

Inteligencia Artificial

Claudio Vaucheret

Planificación: POP

Contents

Repaso

¿Qué vimos?

- Representación de las acciones: STRIPS, Situation Calculus, Event Calculus
- Problemas en la representación del Cambio: Frame, Ramification y Qualification
- Regresión
- PLanning

redHOY redAlgoritmos de Planificación: Planificador de Orden Parcial

Planificación de Orden Parcial

Planificación de Orden Parcial

- Los planificadores dados dan como resultado un plan totalmente ordenado.
- No utilizan las ventajas de la descomposición del problema.
- Al utilizar un orden parcial entre acciones sólo se compromete un orden sobre las acciones cuando realmente fuere necesario.

Back to Matemática Discreta :)

¿Qué es un orden parcial? Es una relación de orden reflexiva, antisimétrica y transitiva.

¿y un orden parcial estricto? Un orden parcial estricto es irreflexivo, transitivo y asimétrico.

Utilizaremos para el orden parcial la relación \prec que, que es irreflexiva, asimétrica y transitiva, es decir es un orden parcial estricto.

Back to the future: IA

• greenPlanificación de Orden Parcial

- un conjunto de acciones junto con un orden parcial, representando la relación de precedencia sobre acciones,
 - cualquier orden total sobre las acciones, consistente con el orden parcial, resuelve la meta desde el nodo inicial
- Si tenemos el siguiente orden parcial entre las acciones:
- $a_1 < a_2$, $a_3 < a_4$
 - los siguientes órdenes totales son consistentes con el orden parcial anterior:
 - * $a_1 < a_2 < a_3 < a_4$, $a_3 < a_4 < a_1 < a_2$
 - * $a_3 < a_1 < a_4 < a_2$, $a_1 < a_3 < a_4 < a_2$

Zapatos y Medias

• greenZapatos y Medias

- Supongamos que quiero ponerme los zapatos y las medias en ambos pies. Hagamos un plan para esto.
 - Una solución:
 - * MediaIzq- MediaDer-ZapDer-ZapIzq
- ¿Otra solución?

Zapatos y Medias

• greenOrden Parcial

- $\text{redMedDer} < \text{ZapDer}$

- $\text{redMedIzq} < \text{ZapIzq}$
- Cualquier orden total consistente con este orden parcial estricto es solución al problema.

Orden entre las Acciones

- **green** $A_0 < A_1$
 - La acción A_0 está antes que A_1 en el orden parcial.
 - La acción A_0 ocurrió antes que A_1 .
- **green**¡Atención!
 - A_0 redno es necesario que esté inmediatamente antes que A_1

Acciones Especiales

- **greenSTART**
 - Es una acción que alcanza las relaciones que son verdaderas en el estado inicial. Sin precondition y su efecto es agregar los fluentes que son Verdaderos en el estado inicial.
- **greenFINISH**
 - Es una acción cuyas condiciones son las metas a ser resueltas y no tiene efecto.
- Son acciones que sirven al momento de construir el plan como límites.
 - Cuando se ejecuta el plan START y FINISH son ignorados.

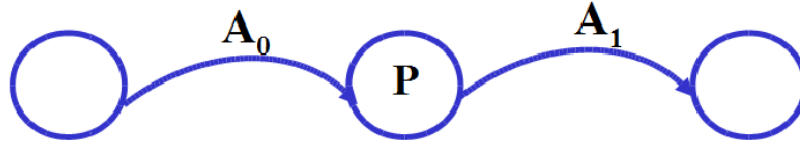
Acciones Especiales

Para toda acción A se cumple que:

$$\begin{aligned} START &< A \\ A &< FINISH \\ START &< FINISH \end{aligned}$$

Enlace Causal

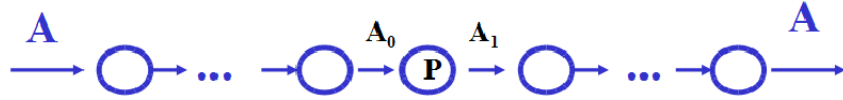
Para cada precondition P de la acción A_1 tenemos asociada una acción A_0 :



$$A_0 < A_1$$

Enlace Causal

Cada acción A que borre a P tiene que estar antes de A_0 o después de A_1 :



$$A_0 < A_1 < A$$

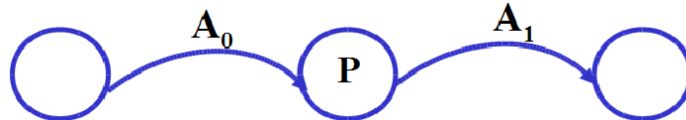
o bien

$$A < A_0 < A_1$$

Enlace Causal

- **greenEnlace Causal**

- Es un término de la forma $\text{redcl}(A_0, P, A_1)$ donde A_0 y A_1 son acciones y P es un fuente. P es una precondition de la acción A_1 . La acción A_0 logra P . P está soportado por la acción A_0 .



- **greenAmenaza**

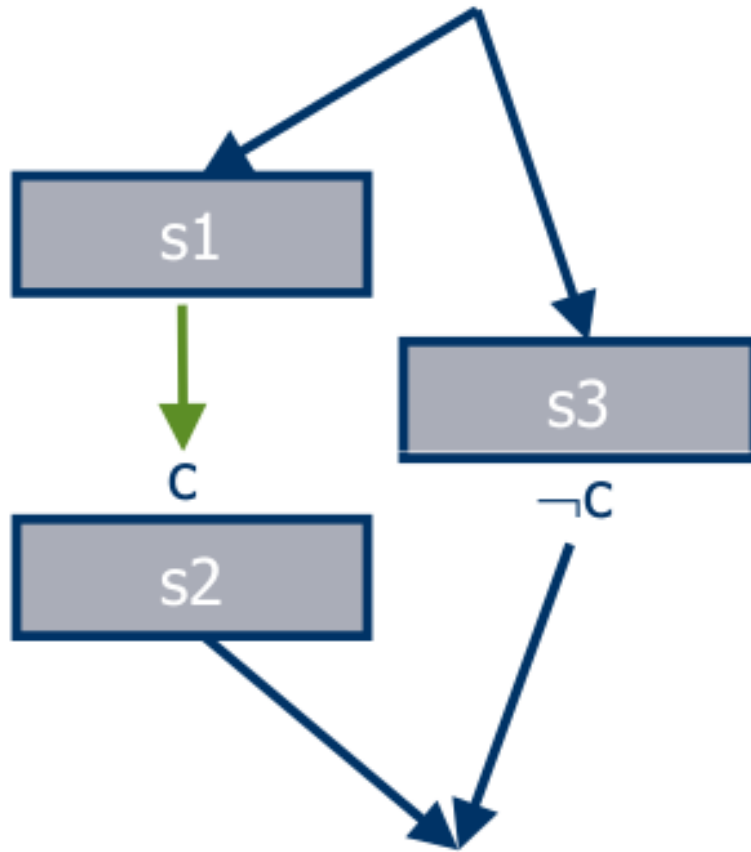
- Una acción A redamenaza un enlace causal $cl(A_0, P, A_1)$ si la acción A borra la proposición P .

