

Objektově orientované programování

Jan Faigl

Katedra počítačů

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 7

A0B36PR1 – Programování 1

Část 1 – Třídy a objekty

Literatura

Příklad

Základní pojmy

Příklad implementace

Část 2 – Vztahy mezi objekty

Agregace

Inheritance / Dědičnost

Polymorfismus

Část 3 – Objektově orientované programování (v Javě)

Základy OOP

Položky třídy a instance

Konstruktor

Příklad třídy jako rozšířeného datového typu

Část I

Třídy, objekty a objektově orientované programování

Literatura



Learn Object Oriented Thinking & Programming,
Rudolf Pecinovský Academic series 2013, ISBN
978-80-904661-9-7

<http://pub.bruckner.cz/titles/oop>



Java 7 – Učebnice objektové architektury pro
začátečníky, *Rudolf Pecinovský* Grada, 2012

http://knihy.pecinovsky.cz/uoal_j7/



Java 8– Úvod do objektové architektury pro
mírně pokročile, *Rudolf Pecinovský* Grada, 2014

Datum vydání 17.10.2014



■ <http://vyuka.pecinovsky.cz>

g objektově orientované programování

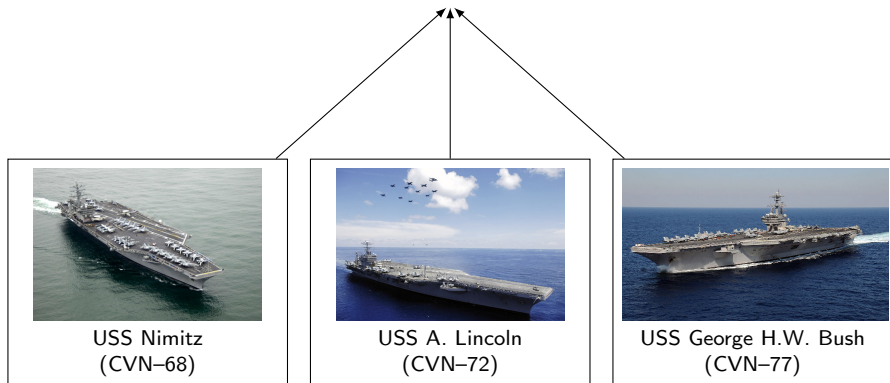
Třídy a objekty

- Věci okolo nás lze hierarchizovat do tříd (konceptů)
- Každá třída je reprezentována svými prvky (objekty dané třídy)
- Každá třída je charakterizována svými vlastnostmi, funkčními možnostmi a parametry

Příklad – Třídy lodí



Třída lodí Nimitz

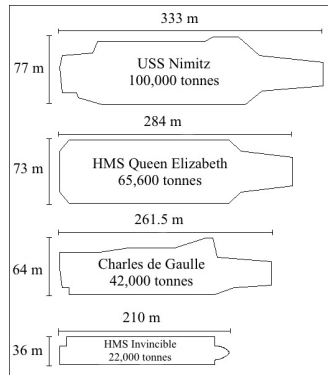


- Třída Nimitz (definice)
 - Metody: řídit loď, zastavit, zadokovat
 - Data (parametry): délka, výtlak, rychlost
- Objekty: jednotlivé lodě odpovídají třídě, ale mají svá specifika
Posádku, náklad

Třídy a objekty

- Jednotlivé třídy letadlových lodí se liší svou velikostí a výtlakem
- Každá loď je však unikátní, přestože v rámci třídy sdílí řadu parametrů s ostatními loděmi stejné třídy
- Například, každá loď má jinou posádku, která se navíc v průběhu nasazení mění

Loď je objektem, který se v průběhu svého života mění.



Hierarchie tříd lodí

- Lodě jsou kategorizovány podle svého účelu a velikosti do tříd, například:
 - Třídy letadlových lodí: Forrestal, Enterprise, Nimitz, Kuznetsov, Gerald R. Ford, Queen Elizabeth
 - Třídy bitevních lodí: Freedom, Independence
 - Třída je zastoupena jedním plavidlem nebo několika plavidly, například:
 - Nimitz: Nimitz (CVN-68), Dwight D. Eisenhower (CVN-69), Theodore Roosevelt (CVN-71), Abraham Lincoln (CVN-72), George H.W. Bush (CVN-77)
 - Třídy představují vzor
- Reprezentovaný vlajkovou lodí*
- Jednotlivé lodě představují instance třídy (objekty)

Charakteristika objektově orientovaného programování (OOP)

Metodický přístup řešení výpočetních problémů založený na objektovém programování.

