PROGRAMMIERUNG

ÜBUNG 9: LOGIKPROGRAMMIERUNG MIT PROLOG^{-}

Eric Kunze

eric.kunze@tu-dresden.de

INHALT

Logikprogrammierung und Prolog

„DATENSTRUKTUREN“ IN PROLOG

- Darstellung von Objekten als Terme über Konstruktoren
- keine explizite Deklaration – implizite Definition über Verwendung in Klauseln

natürliche Zahlen: Prädikat `nat`

- nullstelliger Konstruktor `0`
- einstelliger Konstruktor `s(X)`

```
nat(0).
nat(s(X)) :- nat(X).
```

Listen: Prädikat `list` — Abkürzung:

- nullstelliger Konstruktor `nil` $\rightsquigarrow$ `[]`
- zweistelliger Konstruktor `cons(X, Xs)` $\rightsquigarrow$ `[X|Xs]`

```
list(nil).
list(cons(X, Xs)) :- list(Xs).
```

„DATENSTRUKTUREN“ IN PROLOG

Erinnerung: natürliche Zahlen, Listen

```
nat(0).
nat(s(X)) :- nat(X).
list(nil).
list(cons(X, Xs)) :- list(Xs).
```

Bäume: Prädikat `istree`

- nullstelliger Konstruktor `nil`
- dreistelliger Konstruktor `tree(X,L,R)`

```
istree(nil).
istree(tree(_, L, R)) :- istree(L), istree(R).
```

Aufgabe 1

Listen

AUFGABE 1 – TEIL (A)

Ziel: binäre Relation `sublist` mit

$$(\ell_1, \ell_2) \in \texttt{sublist} \quad \Leftrightarrow \quad \ell_1 \subseteq \ell_2$$

$\rightsquigarrow$ ℓ_1 soll *Teilliste* von ℓ_2 sein

```
nat (0).
nat(s(X)) :- nat(X).

listnat ([]).
listnat ([X|XS]) :- nat(X), listnat(XS).
```

AUFGABE 1 – TEIL (A)

Ziel: binäre Relation `sublist` mit

$$(\ell_1, \ell_2) \in \texttt{sublist} \quad \Leftrightarrow \quad \ell_1 \subseteq \ell_2$$

$\rightsquigarrow$ ℓ_1 soll *Teilliste* von ℓ_2 sein

```
nat (0).
nat(s(X)) :- nat(X).

listnat ([]).
listnat ([X|XS]) :- nat(X), listnat(XS).
```

```
sublist(Xs    , [Y|Ys]) :- nat(Y), sublist(Xs, Ys).
sublist(Xs    , Ys )    :- prefix(Xs, Ys).

prefix([]     , Ys )    :- listnat(Ys).
prefix([X|Xs], [X|Ys]) :- nat(X), prefix(Xs, Ys).
```

Belegung 1:

```
           ?-  sublist ([<4>|Xs], [<5>, <4>, <3>]).
           ?-  nat(<5>), sublist ([<4>|Xs], [<4>, <3>]). % 6
           ?-* nat(0), sublist ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).   % 2
           ?-  sublist ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).           % 1
           ?-  prefix ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).            % 7
           ?-  nat(<4>), prefix(Xs , [<3>]).             % 10
           ?-* nat(0), prefix(Xs , [<3>]).               % 2
           ?-  prefix(Xs , [<3>]).                       % 1
{Xs = []}  ?-  listnat ([<3>]).                          % 9
           ?-  nat(<3>), listnat ([]).                   % 5
           ?-* nat(0), listnat ([]).                     % 2
           ?-  listnat ([]).                             % 1
           ?-  .                                         % 4
```

Somit also `Xs = []`.

AUFGABE 1 – TEIL (B)

Belegung 2:

```
              ?-   sublist ([<4>|Xs], [<5>, <4>, <3>]).
              ?-   nat(<5>), sublist ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).
                                                              % 6
              ?-*  nat(0), sublist ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).
                                                              % 2
              ?-   sublist ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).            % 1
              ?-   prefix ([<4>|Xs], [<4>, <3>]).             % 7
              ?-   nat(<4>), prefix(Xs , [<3>]).              % 10
              ?-*  nat(0), prefix(Xs , [<3>]).                % 2
              ?-   prefix(Xs , [<3>]).                        % 1
{Xs=[<3>|Xs1]} ?-  nat(<3>), prefix(Xs1 , []).                % 10
              ?-*  nat(0), prefix(Xs1 , []).                  % 2
              ?-   prefix(Xs1 , []).                          % 1
{Xs1 = []}    ?-   listnat ([]).                              % 9
              ?-   .                                          % 4
```

Somit also `Xs = [<3>|Xs1] = [<3>]`.

