

# Linguaggi di Programmazione, laboratorio

UniShare

Davide Cozzi  
@dlcgold

Gabriele De Rosa  
@derogab

Federica Di Lauro  
@f\_dila

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>3</b>
2.1	Laboratorio 1 . . . . .	3
2.2	laboratorio 2 . . . . .	9
2.3	Laboratorio 3 . . . . .	13

# Capitolo 1

## Introduzione

Questi appunti sono presi a ldurante le esercitazioni in laboratorio. Per quanto sia stata fatta una revisione è altamente probabile (praticamente certo) che possano contenere errori, sia di stampa che di vero e proprio contenuto. Per eventuali proposte di correzione effettuare una pull request. Link: <https://github.com/dlcgold/Appunti>.

Grazie mille e buono studio!

# Capitolo 2

## Laboratorio

### 2.1 Laboratorio 1

Esercizio 1. *Esempio base:*

```
lavora_per(bill, google). %questo è un fatto
lavora_per(mario, oracle).
lavora_per(steve, apple). % con ; scorro le opzioni
lavora_per(jane, google).

collega(X, Y) :- lavora_per(X, Z),
                 lavora_per(Y, Z),
                 X \= Y. /* questa è una regola e con \=
                        evita che X = X sia un risultato ^^I
```

si possono avere le seguenti richieste con i seguenti output:

```
?- lavora_per(X, google).
X = bill ;
X = jane.

?- lavora_per(bill, X).
X = google.

?- collega(bill, jane).
true.
```

**Esercizio 2.** *esercizio 2, logica dei Naturali:*

```

/* definisco i naturali: */
nat(0). % 0 è naturale e lo sono anche i successori di un naturale
nat(s(N)) :- nat(N). /* s(N) indica il successore,
                        in compilatore sarà s(s(0)) etc...*/

/* definisco la somma come n + m = (n+1) + (m-1) se m>0 n + 0 = n */

succ(N, s(N)). % defisco il successore
sum(N, 0, N). % il terzo è il risultato
sum(N, s(M), s) :- sum(N, M, T),
                    succ(T, s).

/* si può anche fare così; */
summ(N, 0, N).
summ(N, s(M), s(T)) :- summ(N, M, T).
summ(N, M, S) :- summ(s(N), P, S),
                  succ(P, M).

```

si hanno i seguenti output:

```

?- nat(0).
true.

?- nat(s(0)).
true.

?- sum(s(s(0)), 0, X).
X = s(s(0)) ;
false.

?- summ(s(0), 0, X).
X = s(0).

```

**Esercizio 3.** *Calcolo il fattoriale:*

```
fact(0, 1). % fattoriale di 0 è 1, caso base
fact(N, M) :- N>0,
               N1 is N-1,
               fact(N1, M1),
               M is N * M1. /* ogni volta salva in M1 il
                           risultato parziale, N>0
                           porterà a non fare il caso
                           base*/
```

```
?- fact(3, X).
X = 6 ;
false.
```

**Esercizio 4.** *Primi esercizi sulle liste:*

```
/* trovo primo elemento della lista */
intesta(X, [X|_]). /* | separa testa e coda (che non
                  interessa e indico con _,
                  senza non si sa che la lista può
                  continuare. Interrogo con, per
                  esempio intesta(2, [2,3]). */

/* trovo ennesimo elemento*/
nth(0, [X|_], X). % se cerco lo 0, caso base
nth(N, [_|T], X) :- N1 is N-1,
                    nth(N1, T, X). /* se non è all'inizio
                                    cerco nella coda ad
                                    ogni passo la head
                                    aumenta di uno
                                    tengo solo T che è
                                    la coda, ovvero
                                    tutto tranne il
                                    primo*/

/*lista contiene l'elemento X?*/
contains(X, [X|_]). % controllo testa
contains(X, [_|T]) :- contains(X, T). % controllo ricorsivamente la coda
```

*Si hanno i seguenti output:*

```
?- intesta(2, [2, 3]).  
true.
```

```
?- intesta(2, [1, 3]).  
false.
```

```
?- nth(0, [1,2,3], X).  
X = 1 ;  
false.
```

```
?- nth(2, [1,2,3], X).  
X = 3 ;  
false.
```

```
?- nth(18, X, 1).  
X = [_594, _600, _606, _612, _618, _624 | ...] ;
```

```
?- contains(5, [5, 6, 7]).  
true ;  
false.
```

```
?- contains(4, [5, 6, 7]).  
false.
```

