Objektově orientované programování

Jan Faigl

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 9

A0B36PR1 – Programování 1

Část 1 – Objektově orientované programování - Dědičnost, kompozice a balíky

OOP

Dědičnost - návrh

Kompozice

Objektově orientovaný návrh programu

Organizace tříd

Část 2 – Příklad tříd geometrických objektů a jejich vizualizace

Přehled úlohy

Řešení z 8. přednášky

Příklad použití

Část I

Objektově orientované programování - Dědičnost, kompozice a balíky

Objektově orientované programování (OOP)

- **Abstrakce** – koncepty (šablony) organizujeme do tříd, objekty jsou pak instance tříd.
- **Zapouzdření** (encapsulation)
  - Objekty mají svůj stav skrytý, poskytují svému okolí **rozhraní**, komunikace s ostatními objekty zasíláním zpráv (volání metod)
- **Dědičnost** (inheritance)
  - Hierarchie tříd (konceptů) se společnými (obecný) vlastnostmi, které se dále specializují
- **Polymorfismus** (mnohotvárnost)
  - Objekt se stejným rozhraním může zastoupit jiný objekt téhož rozhraní.

Základní vlastnosti dědičnosti

- Dědičnost je mechanismus umožňující
  - Rozšiřovat datové položky tříd nebo je také modifikovat
  - Rozšiřovat nebo modifikovat metody tříd
- Dědičnost umožňuje
  - Vytvářet hierarchie tříd
  - „Předávat" datové položky a metody k rozšíření a úpravě
  - Specializovat („upřesňovat") třídy
- Mezi hlavní výhody dědění patří:
  - Zásadním způsobem přispívá k znovupoužitelnosti programového kódu

    Spolu s principem zapouzdření.
  - Dědičnost je základem polymorfismu

Příklad – Kvádr je rozšířený **obdélník**?

```
class Rectangle {
   protected double width;
   protected double height;
   Rectangle(int width, int height) {
      this.width = width;
      this.height = height;
   }
   public double getWidth() {
      return width;
   }
   public double getHeight() {
      return height;
   }
   public double getDiagonal() {
      return Math.sqrt(width*width + height*height);
   }
}
```

Příklad – **Kvádr** je rozšířený obdélník?

```
class Cuboid extends Rectangle {
   protected double depth;

   Cuboid(int width, int height, int depth) {
      super(with, height); //konstruktor predka
      this.depth = depth;
   }
   public double getDepth() {
      return depth;
   }
   @Override
   public double getDiagonal() {
      double tmp = super.getDiagonal(); //volani predka
      return Math.sqrt(tmp*tmp + depth*depth);
   }
}
```

Příklad dědičnosti – 1/2

- Třída **Cuboid** je rozšířením třídy **Rectangle** o hloubku (**depth**)
- Potomka deklarujeme rozšířením **extends**
  - `Cuboid` přebírá datové položky **width** a **height**
  - `Cuboid` také přebírá „gettery" **getWidth** a **getHeight**
  - Konstruktor se nedědí, lze ale volat v podtřídě operátorem **super**
  - Není-li konstruktor deklarován, je volán konstruktor bez parametrů
    - Konstruktor existuje vždy, buď implicitní nebo uživatelský
- Potomek doplňuje datové položky o **depth** a mění metodu **getDiagonal**

Příklad dědičnosti – 2/2

- Objekty třídy **Cuboid** mohou využívat proměnné `width`, `height` a `depth`
- Metoda **getDiagonal** překrývá původní metodu definovanou v nadřazené třídě **Rectangle**

zastínění – overriding

- Přístup k původní metodě předka je možný přes operátor **super**

- Má-li metoda stejného jména jiné parametry (počet/typ) jedná se o přetížení – overloading

Jedná se o jinou (novou) metodu!

Dědičnost – Kvádr je rozšířený obdélník

- V příkladu jsme rozšiřovali obdélník a vytvořili „specializaci" kvádr

Je to skutečně vhodné rozšíření?

Jaká je plocha kvádru? Jaký je obvod kvádru?

Dědičnost – Obdélník je speciální **kvádr**?

- Obdélník je kvádr s nulovou hloubkou

```
class Cuboid {
   protected double width;
   protected double height;
   protected double depth;
   Cuboid(int w, int h, int d) {
      this.width = w; this.height = h; this.depth = d;
   }
   public double getWidth() { return width; }
   public double getHeight() { return height; }
   public double getDepth() { return depth; }
   public double getDiagonal() {
      double tmp =
         width*width + height*height + depth*depth;
      return Math.sqrt(tmp);
   }
}
```

Dědičnost – **Obdélník** je speciální kvádr?

```
class Rectangle extends Cuboid {
   Rectangle(int width, int height) {
      super(width, height, 0);
   }
}
```

- Obdélník je „kvádrem" s nulovou hloubkou
- Potomek se deklaruje klíčovým slovem **extends**
  - **Rectangle** přebírá všechny datové položky **width**, **height** a **depth**
  - a také přebírá všechny metody předka (přístupné mohou být, ale pouze některé)
  - Konstruktor je přístupný přes volání **super** a hodnota proměnné **depth** se nastavujeme na nulu
- Objekty třídy **Rectangle** mohou využívat všech proměnných a metod

Je obdélník potomek kvádru nebo kvádr potomek obdélníka?

