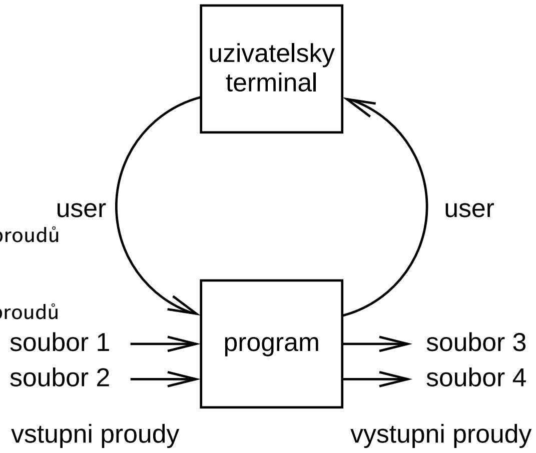
Vestavěné predikáty (pokračování)

Vstup a výstup

- program může číst data ze **vstupního proudu** (*input stream*)
- program může zapisovat data do **výstupního proudu** (*output stream*)
- dva **aktivní proudy**
  - aktivní vstupní proud
  - aktivní výstupní proud
- **uživatelský terminál** – `user`
  - datový vstup z terminálu
    chápán jako jeden ze vstupních proudů
  - datový výstup na terminál
    chápán jako jeden z výstupních proudů



Vstupní a výstupní proudy: vestavěné predikáty

- změna (**otevření**) aktivního vstupního/výstupního proudu: `see(S)/tell(S)`

```
cteni( Soubor ) :- see( Soubor ),
                   cteni_ze_souboru( Informace ),
                   see( user ).
```

- **uzavření** aktivního vstupního/výstupního proudu: `seen/told`
- **zjištění** aktivního vstupního/výstupního proudu: `seeing(S)/telling(S)`

```
cteni( Soubor ) :- seeing( StarySoubor ),
                   see( Soubor ),
                   cteni_ze_souboru( Informace ),
                   seen,
                   see( StarySoubor ).
```


Sekvenční přístup k textovým souborům

- **čtení** dalšího **termu**: `read(Term)`
  - při čtení jsou termy odděleny tečkou

```
| ?- read(A), read( ahoj(B) ), read( [C,D] ).
|: ahoj. ahoj( petre ). [ ahoj( 'Petre!' ), jdeme ].
A = ahoj, B = petre, C = ahoj('Petre!'), D = jdeme
```

  - po dosažení konce souboru je vrácen atom `end_of_file`
- **zápis** dalšího **termu**: `write(Term)`

```
?- write( ahoj ).    ?- write( 'Ahoj Petre!' ).
```

  nový řádek na výstup: `nl`

  N mezer na výstup: `tab(N)`
- **čtení/zápis** dalšího **znaku**: `get0(Znak), get(NeprazdnyZnak)/put(Znak)`
  - po dosažení konce souboru je vrácena `-1`

Příklad čtení ze souboru

```
process_file( Soubor ) :-
       seeing( StarySoubor ),       % zjištění aktivního proudu
       see( Soubor ),               % otevření souboru  Soubor
       repeat,
          read( Term ),             % čtení termu  Term
          process_term( Term ),     % manipulace s termem
          Term == end_of_file,      % je konec souboru?
       !,
       seen,                        % uzavření souboru
       see( StarySoubor ).          % aktivace původního proudu

repeat.                             % opakování
repeat :- repeat.
```


Čtení programu ze souboru

- **Interpretování** kódu programu
  - `?- consult(program).`
  - `?- consult('program.pl').`
  - `?- consult( [program1, 'program2.pl'] ).`
- **Kompilace** kódu programu
  - ?- compile([program1, 'program2.pl']).
  - ?- [program].
  - ?- [user]. **zadávání kódu ze vstupu** ukončené CTRL+D
  - další varianty podobně jako u interpretování
  - typické zrychlení: 5 až 10 krát

Všechna řešení

- Backtracking vrací pouze jedno řešení po druhém
- Všechna řešení dostupná najednou: `bagof/3`, `setof/3`, `findall/3`
- `bagof( X, P, S )`: vrátí seznam S, všech objektů X takových, že P je splněno

```
vek( petr, 7 ).
vek( anna, 5 ).
vek( tomas, 5 ).

?- bagof( Dite, vek( Dite, 5 ), Seznam ).
   Seznam = [ anna, tomas ]
```

- Volné proměnné v cíli P jsou **všeobecně kvantifikovány**

```
?- bagof( Dite, vek( Dite, Vek ), Seznam ).
   Vek = 7, Seznam = [ petr ];
   Vek = 5, Seznam = [ anna, tomas ]
```


Všechna řešení II.