*dove l'ultimo risultato di nth ci dice che non può fare nulla con l'istruzione data, cerca all'infinito una risposta senza trovarla. Il primo di contains da false ad una seconda richiesta di risultato in quanto prova ad usare un'altra regola il compilatore di prolog*

**Esercizio 5.** Ancora sulle liste:

```

/* funzione append per concatenare */
append([], L, L). % vuota più L = L
append([H/T], L, [H/X]) :- append(T, L, X).
/* l'inizio della lista finale è H e la fine è la fine
   delle liste concatenate */

/* chiedo se una lista è ordinata */

sorted([]). % lista vuota ordinata
sorted([_]). % lista di un elemento è ordinata
sorted([X, Y| T]) :- X <= Y,
                    sorted([Y| T]). /* confronto sempre l'elemento col
                                     resto della tail */

/* chiedo ultimo elemento */

last([X], X). % lista di un elemento ha come ultimo quell'elemento
last([_|T], X) :- last(T, X). /* controllo ricorsivamente
                               la coda della lista finché
                               non ho solo T e posso usare
                               il caso base */

/* posso anche chieder e una lista che finisca con un certo N
   per esempio 4 last(X, 4). */

/* tolgo tutte le occorrenze */

remove_all([], _, []). % la lista vuota non ha nulla da rimuovere */
remove_all([X/T], X, L) :- remove_all(T, X, L).
/* se la testa è quel numero rimuovo tutte
   le occorrenze... ma se la testa \= X non va */
remove_all([H/T], X, [H/L]) :- H \= X,
                               remove_all(T, X, L).
/* se H=X faccio il
   controllo senza H */

/* somma elementi lista */

somma_lista([], 0).
somma_lista([H/T], X) :- somma_lista(T, N),

```



```

                                X is H + N.
/* sommo tutte le tail ricorsivamente e poi ci sommo la H */

/* ricordiamo le basi delle code */
coda([_/T], T).

/* duplico lista [1,2]->[1,1,2,2] */

duplico([], []).
duplico([H/T], [H, H/X]) :- duplico(T, X).
/* a priori duplico H riscivendo nel risultato
   poi duplico il tail, dove di volta in volta
   ogni head verrà duplicato. Se inverte e metto
   ( x, [lista]) mi toglie i duplicati*/

```

si hanno i seguenti output:

```

?- contains(5, [5, 6, 7]).
true ;
false.

?- contains(4, [5, 6, 7]).
false.

?- append([4], [5, 6, 7], X).
X = [4, 5, 6, 7].

?- append([1, 2, 3], X, [1, 2, 3]).
X = [].

?- append([1, 2, 3], X, [1, 2, 3, 6]).
X = [6].

?- append(X, Y, [1, 2, 3, 6]).
X = [],
Y = [1, 2, 3, 6] ;
X = [1],
Y = [2, 3, 6] ;
X = [1, 2],
Y = [3, 6] ;

```

```
X = [1, 2, 3],
Y = [6] ;
X = [1, 2, 3, 6],
Y = [] ;
false.

- sorted([1,2,1]).
false.

?- sorted([1, 2, 1]).
false.

?- sorted([1, 2, 1]).
false.

?- last([1, 2, 3], 3).
true.

?- last([1, 2, 3], X).
X = 3.

?- remove_all([1, 2, 1], X, L).
X = 1,
L = [2] ;
false.

?- somma_lista([1, 2, 3, 4], X).
X = 10.

coda([1,2,3], X).
X = [2,3]

?- duplico([1, 2, 3], X).
X = [1, 1, 2, 2, 3, 3].
```

## 2.2 laboratorio 2

**Esercizio 6.** *ancora sulle liste*

```

/* trovo min lista*/

% la lista da in automatico false
min([H], H).
min([H | T], H) :- min(T, X),
                  H =< X. % fa solo H
min([H | T], X) :- min(T, X),
                  H > X. % fa tutto il resto

```

```

?- min([3, 2, 2], X).
X = 2 .

```

```

?- min([2, 3, 4], X).
X = 2.

```

### Esercizio 7. ancora sulle liste

```

/* rimuovo valore (una sola copia) da lista salvando in lista */
remove_one([], _, []).
remove_one([H | T], H, T). % se è la testa la rimuovo
remove_one([H | T], X, [H | S]) :- remove_one(T, X, S),
                                    X \= H.

% la H la tengo e riattacco la nuova S
% uso il primo caso base e non il secondo
% usando il \=*/

```

```

?- remove_one([1, 2, 3, 4], 2, L).
L = [1, 3, 4] ;
false.

