

O rekurzi. Typické ATD. Domácí úloha

Programovací techniky

doc. Ing. Jiří Rybička Dr.
ústav informatiky
PEF MENDELU v Brně
`rybicka@mendelu.cz`

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

- Definice iterativní úlohy

- Definice iterativní úlohy
- Vstup: řada čísel, výstup: součet vstupní řady.

$$S = a_1 + a_2 + \cdots + a_N$$

- Definice iterativní úlohy
- Vstup: řada čísel, výstup: součet vstupní řady.

$$S = a_1 + a_2 + \cdots + a_N$$

- Řešení vede na použití cyklu:

```
S:=0;  
while {není konec dat} do begin  
    {získej hodnotu a}  
    S:=S+a  
end;
```

- Definice iterativní úlohy
- Vstup: řada čísel, výstup: součet vstupní řady.

$$S = a_1 + a_2 + \cdots + a_N$$

- Řešení vede na použití cyklu:

```
S:=0;  
while {není konec dat} do begin  
    {získej hodnotu a}  
    S:=S+a  
end;
```

- Spotřeba paměti nezávisí na počtu vstupních dat

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

- Jiný způsob zadání téže úlohy:

$$S_i = S_{i-1} + a_i$$

$$S_0 = 0$$

- Jiný způsob zadání téže úlohy:

$$\begin{aligned}S_i &= S_{i-1} + a_i \\ S_0 &= 0\end{aligned}$$

- Řešení vede na rekurzivní podprogram:

```
function S:real;  
  var a: real;  
  begin if {není konec dat} then begin  
    read(a);  
    S:=S+a  
  end else S:=0  
end;
```

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

- Volání podprogramu – použití systémového zásobníku (návratové adresy, parametry volané hodnotou, lokální proměnné)

- Volání podprogramu – použití systémového zásobníku (návratové adresy, parametry volané hodnotou, lokální proměnné)
- Spotřeba paměti – závisí na počtu dat

- Volání podprogramu – použití systémového zásobníku (návratové adresy, parametry volané hodnotou, lokální proměnné)
- Spotřeba paměti – závisí na počtu dat
- Jiná úloha – obrácení posloupnosti vstupních řetězců:

```
procedure Obrat;  
  var X: string;  
  begin if not eof do begin  
        readln(X);  
        Obrat  
      end;  
        writeln(X)  
  end;
```

- Volání podprogramu – použití systémového zásobníku (návratové adresy, parametry volané hodnotou, lokální proměnné)
- Spotřeba paměti – závisí na počtu dat
- Jiná úloha – obrácení posloupnosti vstupních řetězců:

```
procedure Obrat;  
  var X: string;  
  begin if not eof do begin  
        readln(X);  
        Obrat  
      end;  
        writeln(X)  
  end;
```

- Objasnění činnosti – trasování a vykreslení stavu paměti

Význačné abstraktní datové typy

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

Význačné abstraktní datové typy

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam
 - Fronta (Prioritní fronta)

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam
 - Fronta (Prioritní fronta)
 - Zásobník

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam
 - Fronta (Prioritní fronta)
 - Zásobník
- Stromové struktury

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam
 - Fronta (Prioritní fronta)
 - Zásobník
- Stromové struktury
- Vyhledávací tabulka

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam
 - Fronta (Prioritní fronta)
 - Zásobník
- Stromové struktury
- Vyhledávací tabulka
- Graf

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- Seznam
 - Fronta (Prioritní fronta)
 - Zásobník
- Stromové struktury
- Vyhledávací tabulka
- Graf
- Řídké pole

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané
- **Operace:**

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané
- **Operace:**
 - Inicializace

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané
- **Operace:**
 - Inicializace
 - Vložení do stromu

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané
- **Operace:**
 - Inicializace
 - Vložení do stromu
 - Zjištění prázdnosti

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané
- **Operace:**
 - Inicializace
 - Vložení do stromu
 - Zjištění prázdnosti
 - Zjištění přítomnosti prvku

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané
- **Operace:**
 - Inicializace
 - Vložení do stromu
 - Zjištění prázdnosti
 - Zjištění přítomnosti prvku
 - Průchod stromem – výpis prvků do lineární struktury

Implementace stromu

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

- B-strom (speciální binární strom s nejvýše 2 následníky uzlů)

- B-strom (speciální binární strom s nejvýše 2 následníky uzlů)
- Datové prvky:

```
type TypData = longint;  
  
UkUzel = ^Uzel;  
Uzel = record  
    Data: TypData;  
    Vlevo, Vpravo: UkUzel;  
end;  
  
Tree = UkUzel;
```