- Abstrakce řešeného problému založena na objektovém popisu
- Objekty představují množinu dat a operací
- Objekty mezi sebou komunikují - zasílají zprávy a reagují na události
- Přístup řešení problému vychází z analogie řešení složitých problémů jak by je řešil člověk
- Základním konstruktem jsou objekty a třídy
- Vychází z objektového modelu popisu řešeného problému
- Těsnější vazba mezi analýzou a návrhem

Objektově orientovaná analýza a návrh

- **OO analýza** se zabývá modelováním, rozborem a specifikací problému.
 - Abstrakce reálného světa
- **OO návrh** se zabývá řešením problému.
 - Přidává softwarovou abstrakci
- Hranice mezi fází analýzy a návrhem se stírá:
 - Základní konstrukce (třídy a objekty) se používají stejné.
 - Není přesně definováno co patří do fáze analýzy a co do návrhu.
- Cílem objektově orientované analýzy a návrhu (OOAD) je:
 - popis systému reprezentovaný objektovými diagramy (statická struktura),
 - popis dynamiky a chování systému.

Objektově orientované programování

- Základními konstrukčními prvky OOP jsou třídy a objekty
OOP nejsou jen třídy a objekty!
- Umožňuje abstrakci a zobecnění řešení problémů
- Znovu použitelnost implementovaných kódů
- Kontrolu přístup k datům

OOP je přístup jak správně navrhnout strukturu programu tak, aby výsledný program splňoval funkční požadavky a byl dobře udržovatelný.

Třídy a objekty

- **Objekty** - reprezentují základní entity OO systému za jeho běhu.
 - Mají konkrétní vlastnosti a vykazují chování
 - V každém okamžiku lze popsat jejich stav
 - Objekty se v průběhu běhu programu liší svým vnitřním stavem, který se během vykonávání programu mění
- **Třídy** - popisují možnou množinou objektů. Předloha pro tvorbu objektů třídy. Mají:
 - Rozhraní - definuje části objektů dané třídy přístupné zvenčí
 - Tělo - implementuje operace rozhraní
 - Instanční proměnné - obsahují stav objektu dané třídy
- *Každý objekt při svém vytvoření dostává privátní kopii instančních proměnných.*
- *Je-li provedena operace, definovaná pro třídu objektů nad daným objektem, dojde ke změně stavu pouze tohoto objektu.*

Třídy a objekty - vlastnosti

- **Zapouzdření** (encapsulation) je množina služeb, které objekt nabízí navenek. Odděluje rozhraní (interface) a jeho implementaci.
- **Stav** je určen daty objektu.
- **Chování** je určeno stavem objektu a jeho službami (metodami).
- **Identita** je odlišení od ostatních objektů (v prog. jazycích pojmenování proměnných reprezentující objekty určité třídy).

Třídy, objekty a programovací jazyky

- Konkretní implementace objektů a tříd se může v prostředí OO programovacího jazyka mírně lišit.
- Typicky se data a operace třídy rozlišují do kategorií:
 - **Public** - data a operace volně přístupné zvenčí.
 - **Protected** - přístupné pouze v rámci dané třídy a podtříd.
 - **Private** - přístupné pouze v rámci dané třídy.
- **Konstruktor** - operace pro vznik a inicializaci objektu.
Konstruktory zpravidla slouží k alokaci zdrojů (nastavení parametrů).
- *Destruktor* - operace rušení objektu.
Zpravidla slouží k uvolnění alokovaných zdrojů.

V Javě řeší „garbage collector“.

Struktura objektu

- Objekt je kombinací dat a funkcí, které pracují nad těmito daty
Funkce procedurálního programování
- Objekt je tvořen
 - **Datovými strukturami** – atributy
 - Ovlivňují vlastnosti objektu
 - Jsou to proměnné různých datových typů
 - Data jsou zpravidla přístupná pouze v rámci daného objektu a zvnějšku jsou skryta před jinými objekty
Zapouzdření (encapsulation)
 - **Metodami** – funkce / procedury
 - Určují chování objektu
 - Definují operace nad daty objektu
 - Metody představují služby objektu, proto jsou často veřejné
Mohou být deklarovány jako privátní

Princip zapouzdření

- „Utajení“ vnitřního stavu objektu
- Jiné objekty nemohou měnit stav objektu přímo a způsobit tak chybu

Např. konzistence hodnot více proměnných

- Metody objektu umožňují objektu komunikovat se svým okolím, tvoří jeho **rozhraní**
- Proměnné (data) objektu nejsou z vnějšku objektu přístupné, pro přístup k nim lze využít pouze metody
- Zapouzdření umožňuje udržovat a spravovat každý objekt nezávisle na jiném objektu. Umožňuje **modularitu** zdrojových kódů.