1. Kvádr je potomek obdélníka
   - Logické přidání rozměru, ale metody platné pro obdélník nefungují pro kvádr

obsah obdélníka

2. Obdélník je potomek kvádru
   - Logicky správná úvaha o specializaci:
     „vše co funguje pro kvádr funguje i pro kvádr s nulovou hloubkou"
   - Neefektivní implementace – každý obdélník je reprezentován 3 rozměry

Specializace je správná

*Vše co platí pro **předka**, musí platit pro **potomka***

V tomto konkrétním případě je však použití dědičnosti diskutabilní.

Vztah předka a potomka je typu „is-a"

- Je úsečka potomkem bodu?
  - Úsečka nevyužije ani jednu metodu bodu
    is-a?: úsečka je bod? → **NE** → úsečka není potomkem bodu
- Je obdélník potomkem úsečky?
  is-a?: **NE**
- Je obdélník potomkem čtverce nebo naopak?
  - Obdélník rozšiřuje čtverec o další rozměr, ale není čtvercem
  - Čtverec je obdélník, který má šířku a výšku stejnou

Nastavení délek stran v konstruktoru!

Substituční princip

- Vzájemný vztah mezi dvěma odvozenými třídami
- Zásady:
  - Odvozená třída je specializaci nadřazené třídy

    Existuje vztah is-a
  - Všude, kde lze použít třídu musí být použitelný i její potomek a to tak, aby uživatel nepoznal rozdíl

    Polymorfismus
  - Vztah **is-a** musí být trvalý

Kompozice objektů

- Obsahuje-li deklarace třídy členské proměnné objektového typu, pak se jedná o **kompozici objektů**
- Kompozice vytváří hierarchii objektů – nikoliv však dědičnost

  Dědičnost vytváří také hierarchii vztahů, ale ve smyslu potomek/předek.
- Kompozice je vztah objektů **agregace** – **je tvořeno** / **je součástí**
- Jedná se o strukturu typu „has"

Příklad kompozice 1/3

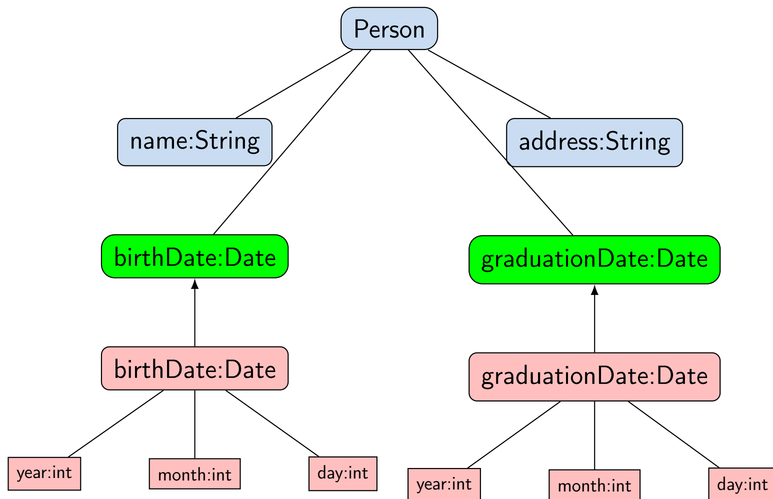
- Každá osoba je charakterizována atributy třídy `Person`
  - Jméno – `name`
  - Adresa – `address`
  - Datum narození – `birthDate`
  - Datum úspěšného ukončení studia – `graduationDate`
- Datum je charakterizováno třemi atributy (třída `Date`)
  - Den – day (`int`)
  - Měsíc – month (`int`)
  - Rok – year (`int`)

Příklad kompozice 2/3

```
class Person {
   String name;
   String address;
   Date birthDate;
   Date graduationDate;
}
```

```
class Date {
   int day;
   int month;
   int year;
}
```

Příklad kompozice 3/3



Dědičnost vs kompozice

- Vlastnosti dědění objektů:
  - Vytváření odvozené třídy (potomek, podtřída)
  - Podtřída se vytváří **extends**
  - Odvozená třída je specializací nadřazené třídy
    - Přidává proměnné *Nebo také překrývá proměnné*
    - Přidává nebo modifikuje metody
  - Na rozdíl od kompozice mění vlastnosti objektů
    - Nové nebo modifikované metody
    - Přístup k proměnným a metodám předka (bázové třídě, supertřídě)

      Pokud je přístup povolen (public/protected/„package")
- Kompozice objektů je tvořena atributy objektového typu

  Pouze skládá objekty
- Rozlišení mezi kompozicí nebo děděním (pomůcka)
  - „Je" test – příznak dědění (is-a)
  - „Má" test – příznak kompozice (has)

