



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Inteligencia Artificial

Solución de Problemas

Planificación STRIPS

Ing. Andrea Rueda, PhD

Ing. Enrique González, PhD

Ing. Abraham Montes, MSc

Departamento de Ingeniería de Sistemas

Presentación Generada Progresivamente a Partir del Ejemplo detallado de E. González

Última Versión con Imágenes 3D – Contribución del Estudiante MISyC Rueda, Payer

Agenda – Planificación STRIPS

1 – Conceptos Básicos

- Limitaciones y Definiciones
- Planificación STRIPS
 - Características y Proceso

2 – Ejemplo STRIPS

- Enunciado del Problema
- Predicados y Axiomas
- Representación del Estado y Operadores
- Pila de Objetivos
 - Caso 1: Sacar un Objetivo
 - Caso 2: Reemplazar un Objetivo por una Acción
 - Caso 3: Sacar una Acción
 - Caso 4: Backtracking

1- Conceptos Básicos



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Limitaciones Planificación Clásica

- Restringida a entornos ideales.
 - Observables
 - Deterministas
 - Finitos
 - Estáticos
 - Cambios sólo se producen al actuar los agentes
 - Discretos
 - Tiempo – Acciones – Objetos – Efectos
- Requiere de mecanismos adicionales para su aplicación en la realidad.

Planificación en IA Clásica

Definiciones

- **Planificación en IA**
 - Procedimiento automático para encontrar un plan para un problema concreto.
- **Plan**
 - Secuencia de acciones individuales que permiten alcanzar una meta a partir de una situación inicial.
- **Estado**
 - Descripción de una situación mediante una descripción soportada en lógica de predicados.
 - Solo se incluye lo que es cierto en un determinado momento.
- **Objetivo**
 - Descripción de una meta mediante una conjunción de literales básicos.
- **Operadores o Acciones**
 - Especificación de un mecanismo para cambiar de estado en términos de precondiciones y consecuencias.

Planificación STRIPS

Proceso STRIPS

- Método automático para generar un plan basado en el concepto de “Medios y Fines”.
 - Buscar qué acción permite alcanzar una meta particular.
- Para cumplir un objetivo existen varias alternativas.
 - Se cumple por aplicación de los axiomas del problema.
 - Se cumple porque el objetivo ya estar incluido en el estado actual.
 - Se cumple gracias a la realización de una acción.
 - Para ejecutar la acción es necesario que previamente sus precondiciones se cumplan.

Características

- Operativamente se soporta en el manejo de una “Pila de Objetivos” que incluye:
 - Meta global del problema representada en el estado final.
 - Metas relacionadas con las precondiciones de una acción.
 - Metas específicas a alcanzar.
 - Operadores vistos como fines para lograr metas.

Planificación STRIPS

Proceso STRIPS

- Método automático para generar un plan basado en el concepto de “**Medios y Fines**”.
 - Buscar qué acción permite alcanzar una meta particular.
- Para “**Cumplir un Objetivo**” existen varias alternativas.
 - Se cumple por aplicación de los axiomas del problema.
 - Se cumple porque el objetivo ya estar incluido en el estado actual.
 - Se cumple gracias a la realización de una acción.
 - Para ejecutar la acción es necesario que previamente sus precondiciones se cumplan.
- Se soporta en el manejo de una “**Pila de Objetivos**”.
 - Se inicializa con el estado final deseado.
 - Se adicionan y quitan elementos de la pila acorde con la aplicación de “Medios y Fines”.
 - El plan está listo cuando se logra tener la pila vacía.
 - Se aplica backtracking si se llega a un callejón sin salida.

Planificación STRIPS



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

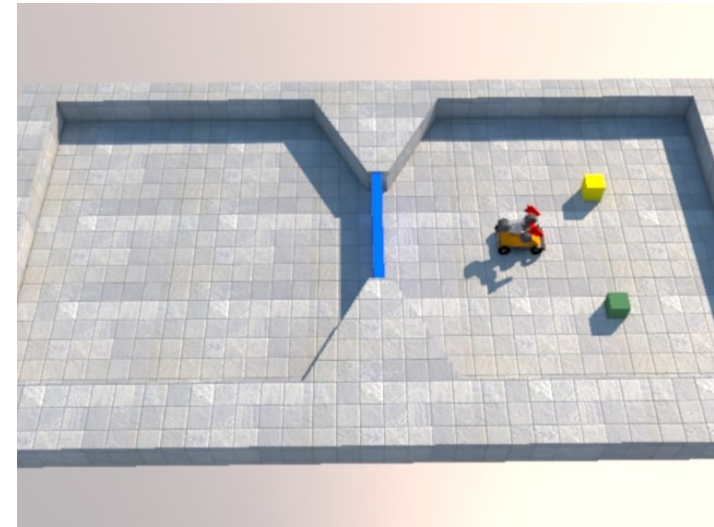
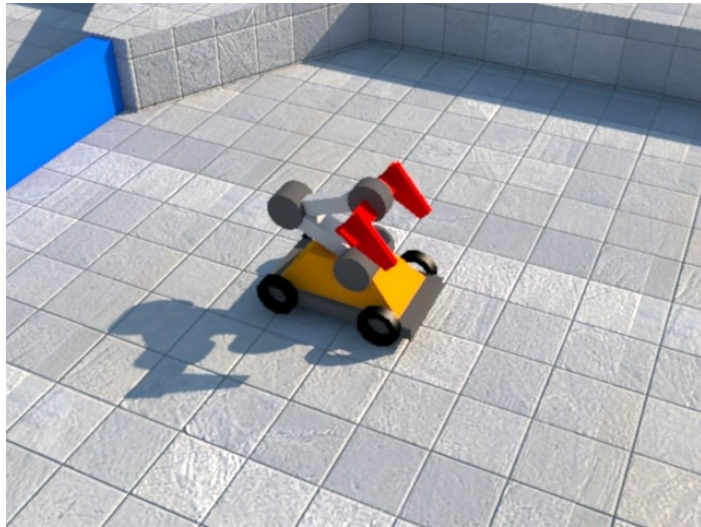
Proceso

- Operativamente se soporta en el manejo de una “**Pila de Objetivos**” que incluye:
 - Meta global del problema representada en el estado final.
 - Metas relacionadas con las precondiciones de una acción.
 - Metas específicas a alcanzar.
 - Operadores vistos como fines para lograr metas.