Komunikace mezi objekty

- V OO systému interagují objekty mezi sebou zasíláním zpráv požadavků na provedení služeb poskytovaných objektem
- Objekty tak mezi sebou komunikují prostřednictvím zpráv, které jsou realizovány (implementovány) metodami
- Pokud jeden objekt požaduje po jiném objektu, aby vykonal nějakou činnost, zašle mu zprávu ve tvaru:
 - **Objekt**, na kterém se má akce provést
Referenční proměnná odkazující na objekt, např. String
 - **Činnost**, která se má vykonat
Metoda (procedura, funkce), např. compareTo
 - **Seznam parametrů** volané metody
Parametry funkce
- Zpráva neobsahuje popis jak činnost vykonat, ale pouze co provést
Konkrétní způsob implementace nemusí být dopředu (v průběhu kompilace) znám (viz např. později diskutované virtuální metody)

Vztahy mezi objekty

- V OO systému interagují objekty mezi sebou prostřednictvím zasílání zpráv (messages) požadavků na provedení služeb poskytovaných objektem
 1. Po obdržení zprávy objekt vyvolá požadovanou metodu
 2. Případně zašle výsledek
- Objekt poskytující službu se často nazývá *server*
- Objekt žádající o službu se nazývá *klient*
- Mezi objekty je **relace–asociace**, volá-li objekt služby jiného objektu
- Úkolem OOD je explicitně definovat vztahy mezi objekty

Návrhu – Object Oriented Design (OOD)
- S relacemi mezi objekty souvisí viditelnost a vazby mezi objekty

Relace typu klient/server a vzájemná viditelnost objektů

Základní možnosti vazeb mezi objekty:

- Objekt–server je globální vůči klientovi
- Objekt–server je parametrem některé operace (metody/funkce) klienta, který zasílá zprávu
- Objekt–server je částí objektu klienta
- Objekt–server je lokálně deklarován v rámci operace (metody/funkce)

- Globální server může mít příliš široký definiční obor. Vhodné pouze pokud je objekt široce upotřebitelný
- Server, který je parametrem metody je přístupný pouze nepřímo voláním dané metody
- Server, který je součástí klienta (data-member třídy) zaniká s destrukcí daného objektu daného klienta

Informativní

Příklad třídy jako datového typu – třída Complex

- Třída Complex – představuje třídu datového typu, jejíž objektový návrh a implementace vychází z konceptu zapouzdření
- Datové položky:
 - Hodnoty typu double pro reprezentaci reálné a imaginární části (dvojice čísel)
- Metody: tvoří množinu operací obvyklých pro operace nad komplexními čísly
 - absolutní hodnota, sčítání, odčítání, násobení a dělení

Uvedený příklad je implementací třídy v Javě

Třída Complex 1/6

```
public class Complex {  
  
    //data fields  
    private double re = 0.; //data položka (atribut)  
    private double im = 0.; //data položka (atribut)  
    ...  
}
```

- Definice třídy je uvozena klíčovým slovem **class** následovaném jménem třídy
- Kódovací konvence doporučuje psát jméno třídy s prvním písmenem velkým
- Veřejná třída se specifikuje klíčovým slovem (modifikátorem) **public** před class
- Datové položky (atributy) se zapisují podobně jako deklarace proměnných

Kódovací konvence doporučuje zapisovat datové položky jako první

Třída Complex 2/6

```
public class Complex {  
    ...  
    public Complex() {}  
    public Complex(double r) {  
        re = r;  
    }  
    public Complex(double r, double i) {  
        re = r;  
        im = i;  
    }  
}
```

- Za datovými položkami následují definice **konstruktoru**(ů)
- Konstruktor je metoda stejného jméno jako jméno třídy a nemá návratovou hodnotu
- Konstruktor je volán při vytvoření objektu příkazem **new**, který vrací reference (adresu), kde je objekt uložen v paměti

Třída Complex 3/6

```
public class Complex {  
    ...  
    //methods (operations)  
    public double getAbs() {  
        return Math.sqrt(re * re + im * im);  
    }  
  
    public Complex plus(Complex b) {  
        double r = re + b.re; // r je lokální proměnná  
                               // re atribut objektu  
        double i = im + b.im;  
        return new Complex(r, i);  
    }  
    ...  
}
```