Dědičnost a kompozice – úskalí

- Přílišné používání kompozice i dědičnosti v případech, kdy to není potřeba vede na příliš složitý návrh
- Pozor na doslovné výklady vztahu is-a a has, někdy se nejedná ani o dědičnost, ani kompozici

  Např. Point2D a Point3D nebo Circle a Ellipse
- Dáváme přednost kompozici před dědičností

  Jedna z výhod dědičnosti je ***polymorfismus***
- Při používání dědičnosti dochází k porušení zapouzdření

  Zejména s nastavením přístupových práv `protected`

Objektově orientovaný návrh programu

- Vychází z objektového přístupu k řešení problému
- Vytváří objektový model problému
- Můžeme rozdělit na následující kroky
  1. Formulace problému
  2. Návrh výpočetního řešení (algoritmu)
  3. Předběžný návrh architektury
  4. Podrobný návrh architektury

Formulace problému

- Definujeme:
  - Požadavky nutné pro řešení problému
  - Formu výsledku
- Dále volíme další postup návrhu algoritmu a jeho implementaci

Nevhodnou formulací můžeme výrazně ztížit proces nalezení vhodného řešení. V extrémním případě takové řešení ani nemusí existovat.

Návrh algoritmu

Volíme na základě dvou faktorů

1. Typ řešeného problému
   - Existence exaktního řešení
   - Požadavek přesného nebo přibližného řešení
   - Možnost dekompozice problému
   - Velikost množiny vstupních dat
   - Přesnost vstupních dat
2. Požadavku na výsledky
   - Přesnost řešení (chyba modelu, chyba výstupních dat)
   - Časová složitost
   - Paměťová složitost

- Postup návrhu nazýváme **strategií implementace**

Předběžný návrh architektury

- Úvaha o rozčlenění problému na třídy
- Operace, které mohou být s instancemi tříd prováděny
- Návrh rozhraní pro komunikaci mezi objekty (instancemi třídy)

V této fázi návrhu může být vhodné využít grafický návrh pro názornou představu závislostí mezi komponentami – diagramy, tabulky.

Podrobný návrh architektury

- Uplatňujeme strategii zjemňování
- Návrh opakovaně upravujeme a zpřesňujeme
- Postup představuje aplikaci přístupu „shora dolů"

  Při návrhu zacházíme do čím dál hlubších podrobností.

- Případné nedostatky nebo neefektivní konstrukce nahrazujeme vhodnějšími postupy

  Opakované návrhy nám pomáhají lépe pochopit problém a navrhnout vhodné řešení. I kompletní náhrada již „hotového" řešení může být někdy vhodná. Nebojte se „zahodit" nějaký návrh ve prospěch nového a lepšího řešení. To je nedílnou součástí procesu řešení problému.

- Návrh má 3 základní fáze:
  1. Návrh tříd
  2. Návrh datových položek
  3. Návrh metod

Postup návrhu tříd

1. Stanovíme jednotlivé třídy, které budou sloužit k řešení dílčích podproblémů
2. Míra konkrétnosti podproblému
   - Třídy pro práci s daty (ukládání / načítání)
   - Třídy realizující výpočty
   - Třídy zajišťující interakci s uživatelem
   - Třída poskytující grafické rozhraní

Oddělením zajistíme čitelnost a udržovatelnost programu.

- Komplexní návrh tříd představuje složitý problém
- Během procesu návrhu můžeme identifikovat:
  - Některé třídy mohou vykonávat duplicitní činnost
  - Činnosti, které nejsou vykonávány žádnou třídou
- Postup návrhu tak několikrát opakujeme dokud nevznikne použitelný návrh

Návrh datových položek

- Jedná se o návrh jak budou uložena data
- Způsob uložení dat ovlivňuje efektivitu prováděných operaci nad těmito daty
- Při návrhu zohledňujeme:
  - Volbu základních nebo uživatelských typů
  - Volbu dynamických datových struktur s ohledem na způsob řešení problému (přímý nebo sekvenční přístup)
  - Volbu vhodných datových typů vzhledem k požadované přesnosti vstupních a výstupních dat

Návrh metod

- Metody popisují činnosti, které mohou být s daty prováděny
- Navrhujeme rozhraní objektů tříd a stanovujeme, které metody budou veřejné, a které soukromé

- Výsledkem návrhu je tabulka objektů a jejich metod znázorňující operace prováděné s jednotlivými objekty

- Zásady:
  - S každým objektem by měla být prováděna aspoň jedna operace
  - Každé operaci by měl odpovídat nějaký objekt, se kterým bude operace prováděna

Pokud identifikujeme v návrhu metody a objekty, které tyto zásady nesplňují, je nutné provést korekci návrhu.

Vlastní návrh metod

1. Volba formálních parametrů metod
2. Volba datových typů formálních parametrů metod
3. Volba návratových typů metod

- Při řešení výpočetního problému zpravidla při návrhu zohledňujeme požadovanou přesnost dat
  - Přesnost operací prováděných s daty uvnitř jednoduchých metod musí být stejná nebo vyšší než přesnost, s jakou jsou data uložena.

