

Ayudantía 2

Modelación en Clingo

Por Cristóbal Pérez-Cotapos y Rodrigo Figueroa

24 de marzo de 2025



Contenidos

- 1. Predicados
- 2. Modelo
- 3. Restricciones de cardinalidad



¿Qué es ASP y para qué se usa?

Clingo

- Es un lenguaje que combina ASP con solucionadores de satisfacibilidad SAT
- Es el lenguaje que usaremos para escribir programas lógicos
- Sus archivos tienen extensión .lp y, para ejecutarlos, se debe escribir en consola

clingo {nombre_archivo}.lp



Átomos / Proposiciones

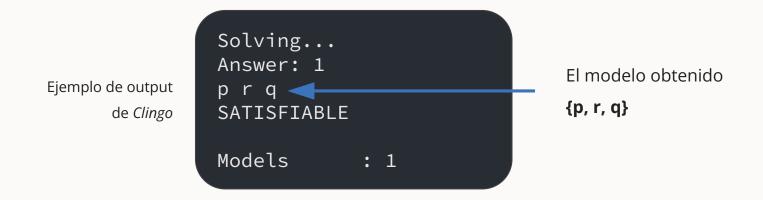
- Definen propiedades o reglas que pueden ser verdaderas o falsas
- Un mismo predicado puede definir múltiples proposiciones, si se definen con la misma palabra pero distinta aridad

```
p.
p(q).
aprende(estudiante).
aprende(estudiante, profesor).
```



Modelo

- Es la solución del programa lógico
- Es un conjunto minimal de átomos que satisfacen las condiciones lógicas
- Pueden existir varios, así como ninguno





Modelo

Minimalidad

- Solo son modelos aquellos conjuntos con la mínima cantidad posible de átomos
- De lo contrario, podrían existir infinitos modelos
- Para el ejemplo anterior, si {p, r, q} es un modelo, {p, r, q, s} no puede serlo



Predicados

- Constantes que representan una propiedad, relación, o característica con sus términos.
- Siempre comienzan con minúscula.

```
existe(sol). % Tiene una constante simbólica
existe(1). % Tiene una constante numérica
existe(X). % Tiene una variable
```

Ojo: las variables solo existen dentro de los predicados, y siempre comienzan con mayúscula



Predicados

Aridad

Corresponde al número de términos que reciben



Head ← Body

- Si Body es verdadero, algo en Head también debe serlo.
- Tanto Head como Body son conjuntos de átomos o proposiciones.
- Se pueden construir hechos a partir de reglas que carezcan de *Body*.

```
llueve.
mojado(niño) :- llueve.
enojado(niño) :- mojado(niño). % lamentable :(
```

El modelo es {llueve, mojado(niño), enojado(niño)}



Body con varios átomos

 Generan una conjunción de proposiciones; es decir, se debe cumplir todo en Body para que la regla se exija

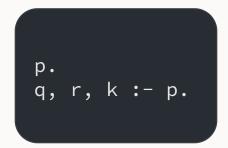
```
a.  % a se encuentra en el modelo
b.  % b se encuentra en el modelo
c:-a, b.  % c está sólo si a y b lo están
d:-a, m.  % d está sólo si a y m lo están
```

El modelo es {a, b, c}



Head con varios átomos

- Generan una disyunción de proposiciones; es decir, cuando se cumple el Body,
 se cumple sólo uno de los átomos del Head
- A excepción de que se fuerce la presencia de más átomos



Los modelos son {p,q}, {p,r}, {p,k}.



Predicados con variables

• Permiten definir múltiples proposiciones de manera simultánea.

```
pajaro(carpintero).
pajaro(martin_pescador).
pajaro(condor).
vuela(carpintero).
vuela(martin_pescador).
vuela(condor).
```

```
pajaro(martin_pescador).
pajaro(condor).
vuela(Z) :- pajaro(Z).
```

pajaro(carpintero).

Esto...