- Metody jsou funkce s návratovým typem a specifikací přístupových práv

Třída Complex 4/6

```
public class Complex {  
    ...  
    public Complex minus(Complex b) {  
        Complex a = this;  
        return new Complex(a.re - b.re, a.im - b.im);  
    }  
  
    public Complex times(Complex b) {  
        Complex a = this;  
        double r = a.re * b.re - a.im * b.im;  
        double i = a.re * b.im + a.im * b.re;  
        return new Complex(r, i);  
    }  
}
```

- Uvnitř metody můžeme použít operátor **this**
- **this** je implicitní odkaz na objekt, na který byla metoda zavolána

Třída Complex 5/6

```
public class Complex {  
    ...  
    public String toString() {  
        if (im == 0) {  
            return re + "";  
        } else if (re == 0) {  
            return im + "i";  
        } else if (im < 0) {  
            return re + " - " + (-im) + "i";  
        }  
        return re + " + " + im + "i";  
    }  
}
```

- **toString** je metoda každého objektu, která vrátí řetězec představující znakovou reprezentaci objektu „Dědí od třídy *Object*“
- Pokud není předefinována vrátí jméno třídy + hash kód

Překrytí je realizováno dynamickou vazbou (polymorfismu)

Třída `Complex` 6/6

```
public class Complex {  
    ...  
    public static Complex plus(Complex a, Complex b) {  
        double r = a.re + b.re;  
        double i = a.im + b.im;  
        Complex sum = new Complex(r, i);  
        return sum;  
    }  
}
```

Statické metody:

- jsou uvozeny klíčovým slovem **static**
- jsou to metody třídy a nejsou svázány s objektem
- jsou přístupné i bez vytvoření instance třídy (objektu)
- nemají přístup k instančním proměnným (datovým položkám)

Ty se vytvářejí až s vytvořením objektu operátorem `new`

Instance třídy Complex 1/2

```
public static void main(String[] args) {  
    Complex c1 = new Complex(2);  
    Complex c2 = new Complex(2, 1);  
  
    System.out.println("New complex: " + new Complex());  
    System.out.println("Complex var c1: " + c1);  
    System.out.println("Complex var c2: " + c2);  
  
    System.out.println("Complex var |c1|: " + c1.getAbs());  
    System.out.println("Complex var |c2|: " + c2.getAbs());  
  
    System.out.println("Complex var c1-c2: " + c1.minus(c2));  
    System.out.println("Complex var c1+c2: " + c1.plus(c2));  
    System.out.println("Complex var c1*c2: " + c1.times(c2));  
  
    System.out.println("Complex: (1 + j) + (1 - j): " +  
        Complex.plus(new Complex(1, 1), new Complex(1, -1)));  
}
```

- Objekty (instance třídy) Complex vytváříme operátorem **new**

Instance třídy Complex 2/2

- Příklad výpisu:

```
java DemoComplex
```

```
New complex: 0.0
```

```
Complex var c1: 2.0
```

```
Complex var c2: 2.0 + 1.0i
```

```
Complex var |c1|: 2.0
```

```
Complex var |c2|: 2.23606797749979
```

```
Complex var c1-c2: -1.0i
```

```
Complex var c1+c2: 4.0 + 1.0i
```

```
Complex var c1*c2: 4.0 + 2.0i
```

```
Complex: (1 + j) + (1 - j): 2.0
```

[lec07/Complex.java](#) a [DemoComplex.java](#)

Přístup k datovým položkám

- Datové položky reprezentující reálnou a komplexní část jsou ve třídě `Complex` skryty.

Princip zapouzdření

- Pro přístup k nim, můžeme implementovat metody nazývané

- **getter** – „čtení“

```
public class Complex {  
    ...  
    public double getRe() {  
        return re;  
    }  
    public double getIm() {  
        return im;  
    }  
    ...  
}
```

- **setter** – „zápis“

```
public class Complex {  
    ...  
    public void setRe(double re) {  
        this.re = re;  
    }  
    public void setIm(double im) {  
        this.im = im;  
    }  
    ...  
}
```

Jakou má výhodu přistupovat k proměnným přes metody?

