Logické programování I

PROLOG

Program popisuje "*svět*" Prologu

=

databáze faktů a pravidel (tzv. klauzulí).

fakta: predikát(arg1, arg2, ...argN).

cíle: ?- predikát(arg1, arg2, ...argN).

pravidla: hlava :- tělo.

predikát(argumenty) :- fakta.

elementy programu:

konstanty, proměnné, struktury

=

termy

Konstanty — čísla

atomy a, ja_a_ty, “NOVY”, b1

Proměnné A, _X, _

Struktury muz(jan),

cte(student(jan,novy),kniha(A,Nazev))

2+2

1)tvořené operátory a operandy –obr?

2)tvořené seznamy – výklad později

Př. dum.pro

```
ma(dum, dvere).
ma(dum, okno).
ma(dvere, klika).
rozbite(dvere).

?-ma(dum, dvere).
?-ma(Neco, klika).
?-ma(dum, Neco).
?-ma(X, Y), rozbite(Y).
```

Pravidla

cil(argumenty):-logicka formule z podcílů.

p ← q1 & q2 & … & qn.

Př. rodina.pro

rodic(eva, petr). rodic(eva, jan).

rodic(jindrich, jan). zena(eva). muz(petr).

muz(jan). muz(jindrich).

Jak definovat rodinné vztahy?

Predikáty se odlišují dle jména i arity

Anonymní proměnná = nechceme znát její hodnotu

- Může jich být více v klauzuli.
- Navzájem nesouvisí

Def.otce = někdo, kdo je rodičem a mužem

Def.syna

Databázi lze průběžně doplňovat

Rekurze

Definice českých panovníků – přemyslovců

Premyslovec je premysl_orac

Premyslovec je syn premyslovce

```
premyslovec(premysl_orac).
premyslovec(P):-syn(P,R), premyslovec(R).
```

Alternativa:

```
premyslovec(P):-
   (P=premysl_orac) ; (syn(P,R),premyslovec(R)).
```

- Jak vytvořit dotaz na jména všech přemyslovců?
- Jak definovat potomka po meči?
- Jak definovat příbuznost osob X a Y po meči?
- Jak definovat příbuznost osob X a Y

Princip rezoluce

a :- a_1, a_2, … , a_n.

b :- b_1, b_2, … , b_m.

Nechť $b_i \equiv a$

Pak rezolucí je

b :- b_1, b_2, … b_{i-1}, a_1, a_2, … , a_n , b_{i+1} , … , b_m.

Unifikace

- porovná-li se volná proměnná s konstantou, naváže se na tuto konstantu,
- porovnají-li se dvě volné (neinstalované) proměnné, stanou se synonymy,
- porovná-li se volná proměnná s termem, naváže se na tento term,
- porovnají-li se termy, které nejsou volnými proměnnými, musí být pro úspěšné porovnání stejné.

Př unifikace v dotazu ?- X = Y, Y = a.

Příklad největšího společného dělitele

Největší společný dělitel A a A je A

Největší společný dělitel A a B je NSD jestliže

při A větším než B platí: A1 je A-B a největší společný dělitel A1 a B je NSD

při A menším než B platí B1 je B-A a největší společný dělitel B1 a A je NSD

```
nsd(A,A,A).
nsd(A,B,NSD) : - A>B,
                    A1 is A-B,
                    nsd(A1,B,NSD).
nsd(A,B,NSD) : - A<B,
                    B1 is B-A,
                    nsd(B1,A,NSD).
?-nsd(16,12,X).
```

Příklad faktoriálu

Faktoriál 1 je 1.

Faktoriál N je F, jestliže platí, že nějaké M má hodnotu N-1 a současně faktoriál M je G a současně F má hodnotu G*N

```
fakt(1,1).
fakt(N,F) :- M is N-1,
             fakt(M,G),
              F is G * N.
?-fakt(3,X).
```

Zásady při plnění cílů

- Dotaz může být složen z několika cílů.
- Při konjunkci cílů jsou cíle plněny postupně zleva.
- Pro každý cíl je při jeho plnění prohledávána databáze od začátku.
- Při úspěšném porovnání klauzule s cílem je její místo v databázi označeno ukazatelem. Každý z cílů má vlastní ukazatel.
- Při úspěšném porovnání cíle s hlavou pravidla, pokračuje výpočet plněním cílů zadaných tělem pravidla.
- Cíl je splněn, je-li úspěšně porovnán s faktem databáze, nebo s hlavou pravidla databáze a jsou splněny podcíle těla pravidla.
- Není-li během exekuce některý cíl splněn ani po prohlédnutí celé databáze, je aktivován mechanismus návratu.
- Splněním jednotlivých cílů dotazu je splněn globální cíl a systém vypíše hodnoty proměnných zadaných v dotazu.
- Zjistí-li se při výpočtu, že globální cíl nelze splnit, je výsledkem no.

