

# Laboratorio de Conocimiento y Razonamiento Automatizado

Francisco Javier Bueno Guillén  
José Enrique Morais San Miguel

## 0.- Introducción al Prolog

1.- ¿Quién es quién?

2.- Procesamiento Lenguaje Natural en Prolog

3.- Scheme ( $\lambda$ -Cálculo)

- La mayor parte debe realizarse en las propias sesiones.
- Antes de la defensa hay que entregar un **CD-ROM** con los programas.
- Se tendrá en cuenta el trabajo realizado en el laboratorio.
- A la hora de evaluar las prácticas, se tendrán en cuenta aspectos como: calidad del código, estilo de programación, limpieza del código, comentarios,...
- La defensa de las prácticas se realizará, salvo causas de fuerza mayor, los siguientes días: Práctica 1 el 12 de Marzo, Práctica 2 el 16 de Abril y Práctica 3 en una fecha por determinar posterior al final de las clases.

## Clásicos de la programación en Prolog:

- W. Clocksin, C. Mellish, “Programming in PROLOG”, Springer–Verlag.

*Libro que describe, de facto, el estándar de Prolog.*

- W. Clocksin, “Clauses and Effects”, Springer–Verlag.

*Otro buen libro de Prolog.*

- L. Sterling, E. Shapiro, “The Art of Prolog”, 3th Ed, MIT Press, 1999.

*Otro clásico.*

Pueden ser útiles los siguientes enlaces:

- P. Brna, “Prolog programming”

[http://comp.mq.edu.au/units/comp248/resources  
/brna-prolog-book.pdf](http://comp.mq.edu.au/units/comp248/resources/brna-prolog-book.pdf)

- U. Nilsson, J. Maluszynski, “Logic Programming and Prolog”, 2nd Ed, Wiley, 1995.

<http://www.ida.liu.se/~ulfni/lpp/>

- Algunas notas y transparencias sobre Prolog en

<http://staff.science.uva.nl/~ulle/teaching/prolog/>

## SWI-Prolog

- Ejecutables, código fuente y manuales en

<http://www.swi-prolog.org/>

- Versiones para Windows, Unix y Mac OS.
- Entorno de desarrollo: Eclipse

<http://www.eclipse.org>

con el plugin:

<http://prodevtools.sourceforge.net/>

- El `Prolog` está basado en la lógica y es **interpretado** (típicamente).
- Los programas tienen **hechos** y **reglas**.
- Los **hechos** son informaciones y premisas sobre el problema a resolver.
- Las **reglas** indican cómo inferir información de los hechos.
- Los programas se ejecutan mediante **preguntas** al sistema.
- Las **preguntas** indican la información que queremos obtener.

Los **hechos** codifican información sobre el problema.

## Ejemplo

```
padre(juan,pedro).% Juan es el padre de Pedro  
padre(fernando,pedro).% ...  
madre(alonso,maria).% ...
```

- Los hechos, las preguntas y las reglas terminan siempre en '.'
- Los comentarios se indican con %



# Preguntas

Las **preguntas** sirven para **ejecutar** el programa.

## Ejemplo

```
?-padre(fernando,pedro) .  
    True.  
?-padre(fernando,paco) .  
    False.  
?-padre(fernando,X) .  
    X=pedro.  
    True.
```

Las variables comienzan **siempre** con **mayúscula**.

Las **reglas** indican cómo extraer información sobre el problema.

## Ejemplo

```
hermanos(X,Y):-padre(X,Z),padre(Y,Z).  
hermanos(X,Y):-madre(X,Z),madre(Y,Z).  
% Son hermanos si tienen el mismo padre o  
% la misma madre.
```

La ',' indica la conjunción lógica, el ';' la disyunción y '\+' la negación.

## Ejemplo

```
?-hermanos(juan,fernando).  
True.  
?-hermanos(juan,X).  
X=juan  
X=fernando
```

# ¿Cómo contesta a las preguntas el Prolog (1)?

- Lee el programa de manera descendente (**¡el orden importa!**).
- Busca hechos o reglas que se correspondan con la pregunta.
- Intenta averiguar el valor de las variables para que la pregunta se correspondan con hechos o reglas.

