Programowanie deklaratywne

Artur Michalski
Informatyka II rok

Plan wykładu

- Wprowadzenie do języka Prolog
- Budowa składniowa i interpretacja programów prologowych
- Listy, *operatory i operacje arytmetyczne*
- Złożone/abstrakcyjne struktury danych
- Sterowanie mechanizmem nawrotów
- Operacje wejścia/wyjścia w Prologu
- Predefiniowane procedury prologowe
- Styl i technika programowania w Prologu

Notacja operatorów

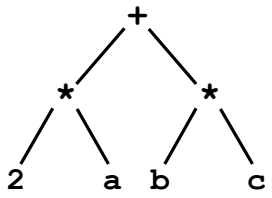
Standardowa reprezentacja operatorów w Prologu

W Prologu operatory reprezentowane są w notacji ***prefiksowej***.

Przykład

```
+(*(2,a),*(b,c))
```

Wyrażenia tworzą w reprezentacji wewnętrznej struktury drzewiaste (są termami), a operatory pełnią rolę funktorów (są atomami):



Notacja operatorów

Standardowa reprezentacja operatorów w Prologu

Dopuszczalna jest alternatywna reprezentacja operatorów w notacji ***infiksowej***.

Przykład

```
2*a + b*c
```

Wyrażenia w notacji *infiksowej* przekształcane są automatycznie do postaci *prefiksowej* (i na odwrót).

Pierwszeństwo operatorów decyduje o interpretacji wyrażeń w notacji infiksowej.

Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu

Prolog dopuszcza możliwość definiowania nowych operatorów. W celu zdefiniowania operatora korzystamy z specjalnej klauzuli systemowej zwanej również *dyrektywą*.
Postać dyrektywy:

`op(<pierwszeństwo>,<składnia>,<symbol>)`

gdzie:
`<pierwszeństwo>` - klasa pierwszeństwa operatora,
`<składnia>` - budowa operatora (prefix, infix, suffix),
`<symbol>` - oznaczenie operatora.

Przykład

```
?- op(600,xfx,has).
```

Można teraz zdefiniować fakt np.: **`piotr has auto.`**

Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Zasady:

- Definicja operatora nie określa żadnej operacji, która będzie wykonywana na argumentach operatora
- Operatory definiowane w Prologu są tylko funktorami, służącymi do konstruowania bardziej złożonych struktur
- Klasa pierwszeństwa operatora może przyjmować wartości z zakresu od **`1`** do **`1200`**
- Oznaczenie operatora musi być nazwą (stałą symboliczną)

Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Budowa składniowa operatora - notacje:

- prefiksowa:
  `fx fy`
- infiksowa:
  `xfx xfy yfx`
- postfiksowa:
  `xf yf`

  gdzie:
  `f` - to operator
  `x` - to argument o klasie pierwszeństwa < **`f`**
  `y` - to argument o klasie pierwszeństwa ≤ **`f`**

Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Zasady pierwszeństwa argumentów i operatora:

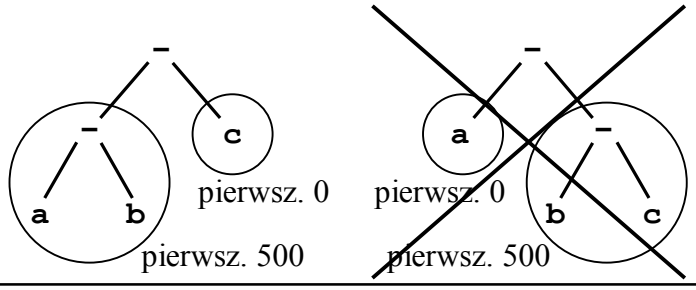
Składnik wyrażenia	**Klasa pierwszeństwa**
argument prosty	0
argument w nawiasach	0
operator	wg definicji (dyrektywa **`op`**)
argument złożony	wg pierwszeństwa operatora (funktora) głównego

Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Przykład
Załóżmy, że **`op(500,yfx,-)`**.

