

O rekurzi. Stromy. Typické ATD.

Programovací techniky

doc. Ing. Jiří Rybička, Dr.
Ústav informatiky
PEF MENDELU v Brně
rybicka@mendelu.cz

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- 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*/) {  
    /*získej hodnotu a*/  
    S+=a;  
}
```

- 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*/) {  
    /*získej hodnotu a*/  
    S+=a;  
}
```

- Spotřeba paměti nezávisí na počtu vstupních dat

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- 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:

```
float S(){  
    float a;  
    if (/*není konec dat*/) {  
        /*získej hodnotu a*/  
        return S()+a; //komutativní operace "+"  
    } else return 0;  
}
```

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- 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
- Jiný příklad – obrácení posloupnosti vstupních řetězců:

```
void Obrat(){  
    string X = "";  
    if (getline(cin, X)) Obrat();  
    cout << X << endl;  
}
```

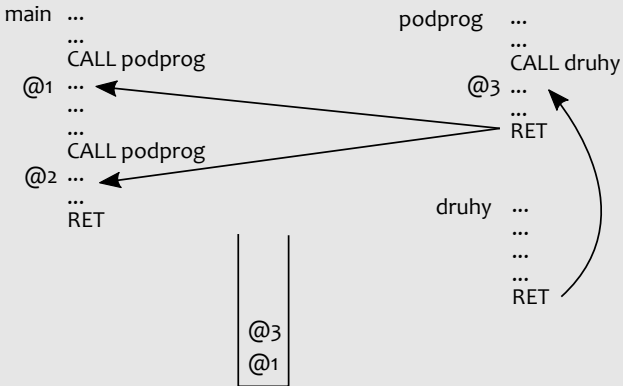
- Volání podprogramu – použití systémového zásobníku (návratové adresy, parametry volané hodnotou, lokální proměnné)
- Spotřeba paměti – závisí na počtu dat
- Jiný příklad – obrácení posloupnosti vstupních řetězců:

```
void Obrat(){  
    string X = "";  
    if (getline(cin, X)) Obrat();  
    cout << X << endl;  
}
```

- Objasnění činnosti – trasování a vykreslení stavu paměti

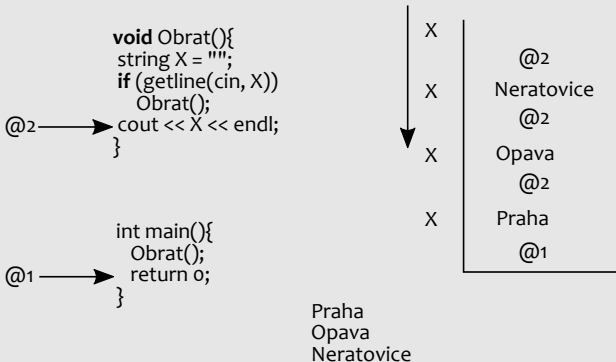
- Princip volání podprogramu a řešení návratu

- Princip volání podprogramu a řešení návratu



- Trasování rekurzivního podprogramu – princip využití systémového zásobníku

- Trasování rekurzivního podprogramu – princip využití systémového zásobníku



Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- nepravidelné

Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- nepravidelné
- pravidelné

Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární

Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

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

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané (binární vyhledávací strom)

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané (binární vyhledávací strom)
- **Operace:**

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané (binární vyhledávací strom)
- **Operace:**
 - Inicializace

- nepravidelné
- pravidelné
 - n-ární
 - ternární
 - binární
 - binární uspořádané (binární vyhledávací strom)
- **Operace:**
 - Inicializace
 - Vložení do stromu

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

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

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

Implementace stromu

Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Iterace a rekurze

Stromy

Implementace stromu

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

- Binární strom s nejvýše 2 následníky v uzlu

- Binární strom s nejvýše 2 následníky v uzlu
- Datové prvky:

```
typedef long int TypData; //jednoduchý příklad dat
typedef struct Uzel {
    TypData data;
    Uzel *Vlevo, *Vpravo;
} Uzel;
typedef Uzel *UkUzel;
typedef UkUzel Strom;
```

```
void Init(Strom &T){
    T = NULL;
}

void Insert(Strom &T, TypData E){
    if (T==NULL) {
        T = new Uzel;
        T->Data = E;
        T->Vlevo = NULL;
        T->Vpravo = NULL;
    } else
        if (E<=T->Data) Insert(T->Vlevo, E);
        else Insert(T->Vpravo, E);
}
```

```
void InOrder(Strom T){
    if (T!=NULL) {
        InOrder(T->Vlevo);
        cout << (T->Data) << " ";
        InOrder(T->Vpravo);
    }
}

int main (){
    Strom S;
    long int C;

    Init(S);
    while (cin>>C) Insert(S, C);
    InOrder(S);
    return 0;
}
```

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

- **Seznamy:**

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

- **Seznamy:**
 - zásobník
 - fronta

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

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

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

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

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

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

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

- **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
 - pravidelný strom (nejvýše n následníků)

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

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

- **Vyhledávací tabulka:**

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

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

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

Iterace a rekurze

Stromy

Význačné
abstraktní datové
typy – souhrn

Abstraktní typy

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

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

- **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