```

```

?- remove_one([1, 1, 2, 3, 4], 1, L).
L = [1, 2, 3, 4] ;
false.

```

### Esercizio 8. ancora sulle liste

```

/* selection sort */
selection_sort([], []).

```

```

selection_sort(X, [H| T]) :- min(X, H), % minimo in testa
                           remove_one(X, H, X1), %toglie il minimo
                           selection_sort(X1, T). % rifa conl T

/* unisco liste in ordine */
merge([], X, X).
merge(X, [], X).
merge([H1 | T1], [H2 | T2], [H1 | T]) :- H1 <= H2,
                                         merge(T1, [H2 | T2], T).
merge([H1 | T1], [H2 | T2], [H1 | T]) :- H2 <= H1,
                                         merge([H1 | T1], T2, T).

/* spezzo in due lista */
split_in_two([], [], []).
split_in_two([X], [X], []).
split_in_two([H1, H2 | T], [H1 | T1], [H2 | T2]) :- split_in_two(T, T1, T2).

/* mergesort */
/* divide in 2 la lista, fa il mergesort delle due e merge dei risultati*/
mergesort([], []).
mergesort([X], [X]).
mergesort(L1, L2) :- split_in_two(L1, X1, Y1),
                    mergesort(X1, X2),
                    mergesort(Y1, Y2),
                    merge(X2, Y2, L2).

```

```

?- selection_sort([2, 1, 4], L).
L = [1, 2, 4] ;
false.

```

```

?- merge([2,4], [1,3,5], X).
X = [1, 2, 3, 4, 5].

```

```

?- split_in_two([1,2,3,4],X, Y).
X = [1, 3],
Y = [2, 4].

```

```

?- split_in_two([1,2,4],X, Y).
X = [1, 4],

```

```

Y = [2] ;

?- mergesort([2,4,1,7,6,2,12,3], X).
X = [1, 2, 2, 3, 4, 6, 7, 12] .

```

**Esercizio 9.** *ancora sulle liste*

```

/* da più liste annidate a una */
/* da [[1, 3],[[4]]] */
/* uso definizione di lista e append */
listp([]).
listp(_ | _). % vero solo se ho lista

append([], X, X).
append([H|T], L, [H|X]) :- append(T, L, X).

flatten([], []).
flatten([H | T], L) :- listp(H),
                        flatten(H, X),
                        flatten(T, Y),
                        append(X, Y, L). /* se testa è lista la appiattisco
                                         e la aggiungo al risultato */
flatten([H | T], [H | X]) :- flatten(T, X). /* altrimenti appiattisco la tail
                                              ricorsivamente tenendo la head*/

```

```

?- flatten([1,2,3],[[4]]], X).
X = [1, 2, 3, 4]

```

## 2.3 Laboratorio 3

### Esercizio 101 tris

```

    uso una lista a 9 entrate per le caselle
    e una con le x e gli o */

/* vedo se c'è posto in una lista, prendendo il primo libero,
   dove c'è ancora un numero,
   [1,2,x,o,o,x,7,8,o] -> X=[1, 2, 7, 8] */

find_free_position([], []).
find_free_position([x|T], X) :- find_free_position(T, X). % no x in H
find_free_position([o|T], X) :- find_free_position(T, X). % no o in H
find_free_position([H|T], [H|T2]) :- find_free_position(T, T2).

/* stampa della tabella */

print_board([]).
print_board([X|T]) :- write(X),
                       print_board2(T). % prima colonna
print_board2([X|T]) :- write(X),
                       print_board3(T). % seconda colonna
print_board3([X|T]) :- write(X),
                       nl,
                       print_board(T). % terza colonna, nl=newline

/* giocatore vince se tre X di fila, orizzontale, verticale e diagonale */

/* righe */
win(X, [X, X, X, _, _, _, _, _, _]).
win(X, [_, _, _, X, X, X, _, _, _]).
win(X, [_, _, _, _, _, _, X, X, X]).

/* verticali */
win(X, [X, _, _, X, _, _, X, _, _]).
win(X, [_, X, _, _, X, _, _, X, _]).
win(X, [_, _, X, _, _, X, _, _, X]).

/*diagonali*/
win(X, [X, _, _, _, X, _, _, _, X]).