## Ejemplo

```
padre (juan, pedro) .  
padre (fernando, pedro) .  
madre (alonso, maria) .  
?-padre (juan, X) .  
    X=pedro  
    True.
```

Si la pregunta es compuesta, se contestan las subpreguntas de izquierda a derecha (**¡el orden sigue importando!**).

# ¿Cómo contesta a las preguntas el Prolog (2)?

## Ejemplo

```
padre(juan,pedro) .  
padre(fernando,pedro) .  
madre(alonso,maria) .
```

```
?-padre(fernando,X),padre(Y,X) .
```

*Primero considera la primera subpregunta*

```
--> padre(fernando,X)
```

*Obtiene como respuesta*

```
--> X=pedro
```

*Substituye X por pedro en lo que resta y considera la subpregunta*

```
--> padre(Y,pedro)
```

*Da como **primera** respuesta a la pregunta global*

```
Y=juan
```

```
...
```

# Representación de listas

- Una lista es una colección de objetos entre corchetes.
- Se usa el operador `|` para acceder al primer elemento y a la lista de los restantes.
- El operador `|` también sirve para construir listas.

## Ejemplo

```
?-[X|Y]=[0,1,2,3,4,a,b,5,6].
```

```
X=0
```

```
Y=[1,2,3,4,a,b,5,6]
```

```
True.
```

```
?-X=[0|[1,2]].
```

```
X=[0,1,2]
```

```
True.
```

## Ejemplo

```
?- [X, Y|Z] = [0, 1, 2, 3, 4, a, b, 5, 6] .
```

```
  X=0
```

```
  Y=1
```

```
  Y=[2, 3, 4, a, b, 5, 6]
```

```
  True.
```

```
?- [X, 0|Z] = [0, Y, 2, 3, 4, a, b, 5, 6] .
```

```
  X=0
```

```
  Y=0
```

```
  Y=[2, 3, 4, a, b, 5, 6]
```

```
  True.
```

# Operaciones con listas

- **append/3**: concatena dos listas.
- **union/3**: une dos listas (elimina duplicados).
- **member/2**: verifica si un término está en la lista.
- **length/2**: da la longitud de la lista.
- **reverse/2**: invierte la lista.

## Ejemplo

```
?-append([1,2],[3,4],X) .  
    X=[1,2,3,4] ...  
?-append([1,2],X,[1,2,3,4]) .  
    X=[3,4] ...  
?-union([1,2],X,[1,2,5,6]) .  
    X=[1,2,5,6] ...  
?-member(X,[1,2,3]) .  
    X=1  
    X=2 ...
```

# Recorrido de Listas

- Para recorrer listas hay que construir reglas recursivas.
- Estas reglas indican qué es lo que hay que hacer con los primeros elementos y cuándo hay que parar.

## Ejemplo

```
list_longitud([_ |Y],N):- list_longitud(Y,N1),  
                           N is N1 + 1.  
list_longitud([],N):- N is 0.
```

La variable `_` se usa cuando no nos interesa el resultado.

## Ejemplo

```
write_list(X):- member(Y,X),write(Y),fail.
```

`fail` es siempre falso (**¡no encuentra respuesta!**).



- Los términos compuestos o estructuras reúnen varios átomos de forma ordenada. Tienen **funtor** y **argumentos**.
- Se puede acceder a sus elementos empleando el operador '='.. que *devuelve* una lista.
- ¡Un átomo es una estructura sin argumentos.!
- ¡Las listas son estructuras!

## Ejemplo

```
?-padre(juan,pedro) =.. X.  
   X=[padre,juan,pedro]  
?-X =.. [hombre,juan].  
   X=hombre(juan) ...  
?-paco=.. X.  
   X=[paco] ...  
?-[1,2,3]=.. .(1,. (2,. (3, []))) .  
   True
```

## I/O

- Para escribir en pantalla se usa el predicado `write`. Se evalúa siempre a `True` pero tiene el efecto secundario de producir salida por pantalla.
- Para leer de teclado se utiliza el predicado `read`
- Se puede acceder a sus elementos empleando el operador `'=..'` que *devuelve* una lista.

```
:-read(X),write('Has dicho...'),write(X).
```

Para consultar (cargar en memoria) programas se utiliza `consult`:

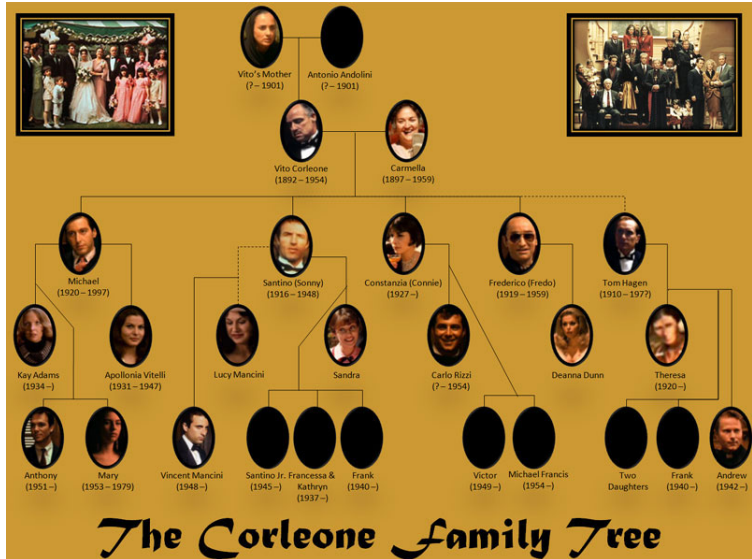
```
:-consult('c:/temp/test.pl').
```

# Práctica 0: Introducción

En esta práctica se deben modelizar las relaciones familiares que se dan entre varios individuos. Para ello se debe considerar el árbol genealógico de la familia Corleone de la siguiente transparencia y que puede encontrarse en

[http://www.destinationhollywood.com/movies/godfather/feature\\_familytree.shtml](http://www.destinationhollywood.com/movies/godfather/feature_familytree.shtml)

I'm gonna make him an offer he cannot refuse



## Práctica 0: Objetivos

Escribir los siguientes predicados (teniendo en cuenta el árbol anterior):

- `ancestro(X, Y)` : X es ancestro de Y si es progenitor de Y o progenitor de un ancestro de Y.
- `descendientes(X, Y)` devuelve la lista de los descendientes de X de los más lejanos a los más cercanos.
- Para las relaciones hermano, abuelo, nieto, tío, sobrino, suegro, cuñado, yerno y nuera, escribir un predicado `relacion(X, Y)` que se verifique como cierto si X está conectado con Y mediante la correspondiente relación. Por ejemplo, `tio(X, Y)` es cierto si X es tío de Y.
- `relacion(X, Y, Relacion)` cierta si `Relacion(X, Y)` es cierta y `Relacion` es una de las relaciones anteriores. Para esto, se necesita el predicado unario `call` que “lanza” otro predicado. Así, `call(p)` ejecutaría el predicado `p`. Ejemplo:  
`call(write('Hello World!', nl)).`

Podemos identificar el tipo de término vía:

- `var(X)` : cierto si `X` es una variable
- `nonvar(X)` : cierto si `X` no es una variable
- `atom(X)` : cierto si `X` es un átomo
- `integer(X)` : cierto si `X` es un entero
- `atomic(X)` : cierto si `X` es un átomo o un entero

# Operaciones con listas (y2)

Además de las operaciones vistas hasta el momento, también están disponibles:

- `select (Elem, List1, List2)`: es cierto cuando `List2` es el resultado de eliminar `Elem` del `List1`.
- `nth1 (N, List, Elem)`: es cierto cuando el elemento en la posición `N` de `List` es `Elem`.
- `sort (L, L1)`: es cierto si `L1` es la lista `L` ordenada según el orden usual.
- `random_select (X, L, L1)` elige “aleatoriamente” un elemento `X` de la lista `L`, siendo `L1` la lista que resulta de eliminar ese elemento de `L`. Está basado en `random (N1, N2, X)` que elige “aleatoriamente” un número entero `X`, si `N1` y `N2` son enteros, tal que  $N1 \leq X < N2$ .

Podemos obtener información de la estructuras mediante:

- `functor(T, F, N)` : cierto si `T` es un predicado con functor `F` y número de argumentos `N`
- `arg(N, T, A)` : cierto si `A` es el argumento número `N` de `T`
- `X = . . L` : cierto si `L` es la lista formada por el functor de `tt X` y sus argumentos (manteniendo el orden)
- `name(A, L)` : es cierto si `L` es la lista de códigos ASCII del átomo `A`



## Ejemplo

```
padre(juan,pedro) .  
padre(paco,pedro) .  
padre(maria,pedro) .  
primogenito(X,Y):-padre(Y,X) .
```

Tal y como está definido `primogenito`, a la pregunta `?-primogenito(pedro,X)` no sólo devuelve `X=juan`, si no que también puede devolver `X=paco`,... Se necesita cortar la búsqueda de soluciones de Prolog.

