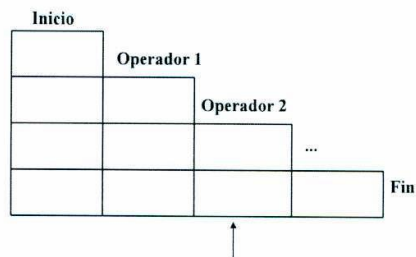
Las secuencias de acciones que se realizan a menudo pueden ser aprendidas mediante una tabla triangular



Planificación

Aprendizaje de planes en STRIPS

Las secuencias de acciones que se realizan a menudo pueden ser aprendidas mediante una tabla triangular

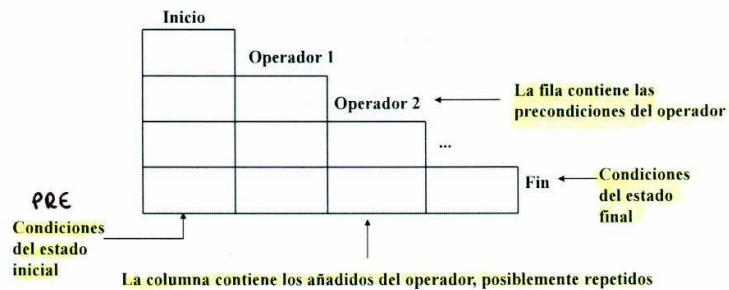


La columna contiene los añadidos del operador, posiblemente repetidos

Planificación

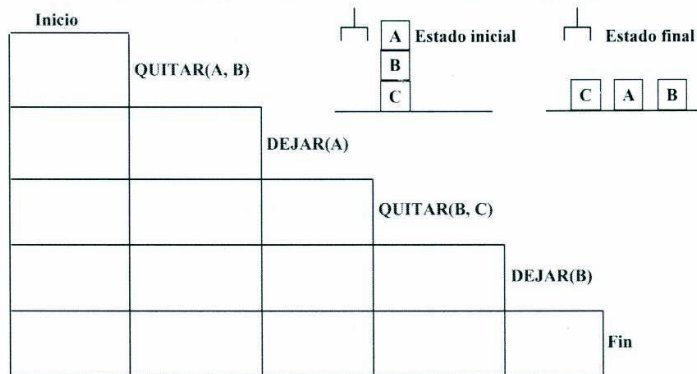
Aprendizaje de planes en STRIPS

Las secuencias de acciones que se realizan a menudo pueden ser aprendidas mediante una tabla triangular