Operadores

- Cada operador se describe mediante tres **listas**:
 - **Precondición**: condiciones necesarias para poder ejecutar el operador.
 - **Agregar**: predicados que se agregan al estado cuando se ejecuta el operador
 - **Borrar**: predicados que se borran del estado cuando se ejecuta el operador

2- Ejemplo STRIPS - Enunciado



Un robot que debe trasladar cajas de colores,
entre dos habitaciones (H1 y H2), las cuales están conectadas por una puerta.

El robot posee una pinza que puede coger solo una caja a la vez

Se debe establecer un plan de acción (coger, pasar, soltar), que permita alcanzar
una situación final deseada.

Ejemplo STRIPS - Predicados

Soporte para Definir Situaciones del Problema

caja(C) \rightarrow C es una caja

hab(H) \rightarrow H es una habitación

en(C,H) \rightarrow la caja C se encuentra apoyada en el piso de la habitación H

robot(H) \rightarrow el robot se encuentra en la habitación H

pinza(C) \rightarrow la pinza tiene agarrada la caja C

puerta(Ha,Hb) \rightarrow existe una puerta entre las habitaciones Ha y Hb

plib() \rightarrow la pinza está libre

Ejemplo STRIPS – Axiomas

Definir Hechos y Relaciones que Siempre son Verdaderas en el Contexto del Problema

- **a1.** $\text{caja}(A), \text{caja}(V) \rightarrow$ declaración de cajas
- **a2.** $\text{hab}(H1), \text{hab}(H2) \rightarrow$ declaración de habitaciones
- **a3.** $\text{puerta}((H1,H2) \rightarrow$ declaración de puertas
- **a4.** $\text{puerta}(Hx,Hy) \text{ si } \text{puerta}(Hy,Hx) \rightarrow$ puertas son bidireccionales
- **a5.** $\text{plib}() \text{ si } (\text{caja}(C) \wedge \text{not}(\text{pinza}(C))) \rightarrow$ pinza libre si no hay una caja cogida

Ejemplo STRIPS – Estado



Planificador STRIPS representa el mundo con Proposiciones Lógicas

Estado representado como una Conjunción de Literales Positivos

$\text{robot}(H2) \wedge \text{en}(A,H2) \wedge \text{en}(V,H2)$

E Ini = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

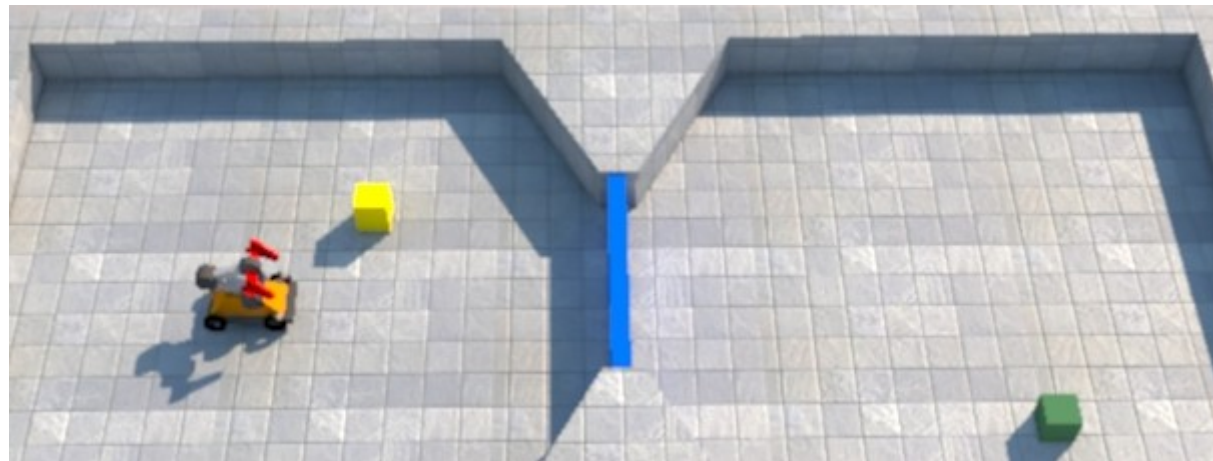
Ejemplo STRIPS – Estado

El efecto de Ejecutar una Acción es que el Estado Cambia
algunos literales se **borran** + otros se **adicionan**

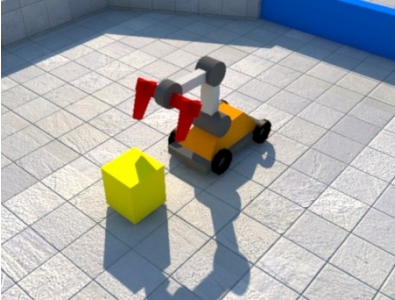
E Ini = {robot(H2), en(A,H2), en(V,H2)}

E Fin = {robot(H2), robot(H1), en(A,H2), en(A,H1), en(V,H2)}

E Fin = {robot(H1), en(A,H1), en(V,H2)}



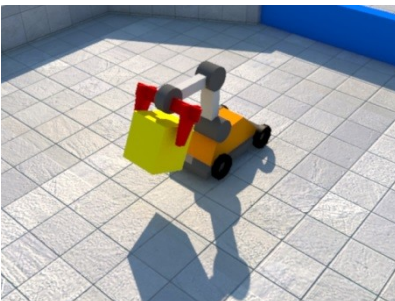
Ejemplo STRIPS – Estado



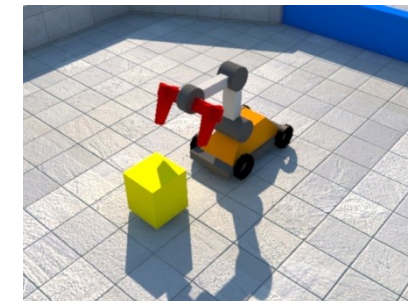
Coger(Cc) \rightarrow coger la caja Cc
LP: $\text{plib}() \wedge \text{en}(\text{Cc}, \text{Hr}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$
LB: $\text{en}(\text{Cc}, \text{Hr})$
LA: $\text{pinza}(\text{Cc})$