```

```

win(X, [_ , _ , X, _ , X, _ , X, _ , _]).

/* nth0(Pos, Lista, Elem, Rest) è già in prolog */

/* replace (Pos, Lista, Elem, Lista2) per le giocate
   replace(2, [1,3,8], 4, X) -> X=[1, 3, 4]*/

/* rimuovo qualsiasi cosa in pos e salvo la lista rimanente
   a quel punto uso nth0 per chiedere la lista L2 tale che
   ci sia I in pos a partire da L3 che non ha più l'elemento
   che aveva prima */

replace(X, L, I, L2) :- nth0(X, L, _ , L3), % rimuove qualsiasi cosa in pos=X
                        nth0(X, L2, I, L3). % aggiunge in pos=X elem=I

/* richiedo mossa e salvo la mossa */
/* member mi dice se elemento è in lista */

player_move(Board, Player, NewBoard) :- print_board(Board),
                                         write("Dove vuoi fare la mossa?"),
                                         nl,
                                         read(X),
                                         find_free_position(Board, FP),
                                         X<10,
                                         member(X, FP), % libero?
                                         Pos is X-1, % si parte da 0
                                         replace(Pos, Board, Player, NewBoard).

player_move(Board, Player, NewBoard) :- write("Posizione non valida"),
                                         nl,
                                         player_move(Board, Player, NewBoard).

/* passiamo al gioco, scegliendo x oppure o */

game(Board, _) :- win(x, Board),
                  writeln("Ha vinto il giocatore x").
game(Board, _) :- win(o, Board),
                  writeln("Ha vinto il giocatore o").
/* se non ho più mosse possibili è pareggio */
game(Board, _) :- find_free_position(Board, []),
                  writeln("Pareggio").

```

```

game(Board, x) :- player_move(Board, x, NewBoard),
                  game(NewBoard, o).
game(Board, o) :- player_move(Board, o, NewBoard),
                  game(NewBoard, x).

/* faccio iniziare il gioco */

one_game :- write("Inizia x oppure o?"),
            nl,
            read(X),
            member(X, [x,o]),
            game([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], X).
one_game :- write("errore"), % se non si isnerisce x o
            nl,
            one_game.

```

```

?- find_free_position([x,1,3,o,4,x,o,5], X).
X = [1, 3, 4, 5]

?- print_board([1,2,3,4,5,6,7,8,9]).
123
456
789
true.

?- win(x, [x,x,x,o,x,o,x,x,o]).
true

?- win(x,X).
X = [x, x, x, _3878, _3884, _3890, _3896, _3902,_3908];
X = [_3860, _3866, _3872, x, x, x, _3896, _3902,_3908];
X = [_3860, _3866, _3872, _3878, _3884 _3890, x, x, x];
X = [x, _3866, _3872, x, _3884, _3890, x, _3902,_3908];
X = [_3860, x, _3872, _3878, x, _3890, _3896, x,_3908];
X = [_3860, _3866, x, _3878, _3884, x, _3896,_3902, x];
X = [x, _3866, _3872, _3878, x, _3890, _3896,_3902, x];
X = [_3860, _3866, x, _3878, x, _3890, x, _3902,_3908].

```



```

?- replace(2, [1,3,8], 4, X).
X = [1, 3, 4].

?- player_move([1,2,3,x,o,x,7,8,9],o,X).
123
xox
789
Dove vuoi fare la mossa?
/ 5.
Posizione non valida
123
xox
789
Dove vuoi fare la mossa?
/ 3.
12o
xox
789
X = [1, 2, o, x, o, x, 7, 8, 9] .

?- one_game.
Inizia x oppure o?
/ o.
1 2 3
4 5 6
7 8 9
Dove vuoi fare la mossa?
/ 1.
o 2 3
4 5 6
7 8 9
Dove vuoi fare la mossa?
/ ^C
^C

Action (h for help) ? abort
Action (h for help) ? Unknown option (h for help)
Action (h for help) ? abort
?- one_game.

```

```

Inizia x oppure o?
/      x.
1 2 3
4 5 6
7 8 9
Dove vuoi fare la mossa?
/      1.
x 2 3
4 5 6
7 8 9
Dove vuoi fare la mossa?
...

Dove vuoi fare la mossa?
/      1
/      .
Posizione non valida
x23
456
789
Dove vuoi fare la mossa?
/      3.
x2o
456
789
Dove vuoi fare la mossa?
/      4.
x2o
x56
789
Dove vuoi fare la mossa?
/      6.
x2o
x5o
789
Dove vuoi fare la mossa?
/      7.
Ha vinto il giocatore x
true .

```