# La cortadura (y2)

La cortadura permita controlar las búsquedas de `Prolog`, cortando las mismas. Las variables unificadas hasta el momento no vuelven a reunificarse en caso de fallo posterior.

## Ejemplo (correcto)

```
padre(juan,pedro) .  
padre(paco,pedro) .  
padre(maria,pedro) .  
primogenito(X,Y):-padre(Y,X), !.
```

# Repeticiones

En Prolog, el predicado `repeat` permite obtener múltiples soluciones vía *backtraking*. Aún siendo un predicado *built-in*, se puede definir como

```
repeat.  
repeat:-repeat.
```

Ejemplo (correcto)

```
?- repeat,padre(X,Y).
```

# Práctica 1: ¿Quién es quién?

La dinámica del *¿Quién es quién?* es la siguiente:

- Hay un cierto número de personajes, cada uno con sus características físicas particulares.
- Cada jugador recibe un personaje distinto y el contrario tiene que adivinarlo mediante sencillas preguntas del tipo: *¿tiene los ojos azules?*
- Las preguntas se hacen por turnos y gana el que primero adivine el personaje del contrario

## Práctica 1: ¿Quién es quién?

Consideramos los siguientes personajes con sus correspondientes características:

- Albert: chico, pelo negro, ropa roja, feliz, tiene gafas, ojos azules.
- Paul: chico, pelo rubio, ropa roja, triste, ojos marrones.
- Tom: chico, pelo negro, ropa verde, feliz, ojos marrones.
- Derek: chico, pelo negro, ropa verde, triste, ojos marrones.
- Richard: chico, pelo negro, ropa roja, feliz, ojos azules.
- Louis: chico, pelo negro, ropa roja, triste, ojos azules.
- Michael: chico, pelo rubio, ropa verde, feliz, tiene gafas, ojos marrones.
- Charles: chico, pelo negro, ropa verde, feliz, tiene gafas, ojos marrones.
- Sam: chico, pelo rubio, ropa roja, triste, ojos azules.
- Steve: chico, pelo negro, ropa roja, feliz, ojos marrones.
- Will: chico, pelo rubio, ropa verde, feliz, ojos azules.

## Práctica 1. ¿Quién es quién?

- Anthony: chico, pelo rubio, ropa roja, feliz, tiene gafas, ojos marrones.
- Billy: chico, pelo rubio, ropa verde, triste, ojos azules.
- Henry: chico, pelo negro, ropa roja, triste, ojos marrones.
- Tiffany: chica, pelo negro, ropa verde, feliz, ojos marrones.
- Natalie: chica, pelo rubio, ropa roja, feliz, tiene gafas, ojos azules.
- Roxanne: chica, pelo rubio, ropa verde, feliz, ojos azules.
- Sarah: chica, pelo negro, ropa roja, triste, ojos marrones.
- Sabrina: chica, pelo negro, ropa verde, feliz, tiene gafas, ojos azules.
- Cindy: chica, pelo negro, ropa roja, feliz, ojos marrones.
- Emma: chica, pelo rubio, ropa verde, feliz, ojos marrones.

Implementar el *¿Quién es quién?* teniendo en cuenta lo que sigue:

- Las preguntas que se pueden hacer son las siguientes: ¿chico?, ¿chica?, ¿gafas?, ¿pelo rubio?, ¿pelo negro?, ¿feliz?, ¿triste?, ¿ropa roja? y ¿ropa verde?
- Hay que implementar al menos dos estrategias:
  - La computadora almacena la lista de preguntas a hacer (evitando duplicidades) y escoge una al azar de entre las no realizadas hasta el momento. <sup>a</sup>
  - La computadora, de entre las preguntas no realizadas (evitando multiplicidades), escoge aquella cuyo número de posibles respuestas afirmativas es más próximo al de posibles respuestas negativas.
  - Estas estrategias se implementarán en ficheros separados (a consultar según proceda).

---

<sup>a</sup>random(M,N,R): R es un número aleatorio entre M y N.