Pasar(Hi, Hf) \rightarrow pasar de Hi a Hf
LP: $\text{robot}(\text{Hi}) \wedge \text{puerta}(\text{Hi}, \text{Hf})$
LB: $\text{robot}(\text{Hi})$
LA: $\text{robot}(\text{Hf})$



Soltar() \rightarrow soltar la caja Cp que esta cogida por la pinza
LP: $\text{pinza}(\text{Cp}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$
LB: $\text{pinza}(\text{Cp})$
LA: $\text{en}(\text{Cp}, \text{Hr})$

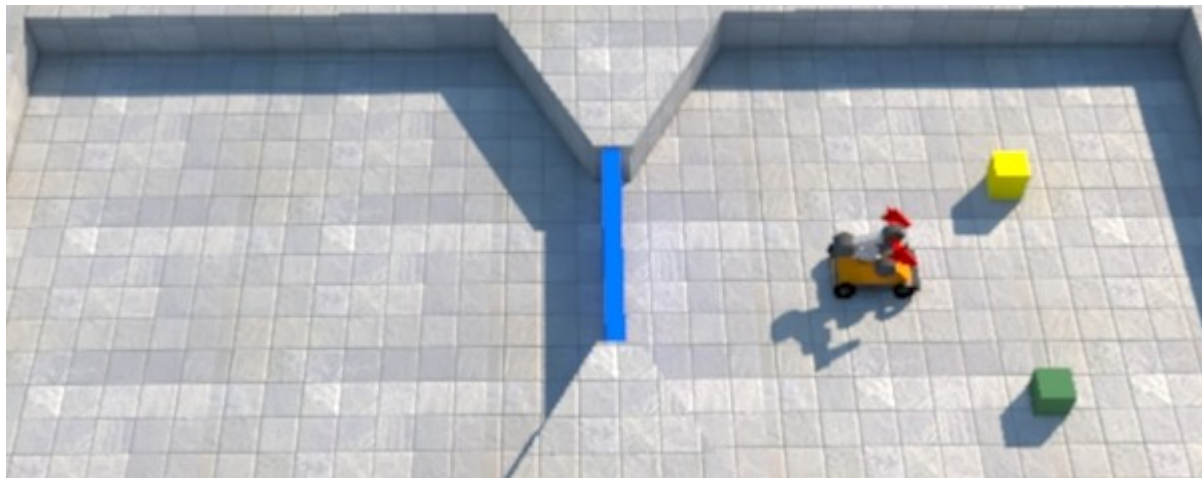


Ejemplo STRIPS – Estado Corriente

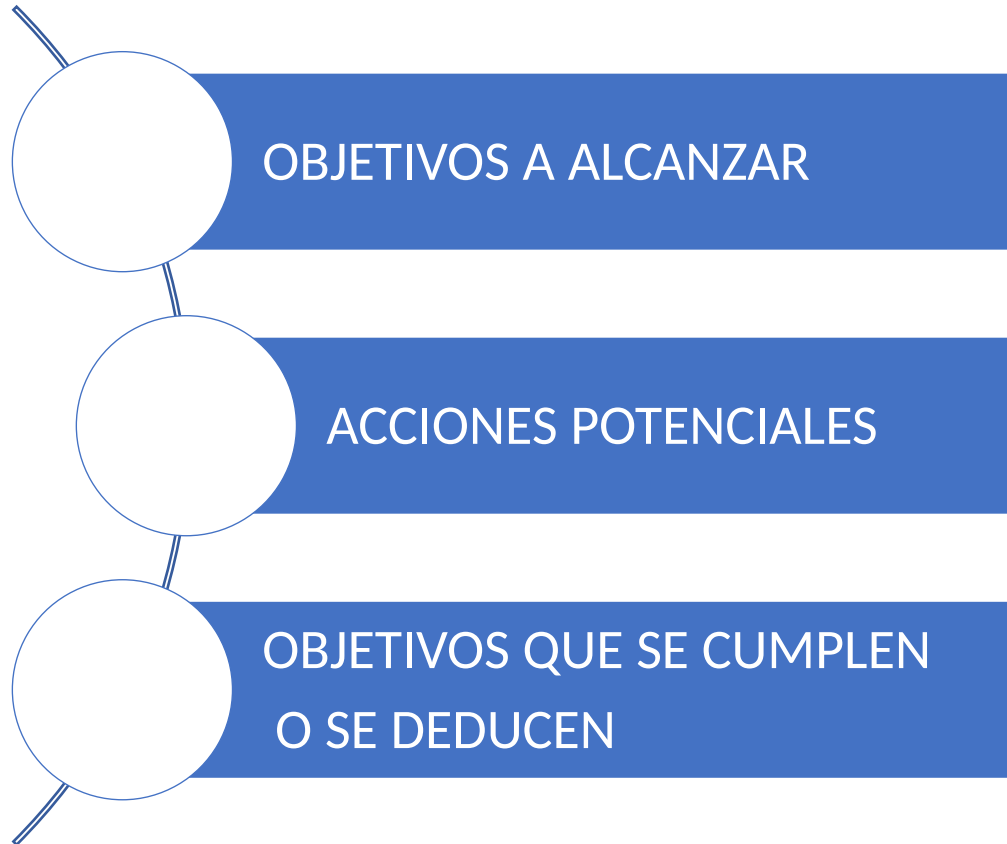
Estado Corriente EC se modifica Únicamente en el momento que se saca una
Acción de la Pila de Objetivos

Entre tanto EC se usa para **validar objetivos** sacados de la pila
ya sea directamente o a través de la aplicación de los axiomas

$$EC = EC1 = EI = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A, H2), \text{en}(V, H2)\}$$



Ejemplo STRIPS – Pila de Objetivos

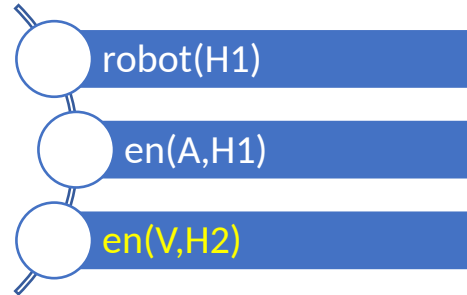


- Se inicializa con el estado final deseado.
- Se adicionan y quitan elementos de la pila acorde con la aplicación de “Medios y Fines”.
- El plan está listo cuando se logra tener la pila vacía.