Amenaza del enlace causal

- **greenAmenaza**

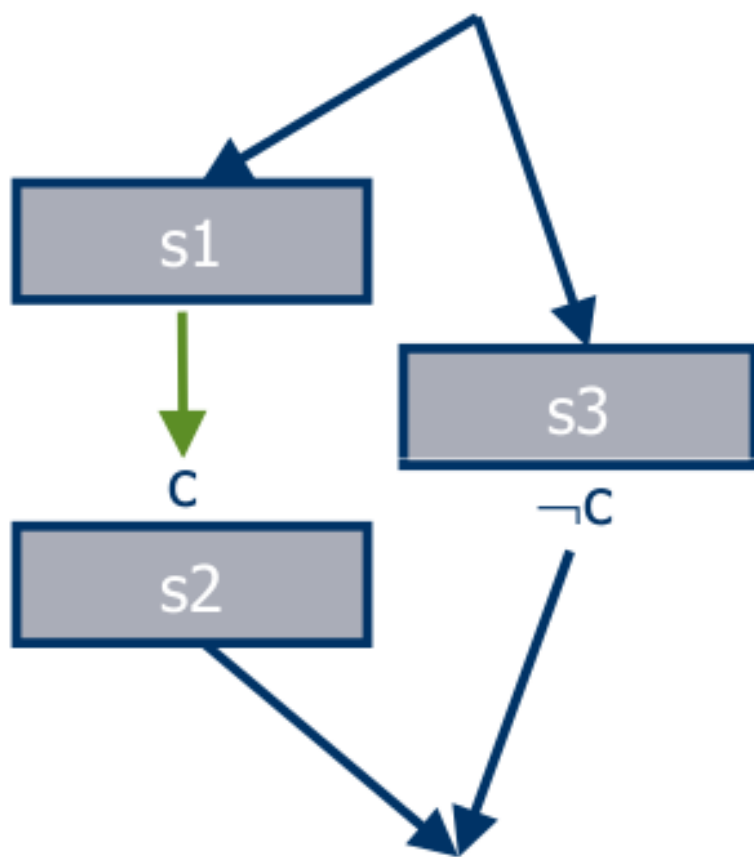
- Una acción A redamenaza un enlace causal $cl(A_0, P, A_1)$ si la acción A borra la proposición P .

Para resolver las amenazas, se añaden restricciones de orden: Nos aseguramos de que la acción que amenaza (s3) no interviene en el enlace causal (de s1 a s2)

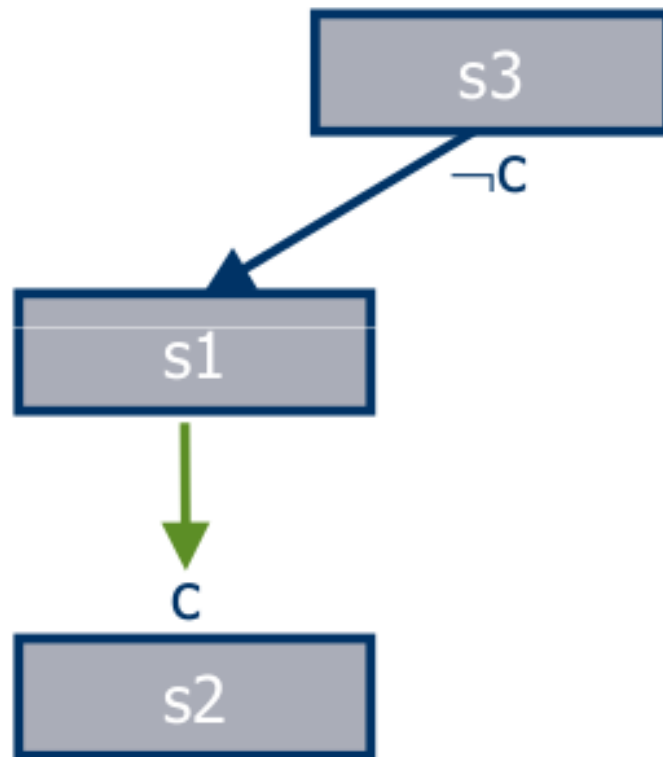


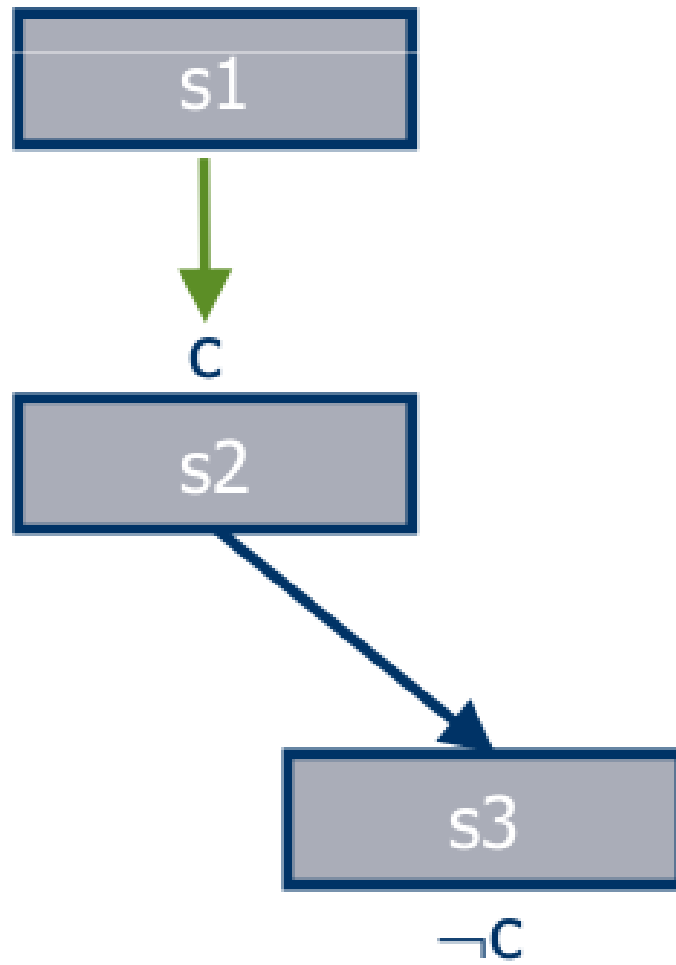
Amenaza del enlace causal

- greenDos formas de resolver amenazas:
 - **Degradación:** La acción que amenaza se realiza antes del vínculo causal.
 - **Ascenso:** La acción que amenaza se realiza después del vínculo causal.



