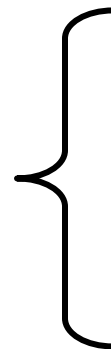


INTRODUCCIÓN A PROLOG

- Lenguaje declarativo (opuesto a procedimentales) basado en reglas de la lógica
- PROLOG = "Programming in Logic"
- Originado en Europa a principios de los 70's por Alain Colmerauer (Universidad de Marsella, Francia)

Programas
en Prolog



Hechos

Reglas

- La información se extrae por medio de *consultas*

HECHOS

- Propositiones:
 - "Juan es un programador"
 - "El león es un mamífero"

programador(juan) .
mamifero(leon) .

- Nótese que se anota primero el *predicado* y entre paréntesis el sujeto de la proposición

SINTAXIS

- Variables: Mayúsculas.
- Constantes: Minúsculas.
- Cada afirmación debe terminar con un punto.
- No se aceptan constantes con espacios en blanco, en lugar de ello se usa el

guión bajo (_). P. ejem.
`primer_ministro.`

- Los comentarios empiezan con el símbolo %

RELACIONES

- “Juan es el padre de Miguel”

`padre(juan, miguel).`

REGLAS

- Sentencias condicionales
- “Si el león come carne, entonces es carnívoro”

`carnivoro(leon) :- comecarne(leon)`

CONJUNCIONES

- Emplea el operador lógico AND
- Se utiliza la coma (,)

`tia(X, Y) :-hermana(X, Z) , padre(Z, Y) .`



Regla
(Condición)



AND

DISYUNCIONES

- Emplea el operador lógico OR
- Se utiliza el punto y coma (;)

`hijo(X, Y) :-padre(Y, X) ; madre(Y, X) .`



Regla
(Condición)



OR

CONSULTAS

- No es necesario programar el mecanismo de búsqueda
- Utiliza la *resolución* en sus derivaciones (generalización del *modus ponendo ponens* junto con la *unificación*)
- P. ejem.

```
lagarto(iguana) .  
serpiente(vibora) .  
mamifero(conejo) .
```

Las consultas pueden ser interactivas mediante el indicador de comandos (**?-**):

```
?- lagarto(iguana).    ¿Una iguana es un  
                       lagarto? (Termine la  
                       expresión con  
                       punto)
```

Yes.

Respuesta de Prolog

?-

Indicador que
espera el sig.
Comando

?-serpiente(conejo). ¿Un conejo es
serpiente?

no.

Respuesta de Prolog

Se pueden usar variables en las consultas:

?- lagarto(X).

Nombre de un
lagarto (Note la X
mayúscula)

X=iguana

Respuesta de Prolog
(Oprima ENTER para
terminar la consulta
o ESPACIO para
buscar otra
ocurrencia)

Yes

Otro ejemplo:

```
pais(usa) .  
pais(canada) .  
pais(mexico) .  
capital(usa,washington) .  
capital(canada,ottawa) .  
capital(mexico,cd_mexico) .
```

Consultas realizadas:

```
?- pais(mexico).  
yes.
```

```
?- capital(canada,washington).  
no.
```

```
?- pais(japon).  
no.
```

```
?- pais(X).  
X=usa  
X=canada  
X=mexico  
yes.
```

?- capital(canada,B).

B=ottawa

yes.

?- capital(R,washington).

R=usa

yes.

BACKTRACKING (RETROCESO)

- Las consultas pueden tener una o varias metas
- Consideremos el sig. ejemplo:

compra (X, Y) :- sevende (Y) , gusta (X, Y) , bueno (Y) .

sevende (vestido) .

sevende (sombrero) .

sevende (zapatos) .

gusta (jaime, zapatos) .

gusta (maria, vestido) .

gusta (maria, sombrero) .

bueno (sombrero) .

- La regla *compra* tiene éxito si todas sus metas tienen éxito.

- Prolog intenta satisfacer las metas de la consulta de izquierda a derecha y para cada meta va probando las cláusulas correspondientes

1er. Intento:

```
compra(Z, vestido) :-  
sevende(vestido), gusta(Z, vestido), bueno  
    (vestido).
```

- Busca la cláusula para sustituir **Z** (de izq. a der.), teniendo a **vestido** como segundo argumento y encuentra `gusta(maria, vestido)`
- Se tiene ahora:

```
compra(maria, vestido) :-  
sevende(vestido), gusta(maria, vestido),  
    bueno(vestido).
```

- La regla fracasa porque no hay regla que satisfaga `bueno(vestido)`

- Esto no significa que `compra(maria, vestido)` haya fracasado, sino que se ha seleccionado una cláusula que no conduce a la solución.
- Por esa razón es necesario aplicar un *retroceso* (*backtracking*).