Ejemplo STRIPS – PO Inicial

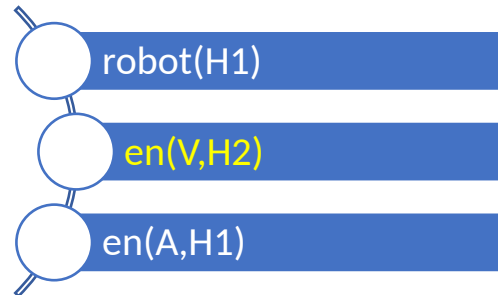
PO_1a

EF → robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



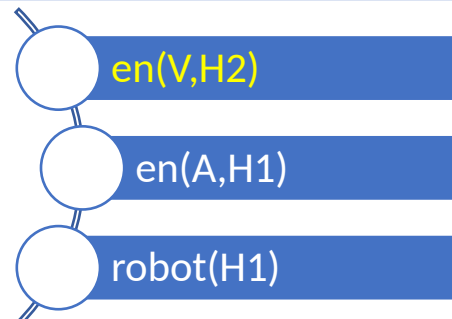
PO_1b

EF → robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



PO_1c

EF → robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



PILA

se inicializa con el estado final deseado
se incluyen los objetivos en forma
desagregada

E Fin = {robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)}

**PorCuál Alternativa
Comenzar??**

Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 1: Sacar de PO un Objetivo que se Cumple

PO_1a

robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

robot(H1)

en(A,H1)

en(V,H2)

→ $\in EC1$ → Objetivo se Cumple

→ **Eliminarlo de la Pila**

$EC1 = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A,H2), \text{en}(V,H2)\}$

Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 2: Reemplazar en PO un Objetivo que se NO Cumple mediante una Acción

OPERADORES

Coger(Cc) → coger la caja Cc

- LP: $\text{plib()} \wedge \text{en}(\text{Cc}, \text{Hr}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$
- LB: $\text{en}(\text{Cc}, \text{Hr})$
- LA: $\text{pinza}(\text{Cc})$

Pasar(Hi,Hf) → pasar de Hi a Hf

- LP: $\text{robot}(\text{Hi}) \wedge \text{puerta}(\text{Hi}, \text{Hf})$
- LB: $\text{robot}(\text{Hi})$
- LA: $\text{robot}(\text{Hf})$

Soltar() → soltar la caja Cp que esta cogida por la pinza

- LP: $\text{pinza}(\text{Cp}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$
- LB: $\text{pinza}(\text{Cp})$
- LA: $\text{en}(\text{Cp}, \text{Hr})$

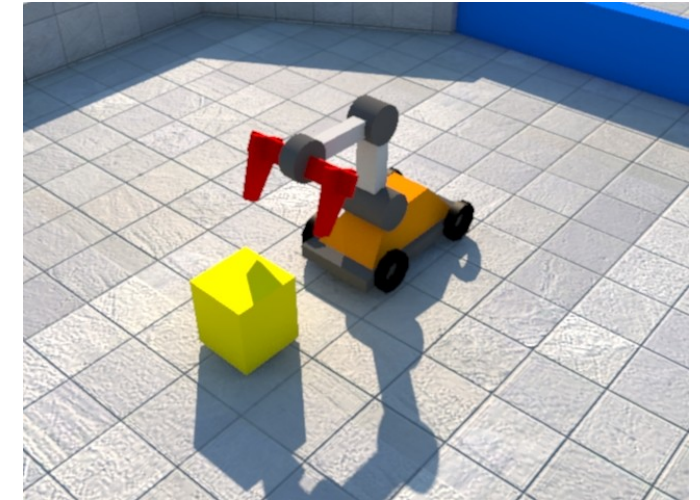
**Estrategia de
Medios y Fines !!**

PO_2

$\text{robot}(\text{H1}), \text{en}(\text{A}, \text{H1}), \text{en}(\text{V}, \text{H2})$

$\text{robot}(\text{H1})$

$\text{en}(\text{A}, \text{H1})$



$\text{EC1} = \{\text{robot}(\text{H2}), \text{en}(\text{A}, \text{H2}), \text{en}(\text{V}, \text{H2})\}$

→ **Caso 2** NO está en el Estado Corriente
→ Es un Objetivo a Alcanzar
→ Adicionado por **Soltar()**

Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 2: Reemplazar en PO un Objetivo que se NO Cumple mediante una Acción

OPERADORES

Coger(Cc) → coger la caja Cc

- LP: $\text{plib}() \wedge \text{en}(\text{Cc}, \text{Hr}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$
- LB: $\text{en}(\text{Cc}, \text{Hr})$
- LA: $\text{pinza}(\text{Cc})$

Pasar(Hi,Hf) → pasar de Hi a Hf

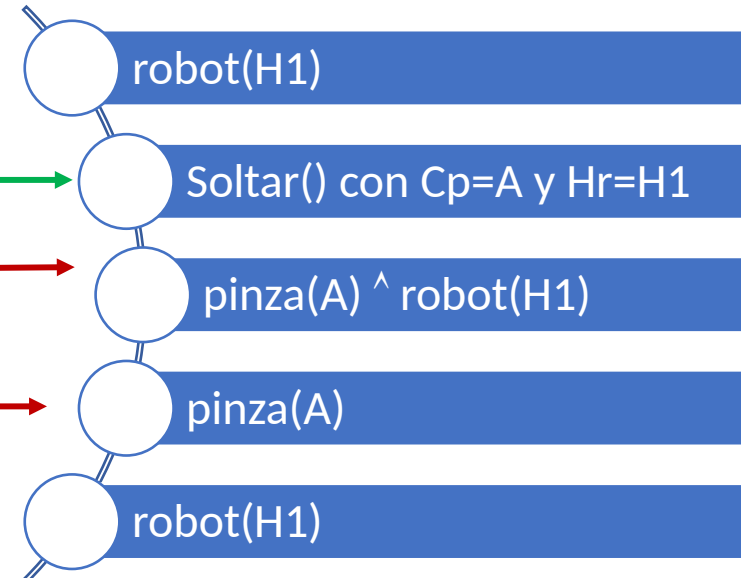
- LP: $\text{robot}(\text{Hi}) \wedge \text{puerta}(\text{Hi}, \text{Hf})$
- LB: $\text{robot}(\text{Hi})$
- LA: $\text{robot}(\text{Hf})$

