

Programación Declarativa: Lógica y Restricciones

Ejemplos iniciales de programas lógicos

Luis Iraola

Mari Carmen Suárez de Figueroa

DIA, UPM



Lógica de 1^{er} orden vs. Programación Lógica

Lógica	Programación Lógica
Formalizar	Programar
Teoría	Programa (conjunto soporte)
Derivación	Ejecución
Fórmula a deducir	Objetivo a computar
Cláusulas definidas (de Horn)	Cláusulas definidas (de Horn)
Resolución SLD con UMG	Resolución SLD con UMG
Estrategias de búsqueda: profundidad/anchura/otras	Regla de computación: profundidad con vuelta atrás (<i>backtraking</i>)
$T \cup \{\neg A\} \vdash \Box \Leftrightarrow T \models A$	Programa \vdash objetivo \Leftrightarrow Programa \models objetivo

Sintaxis lógica *versus* Sintaxis Prolog

	Lógica	Prolog
Variables	x, y, z, \dots	<code>X, Y, Z, ...</code>
Constantes	a, b, c, \dots	<code>a, b, sol, pepe, 13</code>
Funciones	$s(a), f(b,x), \dots$	<code>s(a), f(b,X), 0+1, ...</code>
Fórmulas atómicas	$P(a,f(b,x))$	<code>predicado(a,f(b,X))</code>
Cláusulas de Horn (reglas)	$A \vee \neg B \vee \neg C$ $A \vee \neg(B \wedge C)$ $B \wedge C \rightarrow A$ $A \leftarrow B \wedge C$	<code>A :-</code> <code> B,</code> <code> C.</code>
Cláusulas de Horn (hechos)	A	<code>A.</code>
Cláusulas de Horn (objetivos simples)	$\neg A$	<code>?- A.</code>
Cláusulas de Horn (objetivos complejos)	$\neg A \vee \neg B \vee \neg C$ $\neg(A \wedge B \wedge C)$	<code>?- A, B, C.</code>

Ejemplo: `astros.pl`

Lenguaje natural	Lógica de 1 ^{er} orden	Forma clausular	Prolog
<i>La Tierra orbita en torno al Sol.</i>	$O(a,b)$	$O(a,b)$	<code>orbita(tierra, sol).</code>
<i>Los cuerpos que orbitan en torno al Sol son planetas.</i>	$\forall x(O(x,b) \rightarrow P(x))$	$\neg O(x,b) \vee P(x)$	<code>planeta(X):- orbita(X, sol).</code>
<i>Los cuerpos que orbitan en torno a planetas son satélites.</i>	$\forall x\forall y(O(x,y) \wedge P(y) \rightarrow S(x))$	$\neg O(x,y) \vee \neg P(y) \vee S(x)$	<code>satélite(X):- orbita(X,Y), planeta(Y).</code>
<i>Pertenecen al sistema solar el Sol y los que orbitan en torno a objetos que pertenecen al sistema solar.</i>	$R(b) \wedge \forall x\forall y(O(x,y) \wedge R(y) \rightarrow R(x))$	$\{ R(b), \neg O(x,y) \vee \neg R(y) \vee R(x) \}$	<code>pertenece(sol). pertenece(X):- orbita(X,Y), pertenece(Y).</code>
<i>¿Es la Tierra un planeta?</i>	$\not\models P(a) ?$	$\neg P(a)$	<code>?- planeta(tierra).</code>
<i>¿Hay al menos un satélite?</i>	$\not\models \exists x S(x) ?$	$\neg S(x)$	<code>?- satélite(X).</code>
<i>¿Hay al menos un satélite y al menos un planeta?</i>	$\not\models \exists x\exists y(S(x) \wedge P(y))?$	$\neg S(x) \vee \neg P(y)$	<code>?- satélite(X), planeta(Y).</code>

Ejemplo: aritmetica_logica.pl

Lenguaje natural	Lógica de 1 ^{er} orden	Forma clausular	Prolog
<i>Cero es un número natural</i>	$N(a)$	$N(a)$	<code>número(0).</code>
<i>El sucesor de un número natural es también un número natural</i>	$\forall x(N(x) \rightarrow N(s(x)))$	$\neg N(x) \vee N(s(x))$	<code>número(s(X)) :- número(X).</code>
<i>$0 + n = n$, para todo número n.</i>	$\forall x(N(x) \rightarrow S(x,a,x))$	$\neg N(x) \vee S(x,a,x)$	<code>suma(X,0,X) :- número(X).</code>
<i>Si $z = x + y$, entonces $z' = x + y'$.</i>	$\forall x \forall y \forall z(S(x,y,z) \rightarrow S(x,s(y),s(z)))$	$\neg S(x,y,z) \vee S(x,s(y),s(z))$	<code>suma(X,s(Y),s(Z)) :- suma(X,Y,Z).</code>
<i>¿Es $0''$ un número?</i>	$\text{¿} \vdash N(s(s(a))) \text{?}$	$\neg N(s(s(a)))$	<code>?- número(s(s(0))).</code>
<i>¿Es dos la suma de uno más uno?</i>	$\text{¿} \vdash S(s(a),s(a),s(s(a))) \text{?}$	$\neg S(s(a),s(a),s(s(a)))$	<code>?- suma(s(0),s(0),s(s(0))).</code>
<i>¿Cuánto suman uno más uno?</i>	$\text{¿} \vdash \exists x S(s(a),s(a),x) \text{?}$	$\neg S(s(a),s(a),x)$	<code>?- suma(s(0),s(0),X).</code>
<i>¿Qué número sumado a 2 da 3?</i>	$\text{¿} \vdash \exists x S(s(s(a)),x,s(s(s(a)))) \text{?}$	$\neg S(s(s(a)),x,s(s(s(a))))$	<code>?- suma(s(s(0)),X,s(s(s(0)))).</code>
<i>¿Qué dos números suman 3?</i>	$\text{¿} \vdash \exists x \exists y S(x,y,s(s(s(a)))) \text{?}$	$\neg S(x,y,s(s(s(a))))$	<code>?- suma(X,Y,s(s(s(0)))).</code>