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Stromy

Implementace stromu

Komplexní domácí
úloha

```
procedure Init(var T: Tree);  
begin T:=nil  
end;
```

```
procedure Insert(var T: Tree; E: TypData);  
begin  
    if T=nil then begin  
        new(T);  
        T^.Data:=E;  
        T^.Vlevo:=nil;  
        T^.Vpravo:=nil  
    end else  
        if E<=T^.Data then Insert(T^.Vlevo, E)  
        else Insert(T^.Vpravo, E)  
    end;
```

```
procedure InOrder(T: Tree);  
  begin if T<>nil then begin  
    InOrder(T^.Vlevo);  
    writeln(T^.Data);  
    InOrder(T^.Vpravo)  
  end;  
end;  
var S: Tree;  
    C: longint;  
  
begin Init(S);  
  while not eof do begin  
    readln(C);  
    Insert(S,C)  
  end;  
  InOrder(S);  
end.
```


Komplexní domácí úloha

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Implementujte následující abstraktní datové typy, a to:

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Implementujte následující abstraktní datové typy, a to:
 - 1 v „obyčejném“ strukturovaném tvaru

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Implementujte následující abstraktní datové typy, a to:
 - ❶ v „obyčejném“ strukturovaném tvaru
 - ❷ v objektovém tvaru

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Implementujte následující abstraktní datové typy, a to:
 - ❶ v „obyčejném“ strukturovaném tvaru
 - ❷ v objektovém tvaru
 - ❸ s obecnými datovými položkami

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Implementujte následující abstraktní datové typy, a to:
 - ❶ v „obyčejném“ strukturovaném tvaru
 - ❷ v objektovém tvaru
 - ❸ s obecnými datovými položkami
 - ❹ vždy v programové jednotce (modulu)

- Implementujte následující abstraktní datové typy, a to:
 - ❶ v „obyčejném“ strukturovaném tvaru
 - ❷ v objektovém tvaru
 - ❸ s obecnými datovými položkami
 - ❹ vždy v programové jednotce (modulu)
 - ❺ s variantami konkrétních typů (pole, dyn. struktury, soubory bez udání typu).

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Průpravný příklad – implementace obyčejného lineárního dynamického jednosměrného seznamu s operacemi:

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- Průpravný příklad – implementace obyčejného lineárního dynamického jednosměrného seznamu s operacemi:
 - vložení prvku (na začátek, za/před vybraný prvek, na konec)

- Průpravný příklad – implementace obyčejného lineárního dynamického jednosměrného seznamu s operacemi:
 - vložení prvku (na začátek, za/před vybraný prvek, na konec)
 - odstranění libovolného prvku

- Průpravný příklad – implementace obyčejného lineárního dynamického jednosměrného seznamu s operacemi:
 - vložení prvku (na začátek, za/před vybraný prvek, na konec)
 - odstranění libovolného prvku
 - zjištění počtu prvků, výpisy, prohledávání

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta
 - prioritní fronta

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta
 - prioritní fronta
 - obecný seznam (jednosměrný, dvousměrný, cyklický)

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta
 - prioritní fronta
 - obecný seznam (jednosměrný, dvousměrný, cyklický)
 - seznam s aktivním prvkem

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta
 - prioritní fronta
 - obecný seznam (jednosměrný, dvousměrný, cyklický)
 - seznam s aktivním prvkem
- **Stromy:**

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta
 - prioritní fronta
 - obecný seznam (jednosměrný, dvousměrný, cyklický)
 - seznam s aktivním prvkem
- **Stromy:**
 - obecný strom

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta
 - prioritní fronta
 - obecný seznam (jednosměrný, dvousměrný, cyklický)
 - seznam s aktivním prvkem
- **Stromy:**
 - obecný strom
 - binární strom (uspořádaný $ls \leq o < ps$, uspořádaný $o > ls, ps$)

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání
- **Graf:**

Iterace a rekurze

Význačné abstraktní
datové typy

Komplexní domácí
úloha

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání
- **Graf:**
 - obecný graf

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání
- **Graf:**
 - obecný graf
 - orientovaný graf

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání
- **Graf:**
 - obecný graf
 - orientovaný graf
- **Řídké pole:**

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání
- **Graf:**
 - obecný graf
 - orientovaný graf
- **Řídké pole:**
 - obecné

- **Vyhledávací tabulka:**
 - obecná (konstruovaná různými jinými typy)
 - tabulka s rozptýlenými hesly
 - stromové hledání
- **Graf:**
 - obecný graf
 - orientovaný graf
- **Řídké pole:**
 - obecné
 - trojúhelníková matice