Soltar() → soltar la caja Cp que esta cogida por la pinza

- LP: $\text{pinza}(\text{Cp}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$
- LB: $\text{pinza}(\text{Cp})$
- LA: $\text{en}(\text{Cp}, \text{Hr})$

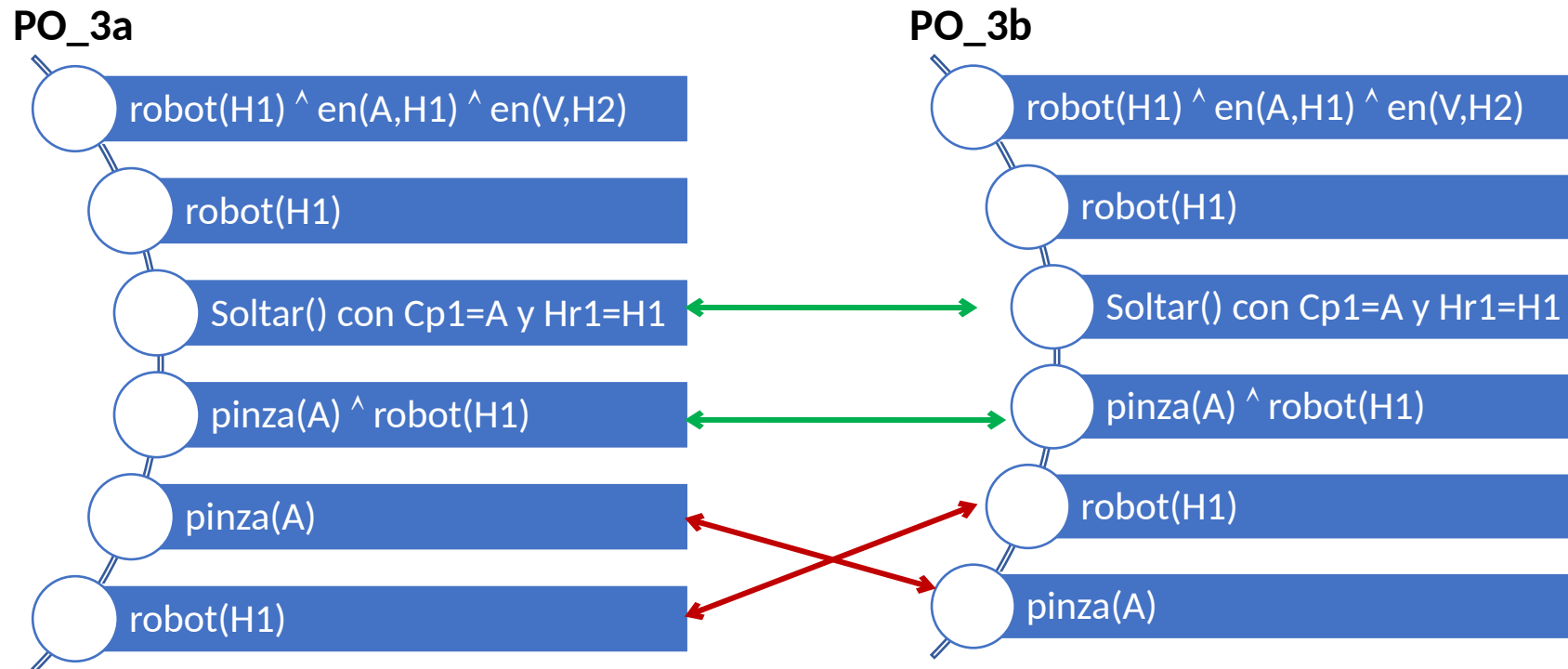
PO_3

$\text{robot}(\text{H1}), \text{en}(\text{A}, \text{H1}), \text{en}(\text{V}, \text{H2})$



Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 2: Reemplazar en PO un Objetivo que se NO Cumple por una Acción



**PorCuál Alternativa
Comenzar??**

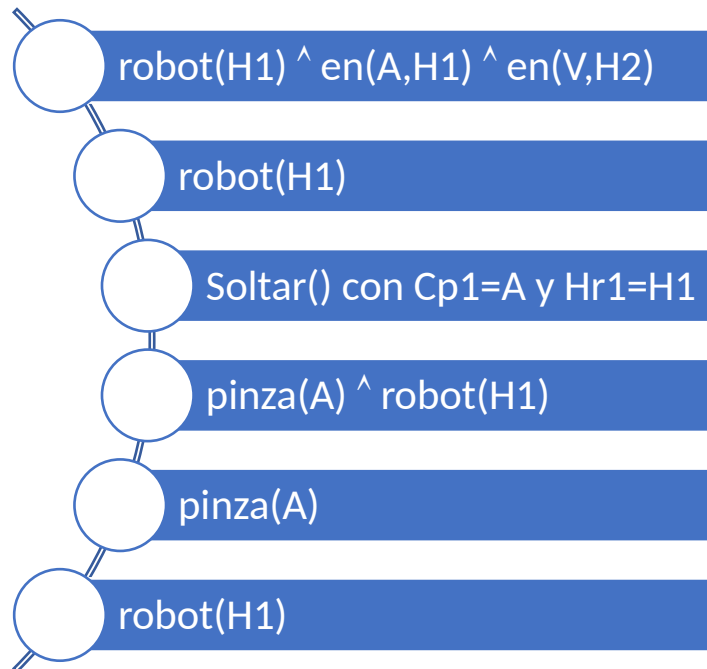
Ejemplo STRIPS – Proceso



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Cuál es la Evolución de la Pila PO_3a ???