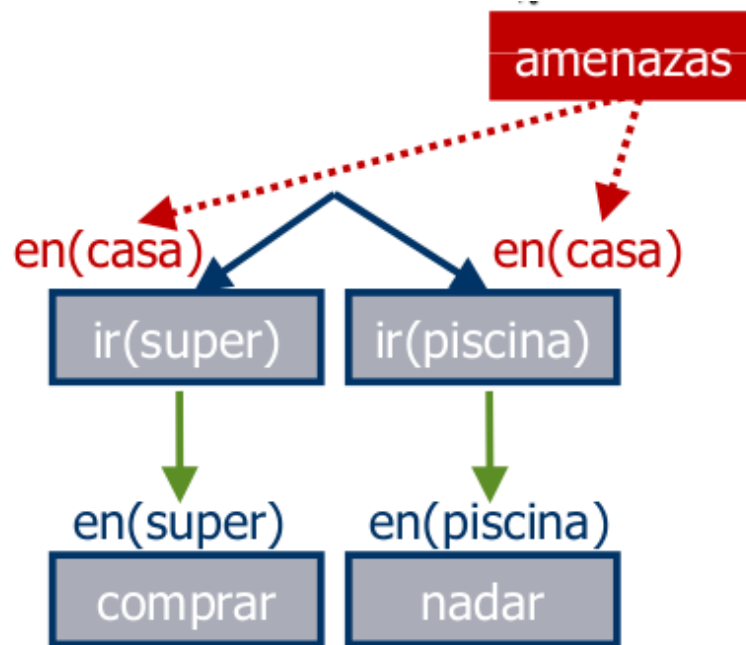
Amenaza del enlace causal



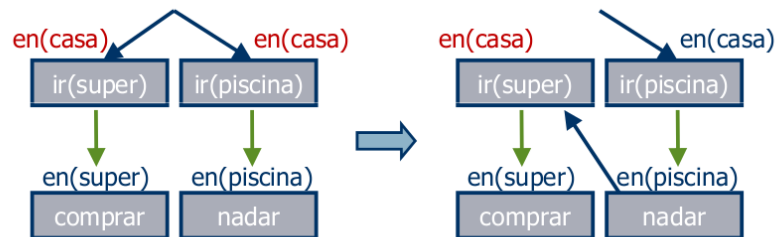


Amenaza del enlace causal

- Estas amenazas no se pueden resolver directamente (las dos acciones se amenazan mutuamente y ningún orden permite resolverlas).



Amenaza del enlace causal



Plan de Orden Parcial

- **greenPlan Parcial**
 - Un redplan parcial es un término de la forma $plan(As, Os, Ls)$, donde As es una lista de acciones, Os es un orden parcial sobre acciones y Ls es una lista de enlaces causales.
- **greenPlan Seguro**

- El plan es redseguro si para toda acción $A \in As$ que amenaza a $cl(A_0, P, A_1) \in Ls$, el orden parcial Os deriva que $A < A_0$ o $A_1 < A$.

Plan de Orden Parcial

- **greenAgenda**

- Una redagenda es un conjunto de submetas para cada precondition no soportada de todas las metas en As .

- **greenSubmeta**

- Una redsubmeta es un término de la forma $redgoal(P, A)$, donde P es una proposición atómica que es una precondition para la acción A .

- **greenPlan Completo**

- Un redplan completo es un plan parcial seguro con una agenda vacía.

Planificador de Orden Parcial

% $pop(CPlan, Agenda, FPlan)$ es V si CPlan es un plan parcial seguro, con agenda Agenda y FPlan es un plan completo que es una extensión de CPlan.

$pop(Plan, [], Plan).$

$pop(CPlan, Agenda, FPlan) \leftarrow$

$select(Goal, Agenda, Agenda1),$

$solve_goal(Goal, CPlan, NPlan, Agenda1, NAgenda),$

$pop(NPlan, NAgenda, FPlan).$

$select(G, [G|A], A).$

Planificador de Orden Parcial

```
%Usa acciones existentes:
As: Lista de Acciones
Os: Orden Parcial sobre las acciones
Ls: Lista de Links Causal

solve_goal(goal(P,A1), plan(As,Os,Ls),
            plan(As,NOs,[cl(A0,P,A1)|Ls],Ag,Ag)) ←
            member(A0,As),
            achieves(A0, P),
            add_constraint(A0<A1, Os,Os1),
            incorporate_causal_link(cl(A0,P,A1),As,Os1,NOs).
```

Planificador de Orden Parcial

```
%Agrega nuevas acciones:

solve_goal(goal(P,A1), plan(As,Os,Ls), plan([A0|
As],NOs,[cl(A0,P,A1)|Ls],Ag,NAg)) ←
achieves(A0, P),
add_constraint(A0<A1, Os,Os1),
add_constraint(start<A0, Os1,Os2),
incorporate_action(A0,Ls,Os2,Os3),
incorporate_causal_link(cl(A0,P,A1),As,Os3,NOs),
add_preconds(A0,Ag,NAg).
```

Planificador de Orden Parcial

%incorporate_causal_link(Cl,As,Os,NOs) es V si el orden parcial NOs extiende el orden parcial Os para asegurar que ninguna acción en As interfiera con el enlace causal Cl.

incorporate_causal_link(_,[],Os,Os).

incorporate_causal_link(Cl,[A|RAAs],Os,NOs) ←
protect(Cl,A,Os,Os1),
incorporate_causal_link(Cl,RAAs,Os1,NOs).

Planificador de Orden Parcial

%incorporate_action(A,CLs,Os,NOs) es V si el orden parcial NOs extiende el orden parcial Os, de modo que la acción A no interfiera con ningún enlace causal en CLs.

incorporate_action(_,[],Os,Os).

incorporate_action(A,[CL|Ls],Os,NOs) ←
protect(Cl,A,Os,Os1),
incorporate_action(A,Ls,Os1,NOs).

Planificador de Orden Parcial

%protect(CL,A,Os,NOs) es V si el orden parcial NOs extiende el orden parcial Os, de modo que la acción A no interfiera con ningún enlace causal en CL.

protect(cl(A0,P,A1), Act,Os,Os1) ←
 threatens(Act,cl(A0,P,A1)),
 enforce_order(A0,Act,A1,Os,Os1).

protect(CL, Act,Os,Os) ←
 ~ threatens(Act,CL).

Planificador de Orden Parcial

%threatens(Act,CL) es V si la acción Act amenaza el enlace causal CL.

threatens(Act,cl(A0,P,A1)) ←
 Act ≠ A0,
 Act ≠ A1,
 deletes(Act, P).

Planificador de Orden Parcial

`%enforce_order(A0,A,A1,Os,Os1)` es V si el orden parcial `Os1` extiende el orden parcial `Os`, de modo que la acción `A` esté antes de la acción `A0` o después de la acción `A1`.

