

Introducción a la Programación Lógica

Lógica, Curso 2014-15

Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid

Inteligencia Artificial

Cláusulas de Horn

- Las cláusulas de Horn simplifican el proceso de demostración automatizada de teoremas.
- Se pueden transformar en un conjunto de átomos afirmados que implican una o varias conclusiones.
- Permiten representar la mayoría de proposiciones y predicados lógicos.
- Un programa de Prolog está compuesto por un conjunto de cláusulas de Horn.

Ejemplo: $p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \rightarrow q$

Ejemplo: $p(X) \wedge q(X, Y) \wedge \dots \rightarrow r(X)$

Términos en PROLOG

- Constantes: elementos concretos del dominio, representadas con minúsculas (a,b,c,juan,pedro, etc..).
- Variables: representan objetos por determinar.
 - Secuencia de letras, dígitos y _ comenzando por mayúscula
 - Las variables son semejantes a incógnitas: no se les puede asignar valores a voluntad.
 - Ejemplos:
 - X1
 - Padre
 - X
 - Num_Telef
 - ListaClientes

Hechos en PROLOG

- Son predicados aplicados a términos constantes.
- En PROLOG todo se termina con un **punto** ‘.’.
- Ejemplo:
 - padre(maria,guillermo).
 - padre(antonio, guillermo).
 - padre(guillermo, juan).
 - haceSol.

- También podemos establecer relaciones entre predicados, por ejemplo:

$Padre(Y, X) \rightarrow Hijo(X, Y)$ (lógica)

- Una regla en PROLOG tiene la forma: *Cabeza* : – *Cuerpo*
 $Hijo(X, Y) : \neg Padre(Y, X)$ (prolog)

- Que es lo mismo que decir que para Y padre de X se cumple X es su hijo (del padre Y).
- Las variables de la cabeza son **universales**, las que sólo están en el cuerpo son **existenciales**.
- Los hechos son simplemente reglas sin cuerpo.
- Se usa la **coma** (,) para representar la conjunción en el antecedente.

Reglas en PROLOG (II)

- La forma de salvar algunas de las limitaciones de las cláusulas de Horn es la siguiente:
 - Conjunción en el consecuente:

Lógica	PROLOG
$p \rightarrow q \wedge r$	$q : -p. r : -p.$

- Disyunción en el Antecedente:

Lógica	PROLOG
$p \vee q \rightarrow r$	$r : -p. r : -q.$

- PROLOG permite CONSULTAR si un hecho está en la base de conocimiento:
?- padre(maria, guillermo).
true.
- Si se usan variables, devuelve las UNIFICACIONES que hacen verdad la consulta:
?- padre(maria, X).
X=guillermo.
- La consulta puede ser compuesta:
?- padre(maria, X),padre(X,Y)
X=guillermo.
Y=juan.

Reglas Avanzadas en PROLOG

- Un predicado puede estar definido en función de otros
 $padre(X, Y) : - progenitor(X, Y), hombre(X).$
- Incluso puede estar definido en función de sí mismo, lo que da lugar a expresiones recursivas.

$factorial(0, 1).$

$factorial(X, Y) : -$

$X1 \text{ is } X - 1,$

$factorial(X1, Z),$

$Y \text{ is } Z * X, !.$

Tipos de Razonamiento

Partimos del siguiente ejemplo formado por Cláusulas de Horn. ¿Se puede deducir “s”?

- | | | |
|---|----------------------------|-----------|
| 1 | $p \wedge r \rightarrow q$ | Premisa 1 |
| 2 | $q \rightarrow s$ | Premisa 2 |
| 3 | p | Premisa 3 |
| 4 | r | Premisa 4 |

Encadenamiento hacia delante

- También llamado dirigido por datos
 - 1 Se parte de los hechos conocidos en BC .
 - 2 Se escoge una cláusula de Horn B_i de BC tal que los hechos del antecedente sean todos conocidos.
 - 3 Se añade a BC como hecho el consecuente de B_i .
 - 4 Se repite el proceso hasta que no se puedan generar sentencias nuevas o se haya llegado a la conclusión buscada α .

Ejemplo de Encadenamiento hacia delante

	Hechos	Regla
1	p, r	$p \wedge r \rightarrow q$
2	p, r, q	$q \rightarrow s$
3	p, r, q, s	fin

Encadenamiento hacia atrás

- También llamado dirigido por objetivos
- Puede contestar a la pregunta de ¿en qué mundos sería verdadera la conclusión buscada? (valores que tendrían que haber en la BC)
 - 1 Se inicializa una pila de objetivos con α .
 - 2 Se busca una sentencia (B_i) en BC que tenga el primer objetivo de la pila α como consecuente. Si no se puede encontrar, el algoritmo termina: no se puede obtener α .
 - 3 Si los antecedentes de B_i están en BC , entonces se retira el primer objetivo de la pila y se añade a la BC . Si la pila ha quedado vacía, se termina: se demuestra que se puede deducir α .
 - 4 Si los antecedentes no están, se añaden los antecedentes a pila y se va a (2)

Ejemplo de Encadenamiento hacia atrás

	Hechos	Objetivos	Regla
1	p, r	s	$q \rightarrow s$
2	p, r	$q, (s)$	$p \wedge r \rightarrow q$
3	p, r, q, s	fin	

- Los métodos de encadenamiento son completos sólo cuando se usan Cláusulas de Horn
- En estos casos el proceso de deducción se puede realizar en tiempo lineal con respecto al tamaño de la base de conocimiento
- El encadenamiento hacia atrás va “directo” al objetivo requerido
- Se usa en PROLOG para responder a las consultas
- Y también para encontrar la unificación concreta que responde a la consulta