Reprezentacja wyrażenia **`a-b-c`** to **`(a-b)-c`**, a nie **`a-(b-c)`**.



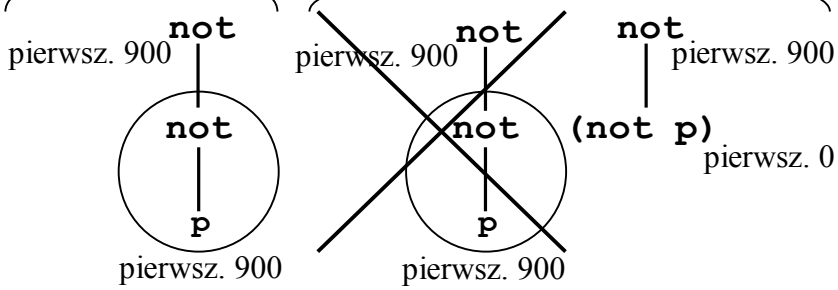
Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Przykład

`op(900,fy,not).`
`not not p`

`op(900,fx,not).`
`not (not p)`



Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Przykład

Wyrażenie rachunku zdań (prawo de Morgana):
~ (A & B) <=> ~ A v ~ B

Zapis w Prologu (standardowy,prefiksowy):
```
equivalence(not(and(A,B)),or(not(A),not(B))).
```

Zapis w Prologu (nowe operatory):
```
?- op(800,xfx,<=>).
?- op(700,xfy,v).
?- op(600,xfy,&).
?- op(500,fy,~).
```
Można teraz zdefiniować term: `~(A & B)<=> ~A v ~B.`

Notacja operatorów

Definiowanie operatorów w Prologu c.d.

Uwagi

- Definicje nowych operatorów nie określają żadnych nowych działań na argumentach, lecz wzbogacają notację o nowe sposoby tworzenia złożonych form reprezentacji
- Operator o najwyższej klasie pierwszeństwa jest głównym operatorem wyrażenia złożonego; operatory o niższej klasie pierwszeństwa mają natomiast silniejsze wiązanie
- Specyfika operatora zależy zarówno od jego położenia względem argumentów, jak i od zasad pierwszeństwa operatora oraz jego argumentów

Operacje arytmetyczne w Prologu

Operacja przypisania w Prologu

= (znak równości) operacja uzgadniania (unifikacji) termów
is operacja przypisania (ewaluacji wyrażenia)

Przykład

```
?- X=1+2.
```

Odpowiedź:

```
X=1+2
```

term z funktorem **+** oraz argumentami **1** i **2**

```
?- X is 1+2.
```

predefiniowana procedura ewaluacji wyrażenia **is**

Odpowiedź:

```
X=3
```

Operacje arytmetyczne w Prologu

Podstawowe operacje arytmetyczne w Prologu

Oznaczenie operatora	Operacja arytmetyczna
+	dodawanie
-	odejmowanie
*****	mnożenie
/	dzielenie rzeczywiste
//	część całkowita z dzielenia
mod	reszta całkowita z dzielenia
rem	część ułamkowa z dzielenia
****** lub **^**	potęgowanie

Operacje arytmetyczne w Prologu

Podstawowe operacje porównania w Prologu

Oznaczenie operatora	Operacja porównania
`>`	większy
`<`	mniejszy
`>=`	większy lub równy
`=<`	mniejszy lub równy
`=:=`	równy
`=\=`	różny
`\=`	termy się nie unifikują

Operacje arytmetyczne w Prologu

Operacja równości (`=:=`) a unifikacja (`=`)

Operator **=** dokonuje uzgodnienia dwóch obiektów i jeśli jest ono możliwe, prowadzi do wiązania zmiennych w tych obiektach (bez obliczania wartości wyrażeń!).
Operator **=:=** powoduje obliczenie wartości argumentów bez wiązania zmiennych (muszą być one już związane!).

