Programación Lógica - Parte 2

Paradigmas (de Lenguajes) de Programación

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

18 de junio de 2024

Nomenclatura para patrones de instanciación

Por convención se aclara mediante prefijos en los comentarios:

- `p(+A)` indica que `A` debe proveerse instanciado.
- `p(-A)` indica que `A` no debe estar instanciado.
- `p(?A)` indica que `A` puede o no proveerse instanciado.
- Existe un último caso en donde un argumento puede aparecer **semi instanciado** (es decir, contiene variables libres), por ejemplo: `[p,r,o,X,o,_]` unifica con `[p,r,o,l,o,g]` pero no con `[]` o `prolog`.

Nomenclatura para patrones de instanciación

Por convención se aclara mediante prefijos en los comentarios:

- `p(+A)` indica que `A` debe proveerse instanciado.
- `p(-A)` indica que `A` no debe estar instanciado.
- `p(?A)` indica que `A` puede o no proveerse instanciado.
- Existe un último caso en donde un argumento puede aparecer **semi instanciado** (es decir, contiene variables libres), por ejemplo: `[p,r,o,X,o,_]` unifica con `[p,r,o,l,o,g]` pero no con `[]` o `prolog`.

Predicados útiles

- `var(A)` tiene éxito si A es una variable libre.
- `nonvar(A)` tiene éxito si A no es una variable libre.
- `ground(A)` tiene éxito si A no contiene variables libres.

Ejercicio

Ejercicio: iésimo

- Implementar el predicado `iesimo(+I, +L, -X)`, donde `X` es el iésimo elemento de la lista `L`.

Ejercicio

Ejercicio: iésimo

- Implementar el predicado `iesimo(+I, +L, -X)`, donde `X` es el iésimo elemento de la lista `L`.
- ¿Es nuestra implementación reversible en `I`? Si no lo es, hacer una versión reversible.

Ejercicio

El predicado `desde`.

```
desde(X, X).
desde(X, Y) :- N is X+1, desde(N, Y).
```

Ejercicio

El predicado `desde`.

```
desde(X, X).
desde(X, Y) :- N is X+1, desde(N, Y).
```

Ejercicio: desde

- ¿Cómo deben instanciarse los parámetros para que el predicado funcione? (es decir, para que no se cuelgue ni produzca un error). ¿Por qué?

Ejercicio

El predicado `desde`.

```
desde(X, X).
desde(X, Y) :- N is X+1, desde(N, Y).
```

Ejercicio: desde

- ¿Cómo deben instanciarse los parámetros para que el predicado funcione? (es decir, para que no se cuelgue ni produzca un error). ¿Por qué?
- Implementar el predicado `desde2(+X,?Y)` tal que si `Y` está instanciada, sea verdadero si `Y` es mayor o igual que `X`, y si no lo está, genere todos los `Y` de `X` en adelante.

Ejercicio

Definir el predicado `pmq(+X, -Y)` que genera todos los naturales pares menores o iguales a `X`.

Esquema general de Generate & Test

Una técnica que usaremos muy a menudo es:

1. Generar todas las posibles soluciones de un problema.
   (Léase, los *candidatos* a solución, según cierto criterio general)

2. Testear cada una de las soluciones generadas.
   (Hacer que fallen los candidatos que no cumplan cierto criterio particular)

La idea se basa fuertemente en el *orden* en que se procesan las reglas.

Esquema general de Generate & Test

Un predicado que usa el esquema G&T se define mediante otros dos:

```
pred(X1,...,Xn) :- generate(X1, ...,Xm), test(X1, ...,Xm).
```

Esta división de tareas implica que:

- `generate(...)` deberá **instanciar** ciertas variables.
- `test(...)` deberá **verificar** si los valores intanciados pertenecen a la solución, pudiendo para ello asumir que ya está instanciada.

Generate & Test

Ejercicio

- Definir el predicado `coprimos(-X, -Y)` que instancia en `X` e `Y` **todos** los pares de números coprimos. (Tip: utilizar la función gcd del motor aritmético: `X is gcd(2, 4)` instancia `X=2`).

Generate & Test

Ejercicio

- Definir el predicado `coprimos(-X, -Y)` que instancia en `X` e `Y` **todos** los pares de números coprimos. (Tip: utilizar la función gcd del motor aritmético: `X is gcd(2, 4)` instancia `X=2`).
- ¿Es reversible en `X` e `Y`? Justificar.