Balíky tříd

- V objektově orientovaném přístupu vzniká množství tříd (a rozhraní) a při použití několika knihoven se jen zřídka lze vyhnout kolizi unikátního jména třídy
- Proto organizujeme třídy do balíku tříd **package**, který reprezentuje ucelený soubor tříd, pro řešení nějakého problému
- Jméno balíku zapisujeme malými písmeny a ve složených názvech oddělujeme slova tečkou, např.

  cz.cvut.fel.pr1

  Zvolit unikátní jméno balíku je zpravidla jednodušší než jméno třídy. Můžeme například odvodit jméno balíku od doménového jména instituce, které je samo o sobě unikátní.
- **Plné jméno třídy** je tvořeno jménem balíku a jménem třídy, např.

  cz.cvut.fel.pr1.Lab07

Organizace tříd do balíků

- Třídy a rozhraní organizujeme do balíku
- V balíku jsou vždy umístěny související třídy
- Jednoznačná identifikace třídy je tvořena plně kvalifikovaným jménem třídy, které je složeno ze jména balíku a jména třídy
- Třídy ze stejného balíku jsou navzájem viditelné
- Při použití třídy z jiného balíku je třeba:
  - Použít plně kvalifikované jméno třídy
  - Importovat třídy klíčovým slovem **import** s uvedením plně kvalifikovaného jména třídy (případně balíku s hvězdičkovou notací).

Jeden ze zásadních podpůrných nástrojů pro udržitelnost velmi rozsáhlých (enterprise) programů.

Organizace tříd do balíků

- Jméno balíku je složeno z dílčích jmen oddělených tečkami
- Fyzická reprezentace balíku je odpovídající adresářová struktura
- Na cvičení používáte balík cz.cvut.fel.pr1

Import třídy

- V Javě jsou automaticky přístupné třídy z balíku java.lang
- Ostatní třídy je nutné adresovat plně kvalifikovaným jménem nebo importovat
- Import provede zpřístupnění jmenného prostoru třídy

```
// zavedeni tridy TextIO
import cz.cvut.fel.pr1.TextIO;


// zavedeni celeho jmenneho prostoru
// cz.cvut.fel.pr1
import cz.cvut.fel.pr1.*;
```

Příklad použití plně kvalifikovaného jména třídy

- Použití třídy **Scanner**

```
public class DemoPackage {
   public void start() {
      java.util.Scanner scan =
         new java.util.Scanner(System.in);
      System.out.print("Enter a line: ");
      String line = scan.nextLine();
      System.out.println("The length of the entered
   lines is: " + line.length());
   }
   public static void main(String args[]) {
      DemoPackage demo = new DemoPackage();
      demo.start();
   }
}
```

Příklad importu třídy

```
import java.util.Scanner;

public class DemoPackage {
   public void start() {
      Scanner scan = new Scanner(System.in);
      System.out.print("Enter a line: ");
      String line = scan.nextLine();
      System.out.println("The length of the entered
    lines is: " + line.length());
   }
   public static void main(String args[]) {
      DemoPackage demo = new DemoPackage();
      demo.start();
   }
}
```

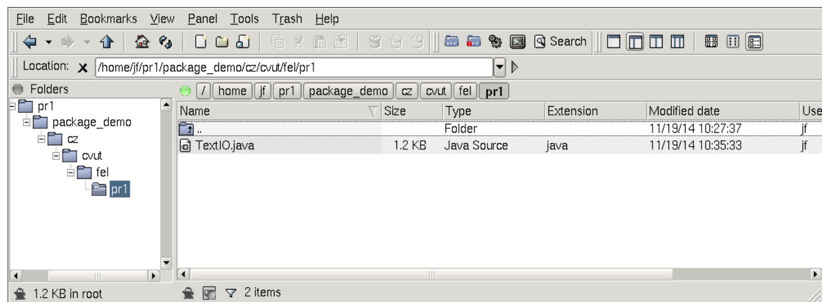
Kompilace a spuštění třídy z balíku 1/5

- Napište jednoduchý kód demonstrující použití třídy **TextIO**
- Třída se nachází v balíku **cz.cvut.fel.pr1**
- Ve třídě implementujeme metodu **public static void main(String[] args)**
- Dále pak metodu **demo**, která načte řádek ze standardního vstupu a vypíše, zda-li řádek reprezentuje celé číslo nebo reálné číslo typu `double`

`lec09/package_demo`

Kompilace a spuštění třídy z balíku 2/5

- Zdrojový soubor `TextIO.java` je v adresářové struktuře odpovídající jménu balíku



`lec09/package_demo`

Kompilace a spuštění třídy z balíku 3/5

```java
package cz.cvut.fel.pr1;
...
public class TextIO {
   ...
  public static boolean isInteger(String s) { ... }
  public static boolean isDouble(String s) { ... }
  public void demo() {
    System.out.println("Demo of the TextIO class");
    System.out.print("Enter a line(number or a word): ");
    String line = getLine();
    if (isInteger(line)) {
      System.out.println("The line represents integer");
    } else if (isDouble(line)) {
      System.out.println("The line represents double");
    } else {
      System.out.println("The line is a general string");
    }
  }
  public static void main(String[] args) {
     TextIO txtIO = new TextIO();
     txtIO.demo();
  }
}
```

Kompilace a spuštění třídy z balíku 4/5

- Při kompilaci specifikujeme jméno souboru pro překlad

  javac cz/cvut/fel/pr1/TextIO.java

- Zkompilovaný soubor se nachází ve stejném adresáři

  cz/cvut/fel/pr1/TextIO.class

  Jiný adresář lze předepsat přepínačem -d, viz javac -help.