...es equivalente a esto



Predicados con variables

```
pajaro(carpintero).
pajaro(martin_pescador).
pajaro(condor).
vuela(Z) :- pajaro(Z).
```

Las variables nos permiten **generalizar** reglas: "Todo pájaro vuela"

^{*}Las variables siempre se escriben en mayúscula y términos en minúscula





- En el contexto de la Head de una regla, estas permiten elegir distintas
 combinaciones de átomos o predicados para que aparezcan en los modelos.
- Por ejemplo, para el programa:

```
p.
{q; r} :- p. % Si p está en el modelo,
% alguna combinación entre q y r también lo está
```

¿Qué combinaciones de átomos pueden generarse desde la restricción?



- En el contexto de la Head de una regla, estas permiten elegir distintas
 combinaciones de átomos o predicados para que aparezcan en los modelos.
- Por ejemplo, para el programa:

```
p.
{q; r} :- p. % Si p está en el modelo,
% alguna combinación entre q y r también lo está
```

Las combinaciones pueden ser {p}, {p,q}, {p,r} y {p,q,r}.



Limitando combinaciones

- Por defecto, Clingo prueba con todas las combinaciones posibles.
- Puede limitarse el número de elementos a incluir rodeando con números el conjunto de la restricción:

```
p.
1{q; r; s}2 :- p. % Si p está en el modelo, alguna combinación
% de 1 a 2 elementos entre q, r y s
% también lo está
```

¿Cuántos modelos genera este programa?



Limitando combinaciones

- Por defecto, Clingo prueba con todas las combinaciones posibles.
- Puede limitarse el número de elementos a incluir rodeando con números el conjunto de la restricción:

```
p.
1{q; r; s}2 :- p. % Si p está en el modelo, alguna combinación
% de 1 a 2 elementos entre q, r y s
% también lo está
```

Ahora, las combinaciones pueden ser {p;q}, {p;r}, {p;s}, {p,q;r}, {p;r;s} y {p;q;s} (6 modelos).



Ejercicio

• Supongamos que tenemos un programa con N líneas del tipo:

```
p.
1 {a_1, b_1} 2 :- p.
1 {a_2, b_2} 2 :- p.
(...)
1 {a_n, b_n} 2 :- p.
```

¿Cuántos modelos genera este programa?



Ejercicio

Supongamos que tenemos un programa con N líneas del tipo:

El programa genera **3**^N **modelos distintos**

* Para cada línea, tres combinaciones posibles



Condiciones dentro de las restricciones

 Al poner el carácter ":" es posible crear condiciones dentro de las restricciones de cardinalidad para generar reglas más complejas.

Hay 20 modelos posibles.



Condiciones dentro de las restricciones

Hay 20 modelos posibles.



Condiciones dentro de las restricciones

```
num(0..5).
3{seleccionado(X) : num(X)}3 :- seleccionado.
#show seleccionado/1.
```

Modelo vacío.



Condiciones dentro de las restricciones

```
seleccionado.
num(0..5).
3{seleccionado(X) : num(X)}3 :- seleccionado.
#show seleccionado/1.
```

Hay 20 modelos posibles.



Condiciones dentro de las restricciones

```
#const n = 5.
tiempo(1..n).
persona(pedro).

1{estudia(P, T) : tiempo(T)}5 :- persona(P).
```

¿Qué simula el programa anterior?



Condiciones dentro de las restricciones

```
#const n = 5.
tiempo(1..n).
persona(pedro).

1{estudia(P, T) : tiempo(T)}5 :- persona(P).
```

¡Incluye todos los modelos en los que Pedro estudia entre los tiempos 1 y 5!



```
#const n = 5.
tiempo(1..n).
persona(pedro).

1{estudia(P, T) : tiempo(T)}5 :- persona(P).
```

¡Son equivalentes!

```
persona(pedro).

1{estudia(P, 1);estudia(P, 2);estudia(P, 3);estudia(P, 4);estudia(P, 5);}5 :-
persona(P).
```



Ejercicio

Interpreta el siguiente código de Clingo

```
linterna(0..5).
0{encendida(L)}1 :- linterna(L).
```



Ayudantía 2

Modelación en Clingo

Por Cristóbal Pérez-Cotapos y Rodrigo Figueroa

24 de marzo de 2025