Y36PJC Programování v jazyce C/C++

# Třídy a objekty II

Ladislav Vagner

# Dnešní přednáška

- Více o konstruktorech:
  - implicitní konstruktor,
  - inicializace členských proměnných,
  - kopírující konstruktor,
  - konstruktory uživatelské konverze.
- Třídy jako datové typy:
  - zásobník,
  - fronta.

# Minulá přednáška

- Deklarace třídy.
- Konstruktor, destruktor, metody.
- Zapouzdření.
- Třídní a instanční proměnné a metody.
- Třídy v C++ a struktury v C.

# Konstruktory

- Volán automaticky při vytváření nové instance.
- Rozlišení konstruktoru – pravidla přetěžování funkcí.
- Speciální typy konstruktorů:
  - implicitní,
  - kopírující,
  - uživatelské konverze.
- Volány systémem, pokud instance vzniká za specifických okolností.

# Implicitní konstruktor

- Konstruktor volatelný bez parametrů:
  - nemá žádné formální parametry,
  - nebo má pro všechny parametry implicitní hodnoty.
- Použit, pokud instance vzniká a parametry nejsou k dispozici (pole objektů, členská proměnná jiného objektu).
- Vygenerován systémem automaticky, pokud:
  - má vzniknout instance a
  - ve třídě neexistuje žádný jiný konstruktor.
- Vygenerovaný implicitní konstruktor:
  - volá implicitní konstruktory staticky alokovaných členských proměnných – objektů,
  - ostatní členské proměnné nechá neinicializované.

# Implicitní konstruktor

```
class CFoo { … };

CFoo * array = new CFoo [100];
 // celkem se vola 100 x implicitni konstruktor,
 // pro každý prvek pole 1x
…
delete [] array;
 // vola 100x destruktor

 // ----------------------------

CFoo * array2 = new CFoo [100];

delete array2;
 // bez [] by se destruktor pouze 1x pro prvni objekt
```

# Implicitní konstruktor

```
class CFoo
 { …
   CFoo ( int x = 20 ) { … } //impl. konstruktor CFoo
 };

class CBar
 {
   CFoo   Stat;
   CFoo * Dyn;
        CBar :: CBar ( int x );
 };

CBar::CBar ( int x )
 { // zde se vola impl konstruktor pro Stat
   Dyn = new CFoo ( 20 );
 }
```

# Implicitní konstruktor

```
class CFoo
 { …
   CFoo ( int x ) { … } // konstruktor CFoo, ne impl.
 };

class CBar
 {
   CFoo   Stat;
   CFoo * Dyn;
        CBar :: CBar ( int x );
 };

CBar::CBar ( int x )
 { // zde se ma volat impl. konstruktor pro Stat,
   // neexituje, nedoplni se automaticky -> chyba
   Dyn = new CFoo ( 20 );
 }
```

# Implicitní konstruktor

```
class CFoo
 { …
   CFoo ( int x ) { … } // konstruktor CFoo, ne impl.
 };

class CBar
 {
   CFoo   Stat;
   CFoo * Dyn;
        CBar :: CBar ( int x );
 };

CBar::CBar ( int x ) : Stat ( 10 )
 {
   Dyn = new CFoo ( 20 );
 }
```

# Implicitní konstruktor a Java

- Existuje v Javě implicitní konstruktor?
  - Java vytváří instance pouze dynamicky,
  - Java neumí alokovat pole objektů.
- V Javě není implicitní konstruktor třeba.
- Toto je pole objektů:

```
string  * array = new string [100]; // C++
```

- Toto není v Javě pole objektů, ale pole referencí:

```
String array [] = new String [100]; // Java
```

- Poli Java referencí odpovídá C++ deklarace:

```
string ** array = new string [100]; // C++
```

# Kopírující konstruktor

- Konstruktor, který má parametrem konstantní referenci na instanci své třídy.
- Volán pokud:
  - vzniká nová instance,
  - instance vzniká jako kopie existující instance.
- Vygenerován automaticky, pokud ve třídě neexistuje.
- Vygenerovaný kopírující konstuktor:
  - vytvoří kopie staticky alokovaných členských proměnných – objektů voláním jejich kopírujících konstruktorů,
  - ostatní členské proměnné zkopíruje binárně.