- Při spuštění specifikujeme plné jméno třídy včetně jména balíku

  java cz/cvut/fel/pr1/TextIO

  Standardně je prohledáván aktuální pracovní adresář.

`lec09/package_demo`

Kompilace a spuštění třídy z balíku 5/5

- Při jiném umístění třídy (zkompilovaného .class souboru) se nám nepodaří třídu spustit

```
% rm cz/cvut/fel/pr1/TextIO.class
% mkdir classes
% javac -d classes cz/cvut/fel/pr1/TextIO.java
% java cz.cvut.fel.pr1.TextIO
Error: Could not find or load main class cz.cvut
    .fel.pr1.TextIO
% java -classpath classes cz.cvut.fel.pr1.TextIO
Demo of the TextIO class
Enter a line(number or a word):
```

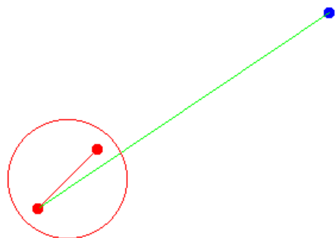
lec09/package_demo

Část II

Příklad geometrických objektů a jejich vizualizace

Zadání problému

- Popis scény geometrických objektů a určení zda-li objekty leží uvnitř jiného objektu
- Popis vektorových geometrických objektů
- Vizualizace geometrických objektů v rastrovém obrázku



Výchozí knihovny a rozhraní

- Rozhraní pro bod v rovině **Coords**
- Zobrazení:
  - Rozhraní plátna (**Canvas**) a základní implementace realizována polem polí (**ArrayBackedCanvas**)
  - Základní rasterizační funkce pro vykreslení úsečky a kružnice na mřížce (**GridCanvasUtil**)
  - Rozhraní pro zobrazitelné objekty **Printable**
  - Rozhraní pro uchování zobrazitelných objektů **ObjectHolder** a jeho základní implementace **ObjectHolderImpl**
- Knihovny funkci **GeomUtil** a **GeomCanvasUtil**

`lec08-simple_gui.jar`

Rozhraní Coords

```
public interface Coords {

   public int getX();
   public int getY();
   public Coords createCoords(int x, int y);

}
```

Rozhraní Canvas

```
import java.awt.Color;

public interface Canvas {

   public int getWidth();
   public int getHeight();
   public void setColorAt(int x, int y, Color color);

}
```

Rozhraní Printable

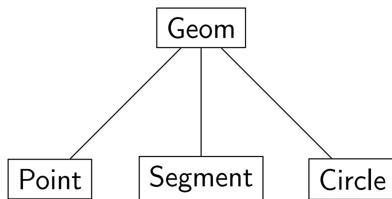
```
public interface Printable {

    public void printToCanvas(Canvas canvas);

}
```

Rozhraní ObjectHolder

- Rozhraní **ObjectHolder** deklaruje metody pro přidání objektu a vykreslení všech uložených objektů

```
public interface ObjectHolder {

   public ObjectHolder add(Printable object);
   public void printToCanvas(Canvas canvas);

}
```

Hierarchie tříd geometrických objektů



Abstraktní třída **Geom**

```
public abstract class Geom {
    protected Color color;
    public Geom(Color color) { this.color = color; }

    public abstract boolean isEqual(Geom geom);
    public abstract boolean isInside(Geom geom);
    public abstract String getShapeName();

    public Color getColor() { ... }
    public void setColor(Color color) { ... }
    @Override
    public String toString() { ... }
    @Override
    public int hashCode() { ... }
    @Override
    public boolean equals(Object obj) { ... }
}
```

Třída **Point** 1/2

```
public class Point extends Geom implements Coords,
    Printable {
  private final int x;
  private final int y;
  private int radius;

  public Point(int x, int y, Color color, int radius) {
     super(color);
     this.x = x;
     this.y = y;
     this.radius = radius;
  }
  @Override
  public String getShapeName() {
     return "Point";
  }
```

Třída **Point** 2/2

```
public class Point extends Geom implements Coords,
    Printable {
  ...
  @Override
  public String getShapeName() {
     return "Point";
  }

  public void printToCanvas(Canvas canvas) {
   if (canvas == null) { return; }
   final int w = canvas.getWidth();
   final int h = canvas.getHeight();
   final int r2 = radius * radius;
   for (int i = x - radius; i <= x + radius; ++i) {
      for (int j = y - radius; j <= y + radius; ++j) {
         if (i >= 0 && i < w && j >= 0 && j < h) {
            final int dx = (x - i);
            final int dy = (y - j);
            final int r = dx * dx + dy * dy;
            if (r < r2) {
               canvas.setColorAt(i, j, color);
         }  }
} } }
```