PO_3a



Ejemplo STRIPS – Proceso



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Cuál es la Evolución de la Pila PO_3a ???

PO_3a robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

pinza(A)

Pasar(Hi,Hf) → pasar de Hi a Hf

- LP: robot(Hi) ^ puerta(Hi,Hf)
- LB: robot(Hi)
- LA: robot(Hf)

robot(H1) → **Caso 2** adicionado por Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1, Hi2 queda sin unificar

PO_4a robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

pinza(A)

Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1, Hi2 queda sin unificar

robot(Hi2) ^ puerta(Hi2,H1)

robot(Hi2)

puerta(Hi2,H1) → se cumple por los axiomas a3 y a4 con Hi2=H2 → **Caso 1** Eliminarlo de la Pila

Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4a ??? PO_5a ?? PO_6a ?? PO_7a ??

PO_4a robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

pinza(A)

Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1, Hi2 queda sin unificar

robot(Hi2) ^ puerta(Hi2,H1)

robot(Hi2)

puerta(Hi2,H1) → se cumple por los axiomas a3 y a4 con **Hi2=H2** → **Caso 1** Eliminarlo de la Pila

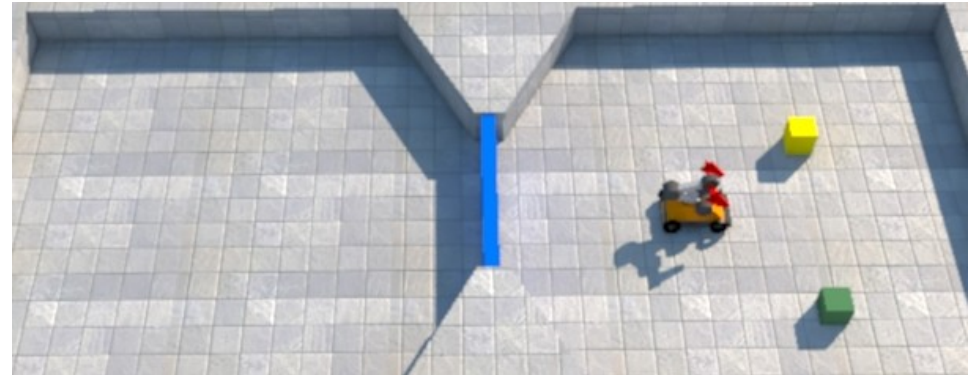
Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4a ??? PO_5a ?? PO_6a ?? PO_7a ??

EC = EC1 = EI = {robot(H2), en(A,H2), en(V,H2)}

PO_5a robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)
 robot(H1)
 Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1
 pinza(A) ^ robot(H1)
 pinza(A)
 Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1, Hi2=H2
 robot(H2) ^ puerta(H2,H1)
 robot(H2) ∈ EC1 → objetivo se cumple

→ **Caso 1** Eliminarlo de la Pila



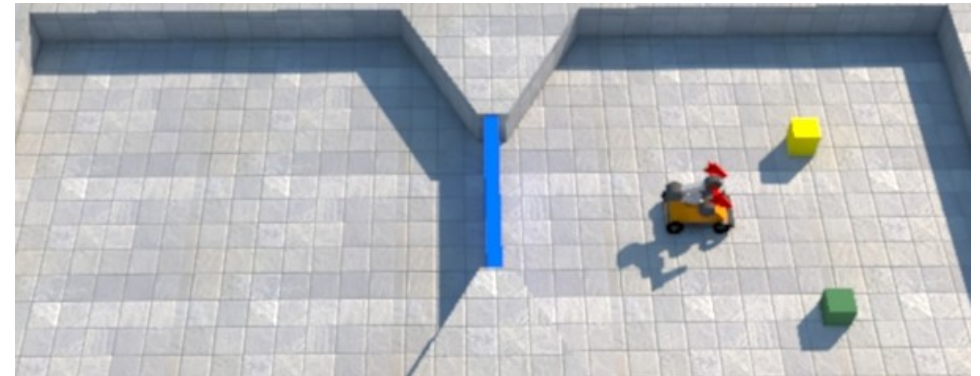
Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4a ??? PO_5a ?? PO_6a ?? PO_7a ??

EC = EC1 = EI = {robot(H2), en(A,H2), en(V,H2)}

PO_6a robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)
 robot(H1)
 Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1
 pinza(A) ^ robot(H1)
 pinza(A)
 Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1, Hi2=H2

robot(H2) ^ puerta(H2,H1) ∈ EC1 y por los axiomas a3 y a4 → objetivo se cumple → **Caso 1** Eliminarlo de la Pila



Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4a ??? PO_5a ?? PO_6a ?? PO_7a ??

PO_7a robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)
robot(H1)
Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1
pinza(A) ^ robot(H1)
pinza(A)
Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1, Hi2=H2



Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 3 – Sacar una Acción de PO

PO_7a $\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A,H1) \wedge \text{en}(V,H2)$

$\text{robot}(H1)$

Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$

$\text{pinza}(A) \wedge \text{robot}(H1)$

$\text{pinza}(A)$

Pasar($H2,Hf2$) con $Hf2=H1$, $Hi2=H2$

→ **Caso 3** Acción en el Plan y Ejecutar Acción



$EC1 = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A,H2), \text{en}(V,H2)\}$

$PLAN = \{\text{Pasar}(H2,H1)\}$

$EC = EC2a = \{\text{robot}(H1), \text{en}(A,H2), \text{en}(V,H2)\}$

$\text{Pasar}(H2,H1) \rightarrow \text{pasar de } Hi=H2 \text{ a } Hf=H1$

- LP: $\text{robot}(H2) \wedge \text{puerto}(H2,H1)$
- LB: $\text{robot}(H2)$
- LA: $\text{robot}(H1)$

$EC2 = \{\text{robot}(H1), \text{en}(A,H2), \text{en}(V,H2)\}$

Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 4 – Evitar Ciclos - Backtracking

PO_8a $\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A, H1) \wedge \text{en}(V, H2)$
 $\text{robot}(H1)$
 Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$
 $\text{pinza}(A) \wedge \text{robot}(H1)$
 $\text{pinza}(A) \rightarrow \text{Implica Regresar a } H2 !!!$

Alternativa PO3a NO fue la Mejor !!!!