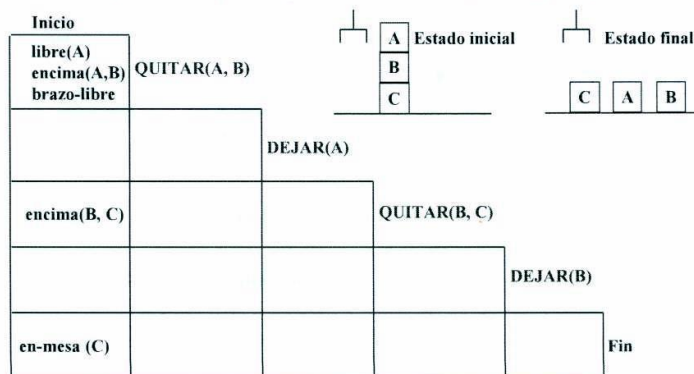
Plantificación

Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo



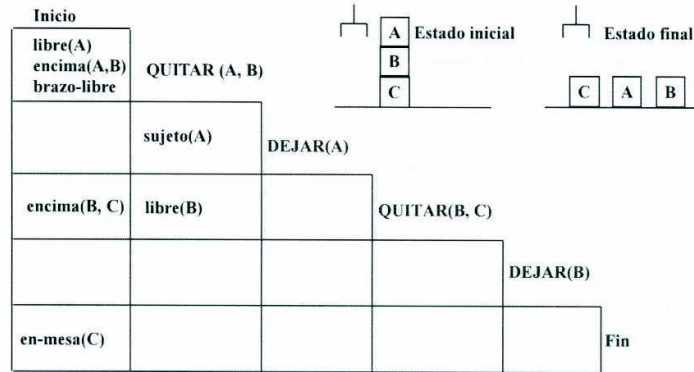
Plantificación

Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo

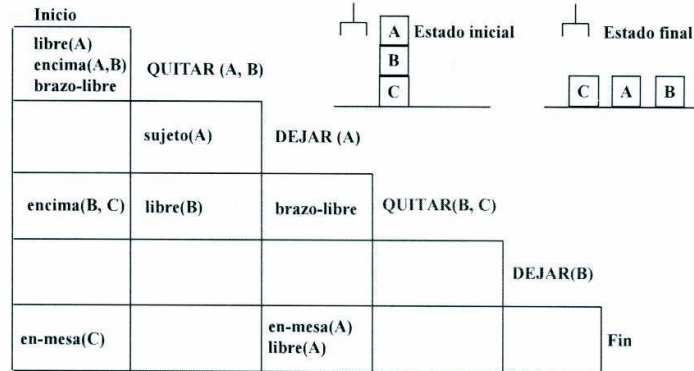


Plantificación

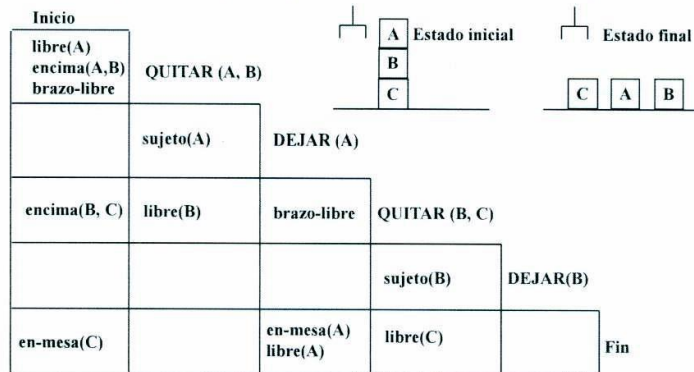
Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo



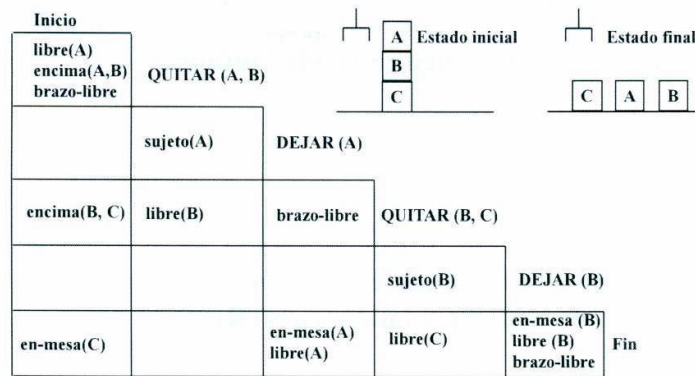
Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo



Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo

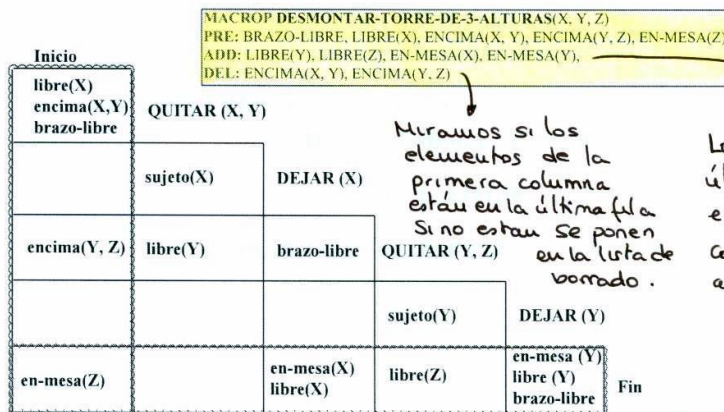


Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo



Planificación

Aprendizaje de planes en STRIPS. Ejemplo



Planificación

g:

Supóngase que se desea programar varios robots par que sean capaces de resolver determinados problemas de movimientos de cajas entre despachos (que pueden contener más de una mesa) de una misma planta de un edificio. Las acciones que puede realizar cada robots son:

LEVANTAR UNA CAJA DE UNA MESA, si esta en la misma oficina que ella y está libre (cada robot sólo puede llevar una caja en cada instante).

Planificación

DEJAR UNA CAJA EN UNA MESA, se supone que las mesas tienen capacidad infinita.

IR DE UNA OFICINA A OTRA, si hay conexión entre ellas.

PASARLE UNA CAJA A OTRO ROBOT, si el otro esta libre y están en la misma oficina.