Třída **Segment** 1/2

```
public class Segment extends Geom implements Printable {
   private final Point p0;
   private final Point p1;
   ...
   public Segment(Point pt1, Point pt2, Color color) {
      super(color);
      ...
   }
   ...
   @Override
   public boolean isInside(Geom geom) {
      if (geom == null) {
         return false;
      }
      boolean ret = this == geom;
      if (!ret && geom instanceof Point) {
         ret = isInside((Point) geom);
      } else if (!ret && geom instanceof Segment) {
         ret = isInside((Segment) geom);
      }
      return ret;
   }
   ...
```

Třída **Segment** 2/2

```
public class Segment extends Geom implements Printable {
  ...
  @Override
  public void printToCanvas(Canvas canvas) {
    if (canvas == null) { return; }
    Coords[] line = GridCanvasUtil.drawGridLine(p0, p1);
    if (line == null) { return; }
    final int w = canvas.getWidth();
    final int h = canvas.getHeight();

    for (int i = 0; i < line.length; ++i) {
      Coords pt = line[i];
      if (
            pt.getX() >= 0 && pt.getX() < w &&
            pt.getY() >= 0 && pt.getY() < h
         ) {
         canvas.setColorAt(pt.getX(), pt.getY(), color);
      }
    }
  }
}
```

Třída **Circle** 1/2

```
public class Circle extends Geom implements Printable {
  ...
  @Override
  public boolean isInside(Geom geom) {
     if (geom == null) {
        return false;
     }
     boolean ret = this == geom;
     if (ret) {
        return ret;
     }
     if (geom instanceof Point) {
        ret = isInside((Point) geom);
     } else if (geom instanceof Segment) {
        ret = isInside((Segment) geom);
     } else if (geom instanceof Circle) {
        ret = isInside((Circle) geom);
     }
     return ret;
  }
  ...
}
```

Třída **Circle** 2/2

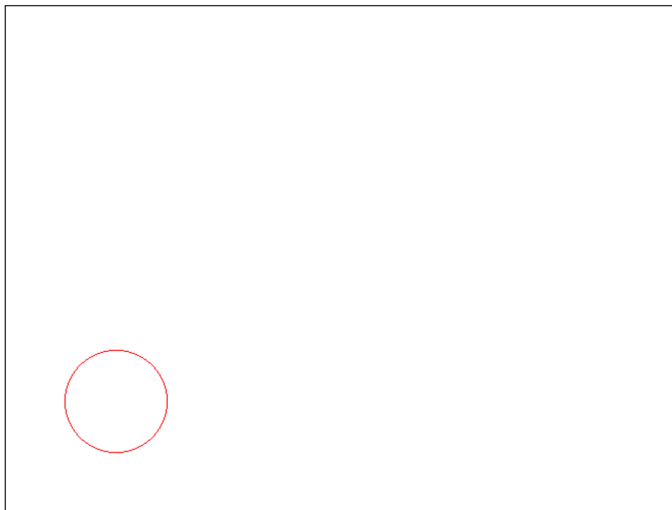
```
public class Circle extends Geom implements Printable {
   @Override
   public void printToCanvas(Canvas canvas) {
      if (canvas == null) { return; }
      Coords[] pts =
         GridCanvasUtil.drawGridCircle(center, radius);
      if (pts == null) { return; }
      final int w = canvas.getWidth();
      final int h = canvas.getHeight();

      for (int i = 0; i < pts.length; ++i) {
         Coords pt = pts[i];
         if (
               pt.getX() >= 0 && pt.getX() < w &&
               pt.getY() >= 0 && pt.getY() < h
            ) {
            canvas.setColorAt(pt.getX(), pt.getY(), color);
         }
      }
   }
}
```

Příklad vykreslení objektů

- Geometrické objekty se už umí vykreslit na plátno (canvas)
- Vytvoříme instanci **ArrayBackedCanvas**
- „Zašleme" zprávu příslušnému objektu, aby se vykreslil
- Obsah plátna následně uložíme do souboru

```
Circle c1 = new Circle(new Point(100, 100), 50);
ArrayBackedCanvas canvas =
   new ArrayBackedCanvas(640, 480);

c1.printToCanvas(canvas);
canvas.writeToFile("circle.png");
```

Vykreslená kružnice v souboru `circle.png`



Další úkoly

- Máme implementovány základní funkčnosti pro zobrazení
- Vykreslení objektů však není příliš pohodlné
- Vytvoříme proto „kontejner" pro reprezentaci scény a hromadnější dotazy, zda-li jsou objekty scény uvnitř zvoleného geometrického objektu

- Scénu realizujeme jako třídu **GeomObjectArray**, která bude poskytovat pole aktuálních objektů

```
public class GeomObjectArray {
    ...
    public Geom[] getArray() { ... }
    ...
}
```