% Si fuese posible fuerza la acción antes de `A0`.

```
enforce_order(A0,A,_,Os,Os1) ←  
    add_constraint(A<A0, Os,Os1).
```

% Si fuese posible fuerza la acción después de `A1`.

```
enforce_order(_,A,A1,Os,Os1) ←  
    add_constraint(A1<A, Os,Os1).
```

Ejemplo

- ◇ Comenzar con el plan inicial mínimo.
- ◇ Si el plan es solución (no hay condiciones abiertas) FIN
- ◇ Seleccionar una condición abierta
- ◇ Elegir una acción que logre (realice) dicha condición. Puede ser una acción nueva u otra acción ya existente en el plan.
- ◇ Resolver **amenazas** a condiciones logradas previamente.
- ◇ Volver al segundo paso

Ejemplo

Problema: Un agente debe conseguir bananas, leche y un taladro a pilas y retornar a su casa. Inicialmente sabe que está en su casa, que el supermercado vende bananas y leche y que la ferretería vende taladros.

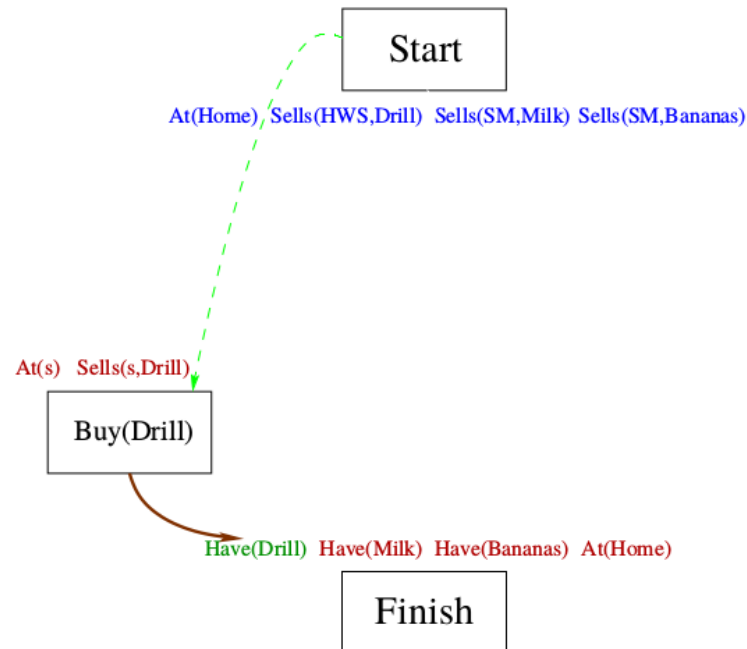
Descripción STRIPS:

Estado Inicial: $At(Home) \wedge Sells(HWS, Drill) \wedge Sells(SM, Milk) \wedge Sells(SM, Ban.)$

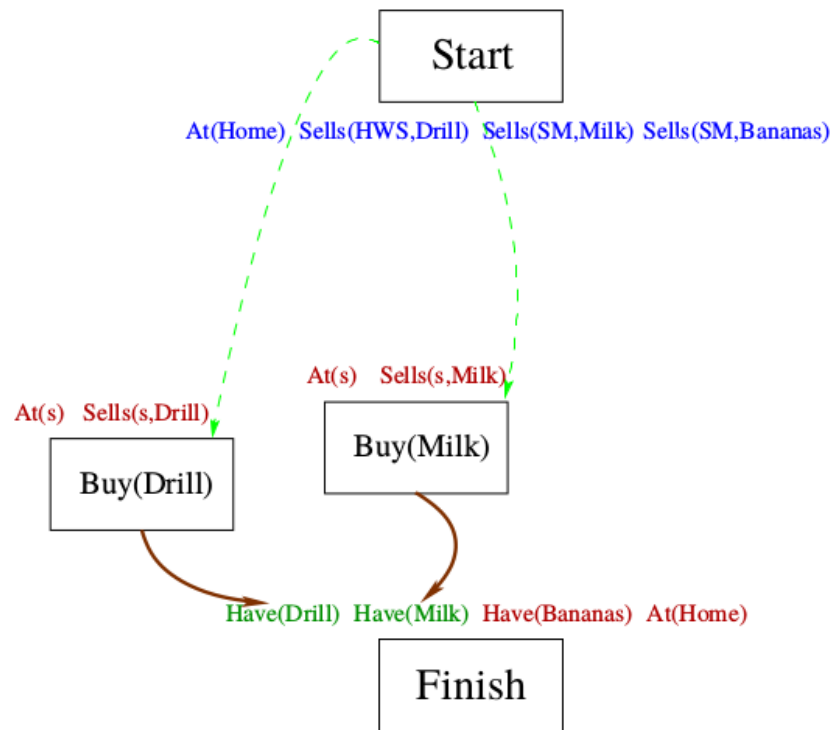
Objetivo: $At(Home) \wedge Have(Drill) \wedge Have(Milk) \wedge Have(Ban.)$

Operadores: (ACCIÓN: $Buy(x)$, PREC: $At(y) \wedge Sells(y, x)$, EFEC: $Have(x)$)
(ACCIÓN: $Go(x)$, PREC: $At(y)$, EFEC: $At(x) \wedge \neg At(y)$)