Mechanismus návratu

- exekuce se vrací k předchozímu splněnému cíli, zruší se instalace proměnných a pokouší se opětovně splnit tento cíl prohledáváním databáze dále od ukazatele pro tento cíl,
- splní-li se opětovně tento cíl, pokračuje se plněním dalšího, (předtím nesplněného) vpravo stojícího cíle,
- nesplní-li se předchozí cíl, vrací se výpočet opětovně zpět.

Shrnutí základních principů

- **<u>Program</u> specifikujeme množinou klauzulí. Klauzule mají podobu faktů, pravidel a dotazu. Prolog zná pouze to, co je definované programem.**
- **<u>Fakt</u> je jméno relace a argumenty (objekty) v daném uspořádání. Uspořádání je důležité.**
- **<u>Pravidlo</u> vyjadřuje vztahy, které platí jsou-li splněny podmínky z těla (cíle). Hlavu tvoří vždy jen jeden predikát.**
- **<u>Dotaz</u> může tvořit jeden nebo více cílů. Cíle mohou obsahovat proměnné i konstanty, Prolog najde tolik odpovědí kolik je požadováno (pokud existují).**
- **<u>Proměnná</u> je v klauzuli obecně kvantifikována. Její platnost je omezena na klauzuli.**

- **Definice predikátu je posloupnost klauzulí pro jednu relaci. Predikát může určovat vztah, databázovou relaci, typ, vlastnost, funkci. Jméno predikátu musí být atomem.**
- **Plnění cíle provádí Prolog pro nový cíl prohledáváním databáze od začátku, při opakovaném pokusu prohledáváním od naposled použité klauzule.**
- **Rekurzivní definice predikátu musí obsahovat ukončovací podmínku.**
- **Typ termu je rozpoznatelný syntaxí. Atomy a čísla jsou konstanty. Atomy a proměnné jsou jednoduchými termy. Anonymní proměnná představuje neznámý objekt, který nás nezajímá. Struktury jsou složené typy dat. Pravidlo je strukturou s funktorem :-**
- **Funktor je určen jménem a aritou**

Unifikace termů

Dva termy jsou úspěšně porovnány (podobné), pokud

- **jsou totožné nebo**
- **proměnné v termech lze navázat na objekty tak, že po navázání proměnných jsou termy totožné.**

Př. **datum(D, M, 2003)** **datum(X, 12, R)**

jsou

datum(D, M, 2003) **datum(X, 12, 2004)**

nejsou

bod(X, Y, Z) **datum(D, M, 2003)**

nejsou

- **Prolog vybere vždy nejobecnější možnost porovnání**
- **Porovnání vyjadřuje operátor =**

Při porovnání proměnné se strukturou je nutné vyloučit případ, kdy se tato proměnná vyskytuje ve výrazu

Př. ?- X = f(X). %neproveditelné porovnání

Způsobí navázání X na f(X)

na f(X)

na f(X) …

! ! Aritmetické výrazy jsou termy ! !

?- X = +(2, 2).

X = 2 + 2

?- X = 2 + 2 .

X = 2 + 2

Pro vyhodnocení nutno použít is

?- X is +(2, 2).

X = 4

?- X is 2 + 2 .

X = 4

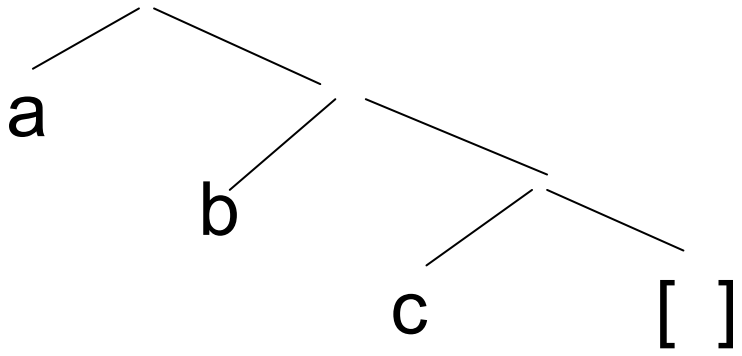
Seznamy

Seznam je rekurzivní datová struktura tvaru:

[e1, e2, …, en]

- [Hlava | Zbytek]
- [ ] prázdný seznam

Př. [a, b, c] dtto [a | [b, c]] dtto [a, b | [c]] dtto [a, b, c | [ ]]



[X] = [a, b, c, d] ?

no

[X | Y] = [a, b, c, d] ?