GeomObjectArray

- „Kontejner" realizujeme jako před-alokované pole „dostatečné velikost"
- Implementujeme metodu **add**, která přidá objekt do pole
- V případě naplnění kapacity alokujeme pole větší, kterým nahradíme pole původní

Přístup k poli zapouzdříme metodami `add` a `getArray`

```
public class GeomObjectArray {
   private Geom[] objects;
   private int size;
   private final int DEFAULT_SIZE_RESERVE = 100;
   public GeomObjectArray() {
      objects = new Geom[DEFAULT_SIZE_RESERVE];
   }
   public GeomObjectArray add(Geom obj) { ... }
   public Geom[] getArray() { ... }
}
```

GeomObjectArray – add

```
public class GeomObjectArray {
 ...
 public GeomObjectArray add(Geom obj) {
  if (size == objects.length) {
     Geom[] objectsNew =
        new Geom[objects.length + DEFAULT_SIZE_RESERVE];
     for (int i = 0; i < objects.length; ++i) {
        objectsNew[i] = objects[i];
     }
     objects = objectsNew; //replace the array
  }
  objects[size++] = obj;
  return this; //return this to string add call
 }
 ...
}
```

GeomObjectArray – getArray

```
public class GeomObjectArray {
   ...
   public Geom[] getArray() {
      Geom[] ret = new Geom[size];
      for (int i = 0; i < size; ++i) {
         ret[i] = objects[i];
      }
      return ret;
   }
}
```

Na první pohled možná neefektivní, ale metoda nám zajišťuje, že je „scéna" reprezentována polem o velikost odpovídající objektům ve scéně.

Obarvení objektů uvnitř jiného objektu

- Vytvoříme metodu, která nastaví barvu všech objektů uvnitř jiného objektu

```
public void markColorInside(Geom[] objects, Geom
    largeObject, Color color) {
   if (objects == null || largeObject == null || color
    == null) {
      return;
   }
   for (int i = 0; i < objects.length; ++i) {
      Geom obj = objects[i];
      if (obj != null && largeObject.isInside(obj)) {
         obj.setColor(color);
      }
   }
}
```

Příklad použití

```
public void start(String[] args) {
   Point pt1 = new Point(320, 240);
   Point pt2 = new Point(75, 75);
   Point pt3 = new Point(125, 125);

   Segment s1 = new Segment(pt1, pt2);
   Segment s2 = new Segment(pt2, pt3);

   Circle c1 = new Circle(new Point(100, 100), 50);
   Circle c2 = new Circle(new Point(400, 400), 400);

   c2.setColor(new Color(255, 130, 71)); //RoyalBlue

   GeomObjectArray geomObjects = new GeomObjectArray();

   geomObjects.add(pt1).add(pt2).add(pt3).add(s1).add(s2);
   geomObjects.add(c1).add(c2);

   markColorInside(geomObjects.getArray(), c1, Color.RED);
}
```

pr1-lec09-demo_gui

Příklad použití – vykreslení

- Pro vykreslení můžeme použít objekt, který má rozhraní **ObjectHolder**
- Buď můžeme použít implementaci **ObjectHolderImpl**

Např. kompozicí

- Nebo využijeme znalosti, že některé podtřídy **Geom** implementují rozhraní **Printable** a implementujeme metodu **printToCanvas**

```
public void printToCanvas(Geom[] objects, Canvas
    canvas) {
   for (int i = 0; i < objects.length; ++i) {
      Geom obj = objects[i];
      if (obj instanceof Printable) {
         ((Printable) obj).printToCanvas(canvas);
} } }
```

Zkuste rozšířit třídu ***GeomObjectArray*** *o rozhraní* ***Printable*** *a vysvětlete úskalí implementace dvou metod* ***add****.*

Uložení obrázku

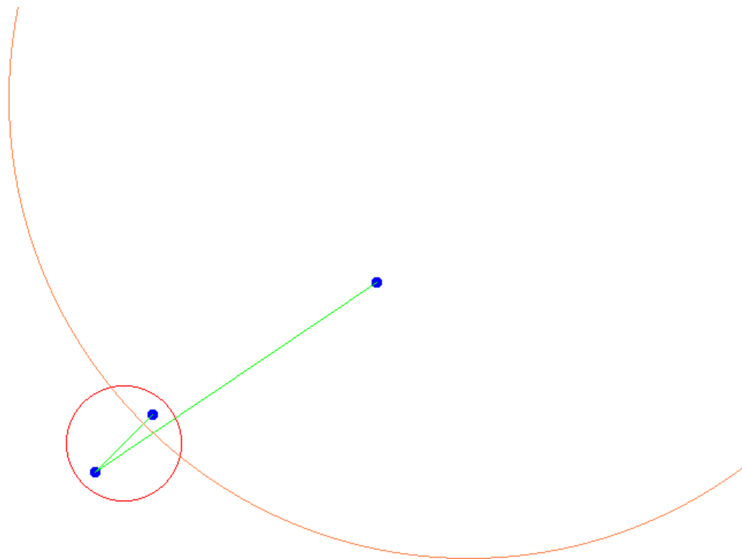
- Uložení plátna můžeme spojit s překreslením aktuální scény v metodě **saveCanvas**

```
public void saveCanvas(GeomObjectArray geomObjects,
   ArrayBackedCanvas canvas, String out) {
   try {
      canvas.clearCanvas(Color.WHITE);
      printToCanvas(geomObjects.getArray(), canvas);
      canvas.writeToFile(out);
   } catch (IOException e) {
      System.err.println("Error: writing canvas to the
    file '" + out + "'");
   }
}
```