$EC2 = \{\text{robot}(H1), \text{en}(A, H2), \text{en}(V, H2)\}$



Generaría un Ciclo en la Búsqueda → Backtracking

Ejemplo STRIPS – Proceso

Caso 4 – Evitar Ciclos - Backtracking

Por Qué PO_3b es Mejor Alternativa para Comenzar??

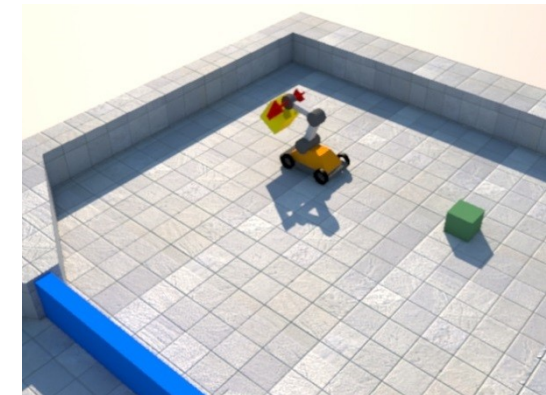
PO_3b $\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A, H1) \wedge \text{en}(V, H2)$
 $\text{robot}(H1)$
 Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$
 $\text{pinza}(A) \wedge \text{robot}(H1)$
 $\text{robot}(H1)$
 $\text{pinza}(A)$

→ **Caso 2** incluir $\text{Coger}(Cc2)$ con $Cc2=A$, $Hr2$ queda sin instanciar

Coger(Cc) → coger la caja Cc

- LP: $\text{plib}() \wedge \text{en}(Cc, Hr) \wedge \text{robot}(Hr)$
- LB: $\text{en}(Cc, Hr)$
- LA: $\text{pinza}(Cc)$

METAHEURÍSTICA
Preferir Primero Objetivos
Más Específicos

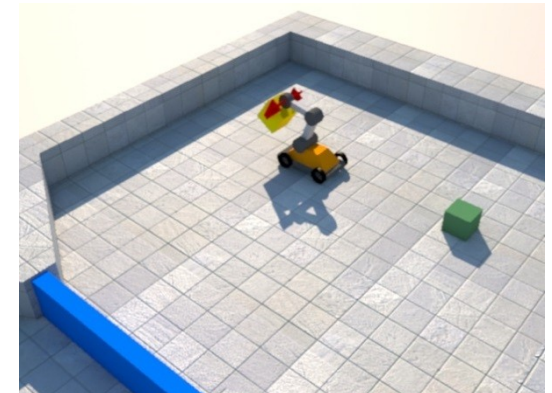


Ejemplo STRIPS – Proceso

PO_4b $\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A,H1) \wedge \text{en}(V,H2)$
 $\text{robot}(H1)$
 Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$
 $\text{pinza}(A) \wedge \text{robot}(H1)$
 $\text{robot}(H1)$
 Coger($Cc2$) con $Cc2=A$, $Hr2$ está sin instanciar
 $\text{plib}() \wedge \text{en}(A,Hr2) \wedge \text{robot}(Hr2)$
 $\text{en}(A,Hr2)$
 $\text{robot}(Hr2)$
 $\text{plib}()$ \rightarrow OK por axiomas a5 y a1 y EC1
 \rightarrow objetivo se cumple
 \rightarrow **Caso 1** Eliminarlo de la Pila

$EC1 = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A,H2), \text{en}(V,H2)\}$

- a5. $\text{plib}()$ si $(\text{caja}(C) \wedge \text{not}(\text{pinza}(C))) \rightarrow$ pinza libre si no hay una caja cogida
- a1. $\text{caja}(A), \text{caja}(V) \rightarrow$ declaración de cajas



Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4b ??? PO_5b ?? PO_6b ?? PO_7b ??

PO_4b robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)
 robot(H1)
 Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1
 pinza(A) ^ robot(H1)
 robot(H1)
 Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 está sin instanciar
 plib() ^ en(A,Hr2) ^ robot(Hr2)
 en(A,Hr2)
 robot(Hr2)

Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4b ??? PO_5b ?? PO_6b ?? PO_7b ??

PO_5b robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

robot(H1)

Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 está sin instanciar

plib() ^ en(A,Hr2) ^ robot(Hr2)

en(A,Hr2)

robot(Hr2) → ∈ EC1 con Hr2=H2 → objetivo se cumple → Caso 1 eliminarlo de la pila

Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4b ??? PO_5b ?? PO_6b ?? PO_7b ??

PO_6b robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

robot(H1)

Coger(Cc2) con Cc2=A y Hr2=H2

plib() ^ en(A,H2) ^ robot(H2)

en(A,H2) → ∈ EC1 → objetivo se cumple → **Caso 1** eliminarlo de la pila

Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila PO_4b ??? PO_5b ?? PO_6b ?? PO_7b ??

PO_7b robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

robot(H1)

Coger(Cc2) con Cc2=A y Hr2=H2

plib() ^ en(A,H2) ^ robot(H2) → ∈ EC1 y por axiomas a5 y a1 → **Caso 1** eliminarlo de la pila

Ejemplo STRIPS – Proceso

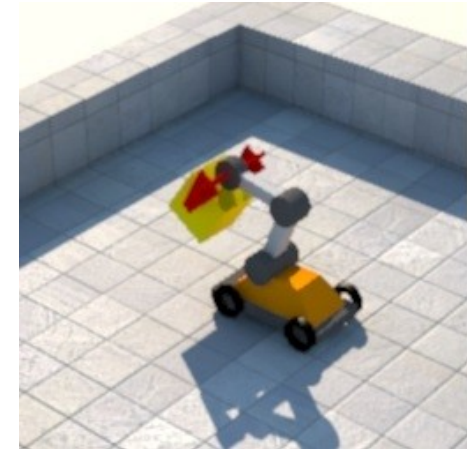
Cuál es la Evolución de la Pila ???