Část II

Vztahy mezi objekty

Agregace

Vztah mezi objekty **agregace** reprezentuje vztah typu „je tvořeno/je součástí“

Příklad

Je-li objekt **A** agregací **B** a **C**, pak objekty **B** a **C** jsou obecně obsaženy v **A**

Hlavním důsledkem je fakt, že **B** ani **C** nemohou přežít bez **A**

V tomto případě hovoříme o kompozici objektů

Příklad implementace

```
class GraphK { //kompozice
    private Edge[] edges;
}

class GraphA { //agregace
    private Edge[] edges;
    public GraphA(Edge[] edges) {
        this.edges = edges;
    }
}

class Edge {
    private Node v1;
    private Node v2;
}

class Node {
    private Data data;
}
```

Inheritance - dědičnost

Založení definice a implementace jedné třídy na jiné existující třídě

Třída **B** dědí od třídy **A** pak:

- Třída **B** je **podtřídou (subclass)** nebo **odvozenou třídou (derived class)** třídy **A**
- Třída **A** je **nadtřídou (superclass)** nebo **základní třídou (base class)** třídy **B**

Podtřída **B** má obecně dvě části:

- Odvozená část je zděděna od **A**
- Nová **inkrementální část (incremental part)** obsahující definice a kód přidány třídou **B**

Dědičnost (inheritance), pokračování

- Inheritance je také označována jako relace typu **is-a**
 - Objekt typu **B** je také instancí objektu typu **A**
- Vlastnosti z **A** zděděné v **B** je možné předefinovat:
 - Změna viditelnosti
 - Jiná implementace operací
- Inheritanční relace vytváří objektové hierarchie
 - Funkce podtříd lze soustředit do jejich nadtříd
 - Lze vytvářet abstraktní třídy, ze kterých je možné další třídy vytvářet **specializací**

Kategorie dědičnosti

- **Striktní dědičnost (strict inheritance)** - podtřída přebírá od nadtřidy vše a přidává vlastní metody/atributy. Všechny členy nadtřidy jsou v podtřídě k dispozici. Respektuje přesně zásady „is-a“ hierarchií
- **Nestriktní dědičnost (nonstrict inheritance)** - podtřída odvozuje od nadtřidy pouze některé atributy nebo metody (redefinuje)
- **Vícenásobná dědičnost** - třída dědí od více nadtříd

V Javě není podporována, řeší se implementací rozhraní

Polymorfismus

- Polymorfismus (mnohotvárnost) se v OOD projevuje tak, že se můžeme stejným způsobem odvolávat na různé objekty
- Pracujeme s objektem, jehož skutečný obsah je dán okolnostmi až za běhu programu
- **Polymorfismus objektů** - Nechť třída **B** je podtřídou třídy **A**, pak objekt třídy **B** můžeme použít všude tam, kde je očekáván objekt třídy **A**
- **Polymorfismus metod** - Vyžaduje dynamické vázání, statický a dynamický typ třídy
 - Nechť třída **B** je podtřídou třídy **A** a redefinuje metodu $m()$
 - Proměnná x statického typu **B**, dynamický typ může být **A** nebo **B**
 - Jaká metoda se skutečně volá pro $x.m()$ závisí na dynamickém typu

Dědičnost, polymorfismus a virtuální metody

- Vytvoření dynamické vazby je zpravidla v OO programovacím jazyce realizováno virtuální metodou
- Redefinované metody, které jsou označeny jako virtuální, mají dynamickou vazbu na konkrétní dynamický typ

Polymorfismus příklad

```
class A {  
    void info() {  
        System.out.println("A");  
    }  
};
```

```
class B extends A {  
    void info() {  
        System.out.println("B");  
    }  
};
```

```
A a = new A();
```

```
B b = new B();
```

```
a.info(); // volani metody info tridy A
```

```
b.info(); // volani metody info tridy B
```

```
a = b;
```

```
a.info(); // dynamicka vazba volani metody tridy B
```

Výstup:

```
A  
B  
B
```

lec07/DemoPolymorphism.java

Část III

Objektově orientované programování (v Javě)

Objektový přístup programování

- Modelování problému jako systému spolupracujících tříd
- Třída modeluje jeden koncept
- Třídy umožňují generování instancí, objektů příslušné třídy
- Jednotlivé objekty spolu spolupracují

Zasíláním si zpráv

- Třída je „vzorem“ pro strukturu a vlastnosti generovaných objektů
- Každý objekt je charakteristický specifickými hodnotami svých atributů a společnými vlastnostmi třídy

Třídy a objekty

- **Třída** – šablona pro generování konkrétních **instancí** třídy, tj. **objektů**, je tvořena členy třídy (datové položky a metody)
 - data, **atributy** – určují stav objektů
 - funkce, **metody** – určují schopnosti objektů
- **Objekt** – instance třídy
 - Jednotlivé instance třídy (objekty) mají stejné metody, ale nacházejí se v různých stavech
 - Stav objektu je určen hodnotami **instančních proměnných***
 - Schopnosti objektu jsou dány **instančními metodami**
- V jazyku Java lze objekty (instance tříd) vytvářet **pouze dynamicky** operátorem **new**
 - Objekty jsou alokovány na haldě (heap).*
- Přístupovat k nim lze prostřednictvím **referenčních proměnných**
 - Podobně jako u pole.*

