PROLOG
PROgramación en LÓGica

Lógica para Ciencias de la Computación

Primer Cuatrimestre de 2008

– Material Adicional –

Repaso

- En el paradigma de la programación en lógica sólo se debe describir el problema considerado.
- La solución será encontrada al interpretar el programa lógico asociado.
- Un programa lógico describe un conjunto de relaciones entre objetos.
- Se compone de hechos y reglas.
- Las consultas permiten explorar las relaciones definidas por un programa lógico.

Sintaxis Formal

programa ::= cláusula . | cláusula . programa
cláusula ::= predicado | predicado :- predicados
predicados ::= predicado | predicado , predicados
predicado ::= nombre | nombre (términos)
términos ::= término | término , términos
termino ::= nombre | variable | lista | estructura
estructura ::= nombre (términos)
lista ::= [términos] | [términos | lista] | [ ]

Programa

```
padre_de(homero, bart).
hermanos(X,Y):-  padre_de(P, X), padre_de(P, Y).
```

Estructuras

```
cliente (homero, simpson, av_s_viva, 742).
```

```
cliente (nom(homero, simpson),
                    calle(av_s_viva), nro(742) ).
```

```
cliente (nom(homero, simpson),
                dir(calle(av_s_viva), nro(742) ))
```

Estructuras y Listas

- Las estructuras se asemejan a los predicados en su forma, pero no en su rol:
  - Las estructuras son objetos, y por lo tanto aparecen como argumentos a predicados.
- Las estructuras pueden contener estructuras.
- Las listas son un tipo especial de estructura.

Sustitución

Def.: Una sustitución es un conjunto finito de pares ordenados $[X_n,\ T_n]$ donde X_n es una variable y T_n es un término, tales que:

- para cada $i \neq j$, se verifica que $X_i \neq X_j$, y
- para todo valor posible de i, j, se debe cumplir que X_i no aparezca en T_j.

Terminología: Aplicar una sustitución consiste en efectuar los reemplazos correspondientes.

Ejemplos

$\theta_1 = \{ [X/a], [Y/b] \}$
$\theta_2 = \{ [X/a], [X/b] \}$
$\theta_3 = \{ [X/Z], [Y/a] \}$
$\theta_4 = \{ [a/b], [b/a] \}$
$\theta_5 = \{ [X/a], [Y/X] \}$

$s(X)\ \theta_1 = s(a)$
$p(Y)\ \theta_1 = p(b)$
$p(s(X))\ \theta_1 = p(s(a))$

¡Sólo θ_1 y θ_3 respetan la definición anterior!

Instanciación

Def.: Sean A y B sendos términos. Diremos que A es una instancia de B si, y sólo si, existe una sustitución θ tal que $A = B\theta$.

$s(X) \quad \theta = \{[X/a]\} \quad s(a) = s(X)\theta$

$s(X) \Downarrow s(a)$

$t(X) \Downarrow t(Y) \qquad t(Y) \Downarrow t(X)$

Instanciación

- Resumiendo, sean A y B sendos términos:
  - A puede ser instancia de B, pero B no ser instancia de A.
  - A puede ser instancia de B y B instancia de A.
  - B puede ser instancia de A, pero A no ser instancia de B.
  - A puede no ser instancia de B, ni B de A.
- Notemos que si A es una instancia de B, B es más general que A.

A	B
s(a)	s(X)
s(U)	s(V)
Idem al primero	
s(a)	s(b)
f(X,b)	f(a, Y)

Intérprete Abstracto

- La ejecución de cualquier programa Prolog puede ser simulada mediante un intérprete abstracto, donde:
  - ENTRADA: Un programa lógico P y una consulta fija G.
  - SALIDA: **YES** si G es satisfecha por P; **NO** en caso contrario.
- Terminología: Una consulta fija es una consulta sin variables.

¿Qué respondería PROLOG?

```
1. p(a) :- q(a), r(b).
2. q(a).
3. r(b).
```

```
?- p(a).
yes
```

- ¿Como nos damos cuenta que p(a) es satisfecha por el programa?
- Para el siguiente algoritmo tener presente que un hecho puede verse como una regla con cuerpo vacío.