Aufgabe 2

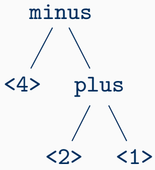
Bäume

AUFGABE 2 – TEIL (A)

Wir wollen einen binären Termbaum auswerten.

```
nat (0).
nat(s(X)) :- nat(X).
sum(0, Y, Y) :- nat(Y).
sum(s(X), Y, s(S)) :- sum(X, Y, S).
```

Beispiel:



Kodierung über zweistelligen Konstruktoren `plus` und `minus`

```
minus(
   <4>,
   plus(<2>, <1>)
)
```

$\rightsquigarrow$ $\text{minus}(4, \text{plus}(2, 1)) = 4 - (2 + 1) = 1$

AUFGABE 2 – TEIL (A)

Wir wollen einen binären Termbaum auswerten.

```
nat (0).
nat(s(X)) :- nat(X).
sum(0, Y, Y)       :- nat(Y).
sum(s(X), Y, s(S)) :- sum(X, Y, S).
```

AUFGABE 2 – TEIL (A)

Wir wollen einen binären Termbaum auswerten.

```
nat (0).
nat(s(X)) :- nat(X).
sum(0, Y, Y)       :- nat(Y).
sum(s(X), Y, s(S)) :- sum(X, Y, S).
```

```
eval( X          , X ) :-  nat(X).
eval( plus (L,R), X ) :-  eval(L, LE), eval(R, RE), sum(LE, RE,  X).
eval( minus(L,R), X ) :-  eval(L, LE), eval(R, RE), sum(RE,  X, LE).
```

Gegeben: zwei Bäume

`<t1> = tree(a, tree(b, nil, nil), tree(v, nil, nil))`

`<t2> = tree(c, nil, tree(d, nil, nil))`

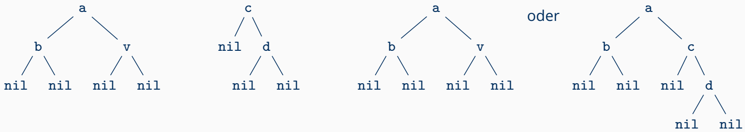
```
istree(nil).
istree(tree(_, L, R)) :- istree(L), istree(R).

insert(nil, _, nil).
insert(tree(v, _, _), T, T) :- istree(T).
insert(tree(X, L, R), T, tree(X, LT, RT)) :- insert(L, T, LT), insert(R, T, RT).
```

Anschauung: `insert(B, T, X)` ist wahr falls `X` ensteht, indem alle Knoten `v` in `B` durch den Baum `T` ersetzt werden oder nicht

Beispiel:

B	T	X
<t1>	<t2>	Ergebnis(se)



AUFGABE 2 – TEIL (B)

Gegeben: zwei Bäume

```
<t1> = tree(a, tree(b, nil, nil), tree(v, nil, nil))
<t2> = tree(c, nil, tree(d, nil, nil))
```

```
1 istree(nil).
2 istree(tree(_, L, R)) :- istree(L), istree(R).
3
4 insert(nil, _, nil).
5 insert(tree(v, _, _), T, T) :- istree(T).
6 insert(tree(X, L, R), T, tree(X, LT, RT)) :- insert(L, T, LT), insert(R, T, RT).
```

Gesucht: eine Belegungen für X, die ?- insert(<t1>, <t2>, X). erfüllt

Alternative 1:

```
                               ?-   insert(<t1>, <t2>, X).
{X = tree(a, LT1, RT1)}        ?-   insert(tree(b, nil, nil), <t2>, LT1),
                                    insert(tree(v, nil, nil), <t2>, RT1).    % 6
{LT1 = tree(b, LT2, RT2)}      ?-   insert(nil , <t2>, LT2),
                                    insert(nil, <t2>, RT2),
                                    insert(tree(v, nil, nil), <t2>, RT1).    % 6
{LT2 = nil, RT2 = nil}         ?-*  insert(tree(v, nil, nil), <t2>, RT1).    % 4
{RT1 = <t2>}                   ?-   istree(<t2>).                            % 5
                               ?-*  istree(nil), istree(nil), istree(nil).   % 2
                               ?-*  .                                        % 4
```

AUFGABE 2 – TEIL (B)

