Seznamy, řez

Reprezentace seznamu

- **Seznam**: `[a, b, c]`, prázdný seznam `[]`
- **Hlava (libovolný objekt)**, **tělo (seznam)**: `.(Hlava, Telo)`
  - všechny strukturované objekty stromy – i seznamy
  - funktor ".", dva argumenty
  - `.(a, .(b, .(c, []))) = [a, b, c]`
  - notace: `[ Hlava | Telo ] = [a|Telo]`

    `Telo` je v `[a|Telo]` seznam, tedy píšeme [a, b, c] = [a | [b, c]]
- Lze psát i: `[a,b|Telo]`
  - před "|" je libovolný počet prvků seznamu , za "|" je seznam zbývajících prvků
  - `[a,b,c] = [a|[b,c]] = [a,b|[c]] = [a,b,c|[]]`
  - pozor: `[ [a,b] | [c] ]` ≠ `[ a,b | [c] ]`
- Seznam jako **neúplná datová struktura:** `[a,b,c|T]`
  - `Seznam = [a,b,c|T], T = [d,e|S], Seznam = [a,b,c,d,e|S]`

Cvičení: append/2

```
append( [], S, S ).     % (1)
append( [X|S1], S2, [X|S3] ) :- append( S1, S2, S3).   % (2)

:- append([1,2],[3,4],A).
        | (2)
        | A=[1|B]
:- append([2],[3,4],B).
        | (2)
        | B=[2|C]  => A=[1,2|C]
:- append([],[3,4],C).
        | (1)
        | C=[3,4]  => A=[1,2,3,4],
       yes
```

Predchudce a naslednik prvku X v seznamu S

```
hledej(S,X,Pred,Po) :- append( _S1, [ Pred,X,Po | _S2 ], S)
```


Seznamy a append

```
append( [], S, S ).
append( [X|S1], S2, [X|S3] ) :- append( S1, S2, S3).
```

Napište následující predikáty pomocí append/3:

- `prefix( S1, S2 ) :- append( S1, _S3, S2).`

  `DÚ: suffix(S1,S2)`
- `last( X, S ) :- append( _S1, [X], S).`

  `append([3,2], [6], [3,2,6]).      X=6, S=[3,2,6]`
- `member( X, S ) :- append( S1, [X|S2], S ).`

  `append([3,4,1], [2,6], [3,4,1,2,6]).    X=2, S=[3,4,1,2,6]`

  `DÚ: adjacent(X,Y,S)`
- ```
  % sublist(+S,+ASB)
  sublist(S,ASB) :- append( AS, B, ASB ),
                    append( A, S, AS ).
  ```

  POZOR na efektivitu, bez append lze často napsat efektivněji
  ```

Optimalizace posledního volání

- **Last Call Optimization (LCO)**
- Implementační technika snižující nároky na paměť
- Mnoho vnořených rekurzivních volání je náročné na paměť
- Použití LCO umožňuje vnořenou rekurzi s konstantními paměťovými nároky
- Typický příklad, kdy je možné použití LCO:
  - procedura musí mít pouze jedno rekurzivní volání: **v posledním cíli poslední klauzule**
  - cíle předcházející tomuto rekurzivnímu volání musí být **deterministické**
  - ```
    p( ... ) :- ...            % žádné rekurzivní volání v těle klauzule
    p( ... ) :- ...            % žádné rekurzivní volání v těle klauzule
    ...
    p(...) :- ..., !, p( ... ). % řez zajišt'uje determinismus
    ```
- Tento typ **rekurze lze převést na iteraci**

LCO a akumulátor

- Reformulace rekurzivní procedury, aby umožnila LCO
- Výpočet délky seznamu `length( Seznam, Delka )`

```
length( [], 0 ).
length( [ H | T ], Delka ) :- length( T, Delka0 ), Delka is 1 + Delka0.
```

- Upravená procedura, tak aby umožnila LCO:

```
% length( Seznam, ZapocitanaDelka, CelkovaDelka ):
%          CelkovaDelka = ZapocitanaDelka + ,,počet prvků v Seznam''

length( Seznam, Delka ) :- length( Seznam, 0, Delka ). % pomocný predikát

length( [], Delka, Delka ).                  %  celková délka = započítaná délka
length( [ H | T ], A, Delka ) :- A0 is A + 1, length( T, A0, Delka ).
```

- Přídavný argument se nazývá **akumulátor**

Akumulátor a `sum_list(S,Sum)`

```
?- sum_list( [2,3,4], Sum ).
```

s akumulátorem:

```
sum_list( S, Sum ) :-  sum_list( S, 0, Sum ).

sum_list( [], Sum, Sum ).
sum_list( [H|T], A, Sum ) :- A1 is A + H,
                             sum_list( T, A1, Sum).
```


Výpočet faktoriálu `fact(N,F)`

s akumulátorem:

```
fact( N, F ) :- fact ( N, 1, F ).

fact( 1, F, F ) :- !.
fact( N, A, F ) :-  N > 1,
                    A1 is N * A,
                    N1 is N - 1,
                    fact( N1, A1, F ).
```
```

```
r(X):-write(r1).
r(X):-p(X),write(r2).
r(X):-write(r3).