2o. Intento:

```
compra(Z, sombrero) :-  
  sevende(sombrero), gusta(Z, sombrero),  
  bueno(sombrero).
```

- Busca la cláusula para sustituir `Z` (de izq. a der.), teniendo a `sombrero` como segundo argumento y encuentra `gusta(maria, sombrero)`

- Se tiene ahora:

```
compra(maria, sombrero) :-  
sevende(sombrero), gusta(maria, sombrero,  
bueno(sombrero)).
```

- La regla tiene éxito porque se hace una prueba satisfactoria a `bueno(sombrero)`

ENTRADA Y SALIDA

- Se usa el comando `write` para desplegar un texto o una variable en la pantalla

```
write('Hola...').
```

```
saludo:- nl, tab(4),write('Hola '),  
nl, tab(20), write(X).
```

- Se usa el comando `read` para capturar desde el teclado

```
name:- write('Anote su nombre:'),  
       read(Nombre), nl, write('Hola  
                               '),write(Nombre).
```

- Nótese que la variable `Nombre` inicia con mayúscula.

ESTRUCTURAS

- Se pueden utilizar varios datos a la vez:
`nacimiento(pedro, fecha(23, ago, 1970)).`

?- `nacimiento(pedro, X).`
`X=fecha(23, ago, 1970)`
yes.

- Consultas de todas las personas nacidas en Agosto:

?- nacimiento(X, fecha(Y, ago, Z)).

X=pedro

yes.

ARITMÉTICA

- Se usa el predicado `is`

?- X is 3+4

X=7

yes.

- Uso de operaciones aritméticas en predicados:

suma(A, B, C):- C is A + B.

?- suma(3, 4, 7).

yes.

?- suma(3, 4, X).

X=7

yes.

CICLOS

- En Prolog, casi no se usan ciclos, en lugar de ellos se aplica recursividad; sin embargo, se pueden implementar.
- P. ejem. Para imprimir los números del 1 al 10 se usa ...

```
lista(M, N):- M<=N, nl, write(M),  
NuevoM is M+1, lista(NuevoM, N).
```

LISTAS

- En Prolog no hay matrices, en su lugar se usan Listas.

```
[maria, javier, juan]
```

```
[] %lista vacía
```

CABEZA Y COLA DE LISTAS

- Si se tiene la lista $[a, b, c, d]$, la a es la cabeza y la cola es la lista $[b, c, d]$
- Una lista cuya cabeza es A y cola es B se anota como $[A \mid B]$
- El predicado

`primer_elemento(X, [X|_]).`

tiene éxito si X es el primer elemento de la lista.

IMPRIMIR LOS ELEMENTOS DE UNA LISTA

- Si la lista no está vacía, primero se imprime la cabeza y luego la cola:

```
imprimir( [A | B] ):- write(A),  
                    imprimir(B).
```

AGREGAR ELEMENTOS A UNA LISTA

- Este predicado tiene tres listas: A, B y C, donde A y B se fusionan en el mismo orden y generan C:

```
agregar([A | ColaA], B,[A,ColaC]):-  
        agregar(ColaA, B, ColaC).
```


LA NEGACIÓN COMO FRACASO

- El predicado $\backslash+$ tiene éxito sólo si fracasa su argumento.
- Considere los siguientes hechos:

roja(rosa).

verde(hierba).

blanca(margarita).

- Suponga la siguiente consulta:

?- roja(amapola).

no.

- Esto no significa que las amapolas no sean rojas, sino que no hay hechos que lo confirmen. O sea que

?- $\backslash+$ roja(amapola).

yes.

?- $\backslash+$ roja(rosa).

no.

CORTES

- Es un predicado que cuando se invoca detiene las inferencias y fija las decisiones tomadas hasta ese momento.
- Impide el retroceso
- Se denota por el símbolo **!**
- No se puede rehacer ninguna meta que precede al corte
- Sólo se permite el retroceso a las metas ubicadas después del corte

`melodia(X):- la(X),!, re(X), mi(X).`

- Una vez que `la(X)` tiene éxito, se hace el corte y esto fija todas las opciones.
- No se puede rehacer `la(X)`

- Cualquier otra meta que tenga el predicado `melodia(X)` se excluirá de las consideraciones posteriores

LAS LISTAS COMO EXPRESIONES LÓGICAS

- Representación de operadores lógicos como listas
- La *negación* se puede representar como una lista de dos elementos: la palabra `neg` y una expresión lógica.
- Las *conjunciones*, *disyunciones*, *implicaciones* y *equivalencias* se pueden representar como una lista de tres

elementos: el alcance izquierdo, la conexión lógica y el alcance derecho.