Datové položky třídy a instance

■ Datové položky třídy

- Jsou společné všem instancím vytvořeným z jedné třídy
- Nejsou vázaný na konkrétní instanci
- Jsou společné všem instancím třídy
- V Javě jsou uvozeny klíčovým slovem **static**

■ Datové položky instance

- Tvoří vlastní sadu datových položek objektu
- Jsou to tzv. proměnné instance
- Jsou iniciovány při vytvoření instance

V konstruktoru při vytvoření instance voláním `new`

- Existují po celou dobu života instance
- Proměnné jedné instance jsou **nezávislé** na proměnných instance jiné

Metody třídy a instance

■ Metody třídy

- Nejsou volány pro konkrétní instance
- Představují zprávu zaslanou třídy jako celku
- Mohou pracovat pouze s proměnnými třídy

Nikoliv s proměnnými instance

- V Javě jsou uvozeny klíčovým slovem **static**
- Jsou to tzv. statické metody

■ Metody instance

- Jsou volány vždy pro konkrétní instanci třídy
- Představují zprávu zaslanou konkrétní instanci
- Pracují s proměnnými instance i s proměnnými třídy
- Lze volat pouze až po vytvoření konkrétní instance

Přístup ke členům třídy

- Podle principu zapouzdření jsou některé členy třídy označovány jako soukromé (privátní) a jiné jako veřejné.
- Programátor předepisuje k jakým položkám lze přistupovat a modifikovat je
- Přístup ke členům třídy je určen **modifikátorem přístupu**
 - **public:** – přístup z libovolné třídy
 - **private:** – přístup pouze ze třídy, ve které byly deklarovány
 - **protected:** – přístup ze třídy a z odvozených tříd
 - Bez uvedení modifikátoru je přístup povolen v rámci stejného balíčku **package**

Řízení přístup ke členům třídy

Modifikátor	Přístup			
	Třída	Balíček	Odvozená třída	„Svět“
public	✓	✓	✓	✓
protected	✓	✓	✓	X
<i>bez modifikátoru</i>	✓	✓	X	X
private	✓	X	X	X

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/java00/accesscontrol.html>

Konstruktor třídy

- Představuje speciální metodu
- Jméno metody je shodné se jménem třídy
 - Jediná metoda začínající velkým písmenem.*
- Vytvoří objekt
- Nastaví vlastnosti objektu
- Neobsahuje návratový typ – nic nevrací, vytváří objekt
- Může být přetížen pro různé typy a počty parametrů
- Není-li konstruktor předepsán, je vygenerován konstruktor s prázdným seznamem parametrů
 - Je-li konstruktor deklarován, implicitní zaniká

Přetěžování konstruktorů

- Příklad konstruktoru pro vytvoření instance komplexního čísla
- Při vytváření specifikujeme pouze reálnou nebo reálnou i imaginární část

```
public class Complex {  
    ...  
    public Complex(double r) {  
        re = r;  
    }  
  
    public Complex(double r, double i) {  
        re = r;  
        im = i;  
    }  
    ...  
}
```

V kódu obou konstruktorů je duplicitní kód, kterému se snažíme vyhnout (jednodušší opravy)!

Vzájemné volání konstruktorů 1/2

- V konstruktoru můžeme volat jiný konstruktor použitím operátoru **this**

```
public class Complex {  
    ...  
    public Complex(double r) {  
        re = r;  
    }  
  
    public Complex(double r, double i) {  
        this(r); //volani konstruktoru Complex(double r)  
        im = i;  
    }  
    ...  
}
```

Vzájemné volání konstruktorů 2/2

- Můžeme vytvořit jeden „obecný“ konstruktor, který bude volán z ostatních konstruktorů

```
public class Complex {  
    ...  
    public Complex(double r, double i) {  
        re = r;  
        im = i;  
    }  
  
    public Complex(double r) {  
        this(r, 0.0);  
    }  
  
    public Complex() {  
        this(0.0, 0.0);  
    }  
    ...  
}
```

Shrnutí vlastností konstruktorů

- Jméno konstruktoru je identické se jménem třídy
- Konstruktor nemá návratovou hodnotu