# Kopírující konstruktor

```
class CFoo { … };

void foo1 ( CFoo   a ) { … }
void foo2 ( CFoo & a ) { … }
void foo3 ( CFoo * a ) { … }

CFoo  x;
CFoo  y (x); // volan copy konstruktor
CFoo  z = x; // volan copy konstruktor

foo1 ( x );  // volan copy konstruktor
foo2 ( x );  // neni volan zadny konstruktor
foo3 ( &x ); // neni volan zadny konstruktor

CFoo a = x;  // volan copy konstruktor
z = x;       // neni volan copy konstruktor, ale
             // operator = (pozdeji)
```

# Kopírující konstruktor

- Kdy automaticky generovaný kopírující konstruktor nestačí?
  - Obsahuje-li instance dynamicky alokovaná data,
  - prostředky OS (soubory, sockety, semafory, thready, mutexy, ...),
  - využíváme-li techniku počítaných referencí (bude vysvětleno později).
- "Pravidlo" pro návrh tříd – následující rozhraní mívají třídy buď celé nebo vůbec:
  - kopírující konstuktor,
  - přetížený operátor =,
  - destruktor.

# Kopírující konstruktor

```
class CFoo
 {
    char * str;
    int    len;
  public:
                CFoo   ( const char * str = "" )
    {
      len          = strlen ( str );
      this -> str = new char [len + 1];
      strncpy      ( this -> str, str, len + 1 );
    }

               ~CFoo   ( void )
    { delete [] str; }

    const char * GetStr ( void ) const
    { return str; }
```

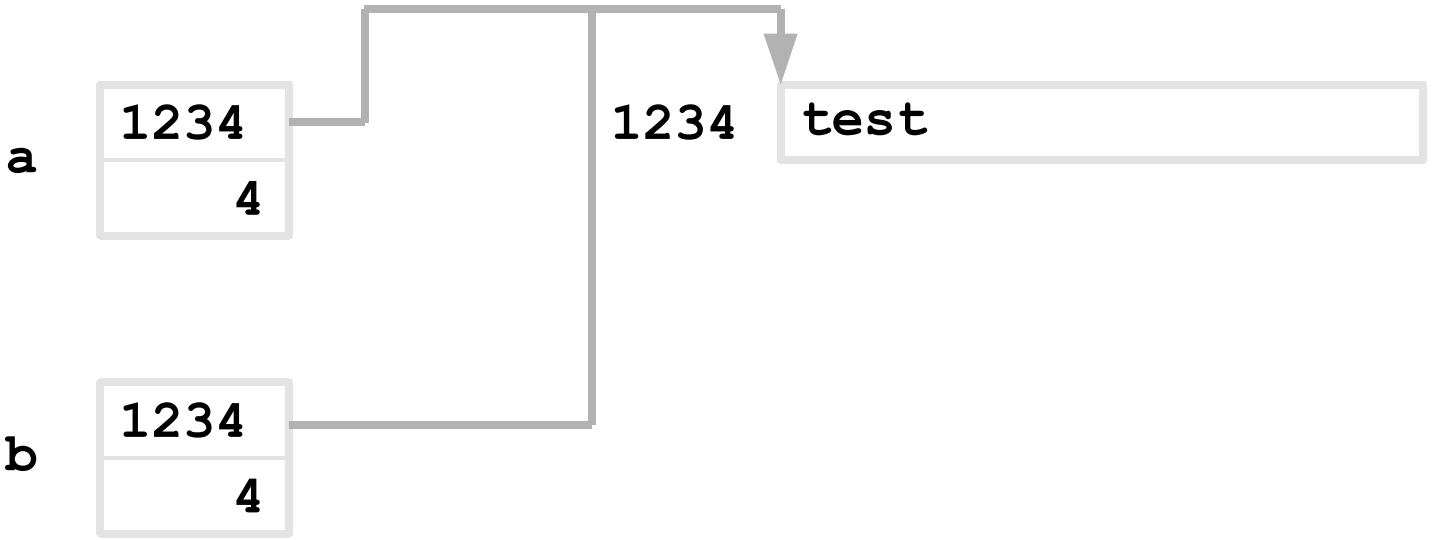
# Kopírující konstruktor

```
    void          SetChar ( int idx, char c )
     { if ( idx >= 0 && idx < len ) str[idx] = c; }
};

void f ( void )
 {
   CFoo a ( "test" ), b ( "test" );

   a . SetChar ( 2, 'z' );
   b . SetChar ( 3, 'u' );
   cout << a . GetStr () << " " << b . GetStr ();
 }
```

# Kopírující konstruktor

```
void g ( void )
 {
   CFoo a ( "test" );
   CFoo b = a;

   a . SetChar ( 2, 'z' );
   b . SetChar ( 3, 'u' );
   cout << a . GetStr () << " " << b . GetStr ();
 }
```