p(X):-write(p1).
p(X):-a(X),b(X),!,
      c(X),d(X),write(p2).
p(X):-write(p3).

a(X):-write(a1).
a(X):-write(a2).

b(X):- X > 0, write(b1).
b(X):- X < 0, write(b2).

c(X):- X mod 2 =:= 0, write(c1).
c(X):- X mod 3 =:= 0, write(c2).

d(X):- abs(X) < 10, write(d1).
d(X):- write(d2).
```

Prozkoumejte trasy výpočtu a navracení např. pomocí následujících dotazů (vždy si středníkem vyžádejte navracení):

```
(1) X=1,r(X).     (2) X=3,r(X).
(3) X=0,r(X).     (4) X= -6,r(X).
```

- řez v predikátu p/1 neovlivní alternativy predikátu r/1
- dokud nebyl proveden řez, alternativy predikátu a/1 se uplatňují, př. neúspěch b/1 v dotazu (3)
- při neúspěchu cíle za řezem se výpočet navrací až k volající proceduře r/1, viz (1)
- alternativy vzniklé po provedení řezu se zachovávají - další možnosti predikátu c/1 viz (2) a (4)


```
r(X):-write(r1).
r(X):-p(X),write(r2).
r(X):-write(r3).

p(X):-write(p1).
p(X):-a(X),b(X),!,
      c(X),d(X),write(p2).
p(X):-write(p3).

a(X):-write(a1).
a(X):-write(a2).

b(X):- X > 0, write(b1).
b(X):- X < 0, write(b2).

c(X):- X mod 2 =:= 0, write(c1).
c(X):- X mod 3 =:= 0, write(c2).

d(X):- abs(X) < 10, write(d1).
d(X):- write(d2).
```

```
| ?- X=1,r(X).
r1
X = 1 ? ;
p1r2
X = 1 ? ;
a1b1r3
X = 1 ? ;
no

| ?- X=0,r(X).
r1
X = 0 ? ;
p1r2
X = 0 ? ;
a1a2p3r2
X = 0 ? ;
r3
X = 0 ? ;
no
```

```
| ?- X=3,r(X).
r1
X = 3 ? ;
p1r2
X = 3 ? ;
a1b1c2d1p2r2
X = 3 ? ;
d2p2r2
X = 3 ? ;
r3
X = 3 ? ;
no
```

```
| ?- X= -6, r(
r1
X = -6 ? ;
p1r2
X = -6 ? ;
a1b2c1d1p2r2
X = -6 ? ;
d2p2r2
X = -6 ? ;
c2d1p2r2
X = -6 ? ;
d2p2r2
X = -6 ? ;
r3
X = -6 ? ;
no
```


Řez: maximum

Je tato definice predikátu max/3 korektní?

```
max(X,Y,X):-X>=Y,!.
max(X,Y,Y).
```

Není, následující dotaz uspěje: ?- `max(2,1,1).`

Uveďte dvě možnosti opravy, se zachováním použití řezu a bez.

```
max(X,Y,X):-X>=Y.          max(X,Y,Z):-X>=Y,!,Z=X.
max(X,Y,Y):-Y>X.           max(X,Y,Y).
```

Problém byl v definici, v první klauzuli se tvrdilo: X=Z $\wedge$ X>=Y => true

správná definice je: X>=Y => Z=X

Při použití řezu je třeba striktně oddělit vstupní podmínky od výstupních unifikací a výpočtu.

Řez: member

Jaký je rozdíl mezi následujícími definicemi predikátů member/2. Ve kterých odpovědích se budou lišit? Vyzkoušejte např. pomocí member(X, [1,2,3]).

```
mem1(H,[H|_]).
mem1(H,[_|T]) :- mem1(H,T).

mem2(H,[H|_]) :- !.                 mem3(H,[K|_]) :- H==K.
mem2(H,[_|T]) :- mem2(H,T).         mem3(H,[K|T]) :- H\==K, mem3(H,T).
```

- mem1/2 vyhledá všechny výskyty, při porovnávání hledaného prvku s prvky seznamu může dojít k vázání proměnných (může sloužit ke generování všech prvků seznamu)
- mem2/2 najde jenom první výskyt, taky váže proměnné
- mem3/2 najde jenom první výskyt, proměnné neváže (hledá pouze identické prvky)

Dokážete napsat variantu, která hledá jenom identické prvky a přitom najde všechny výskyty? mem4(H,[K|_]) :- H==K. mem4(H,[K|T]) :- mem4(H,T).

Řez: delete

```
delete( X, [X|S], S ).
delete( X, [Y|S], [Y|S1] ) :- delete(X,S,S1).
```

Napište predikát `delete(X,S,S1)`, který odstraní všechny výskyty X (pokud se X v S nevyskytuje, tak predikát uspěje).

```
delete( _X, [], [] ).
delete( X, [X|S], S1 ) :- !, delete(X,S,S1).
delete( X, [Y|S], [Y|S1] ) :- delete(X,S,S1).
```


Seznamy: intersection(A,B,C)

DÚ: Napište predikát pro výpočet průniku dvou seznamů.
Nápověda: využijte predikát member/2

DÚ: Napište predikát pro výpočtu rozdílu dvou seznamů. Nápověda: využijte predikát member/2