- Definiciones:

1. Conexiones binarias	and, or, then, iif
2. Constantes lógicas	v y f
3. Variables lógicas	Son expresiones
4. Si A es una expresión	[neg, A] también lo es
5. Si A y B son expresiones y Con es una conexión lógica	[A, Con, B] es una expresión

- Dichas definiciones se pueden traducir a Prolog y hacerse ejecutables.
- Se abrevian constantes lógicas (**clog**), variables lógicas (**vlog**), conexión binaria (**conbi**) y expresiones (**expr**).
- Se supone que las variables lógicas son **p, q, r y s**.
- El programa queda de la sig. forma:

```
conbi(and).
conbi(or).
conbi(then).
conbi(iif).
clog(v).
clog(f).
vlog(p).
vlog(q).
vlog(r).
vlog(s).
expr(X):-clog(X).
expr(X):-vlog(X).
expr([neg, A]):-expr(A).
expr([A, Con, B]):-expr(A),
conbi(Con), expr(B).
```

- Para probar las expresiones y verificar que estén bien formadas:

$p \& (q \rightarrow \neg r)$

?- expr([p, and, [q, then, [neg, r]]]).
yes.

EVALUACIÓN DE EXPRESIONES LÓGICAS

- Se supone que todo aquello que no se pueda demostrar que es cierto, se considera falso por definición.

- Consideraciones:
 1. La constante lógica ν es verdadera
 2. Existe una lista de variables lógicas, todas las cuales son ciertas por definición.
 3. $[\text{neg}, A]$ es cierto si A es falsa.
 4. $[A, \text{and}, B]$ es cierto si A es cierto y B es cierto.
 5. $[A, \text{or}, B]$ es cierto si A es cierto.
 6. $[A, \text{or}, B]$ es cierto si B es cierto.
 7. $[A, \text{then}, B]$ es cierto si A no es cierto.
 8. $[A, \text{then}, B]$ es cierto si B es cierto.
 9. $[A, \text{iif}, B]$ es cierto si $[A, \text{then}, B]$ y $[B, \text{then}, A]$ son ciertos.

- Suponemos que q y r son ciertas y todas las demás variables son falsas:

```
true(q).
true(r).
true( [neg, A] ):-\+(true(A)).
true( [A, and, B] ):-true(A),
true(B).
true( [A, or, B] ):-true(A).
true( [A, or, B] ):-true(B).
true( [A, then, B] ):-true(B).
true( [A, then, B] ):-\+(true(A)).
true( [A, iif, B] ):-true(
[A,then,B]), true([B, then, A]).
```


EL PREDICADO ASSERT

- Este predicado toma un argumento que debe ser instanciado a una cláusula.
- Agrega un hecho a la base de conocimiento.
- Tiene dos variantes:
 - `asserta(X)` coloca la cláusula instanciada a **X** antes de otra cláusula del mismo predicado
 - `assertz(X)` coloca la cláusula instanciada a **X** después de otra cláusula del mismo predicado

?- `asserta(hombre(juan)).`
yes.

?- `hombre(X).`
X=juan.

EL PREDICADO RETRACT

- Este predicado toma un argumento que debe ser eliminado de una cláusula.
- Elimina un hecho de la base de conocimiento.

?- **asserta(hombre(juan)).**
yes.

?- **asserta(hombre(pedro)).**
yes.

?- **hombre(X).**
X=juan;
X=pedro
yes.

?- **retract(hombre(juan)).**
yes.

?- **hombre(X).**
X=pedro
yes.

EJERCICIO

- Elabore un programa en Prolog con su árbol genealógico, donde los hechos sean únicamente predicados del tipo padre (- , -) ó madre (- , -)
- Programe los predicados con las reglas necesarias para encontrar las relaciones de parentesco más comunes, tales como:
 - a) hermano(A,B).
 - b) primo(A,B).
 - c) tío(A,B).
 - d) hijo(A,B).
 - e) nieto(A,B).
 - f) abuelo(A,B).
 - g) bisabuelo(A,B).
 - h) bisnieto(A,B).
 - i) cuñado(A,B).
 - j) concuño(A,B).
 - k) etc.