Ejemplo

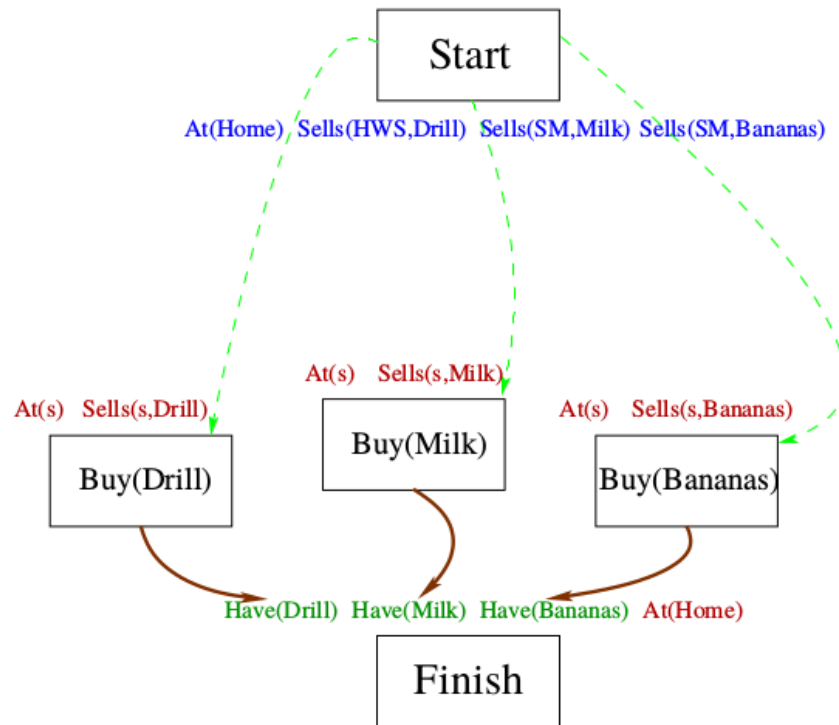


Ejemplo

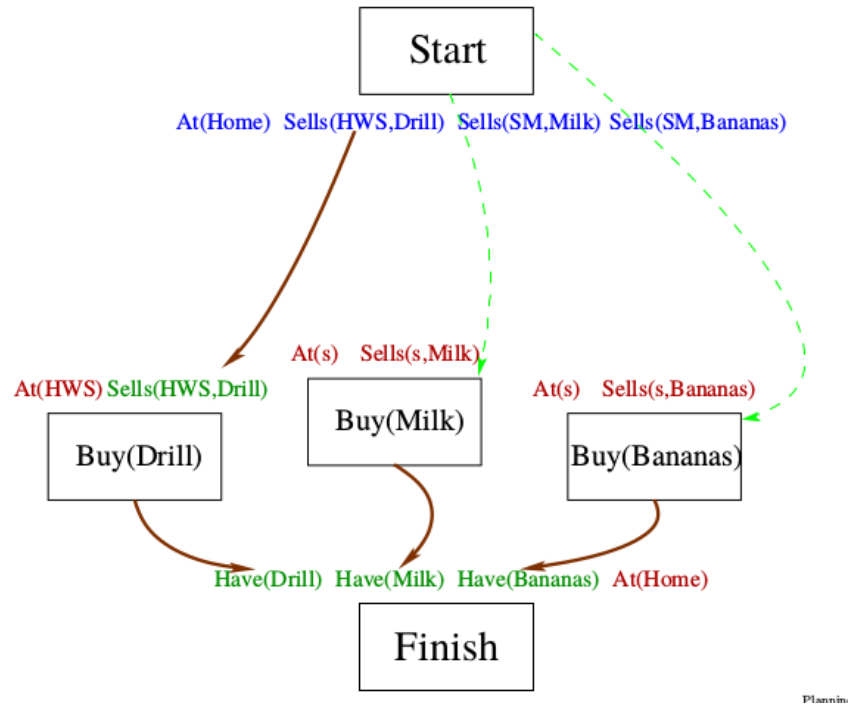


F

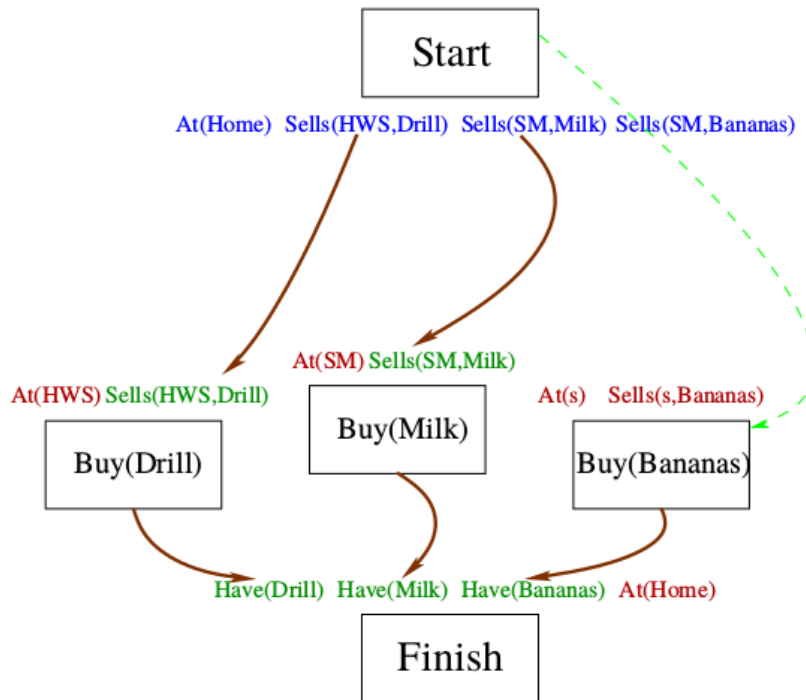
Ejemplo



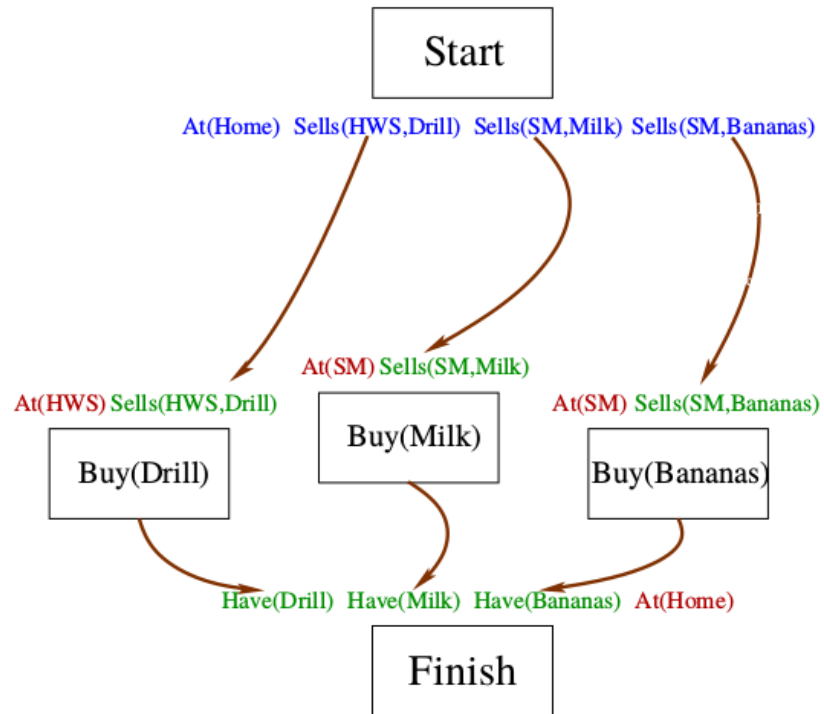
Ejemplo