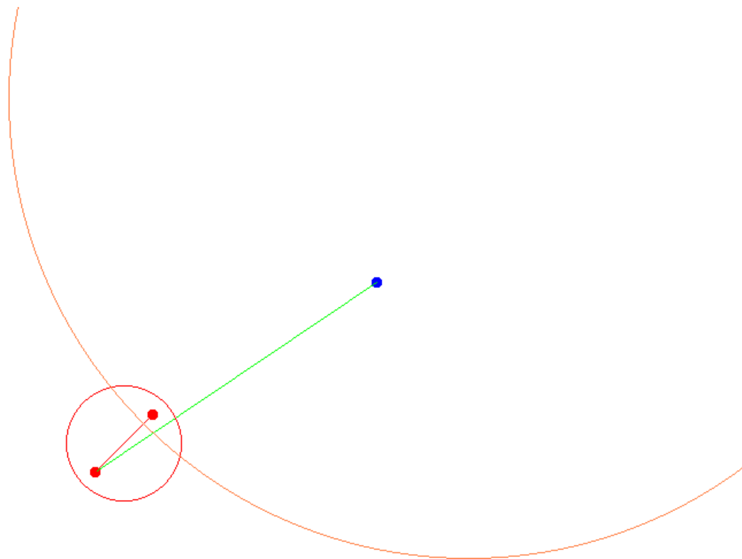
Použití metody **markColorInside**

```
...
GeomObjectArray geomObjects = new GeomObjectArray();
geomObjects.add(pt1).add(pt2).add(pt3).add(s1).add(s2);
geomObjects.add(c1).add(c2);

ArrayBackedCanvas canvas = new ArrayBackedCanvas(640, 480);
saveCanvas(geomObjects, canvas, "objects.png");

markColorInside(geomObjects.getArray(), c1, Color.RED);
saveCanvas(geomObjects, canvas, "objects-inside_circle-c1.png");

setColor(geomObjects.getArray(), Color.BLUE);
markColorInside(geomObjects.getArray(), c2, Color.ORANGE);
saveCanvas(geomObjects, canvas, "objects-inside_circle-c2.png");
```

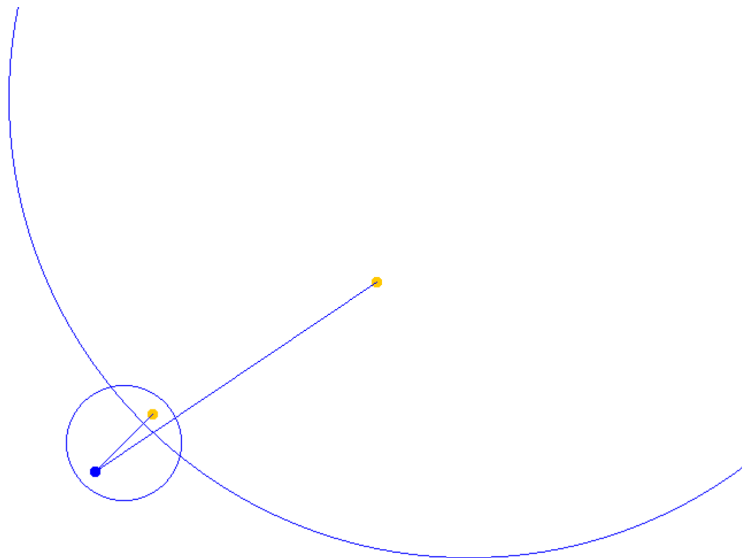
Příklad výstupu – `objects.png`



Příklad výstupu – objects-inside_circle-c1.png



Příklad výstupu – objects-inside_circle-c2.png



Příklad geometrický objektů

- Navrhli jsme hierarchii geometrický objektů
- Implementovali jsme operaci testování, zda-li objekt leží uvnitř jiného objektu `isInside`
- Vizualizaci jsem realizovali s využitím rozhraní a implementací z balíku třídy `lec08-simple_gui.jar`

- Použití jednotlivých objektů je možné, ale reprezentace scény je není pohodlná
- Pro práci s množinou objektů potřebujeme vhodný „kontejner"
- Zatím známe pouze datový typ **pole statické délky**
- Pro efektivní práci s více proměnnými potřebujeme složitější **datové struktury**

Spojové seznamy, fronty, zásobníky, pole dynamické délky, atd.

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Objektově orientované programování
- Dědičnost
- Kompozice
- Balíky – organizace tříd
- Kompilace a spuštění třídy v balíku
- Příklad geometrických objektů a jejich vykreslení (jednoduchý kontejner)
- Příště: Spojový seznam a abstraktní datové typ