Ani void

- Předčasně lze ukončit činnost konstruktoru voláním **return**
- Konstruktor má parametrou část jako metoda – může mít libovolný počet a typ parametrů
- V těle konstruktoru můžeme použít operátor **this** jako odkaz na příslušný konstruktor s počtem, pořadím a typem parametrů

Nepíšeme jméno třídy

- **Konstruktor je zpravidla vždy public**
- Privátní (**private**) konstruktor použijeme například pro:
 - Třídy obsahující pouze statické metody (utility)
 - Třídy obsahující pouze konstanty
 - Takzvané singletony (singletons)

Zakážeme tak vytváření instancí.

např. „továrny na objekty“

Příklad třídy jako rozšířeného datového typu

- Využijeme zapouzdření a implementujeme třídu reprezentující dvou rozměrnou matici hodnot typu double

```
public class Matrix {  
  
    private final double[][] values;  
    private final int rows;  
    private final int cols;  
  
    ...  
}
```

- V konstruktoru vytváříme pole polí hodnot double a nastavíme proměnnou `double[][] values`
- Položka `values` je privátní a uživateli je skryta
- Rozměr matice je fixní po dobu života objektu (matice)

Příklad – Třída Matrix – Konstruktor

- V konstruktoru testujeme přípustnost rozměru matice

```
public class Matrix {  
    ...  
    public Matrix(int rows, int cols) {  
        if (rows <= 0 || cols <= 0) {  
            throw new IllegalArgumentException();  
        }  
        this.rows = rows;  
        this.cols = cols;  
        values = new double[rows] [];  
        for (int i = 0; i < rows; i++) {  
            values[i] = new double[cols];  
        }  
    }  
    ...  
}
```

Příklad – Třída Matrix – Přístupové metody

- Přístup na datové položky implementujeme tzv. „accessory”
- Pro čtení použijeme „gettery”

```
public class Matrix {  
    ...  
    public int getNumberOfRows() {  
        return rows;  
    }  
  
    public int getNumberOfCols() {  
        return cols;  
    }  
    ...  
}
```


Příklad – Třída Matrix – Přístupová metoda buňky matice

- Při přístupu na buňku matice testujeme přípustnost indexů

```
public class Matrix {  
    ...  
    public double getValueAt(int r, int c) throws  
        IllegalAccessException {  
        if (r < 0 || r >= rows || c < 0 || c >= cols) {  
            throw new IllegalAccessException();  
        }  
        return values[r][c];  
    }  
    ...  
}
```

Příklad – Třída Matrix – Nastavení hodnoty matice

- Podobně testujeme nastavení hodnoty buňky

```
public class Matrix {  
    ...  
    public void setValueAt(int r, int c, double v)  
        throws IllegalAccessException {  
        if (r < 0 || r >= rows || c < 0 || c >= cols) {  
            throw new IllegalAccessException();  
        }  
        values[r][c] = v;  
    }  
    ...  
}
```

Případně můžeme implementovat společnou metodu pro testování indexů.

Příklad – Třída `Matrix` – Přetížený konstruktor

- Výhodou zapouzdření je, že nemusíme kontrolovat, zda-li jsou dílčí pole (sloupce) alokovány
- Alokaci garantuje konstruktor

Např. v případě nedostatku paměti, selže volání konstruktoru.

- Pro vytvoření matice stejných rozměrů můžeme využít přetížený konstruktor a operátor `this`

```
public class Matrix {  
    ...  
    public Matrix(Matrix m) {  
        this(m.rows, m.cols);  
    }  
    ...  
}
```

Pro vytváření kopií objektů můžeme také implementovat rozhraní `Cloneable` předepisující metodu `clone` a dále pak vytvářet mělké či hluboké kopie.

Příklad – Třída Matrix – Vyplnění matice

- Podobně jako v příkladu ze 4. přednášky můžeme implementovat vyplnění matice náhodnými hodnotami (např. pro testovací účely)

lec04/DemoArrayOfArray.java

```
public class Matrix {  
    ...  
    public void fillRandom() {  
        for (int r = 0; r < rows; ++r) {  
            for (int c = 0; c < cols; ++c) {  
                values[r][c] = (int) (Math.random() * 10);  
            }  
        }  
    }  
    ...  
}
```

Příklad – Třída Matrix – Tisk matice

- Předefinováním metody `toString` můžeme využít pro tisk metody `System.print`

```
public class Matrix {  
    public @Override String toString() {  
        StringBuilder str = new StringBuilder();  
        for (int r = 0; r < rows; ++r) {  
            for (int c = 0; c < cols; ++c) {  
                str.append(  
                    String.format("%s%4.1f",  
                        c > 0 ? " " : "", values[r][c]));  
            }  
            str.append("\n");  
        }  
        return str.toString();  
    }  
}
```