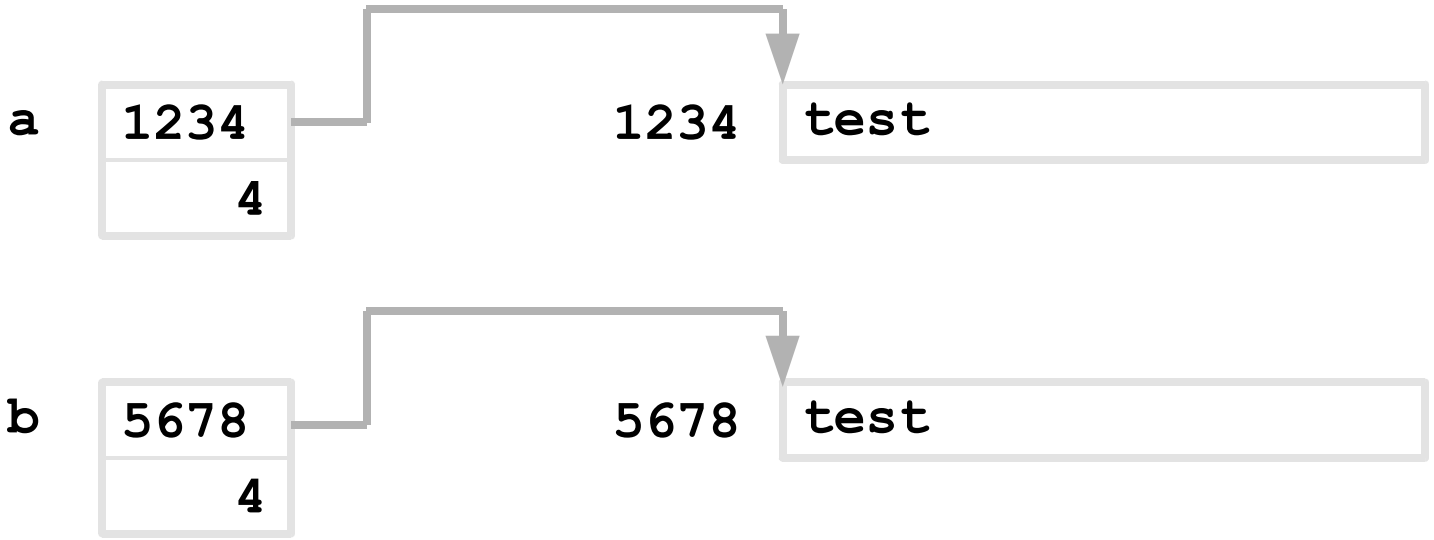
# Kopírující konstruktor
# mělká kopie



# Kopírující konstruktor

```
class CFoo
 {
    char * str;
    int    len;
  public:
    …
                 CFoo   ( const CFoo & src )
     {
       len     = src . len;
       str     = new char [len + 1];
       strncpy ( this -> str, src . str, len + 1 );
     }
    …
 };
```

# Kopírující konstruktor hluboká kopie



# Kopírující konstruktor a rychlost

- Kopírující konstruktor stojí mnoho času:
  - pokud je instance velká,
  - pokud je instance složitá (např. kopie stromu).
- Místo předávání objektů hodnotou:

```
class CFoo { … };
void Bar ( CFoo x ) { … }
```

- Je rychlejší předávat pouze referenci či ukazatel (pokud objekt ve funkci **Bar** neměníme):

```
void Bar ( CFoo & x ) { … }
```

- Ještě lepší je předávat konstantní referenci či ukazatel (kompilátor kontroluje, že objekt skutečně nezměníme):

```
void Bar ( const CFoo & x ) { … }
```

# Kopírující konstruktor a Java

- Má Java kopírující konstruktor?
- Problém #1 – uvolnění paměti:
  - garbage collector počítá reference,
  - paměť nikdy není uvolňovaná 2x (vícekrát).
- Problém #2 – sdílení dat:
  - nepracuje se přímo s objekty,
  - objekty jsou přístupné přes reference,
  - je samozřejmé, že reference na týž objekt sdílí data.
- Je-li třeba vytvořit kopii objektu v Javě:
  - interface **`java.lang.Cloneable`**,
  - metoda **`java.lang.Object.clone`**.

# Přímé volání konstruktoru

- Konstruktor je volaný při vzniku instance automaticky:
  - součást volání operátoru **new**,
  - volán systémem při vytváření statické instance.
- Konstruktor lze zavolat explicitně:
  - vytvoří se nová instance,
  - instance se použije (zkopíruje, předá při volání, ...),
  - nakonec instance automaticky zaniká.
- Využití – pro konverze mezi objektovými typy.

```
class CFoo { … };
void  foo ( CFoo x ) { … }

foo ( CFoo ( 10 ) );
foo ( * new CFoo ( 10 ) ); // !! chyba – jak delete
```

# Konstruktor uživatelské konverze

- Konstruktor volatelný s jedním parametrem:
  - má právě jeden parametr,
  - má více parametrů, ale druhý (a všechny další) parametry mají implicitní hodnoty.
- Má-li konstruktor tvar:

```
T ( T1 x );
```

- Pak se konstruktor uživatelské konverze bude automaticky volat tam, kde je očekávána instance typu **`T`** a skutečnou hodnotou je parametr typu **`T1`**.