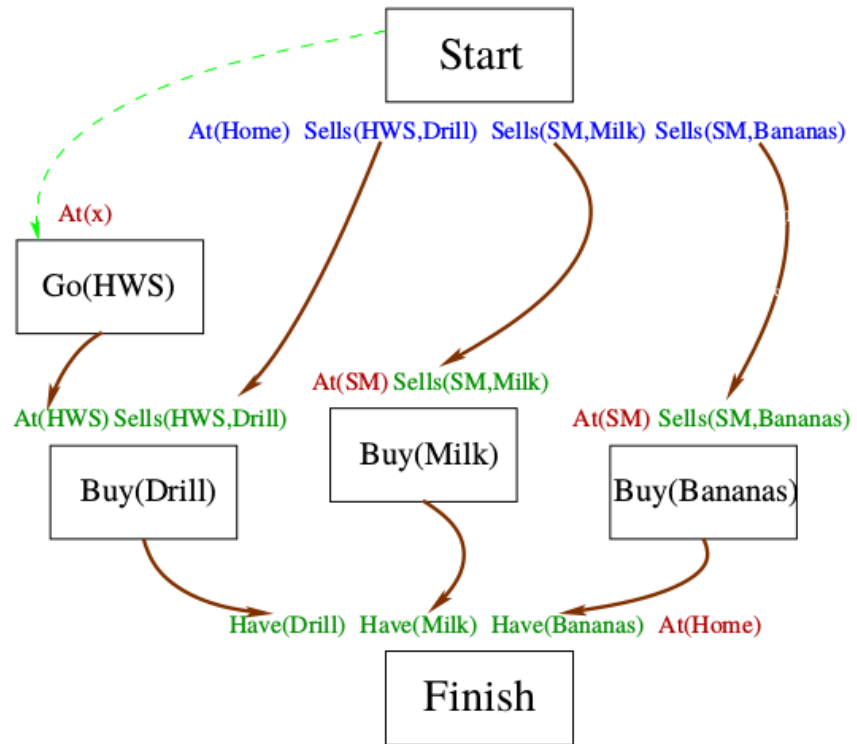
Ejemplo



Ejemplo

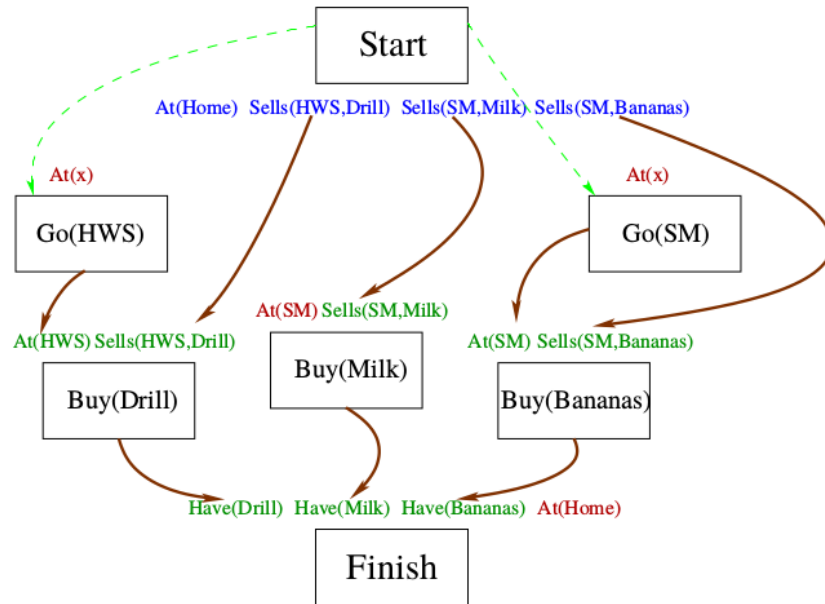


Ejemplo

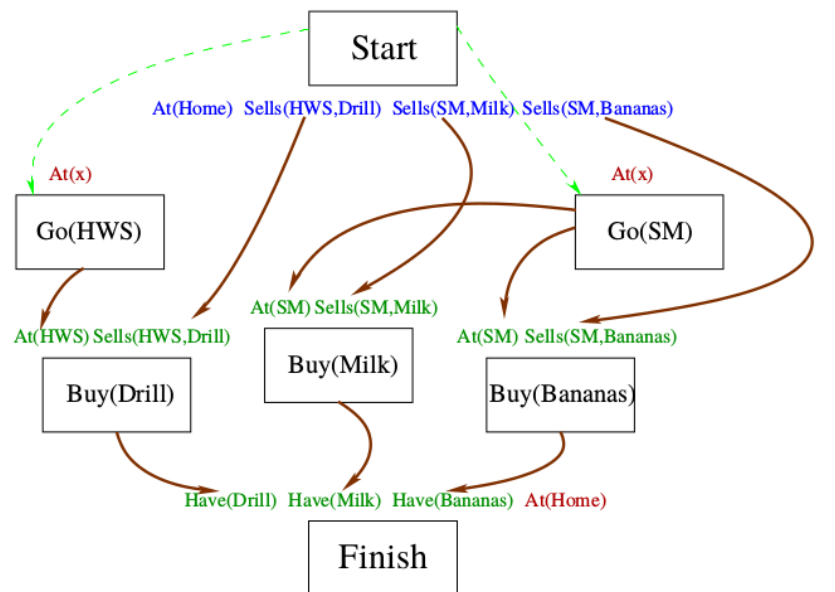


1

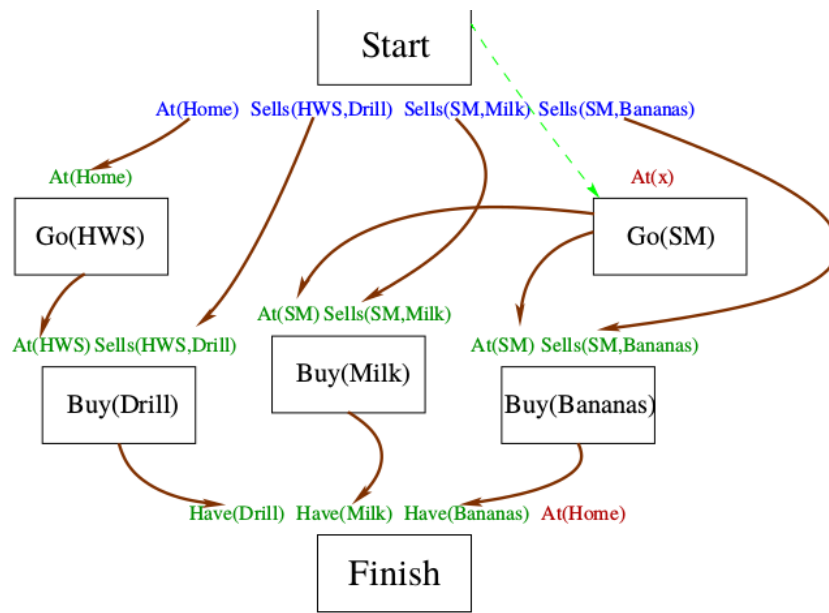
Ejemplo



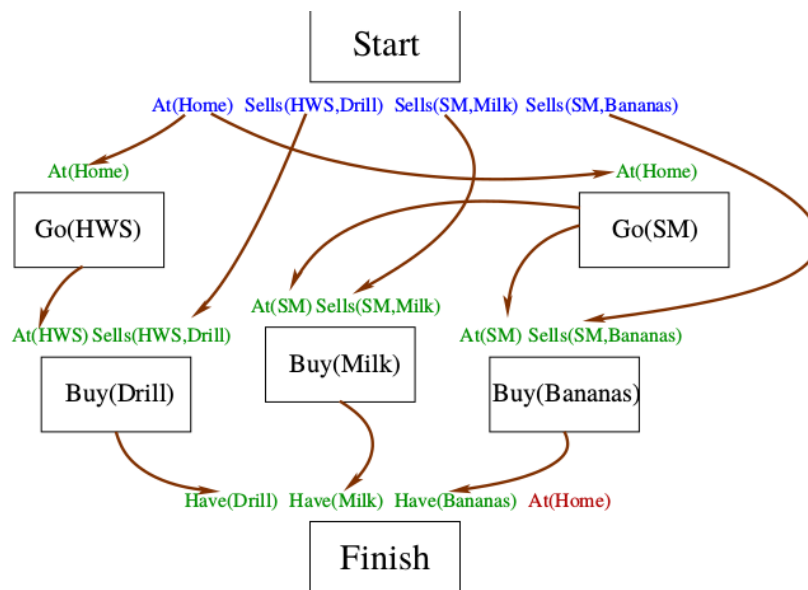