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Consulta

```
?- hacer(Materia).
```

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Consulta

```
?- hacer(Materia).
```

Resultados

```
Materia = plp ;
```

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Consulta

```
?- hacer(Materia).
```

Resultados

```
Materia = plp ;

Materia = metnum ;
```

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Consulta

```
?- hacer(Materia).
```

Resultados

```
Materia = plp ;

Materia = metnum ;

Materia = plp ;
```

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Consulta

```
?- hacer(Materia).
```

Resultados

```
Materia = plp ;

Materia = metnum ;

Materia = plp ;

false.
```

- ¿Razonable o erróneo?

Soluciones repetidas

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Consulta

```
?- hacer(Materia).
```

Resultados

```
Materia = plp ;

Materia = metnum ;

Materia = plp ;

false.
```

- ¿Razonable o erróneo?
- ¿Cómo hacer para evitar repeticiones no deseadas?

Cómo evitar soluciones repetidas

Idea 1: Usando el **metapredicado** `setof` y `member`

setof

`setof(-Var, +Goal, -Set)`

unifica `Set` con la lista *sin repetidos* de `Var` que satisfacen `Goal`.

Cómo evitar soluciones repetidas

Idea 1: Usando el **metapredicado** `setof` y `member`

setof

`setof(-Var, +Goal, -Set)`
unifica `Set` con la lista *sin repetidos* de `Var` que satisfacen `Goal`.

Uso

- `setof(X, p(X), L)` instancia `L` en el conjunto de `X` tales que `p(X)`.

Cómo evitar soluciones repetidas

Idea 1: Usando el **metapredicado** `setof` y `member`

setof

`setof(-Var, +Goal, -Set)`
unifica `Set` con la lista *sin repetidos* de `Var` que satisfacen `Goal`.

Uso

- `setof(X, p(X), L)` instancia `L` en el conjunto de `X` tales que `p(X)`.
- Un ejemplo:

```
?- setof((X,Y), (between(2,3,X), Y is X + 2), L).
L = [ (2, 4), (3, 5)].
```

Cómo evitar soluciones repetidas

Idea 1: Usando el **metapredicado** `setof` y `member`

setof

`setof(-Var, +Goal, -Set)`
unifica `Set` con la lista *sin repetidos* de `Var` que satisfacen `Goal`.

Uso

- `setof(X, p(X), L)` instancia `L` en el conjunto de `X` tales que `p(X)`.
- Un ejemplo:
  ```
  ?- setof((X,Y), (between(2,3,X), Y is X + 2), L).
  L = [ (2, 4), (3, 5)].
  ```

Utilizando `setof` hacer otra versión del predicado `hacer(M)` en donde no haya soluciones repetidas.

El metapredicado `not`

Definición

```
not(P) :- call(P), !, fail.
not(P).
```

El metapredicado `not`

Definición

```
not(P) :- call(P), !, fail.
not(P).
```

- `not(p(X1, ..., Xn))` tiene éxito si no existe instanciación posible para las variables no instanciadas en {`X1...Xn`} que haga que P tenga éxito.
- el `not` no deja instanciadas las variables libres luego de su ejecución.

Cómo evitar soluciones repetidas

Idea 2: Usando cláusulas excluyentes.

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M), not(altaMateria(M)).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

Cómo evitar soluciones repetidas

Idea 2: Usando cláusulas excluyentes.

Algunos hechos sobre materias de cierta carrera

```
altaMateria(plp).
altaMateria(aa).
altaMateria(metnum).

liviana(plp).
liviana(aa).
liviana(eci).

obligatoria(plp).
obligatoria(metnum).

leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- liviana(M), not(altaMateria(M)).

hacer(M) :- leGusta(M), obligatoria(M).
```

¡Esto no funciona! ¿Por qué?

```
leGusta(M) :- altaMateria(M).
leGusta(M) :- not(altaMateria(M)), liviana(M).
```

Negación por Falla

Ejercicio

Definir el predicado `corteMásParejo(+L,-L1,-L2)` donde `L` es una lista de números, y `L1` y `L2` representan el corte más parejo posible de `L` respecto a la suma de sus elementos (predicado `sumlist/2`). Puede haber más de un resultado.

Negación por Falla

Ejercicio

Definir el predicado `corteMásParejo(+L,-L1,-L2)` donde `L` es una lista de números, y `L1` y `L2` representan el corte más parejo posible de `L` respecto a la suma de sus elementos (predicado `sumlist/2`). Puede haber más de un resultado.

```
corteMásParejo([1,2,3,4,2],I,D). ⇝ I = [1, 2, 3],
                                   D = [4, 2] ;
                                   false.
corteMásParejo([1,2,1],I,D).     ⇝ I = [1], D = [2, 1] ;
                                   I = [1, 2], D = [1] ;
                                   false.
```

Generación infinita: triángulos

Suponiendo que los triángulos se representan con `tri(A,B,C)` cuyos lados tienen longitudes `A`, `B` y `C` respectivamente. Se asume que las longitudes de los lados son siempre números naturales mayores a cero. Se cuenta con el predicado `esTriangulo(+T)` que es verdadero cuando `T` es una estructura de la forma `tri(A,B,C)` que representa un triángulo válido (cada lado es menor que la suma de los otros dos, y mayor que su diferencia).