Formalizar dicho dominio en STRIPS

Planificación

Levantar-caja (r,c,o,m)

Precondiciones: libre (r), en-oficina (r,o), en-oficina (m,o), en-mesa (c,m)

Añadidos: sujeta (r,c)

Borrados: libre (r), en-mesa (c,m)

Planificación

Dejar-caja (r,c,o,m)

Precondiciones: sujeta (r,c), en-oficina (r,o), en-oficina (m,o)

Añadidos: libre (r), en-mesa (c,m)

Borrados: sujeta (r,c)

Planificación

Ir-oficina (r,o,o')

Precondiciones: en-oficina (r,o), conexión (o,o')

Añadidos: en-oficina (r,o')

Borrados: en-oficina (r,o)

Plantificación

Pasar-caja (r,c,r',o)

Precondiciones: sujeta (r,c), libre (r'), en-oficina (r,o), en-oficina (r',o)

Añadidos: libre (r), sujeta (r',c)

Borrados: libre (r'), sujeta (r,c)

Plantificación

Ej. Examen .

Una empresa dispone de N satélites meteorológicos, cada uno de ellos dotados de M instrumentos (cámaras o medidores de precisión). Diariamente deben obtenerse imágenes y/o mediciones de G objetivos. Para poder tomar una imagen o medición, el satélite debe tener el instrumento adecuado, calibrado (el cual se borrará después de la acción) y apuntando al objetivo. Por tanto, los satélites disponen de controles para girar el satélite, apuntar a un objetivo (descrito por coordenadas en el espacio), calibrar cada instrumento, y tomar la imagen o medición.

Las imágenes pueden tomarse con tres resoluciones: alta, media y baja. Los satélites pueden estar dotados de cámaras de resolución alta (pueden tomar imágenes en cualquier resolución) o baja resolución (pueden tomar imágenes de media y baja resolución). Las mediciones de precisión pueden ser de tres tipos de señales: A, B y C. Los medidores son de tres tipos, uno para cada tipo de señal.

Se desea construir un sistema automático que controle los satélites para tomar imágenes o mediciones de G objetivos diarios, teniendo en cuenta que los objetivos vienen descritos por las coordenadas del espacio donde están (tres parámetros), e información sobre el objetivo (imagen y tipo de imagen o medición y tipo de medición). Al comienzo de cada día se conoce donde apunta cada satélite (mediante coordenadas). Formalizar dicho objetivo según STRIPS:

Plantificación

Una empresa dispone de N satélites meteorológicos, cada uno de ellos dotados de M instrumentos (cámaras o medidores de precisión). Diariamente deben obtenerse imágenes y/o mediciones de G objetivos. Para poder tomar una imagen o medición, el satélite debe tener el instrumento adecuado, calibrado (el cual se borrará después de la acción) y apuntando al objetivo. Por tanto, los satélites disponen de controles para girar el satélite, apuntar a un objetivo (descrito por coordenadas en el espacio), calibrar cada instrumento, y

Planificación

tomar la imagen o medición.

Las imágenes pueden tomarse con tres resoluciones: alta, media y baja. Los satélites pueden estar dotados de cámaras de resolución alta (pueden tomar imágenes en cualquier resolución) o baja resolución (pueden tomar imágenes de media y baja resolución). Las mediciones de precisión pueden ser de tres tipos de señales: A, B y C. Los medidores son de tres tipos, uno para cada tipo de señal.

Planificación

Se desea construir un sistema automático que controle los satélites para tomar imágenes o mediciones de G objetivos diarios, teniendo en cuenta que los objetivos vienen descritos por las coordenadas del espacio donde están (tres parámetros), e información sobre el objetivo (imagen y tipo de imagen o medición y tipo de medición). Al comienzo de cada día se conoce donde apunta cada satélite (mediante coordenadas). Formalizar dicho objetivo según STRIPS:

Planificación

Girar (s,p,p1)

Precondiciones: apunta (s,p), posición (p),
posición (p1), $p \neq p1$

Añadidos: apunta (s,p1)

Borrados: apunta (s,p)

Planificación

Calibrar (s,i)

Precondiciones: en (s,i), $\sim$ calibrado (i)

Añadidos: calibrado (i)

Borrados:

Planificación

Tomar-imagen-alta (s,c,p,r)

Precondiciones: en (s,c), resolución-camara (c,alta),
resolución (r), apunta (s,p), calibrado (c)

Añadidos: imagen (p,r)

Borrados: calibrado (c)

Planificación

Tomar-imagen-baja (s,c,p,r)

Precondiciones: en (s,c), resolución-camara (c,baja), resolución (r), $r \neq$ alta, apunta (s,p), calibrado (c)

Añadidos: imagen (p,r)

Borrados: calibrado (c)

Planificación

Medir (s,m,p,ts)

Precondiciones: en (s,m), mide (m,ts), apunta (s,p), calibrado (m)

Añadidos: medición (p,ts)

Borrados: calibrado (m)

Planificación