- Pokud neexistuje řešení `bagof(X,P,S)` neuspěje
- bagof: pokud nějaké řešení existuje několikrát, pak S obsahuje duplicity
- `bagof, setof, findall`:
  P je libovolný cíl

```
vek( petr, 7 ).
vek( anna, 5 ).
vek( tomas, 5 ).

?- bagof( Dite, ( vek( Dite, 5 ), Dite \= anna  ), Seznam ).
   Seznam = [ tomas ]
```

- `bagof, setof, findall`:
  na objekty shromažďované v X nejsou žádná omezení: X je term

```
?- bagof( Dite-Vek, vek( Dite, Vek ), Seznam ).
   Seznam = [petr-7,anna-5,tomas-5]
```

Existenční kvantifikátor „ˆ ”

- Přidání **existenčního kvantifikátoru** „ˆ ” ⇒ hodnota proměnné nemá význam

```
?- bagof( Dite, Vek^vek( Dite, Vek ), Seznam ).
   Seznam = [petr,anna,tomas]
```

- Anonymní proměnné jsou všeobecně kvantifikovány,
  i když jejich hodnota není (jako vždy) vracena na výstup

```
?- bagof( Dite, vek( Dite, _Vek ), Seznam ).
   Seznam = [petr] ;
   Seznam = [anna,tomas]
```

- Před operátorem „ˆ ” může být i seznam

```
?- bagof( Vek ,[Jmeno,Prijmeni]^vek( Jmeno, Prijmeni, Vek ), Seznam ).
   Seznam = [7,5,5]
```


Všechna řešení III.

- `setof( X, P, S )`: rozdíly od bagof
  - S je uspořádaný podle @<
  - případné duplicity v S jsou eliminovány
- `findall( X, P, S )`: rozdíly od bagof
  - všechny proměnné jsou existenčně kvantifikovány
    ?- findall(Dite, vek(Dite, Vek), Seznam).
    ⇒ v S jsou shromažd'ovány všechny možnosti i pro různá řešení
    ⇒ `findall` uspěje přesně jednou
  - výsledný seznam může být prázdný ⇒ pokud neexistuje řešení, uspěje a vrátí S = []
  - ```
    ?- bagof( Dite, vek( Dite, Vek ), Seznam ).
       Vek = 7, Seznam = [ petr ];
       Vek = 5, Seznam = [ anna, tomas ]
    ?- findall( Dite, vek( Dite, Vek ), Seznam ).
       Seznam = [petr,anna,tomas]
    ```


Testování typu termu

`var(X)`	X je volná proměnná
`nonvar(X)`	X není proměnná
`atom(X)`	X je atom (`pavel, 'Pavel Novák', <-->`)
`integer(X)`	X je integer
`float(X)`	X je float
`atomic(X)`	X je atom nebo číslo
`compound(X)`	X je struktura

Určení počtu výskytů prvku v seznamu

```
count( X, S, N ) :- count( X, S, 0, N ).

count( _, [], N, N ).
count( X, [X|S], N0, N) :- !, N1 is N0 + 1, count( X, S, N1, N).
count( X, [_|S], N0, N) :- count( X, S, N0, N).