Przykład

```
?- 1+2=:=2+1.
Yes

?- 1+2=2+1.
No
```

```
?- 1+A=B+2.
A=2
B=1

?- 1+A=:=B+2.
ERROR:Arguments are not
sufficiently instantiated
```

Różne rodzaje operacji równości w Prologu

Rodzaje relacji równości/różności w Prologu:

- **`X=Y`** spełniony, gdy termy **`X`** i **`Y`** unifikują się
- **`X is E`** spełniony, gdy **`X`** unifikuje się z wartością wyrażenia **`E`** (ewaluacja **`E`** potem proces uzgadniania z **`X`**)
- **`E1=:=E2`** spełniony, gdy wartości wyrażeń arytmetycznych **`E1`** i **`E2`** są równe
- **`E1=\=E2`** spełniony, gdy wartości wyrażeń arytmetycznych **`E1`** i **`E2`** są różne
- **`T1==T2`** spełniony, gdy termy **`T1`** i **`T2`** są identyczne (unifikują się leksykalnie włącznie z nazwami zmiennych)
- **`T1\==T2`** spełniony, gdy termy **`T1`** i **`T2`** nie są identyczne

Różne rodzaje operacji równości w Prologu

Zastosowanie relacji równości/różności w Prologu:

Przykład

```
?- f(a,b)==f(a,b).
Yes
?- f(a,b)==f(a,X).
No
?- f(a,X)==f(a,Y).
No
?- X\==Y.
Yes
?- t(X,f(a,Y))==t(X,f(a,Y)).
Yes
```

Operacje arytmetyczne w Prologu

Zastosowanie operacji arytmetycznych

Przykład

Największy wspólny dzielnik dwóch liczb: dla dwóch liczb całkowitych, dodatnich X i Y , największy wspólny dzielnik D:

- równa się X, jeżeli X i Y są równe,
- równa się największemu wspólnemu dzielnikowi X i Y-X, jeżeli X<Y,
- równa się największemu wspólnemu dzielnikowi Y i X-Y, jeżeli Y<X.

Zapis w Prologu:

```
nwd(X,X,X).
nwd(X,Y,D):- X<Y, Y1 is Y-X, nwd(X,Y1,D).
nwd(X,Y,D):- Y<X, nwd(Y,X,D).  lub
nwd(X,Y,D):- Y<X, X1 is X-Y, nwd(X1,Y,D).
```

Operacje arytmetyczne w Prologu

Zastosowanie operacji arytmetycznych c.d.

Przykład

Wyznaczyć długość listy termów. Długość listy:

- równa się 0, jeżeli lista jest pusta,
- równa się długości jej ogona powiększonej o 1, jeżeli lista jest niepusta.

Zapis w Prologu:

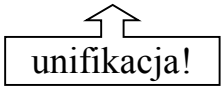
```
length([],0).
length([_|Tail],N):- length(Tail,N1),
                     N is 1+N1.
```

Operacje arytmetyczne w Prologu

Zastosowanie operacji arytmetycznych c.d.

ciąg dalszy przykładu – rozważmy inny (błędny) zapis w Prologu:

```
length([],0).
length([_|Tail],N):- length(Tail,N1),
                     N = 1+N1.
```



Zapytanie: `?- length([a,b,[c,d],e],N).`
`N = (1+(1+(1+(1+0))))`
Właściwe zapytanie (w tej wersji **length**!):
`?- length([a,b,[c,d],e],N), L is N.`
`N=(1+(1+(1+(1+0))))`
`L=4`

Operacje arytmetyczne w Prologu

Zastosowanie operacji arytmetycznych c.d.

Podsumowanie

- Operacje z użyciem operatorów arytmetycznych wymagają zastosowania predefiniowanych procedur ewaluacji wyrażenia
- Ewaluacja wyrażenia jest możliwa tylko gdy zastosujemy operator **is**
- Operatory porównania również prowadzą do ewaluacji porównywanych wyrażeń
- W trakcie ewaluacji wyrażenia wszystkie argumenty muszą mieć przypisaną (związaną) wartość liczbową
- Realizacja procedury **is** przebiega w dwóch krokach: ewaluacja wyrażenia, a następnie *unifikacja* zmiennej do wartości tego wyrażenia