Generación infinita: triángulos

Suponiendo que los triángulos se representan con `tri(A,B,C)` cuyos lados tienen longitudes `A`, `B` y `C` respectivamente. Se asume que las longitudes de los lados son siempre números naturales mayores a cero. Se cuenta con el predicado `esTriangulo(+T)` que es verdadero cuando `T` es una estructura de la forma `tri(A,B,C)` que representa un triángulo válido (cada lado es menor que la suma de los otros dos, y mayor que su diferencia).

Ejercicio

- Implementar un predicado `perímetro(?T,?P)` que es verdadero cuando `T` es un triángulo y `P` es su perímetro. No se deben generar resultados repetidos (no tendremos en cuenta la congruencia entre triángulos: si dos triángulos tienen las mismas longitudes, pero en diferente orden, se considerarán diferentes entre sí). El predicado debe funcionar para cualquier instanciación de T y P (no es necesario que funcione para triángulos parcialmente instanciados).

Generación infinita: triángulos

Suponiendo que los triángulos se representan con `tri(A,B,C)` cuyos lados tienen longitudes `A`, `B` y `C` respectivamente. Se asume que las longitudes de los lados son siempre números naturales mayores a cero. Se cuenta con el predicado `esTriangulo(+T)` que es verdadero cuando `T` es una estructura de la forma `tri(A,B,C)` que representa un triángulo válido (cada lado es menor que la suma de los otros dos, y mayor que su diferencia).

Ejercicio

- Implementar un predicado `perímetro(?T,?P)` que es verdadero cuando `T` es un triángulo y `P` es su perímetro. No se deben generar resultados repetidos (no tendremos en cuenta la congruencia entre triángulos: si dos triángulos tienen las mismas longitudes, pero en diferente orden, se considerarán diferentes entre sí). El predicado debe funcionar para cualquier instanciación de T y P (no es necesario que funcione para triángulos parcialmente instanciados).
- Implementar un generador de triángulos válidos, sin repetir resultados: `triángulo(-T)`.

Ejercicio de parcial

Matrices

- Definir el predicado `matrices(+LS,-L)` que es verdadero cuando `L` es una matriz cuadrada, formada por listas de `LS` (en cualquier orden). Por ejemplo:

```
?- matrices([[1,1],[1,1,1],[2,2,2],[2,2],[3,3],[3,3,3]],L).
L = [[1,1],[2,2]];
L = [[2,2],[1,1]];
L = [[1,1,1],[2,2,2],[3,3,3]];
...
```

Ejercicio de parcial

Matrices

- Definir el predicado `matrices(+LS,-L)` que es verdadero cuando `L` es una matriz cuadrada, formada por listas de `LS` (en cualquier orden). Por ejemplo:
```
?- matrices([[1,1],[1,1,1],[2,2,2],[2,2],[3,3],[3,3,3]],L).
L = [[1,1],[2,2]];
L = [[2,2],[1,1]];
L = [[1,1,1],[2,2,2],[3,3,3]];
...
```
- Definir el predicado `diagonal(+M,-D)` que es verdadero cuando `D` es la suma de los elementos de la diagonal de la matriz `M` (no hace falta verificar que `M` sea una matriz válida, se asume cuadrada).

Ejercicio de parcial

Matrices

- Definir el predicado `matrices(+LS,-L)` que es verdadero cuando `L` es una matriz cuadrada, formada por listas de `LS` (en cualquier orden). Por ejemplo:

```
?- matrices([[1,1],[1,1,1],[2,2,2],[2,2],[3,3],[3,3,3]],L).
L = [[1,1],[2,2]];
L = [[2,2],[1,1]];
L = [[1,1,1],[2,2,2],[3,3,3]];
...
```

- Definir el predicado `diagonal(+M,-D)` que es verdadero cuando `D` es la suma de los elementos de la diagonal de la matriz `M` (no hace falta verificar que `M` sea una matriz válida, se asume cuadrada).
- Dada una lista de listas de enteros, se pide definir el predicado `matrizConDiagonalMayor(+LS,-M)` que es verdadero cuando `M` es una matriz cuadrada que aparece en `LS` y cuyos elementos de la diagonal suman la mayor cantidad posible (puede devolver más de una).

Fin

¿ ¿ ¿ ¿ ¿ ¿Preguntas? ? ? ? ? ?