:-? count( a, [a,b,a,a], N )       :-? count( a, [a,b,X,Y], N).
N=3                                N=3

count( _, [], N, N ).
count( X, [Y|S], N0, N ) :- nonvar(Y), X = Y, !,
                            N1 is N0 + 1, count( X, S, N1, N ).
count( X, [_|S], N0, N ) :- count( X, S, N0, N ).
```
```

Konstrukce a dekompozice atomu

- **Atom** (opakování)
  - řetězce písmen, čísel, „_" začínající malým písmenem: `pavel, pavel_novak, x2, x4_34`
  - řetězce speciálních znaků: `+, <->, ===>`
  - řetězce **v apostrofech**: `'Pavel', 'Pavel Novák', 'prší', 'ano'`

  `?- 'ano'=A.        A = ano`
- **Řetězec znaků v uvozovkách**
  - př. "ano", "Pavel"

  ```
  ?- A="Pavel".                  ?- A="ano".
  A = [80,97,118,101,108]        A=[97,110,111]
  ```
  - př. použití: konstrukce a dekompozice atomu na znaky, vstup a výstup do souboru
- **Konstrukce atomu ze znaků, rozložení atomu na znaky**

  ```
  name( Atom, SeznamASCIIKodu )        name( ano, [97,110,111] )
                                       name( ano, "ano" )
  ```


Konstrukce a dekompozice termu

- Konstrukce a dekompozice termu

  `Term =.. [ Funktor | SeznamArgumentu ]`

  ```
  a(9,e) =.. [a,9,e]
  Cil =.. [ Funktor | SeznamArgumentu ], call( Cil )
  atom =.. X ⇒ X = [atom]
  ```
- Pokud chci znát pouze funktor nebo některé argumenty, pak je efektivnější:

  ```
  functor( Term, Funktor, Arita )        functor( a(9,e), a, 2 )
                                         functor(atom,atom,0)    functor(1,1,0)
  arg( N, Term, Argument )               arg( 2, a(9,e), e)
  ```


Rekurzivní rozklad termu

- Term je proměnná (`var/1`), atom nebo číslo (`atomic/1`) ⇒ konec rozkladu
- Term je seznam (`[_|_]`) ⇒ [] ... řešen výše jako `atomic`

  procházení seznamu a rozklad každého prvku seznamu
- Term je složený (`=../2, functor/3`) ⇒

  procházení seznamu argumentů a rozklad každého argumentu
- Příklad: `ground/1` uspěje, pokud v termu nejsou proměnné; jinak neuspěje

  ```
  ground(Term) :- atomic(Term), !.
  ground(Term) :- var(Term), !, fail.
  ground([H|T]) :- !, ground(H), ground(T).
  ground(Term) :- Term =.. [ _Funktor | Argumenty ],
                  ground( Argumenty ).

  ?- ground(s(2,[a(1,3),b,c],X)).        ?- ground(s(2,[a(1,3),b,c])).
  no                                     yes
  ```


Příklad: dekompozice termu I.

- `count_term( Integer, Term, N )` určí počet výskytů celého čísla v termu
  - `?- count_term( 1, a(1,2,b(x,z(a,b,1)),Y), N ).        N=2`
  - `count_term( X, T, N ) :- count_term( X, T, 0, N).`

  ```
  count_term( X, T, N0, N ) :- integer(T), X = T, !, N is N0 + 1.
  count_term( _, T, N, N ) :- atomic(T), !.
  count_term( _, T, N, N ) :- var(T), !.
  count_term( X, T, N0, N ) :- T =.. [ _ | Argumenty ],
                               count_arg( X, Argumenty, N0, N ).
  count_arg( _, [], N, N ).
  count_arg( X, [ H | T ], N0, N ) :- count_term( X, H, 0, N1),
                                      N2 is N0 + N1,
                                      count_arg( X, T, N2, N ).
  ```
  - `?- count_term( 1, [a,2,[b,c],[d,[e,f],Y]], N ).`

  ```
  count_term( X, T, N0, N ) :- T = [_|_], !, count_arg( X, T, N0, N ).
  ```

  klauzuli přidáme **před** poslední klauzuli count_term/4

Cvičení: dekompozice termu

- Napište predikát `substitute( Podterm, Term, Podterm1, Term1)`,
  který nahradí všechny výskyty `Podterm` v `Term`
  termem `Podterm1` a výsledek vrátí v `Term1`
- Předpokládejte, že `Term` a `Podterm` jsou termy bez proměnných
- `?- substitute( sin(x), 2*sin(x)*f(sin(x)), t, F ).`   `F=2*t*f(t)`