Intérprete Abstracto

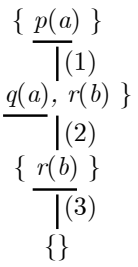
1. **Inicializar RESOLVENTES en G;**
2. **Mientras RESOLVENTES no esté vacío, hacer lo siguiente:**
   1. **Elegir una meta A de RESOLVENTES;**
   2. **Elegir una instancia fija $A' \leftarrow B_1, B_2, \ldots, B_n$ de alguna regla presente en P, tal que A y A' sean idénticos (en caso de que no haya regla alguna en estas condiciones, salir del mientras);**
   3. **Reemplazar a A por $B_1, B_2, \ldots, B_n$ en RESOLVENTES;**
3. **Si RESOLVENTES está vacío, retornar YES; caso contrario, retornar NO;**

Trazas

1. p(a) :- q(a), r(b).
2. q(a).
3. r(b).

?- p(a).

yes

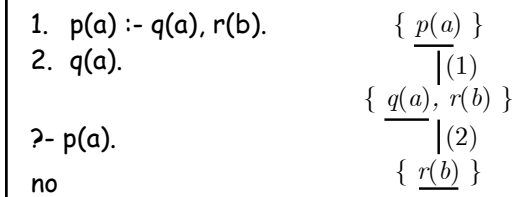


Trazas

1. p(a) :- q(a), r(b).
2. q(a).

?- p(a).

no

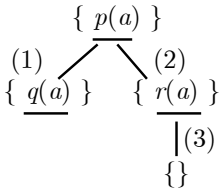


Trazas

1. p(a) :- q(a).
2. p(a) :- r(a).
3. r(a).

?- p(a).

yes



predicado =/2

- El predicado predefinido =/2 denota la relación "son iguales".

Ejemplos

```
?- =(a, a).
yes
```

```
?- =(a, b).
no
```

- Para comodidad del programador, Prolog permite emplear notación infija para =/2.

```
?- a = a.
yes
```

```
?- a = b.
no
```

predicado =/2

- El predicado predefinido =/2 denota la relación "son iguales".
- ¿Pero cual es el significado de la siguente consulta y qué responde Prolog frente a ella?

```
?- f(X) = f(a).
X = a
```

¿f(X) y f(a) son iguales?
Si, cuando X = a.

predicado =/2: ejemplos

```
?- f(Y) = f(g(a)).
Y = g(a)
```

```
?- f(a) = f(g(X)).
no
```

```
?- h(X,b) = h(a,Y).
X = a
Y = b
```

```
?- h(X,X) = h(a,b).
no
```

```
?- X = Y.
```

PROBARLO Y PREGUNTAR

predicado \=/2

• Tiene éxito cuando sus argumentos NO pueden hacerse iguales.

• Es decir, devuelve yes cada vez que *=/2* devuelve no y viceversa.

```
?- a \= a.
no
```

```
?- a \= b.
yes
```

```
?- X \= a.
no
```

• Observar que solo responde yes o no!!!

Expresiones numéricas y predicado is/2

• En Prolog, las expresiones numéricas se representan mediante *estructuras*.

• A continuación se muestra una BNF describiendo la sintáxis de las expresiones:

E ::= Numero | +(E_1, E_2) | -(E_1, E_2) | *(E_1, E_2) | …

```
+(2,3)
*(5,+(3,2))
-(*(5,8),10)
```

Para comodidad del programador, Prolog admite el uso de notación infija.

```
2+3
5*(3+2)
5*8-10
```

predicado is/2

• Sean T y E términos, donde E representa una expresión numérica. La consulta

?- **T is E**

permite verificar si **T** es igual al resultado de evaluar **E**

T is E ⟺ es equivalente a **T = *res_eval_E***

predicado is/2: ejemplos

```
?- 5 is 2+3.
yes
```

```
?- 8 is 2+3.
no
```

```
?- R is 5*8.
R = 40
yes
```

```
?- W is [1,2,3]
ERROR
```

```
?- R is 2+X.
ERROR
```

FIN