Ejemplo



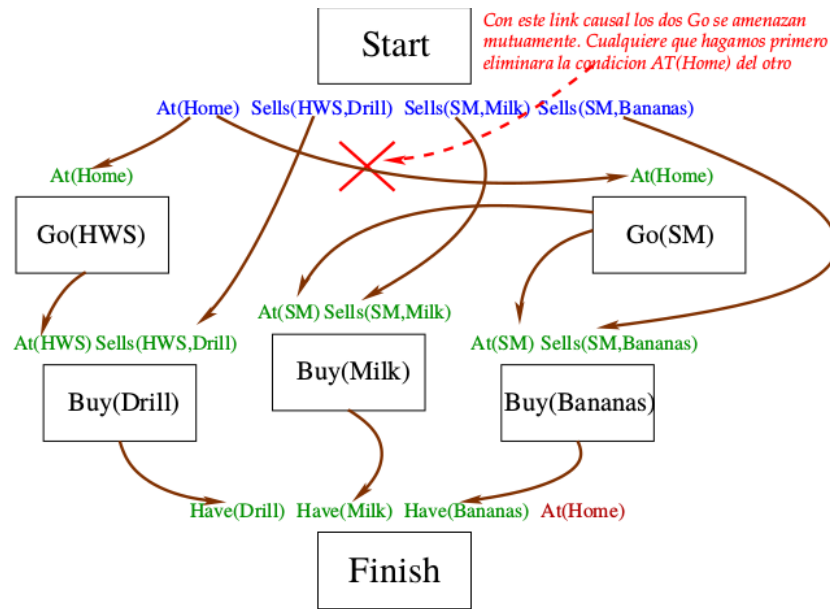
Ejemplo



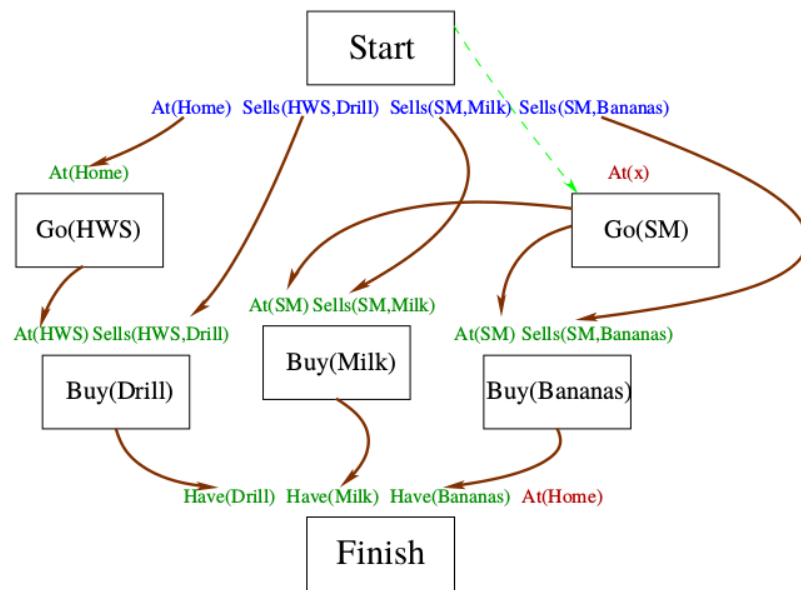
Ejemplo



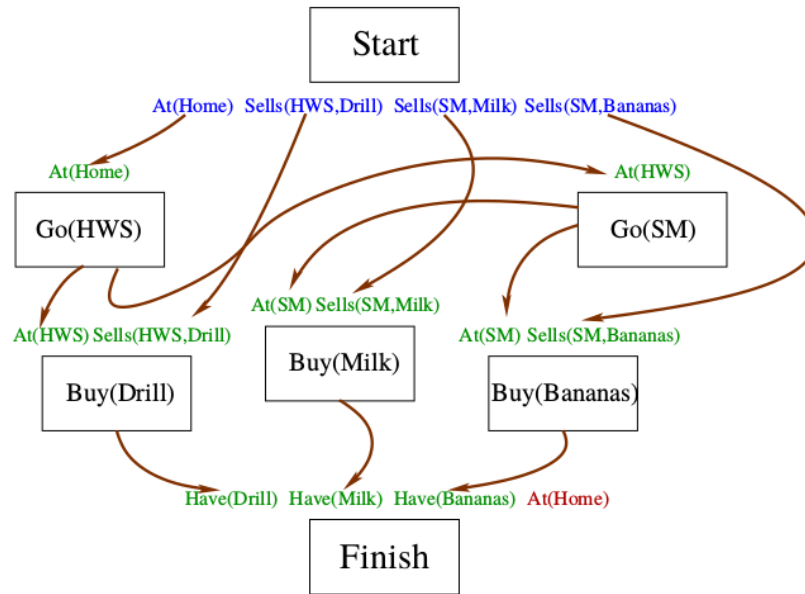
Ejemplo



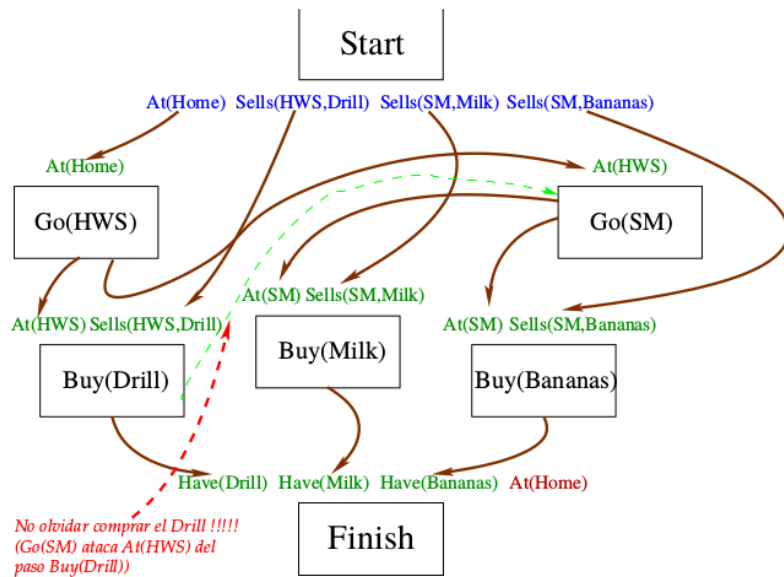
Ejemplo