Gegeben: zwei Bäume

```
<t1> = tree(a, tree(b, nil, nil), tree(v, nil, nil))
<t2> = tree(c, nil, tree(d, nil, nil))
```

```
1  istree(nil).
2  istree(tree(_, L, R)) :- istree(L), istree(R).
3
4  insert(nil, _, nil).
5  insert(tree(v, _, _), T, T) :- istree(T).
6  insert(tree(X, L, R), T, tree(X, LT , RT))
7  :- insert(L, T, LT), insert(R, T, RT).
```

Gesucht: eine Belegungen für X, die ?- insert(<t1>, <t2>, X). erfüllt

Alternative 2: die ersten vier Goals stimmen mit Alternative 1 überein

```
                            ?-   insert(<t1>, <t2>, X).
{X = tree(a, LT1, RT1)}     ?-   insert(tree(b, nil, nil), <t2>, LT1),
                                 insert(tree(v, nil, nil), <t2>, RT1).    % 6
{LT1 = tree(b, LT2, RT2)}   ?-   insert(nil , <t2>, LT2),
                                 insert(nil, <t2>, RT2),
                                 insert(tree(v, nil, nil), <t2>, RT1).    % 6
{LT2 = nil, RT2 = nil}      ?-*  insert(tree(v, nil, nil), <t2>, RT1).    % 4
{RT1 = tree(v, LT3, RT3)}   ?-   insert(nil, <t2>, LT3),
                                 insert(nil, <t2>, RT3).                  % 6
{RT3 = nil, LT3 = nil}      ?-*  .                                        % 4
```

Ein weiteres Beispiel

aus der Aufgabensammlung

AUFGABE AGS 13.5 – TEIL (A)

Gegeben sei folgender Prolog-Code:

```
subt( X   , X          ).
subt( S1  , s(_  , T2) ) :- subt(S1,T2).
subt( S1  , s(T1, _  ) ) :- subt(S1,T1).
```

Gesucht sind Belegungen für `X` und Y für das Goal `?- subt(s(X, Y), s(s(a, b), s(b, a))).`

AUFGABE AGS 13.5 – TEIL (A)

Gegeben sei folgender Prolog-Code:

```
subt( X   , X          ).
subt( S1  , s(_  , T2) ) :- subt(S1,T2).
subt( S1  , s(T1, _ ) ) :- subt(S1,T1).
```

Gesucht sind Belegungen für `X` und Y für das Goal `?- subt(s(X, Y), s(s(a, b), s(b, a))).`

```
                              ?-  subt(s(X,Y), s(s(a,b), s(b,a))).
{X = s(a,b), Y=s(b,a)}        ?-  .                          % 1

                              ?-  subt(s(X,Y), s(s(a,b), s(b,a))).
                              ?-  subt(s(X,Y), s(b,a)).      % 2
{X = b, Y=a}                  ?-  .                          % 1

                              ?-  subt(s(X,Y), s(s(a,b), s(b,a))).
                              ?-  subt(s(X,Y), s(a,b)).      % 3
{X = a, Y=b }                 ?-  .                          % 1
```

AUFGABE AGS 13.5 – TEIL (B)

Gegeben sei folgender Prolog-Code:

```
subt( X   , X           ).
subt( S1  , s(_  , T2) ) :- subt(S1,T2).
subt( S1  , s(T1, _  ) ) :- subt(S1,T1).
```

Gesucht sind drei Lösungen für das Goal `?- subt(s(a, a), X).`

AUFGABE AGS 13.5 – TEIL (B)

Gegeben sei folgender Prolog-Code:

```
1 subt( X  , X          ).
2 subt( S1 , s(_ , T2) ) :- subt(S1,T2).
3 subt( S1 , s(T1, _ ) ) :- subt(S1,T1).
```

Gesucht sind drei Lösungen für das Goal `?- subt(s(a, a), X).`

```
                    ?-  subt(s(a,a), X).
{X = s(a,a)}        ?-  .                  % 1
                                           ⇒ X = s(a,a))

                    ?-  subt(s(a,a), X).
{X = s(_ , X1)}     ?-  subt(s(a,a), X1).  % 2
{X1 = s(a,a)}       ?-  .                  % 1
                                           ⇒ X = s(a,s(a,a))

                    ?-  subt(s(a,a), X).
{X = s(X2, _)}      ?-  subt(s(a,a), X2).  % 3
{X2 = s(a,a) }      ?-  .                  % 1
                                           ⇒ X = s(s(a,a),c)
```