Yes X=a, Y=[b,c,d]

[X, Y | Z] = [a, b, c, d] ?

Yes X=a, Y=b, Z =[c,d]

[X] = [[a, b, c, d]] ?

Yes X= [a, b, c, d]

[X | Y] = [[a, [b, c]], d] ?

Yes X=[a, [b, c]], Y=[d]

[X | Y] = [ ] ?

no

[X | Y] = [d] ?

Yes X=d, Y= [ ]

Predikáty pro práci se seznamy

Zjištění, zda v nejvyšší úrovni seznamu S existuje prvek X

member(Prvek,Seznam)

Member platí, je-li prvek na začátku seznamu, jinak platí pokud pvek je ve zbytku seznamu

```
member(X,[X|_]).
member(X,[_|Y]) :- member(X,Y).
?-member(a, [b,a,c,[d,a]]).
yes
?-member(a, [b,c,[d,a]]).
no
```

Je mezi standardními

Nalezení posledního prvku seznamu

last(Seznam, Prvek)

Je-li v seznamu jen jeden prvek, tak je tím posledním, jinak je to poslední prvek ze zbytku seznamu

```
last([X],X).
last([_|T],X) :- last(T,X).

?- last([a,[b,c]],X).
X = [b,c]
```

Odstranění prvku ze seznamu
delete(Původní, Výsledný, Prvek)

```
delete([X|T],T,X).
delete([Y|T],[Y|T1],X) :- delete(T,T1,X).
```

Zkuste formulovat slovně

Je-li prvek prvním v seznamu,je výsledkem zbytek, jinak je výsledkem seznam se stejným prvním prvkem, ale se zbytkem, v němž je vynechán uvažovaný prvek

```
?- delete([a,b,a],L,a).
L = [b,a] ;
L = [a,b] ;
no
```

Přidání seznamu k seznamu

append(Seznam1,Seznam2,Výsledek)

```
append([ ],X,X).
append([A|B],X,[A|C]):-append(B,X,C).
```

Formulujte predikát slovně

```
?- append([a,b],[c],X).
X = [a,b,c]
yes
?-
```

```
append([ ],X,X).
append([A|B],X,[A|C]):-append(B,X,C).
?- append(X,Y,[a,b,c]).
X = []
Y = [a,b,c] ;
X = [a]
Y = [b,c] ;
X = [a,b]
Y = [c] ;
X = [a,b,c]
Y = [] ;
no
?-
```

argumenty	příklad
bbb	**?-append([a, b], [c], [a, b, c]).**
	yes
bbf	**?-append([a, b], [c], S3).**
	S3 = [a,b,c] ;
	no
bfb	**?-append([a, b], S2, [a,b,c,d]).**
	S2 = [c,d] ;
	no
	?-

bff **?-append([a, b], S2, S3).**

S2 = H159

S3 = [a,b | H159] ;

no

fbb **?-append(S1, [c, d], [a,b,c,d]).**

S1 = [a,b] ;

no

fbf **?-append(S1, [c, d], S3).**

S1 = []
S3 = [c,d] ;

S1 = [H277]
S3 = [H277,c,d] ;

S1 = [H277,H303]
S3 = [H277,H303,c,d] ;
atd

ffb **?-append(S1, S2, [c, d]).**

S1 = []
S2 = [c,d] ;

S1 = [c]
S2 = [d] ;

S1 = [c,d]
S2 = [] ;
no

fff **?-append(S1, S2, S3).**

S1 = []

S2 = H253

S3 = H253 ;

S1 = [H323]

S2 = H253

S3 = [H323 | H253] ;

S1 = [H323,H349]

S2 = H253

S3 = [H323,H349 | H253] ; atd

Vícesměrnost dalších predikátů

```
member(X,[X|_]).
member(X,[_|Y]) :- member(X,Y).

?- member(X,[a,[b,c],d]).
X = a ;
X = [b,c] ;
X = d ;
no
?-
```

Vícesměrnost dalších predikátů

```
delete([X|T],T,X).
delete([Y|T],[Y|T1],X) :- delete(T,T1,X).

?- delete(X,[a,b],c).
X = [c,a,b] ;
X = [a,c,b] ;
X = [a,b,c] ;
no
?-
```

Seznamy znaků jsou řetězce

```
?- [X,Y|Z]="abcd".

X = 97
Y = 98
Z = [99,100]
yes
?-
```