# Konstruktor uživatelské konverze

```
class CFoo
 {
   public:
    …
                  CFoo   ( int x ) { … }
    …
 };
void foo1 ( CFoo a ) { … }
void foo2 ( CFoo & a ) { … }
void foo3 ( const CFoo & a ) { … }

CFoo a(1);
CFoo b = 10;  // CFoo b = CFoo ( 10 )

foo1 ( 5 );   // foo1 ( CFoo ( 5 ) );
foo2 ( 10 );  // chyba
foo3 ( 20 );  // foo3 ( CFoo ( 20 ) );
```

# Konstruktor uživatelské konverze

- Uživatelská konverze – potenciální zdroj chyb:
  - méně přehledný kód,
  - problémy při přetěžování.
- Automaticky vkládanou uživatelskou konverzi lze u konstruktoru potlačit:
  - klíčové slovo **`explicit`**,
  - konverzi lze stále použít, je potřeba volání konstruktoru celé vypsat.

# Konstruktor uživatelské konverze

```
class CFoo
 {
   public:
    …
         explicit CFoo ( int x ) { … }
    …
 };
void foo1 ( CFoo a ) { … }
void foo2 ( const CFoo & a ) { … }

CFoo a(1);
CFoo b = 10;              // chyba
CFoo c = CFoo ( 10 );     // ok, ale neefektivni

foo1 ( 20 );              // chyba
foo1 ( CFoo ( 20 ) );     // ok
foo2 ( CFoo ( 20 ) );     // ok
```

# Třídy a datové struktury

- Datové struktury často dynamicky alokují paměť:
  - vybavení destruktorem,
  - kopírující konstruktor,
  - přetížený operátor = (příští přednášku).
- Příklad z minulé hodiny (zásobník):
  - doplnění kopírujícího konstruktoru pro realizaci polem,
  - doplnění kopírujícího konstruktoru pro realizaci spojovým seznamem.

# Třídy a datové struktury

```
class CStack
 { …
   int     dataNr;          // first free index
   int     dataMax;         // max. size
   int   * data;            // dyn. alloc data
 };

   CStack::CStack       ( const CStack & src )
 {
   int i;
   dataNr  = src . dataNr;
   dataMax = src . dataMax;
   data    = new int [dataMax];      // deep copy
   for ( i = 0; i < dataNr; i ++ )
    data[i] = src . data[i];
 }
```

# Třídy a datové struktury

```
CStack x;
int y;

x . Push ( 10 ); x . Push ( 20 ); x . Push ( 30 );
CStack z = x;

x . Pop  ( y ); x . Push ( 50 );

cout << "Stack  x" << endl;
while ( ! x . IsEmpty () )
 { x . Pop ( y ); cout << y << endl; }

cout << "Stack  z" << endl;
while ( ! z . IsEmpty () )
 { z . Pop ( y ); cout << y << endl; }
```

# Třídy a datové struktury

```
class CStack
 { …
    struct TItem
     {
       TItem  * Next;
       int      Data;
     };
    TItem     * top;      // linked list
 };
```

# Třídy a datové struktury

```
CStack::CStack  ( const CStack & src )
 {
   TItem * n, *prev = NULL, *tmp;
   // tmp prochazi zdrojovy spoj. seznam.
   // prev ukazuje na poslední vlozeny prvek
   // vytvareneho seznamu.
   for ( tmp = src . top; tmp; tmp = tmp -> Next )
    {
      n = new TItem;
      n -> Data = tmp -> Data;
      if ( prev )prev -> Next = n; else top = n;
      prev = n;
    }
   if ( prev ) prev -> Next = NULL; else top = NULL;
   // ukoncit vytvareny seznam.
 }
```

# Třídy a datové struktury

```
CStack::CStack  ( const CStack & src ) // alternativa
 {
   TItem * n, **wr = &top, *tmp;
   // tmp prochazi zdrojovy spoj. seznam.
   // wr ukazuje na misto, kam ma byt zapsana adresa
   // nove pridavaneho prvku vytvareneho spojoveho
   // seznamu
   for ( tmp = src . top; tmp; tmp = tmp -> Next )
    {
      n = new TItem;
      n -> Data = tmp -> Data;
     *wr = n;
      wr = &n -> Next;
    }
  *wr = NULL;
   // ukoncit vytvareny seznam.
 }
```

# Dotazy...

Děkuji za pozornost.