Ejercicio: Vida Natural

- Sabemos que los arácnidos tienen cuatro pares de patas locomotoras; los insectos son animales invertebrados que presentan seis patas; y las serpientes son reptiles cuya característica principal es la ausencia de patas.
- También sabemos que la tarántula, la viuda negra, y el alacrán son arácnidos; la hormiga, la mosca, y la avispa son insectos; y la cobra, la víbora, y la boa son serpientes.
- Escribir un **programa Prolog** que responda cuántas patas tiene cada uno de los animales mencionados.

Ejercicio: Enfermedades

- Sabemos lo siguiente con respecto a enfermedades:
 - Manuel padece gripe y hepatitis.
 - Ignacio padece hepatitis.
 - Ana padece gripe.
 - José padece intoxicación.
 - La fiebre es síntoma de gripe.
 - El cansancio es síntoma de hepatitis y síntoma de gripe.
 - La diarrea es síntoma de intoxicación.
 - La aspirina suprime la fiebre.
 - El lomotil suprime la diarrea.
 - Un medicamento alivia una enfermedad si la enfermedad tiene un síntoma que sea suprimido por el medicamento.
 - Una persona debería tomar un medicamento si padece una enfermedad que sea aliviada por el medicamento.
- Escribir un **programa Prolog** que refleje dicho conocimiento y permita resolver las siguientes cuestiones:
 - ¿Podemos conocer qué dolencia tiene Manuel? ¿Y Ana?
 - ¿Quién padece gripe?
 - ¿Qué síntomas tiene José?
 - ¿Quién padece diarrea?
 - ¿Quién está cansado?
 - ¿Hay algún medicamento que alivie a Manuel?
 - ¿Hay algún síntoma que compartan Ignacio y Ana?

Ejercicio: Medicamentos

- Escribir un **programa Prolog** que permita responder a preguntas sobre la composición de medicamentos. Se sabe que:
 - ❑ Las siguientes sustancias son medicamentos: Algidol, Apiretal, Bisolgrip, Fer in sol, Feosol y Mol Iron
 - ❑ Las siguientes sustancias tienen como ingrediente principal activo paracetamol: Algidol, Apiretal y Bisolgrip
 - ❑ El paracetamol interactúa con las siguientes sustancias: rifampicina, propranolol, isionazida, alcohol etílico
 - ❑ Los siguientes medicamentos tienen como ingrediente principal activo sulfato de hierro: Fer in sol, Feosol y Mol Iron
 - ❑ El sulfato de hierro tiene hierro
- Se quiere responder a preguntas como las siguientes:
 - ❑ ¿Qué medicamentos contienen paracetamol?
 - ❑ ¿Cuál es la composición del Apiretal?
 - ❑ ¿Cuál es el principal ingrediente activo del Algidol?
 - ❑ ¿Con qué sustancias interactúa el Bisolgrip?
 - ❑ ¿Qué medicamentos tienen hierro?

Ejercicio: Analizar los siguientes predicados

- Sin utilizar el intérprete, indicar qué respuestas proporciona el siguiente predicado a las siguientes consultas
 - ¿De quién es descendiente Bart ('bart')?
 - ¿Quiénes son descendientes de alguien?
- Predicado A:
 - descendiente2(X,Y):- descendiente2(X,Z), hijo2(Z,Y).
 - descendiente2(X,Y):- hijo2(X,Y).
 - hijo2(bart,homero).
 - hijo2(homero,abuelo).

Ejercicio: Analizar los siguientes predicados

- Sin utilizar el intérprete, indicar qué respuestas proporciona el siguiente predicado a las siguientes consultas
 - ¿De quién es descendiente Bart ('bart')?
 - ¿Quiénes son descendientes de alguien?
- **Predicado B:**
 - descendiente3(X,Y):- hijo3(X,Y).
 - descendiente3(X,Y):- descendiente3(X,Z), hijo3(Z,Y).
 - hijo3(bart,homero).
 - hijo3(homero,abuelo).

Ejercicio: Analizar los siguientes predicados

- Sin utilizar el intérprete, indicar qué respuestas proporciona el siguiente predicado a las siguientes consultas
 - ¿De quién es descendiente Bart ('bart')?
 - ¿Quiénes son descendientes de alguien?

- **Predicado C:**

descendiente(X,Y):- hijo(X,Y).

descendiente(X,Y):- hijo(Z,Y), descendiente(X,Z).

hijo(bart,homero).

hijo(homero,abuelo).

Ejercicio: Relaciones Laborales

- Escribir un predicado **jefe/2** que liste quien es jefe de quien
 - jefe(X,Y) si y sólo si X es jefe directo de Y
- Escribir un predicado **colegas/2** que liste parejas de personas que tienen el mismo jefe directo (no debe ser un conjunto de hechos)
 - colegas(X,Y) si y sólo si X e Y tienen un jefe directo común
- Escribir un predicado **jefazo/2** (no debe ser un conjunto de hechos) tal que
 - jefazo(X,Y) si y sólo si X está por encima de Y en la cadena 'quien es jefe de quien'

Programación Declarativa: Lógica y Restricciones

Ejemplos iniciales de programas lógicos

Luis Iraola

Mari Carmen Suárez de Figueroa

DIA, UPM