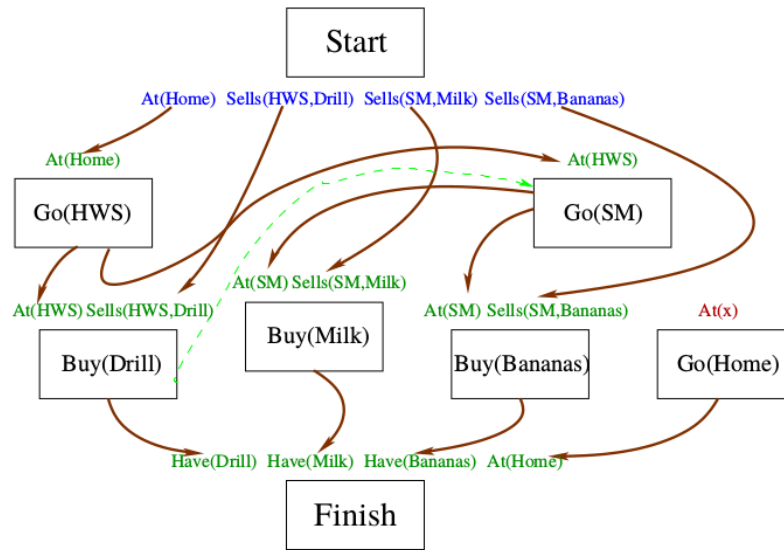
Ejemplo



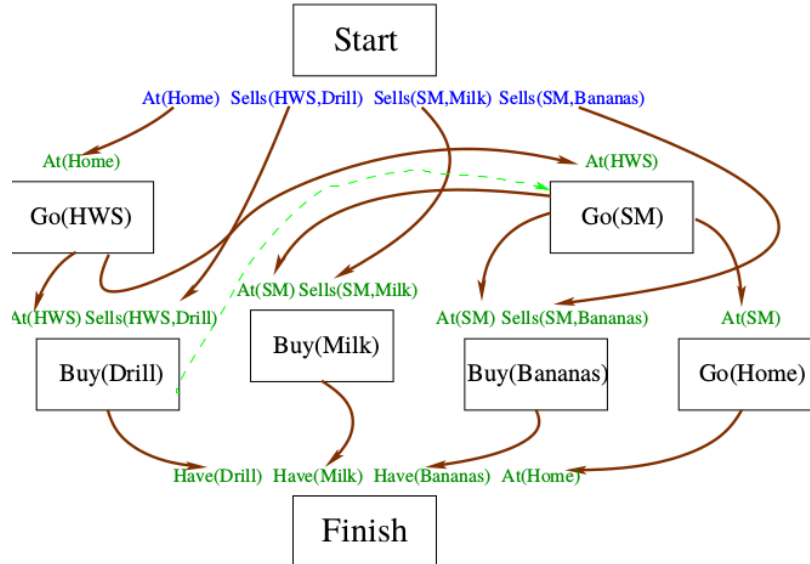
Ejemplo



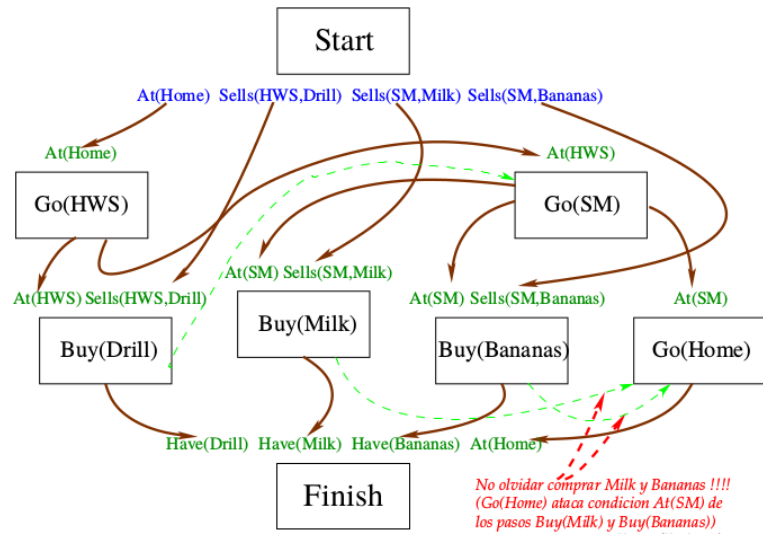
Ejemplo



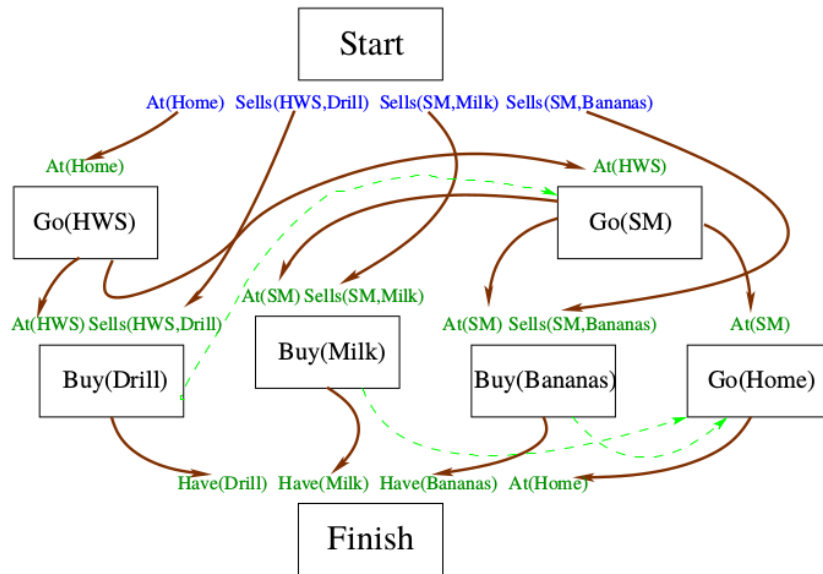
Ejemplo



Ejemplo



Ejemplo



Ejemplo