@Override – je anotace indikující úmysl přepsat metodu předka

Příklad – Třída Matrix – Součet

- Podobně můžeme implementovat metodu pro součet dvou matic aniž bychom museli explicitně kontrolovat každý řádek matic

```
public class Matrix { Srovnejte s implementací ze 4. přednášky
    public Matrix sum(Matrix a) {
        if (!(rows == a.rows && cols == a.cols)) {
            return null;
        }
        Matrix ret = new Matrix(this);
        double[][] m = ret.values;
        for (int r = 0; r < rows; ++r) {
            for (int c = 0; c < cols; ++c) {
                m[r][c] = values[r][c] + a.values[r][c];
            }
        }
        return ret;
    }
}
```

Příklad – Třída Matrix – Příklad součtu

- Vytvoříme dvě matice, které náhodně vyplníme a sečteme
- Výsledek uložíme do referenční proměnné `sum`

```
Matrix m1 = new Matrix(3, 3);
```

```
Matrix m2 = new Matrix(3, 3);
```

```
m1.fillRandom();
```

```
m2.fillRandom();
```

```
Matrix sum = m1.sum(m2);
```

```
System.out.println("M1:\n" + m1);
```

```
System.out.println("M2:\n" + m2);
```

```
System.out.println("sum:\n" + sum);
```

```
lec07/Matrix.java, lec07/DemoMatrix.java
```

Příklad – Třída Matrix – Součin

- Podobně jako součet implementujeme součin

Pro jednoduchost předpokládáme čtvercové matice

```
public Matrix product(Matrix a) {  
    final int n = rows;  
    if (!(cols == rows && a.rows == n && a.cols == n)) {  
        return null;  
    }  
    Matrix ret = new Matrix(this);  
    for (int i = 0; i < n; ++i) {  
        for (int j = 0; j < n; ++j) {  
            ret.values[i][j] = 0.0;  
            for (int k = 0; k < n; ++k) {  
                ret.values[i][j] += values[i][k] * a.values[k][j];  
            }  
        }  
    }  
    return ret;  
}
```

final int n vs final int N

Příklad – Třída Matrix – Součin (jinak)

- Součin můžeme také implementovat alternativně s využitím transpozice

```
public Matrix productTrans(Matrix a) {  
    final int n = rows;  
    Matrix mTmp = new Matrix(this);  
    for (int r = 0; r < n; ++r) { //transpozice matice a  
        mTmp.values[r][r] = a.values[r][r];  
        for (int c = r + 1; c < n; ++c) {  
            mTmp.values[r][c] = a.values[c][r];  
            mTmp.values[c][r] = a.values[r][c];  
        }  
    }  
    Matrix ret = new Matrix(this);  
    for (int i = 0; i < n; ++i) {  
        for (int j = 0; j < n; ++j) {  
            ret.values[i][j] = 0.0;  
            for (int k = 0; k < n; ++k) {  
                ret.values[i][j] += m1[i][k] * mTmp.values[j][k];  
            }  
        }  
    }  
    return ret;  
}
```

Informativní

Příklad – Třída Matrix – product vs productTrans

```
final int N = 1000;
m1 = new Matrix(N, N);
m2 = new Matrix(N, N);
m1.fillRandom();
m2.fillRandom();

long t1 = System.currentTimeMillis();
m1.product(m2);
long t2 = System.currentTimeMillis();
long dt1 = t2 - t1;
System.out.printf("Time %14s: %6d ms%n", "product", dt1);
m1.productTrans(m2);
long t3 = System.currentTimeMillis();
long dt2 = t3 - t2;
System.out.printf("Time %14s: %6d ms%n", "productTrans", dt2);
```

lec07/Matrix.java, lec07/DemoMatrix.java

Program si vyzkoušejte a vysvětlete rozdíl.

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Třídy a objekty
 - Úvod do objektově orientovaného modelování (analýzy a návrhu)
 - Objektově orientované programování (OOP)
 - Struktura objektu a zapouzdření
 - Příklad – Třída Complex
- Vztahy mezi objekty – agregace, dědičnost, polymorfismus
- OOP v Javě
 - Metody a datové položky třídy a instance
 - Řízení přístupu k položkám
 - Konstruktor třídy
 - Příklad – Třída Matrix
- **Příště: Dědičnost**