PO_8b $\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A, H1) \wedge \text{en}(V, H2)$
 $\text{robot}(H1)$
 Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$
 $\text{pinza}(A) \wedge \text{robot}(H1)$
 $\text{robot}(H1)$
 Coger($Cc2$) con $Cc2=A$ y $Hr2=H2$
 → **Caso 3** incluir acción en el plan y ejecutar acción

PLAN = {Coger(A)}

EC = **EC2b** = { $\text{robot}(H2), \text{pinza}(A), \text{en}(V, H2)$ }

EC2 = { $\text{robot}(H1), \text{en}(A, H2), \text{en}(V, H2)$ }



EC3 = { $\text{robot}(H1), \text{pinza}(A), \text{en}(V, H2)$ }

Ejemplo STRIPS – Proceso



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Cuál es la Evolución de la Pila ???

PO_9b robot(H1) ^ en(A,H1) ^ en(V,H2)

robot(H1)

Soltar() con Cp1=A y Hr1=H1

pinza(A) ^ robot(H1)

robot(H1)

→ **Caso 2** incluir acción en Pasar PO

Pasar(Hi,Hf) → pasar de Hi a Hf con Hf=H1

LP: robot(Hi) ^ puerta(Hi,Hf)

LB: robot(Hi)

~~LA: robot(Hf)~~

Ejemplo STRIPS – Proceso

Cuál es la Evolución de la Pila ???

- PO_10

$\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A, H1) \wedge \text{en}(V, H2)$

$\text{robot}(H1)$

Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$

$\text{pinza}(A) \wedge \text{robot}(H1)$

Pasar(H_{i2}, H_{f2}) con $H_{f2}=H1$, $H_{i2}=H2 \rightarrow$ Caso 3 incluir acción en el plan y ejecutarla

$\text{robot}(H2) \wedge \text{puerta}(H2, H1) \rightarrow \in EC2a$ y por los axiomas a3 y a4 \rightarrow Caso 1 se cumple

$\text{robot}(H2) \rightarrow \in EC2b \rightarrow$ objetivo se cumple \rightarrow Caso 1 eliminarlo de la pila

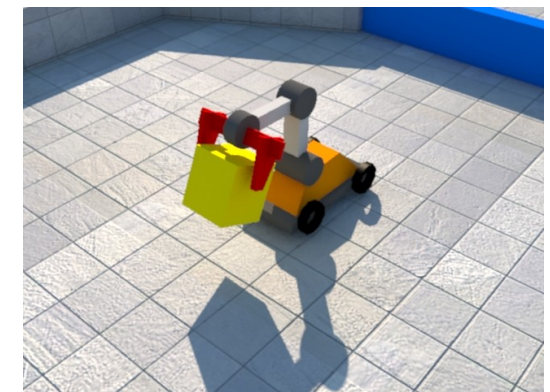
$\text{puerta}(H_{i2}, H2) \rightarrow$ se cumple por los axiomas a3 y a4 con $H_{i2}=H2 \rightarrow$ Caso 1 eliminarlo

$\text{PLAN} = \{\text{Coger}(A), \text{Pasar}(H2, H1)\}$

$\text{EC} = \text{EC3} = \{\text{robot}(H1), \text{pinza}(A), \text{en}(V, H2)\}$



$\text{EC3} = \{\text{robot}(H1), \text{pinza}(A), \text{en}(V, H2)\}$



Ejemplo STRIPS – Proceso

TERMINAR Si la Pila está Vacía

- PO_15

$\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A,H1) \wedge \text{en}(V,H2)$

$\text{robot}(H1)$

Soltar() con $Cp1=A$ y $Hr1=H1$

→ Caso 3 incluir acción en el plan y ejecutarla

$\text{PLAN} = \{\text{Coger}(A), \text{Pasar}(H2,H1), \text{Soltar}()\}$

$\text{EC} = \text{EC4} = \{\text{robot}(H1), \text{en}(A,H1), \text{en}(V,H2)\}$

- PO_16

$\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A,H1) \wedge \text{en}(V,H2)$

$\text{robot}(H1) \rightarrow \in \text{EC4} \rightarrow$ objetivo se cumple → Caso 1 eliminarlo

- PO_17

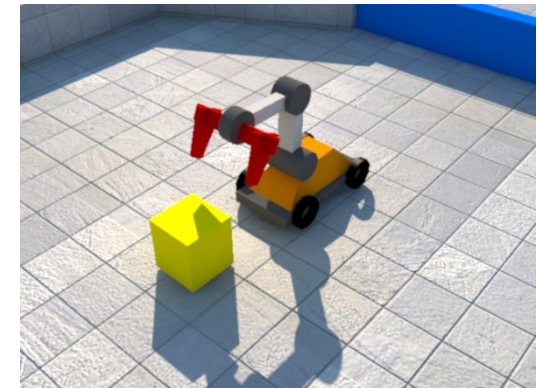
$\text{robot}(H1) \wedge \text{en}(A,H1) \wedge \text{en}(V,H2) \in \text{EC4} \rightarrow$ objetivo se cumple → Caso 1 eliminarlo

- PO_18 $\phi \rightarrow$ Pila de Objetivos Vacía → retornar PLAN y Finalizar Algoritmo

$\text{PLAN FINAL} = \{\text{Coger}(A), \text{Pasar}(H2,H1), \text{Soltar}()\}$

$\text{EC} = \text{EE} = \{\text{robot}(H1), \text{en}(A,H1), \text{en}(V,H2)\}$

$\text{EC4} = \{\text{robot}(H1), \text{en}(A,H1), \text{en}(V,H2)\}$



Bibliografía

- Nilsson, Artificial Intelligence: A New Synthesis. Cap. 22.
- Russell & Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach. Cap. 11.
- E. Rich. Inteligencia Artificial. 1994.
- Manufactura Integrado por Computador CIM II - M. Ing. Ochoa María Alejandra.
- Ejemplo STRIPS Problema Robot y Cajas de Colores - Enrique González – Marzo de 2002



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Inteligencia Artificial

Solución de Problemas

Planificación STRIPS

Ing. Andrea Rueda, PhD – rueda-andrea@javeriana.edu.co

Ing. Enrique González, PhD – egonzal@javeriana.edu.co

Departamento de Ingeniería de Sistemas