

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 zasláním zpráv (volání metod)
- **Dědičnost** (inheritance)
 - Hierarchie tříd (konceptů) se společnými (obecnými) 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 – **Kvadr** je rozšířený obdélník?

```
class Cuboid extends Rectangle {  
    protected double depth;  
  
    Cuboid(int width, int height, int depth) {  
        super(width, 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
 - 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 kvádrů? Jaký je obvod kvádrů?

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 třídy **Cuboid**

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 potomek bodu?
 - Úsečka nevyužije ani jednu metodu bodu
 - is-a?: úsečka je bod? → **NE** → úsečka není potomek bodu
- Je obdélník potomek úsečky?
 - is-a?: **NE**
- Je obdélník potomek 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 specializací 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

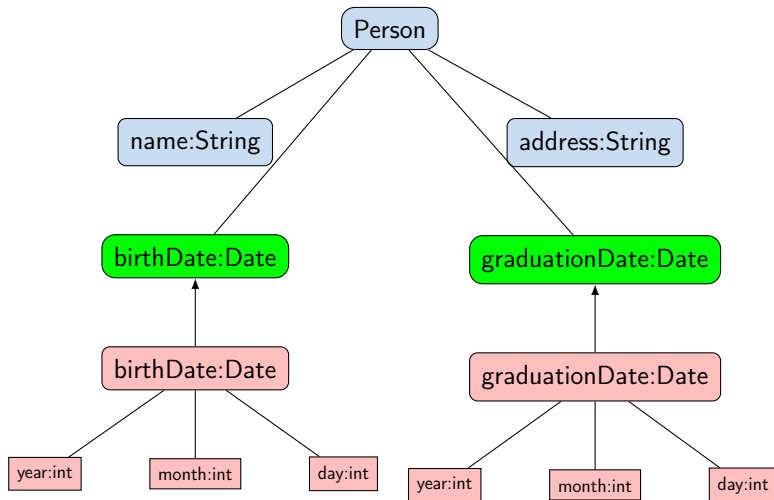
- Každá osoba je charakterizována atributy třídy Person
 - Jméno – name
 - Adresa – address
 - Datum narození – birthDate
 - Datum úspěšného ukončení studia – graduationDate
- Datum je charakterizováno třemi atributy (třída Date)
 - Den – day (int)
 - Měsíc – month (int)
 - Rok – year (int)

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 *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. Požadavky 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 udržitelnost 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 operací 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();  
    }  
}
```

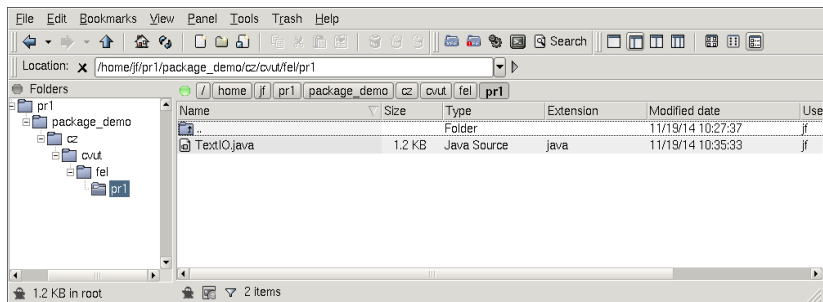
Kompilace a spuštění třídy z balíku 1/5

- 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

```
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 předefsat 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):
```

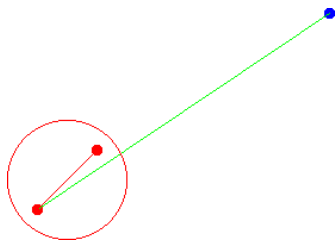
lec09/package_demo

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 funkce **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

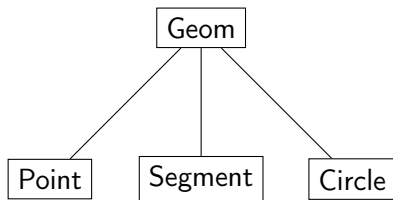
```
public interface Printable {  
  
    public void printToCanvas(Canvas canvas);  
  
}
```


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 objektů
- Vykreslení jednotlivých objektů však není příliš pohodlné
- Vytvoříme proto „kontejner“ pro reprezentaci scény a hromadnější dotazy, zdali jsou objekty 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 velikosti”
- 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 the 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 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**
- Bud' 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 vysvětlíte 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`

...

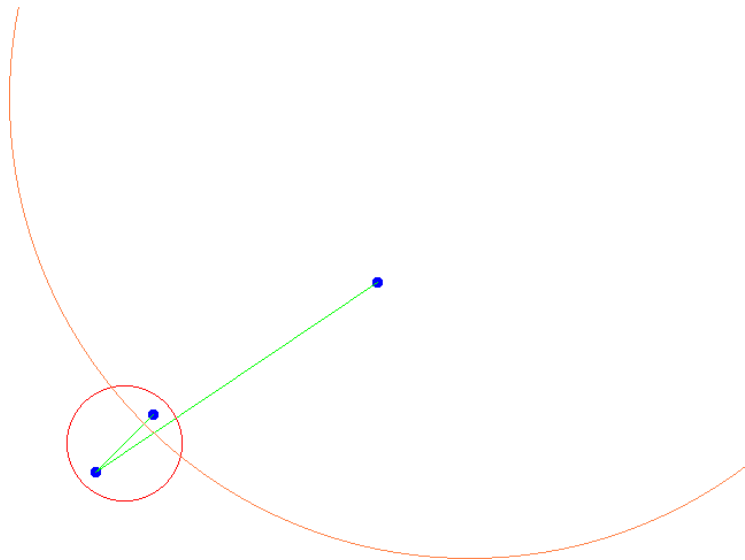
```
GeomObjectArray geomObjects = new GeomObjectArray();  
geomObjects.add(pt1).add(pt2).add(pt3).add(s1).add(s2);  
geomObjects.add(c1).add(c2);
```

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

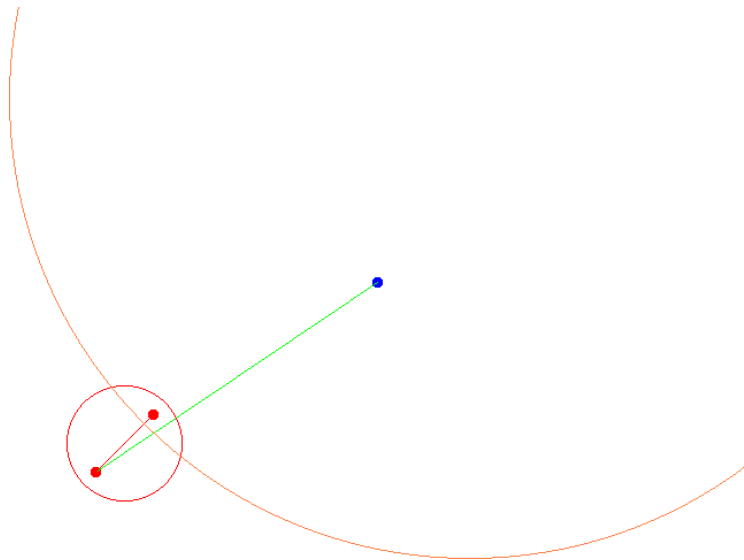
```
markColorInside(geomObjects.getArray(), c1, Color.RED);  
saveCanvas(geomObjects, canvas, "objects-inside_circle-c1.png");
```

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

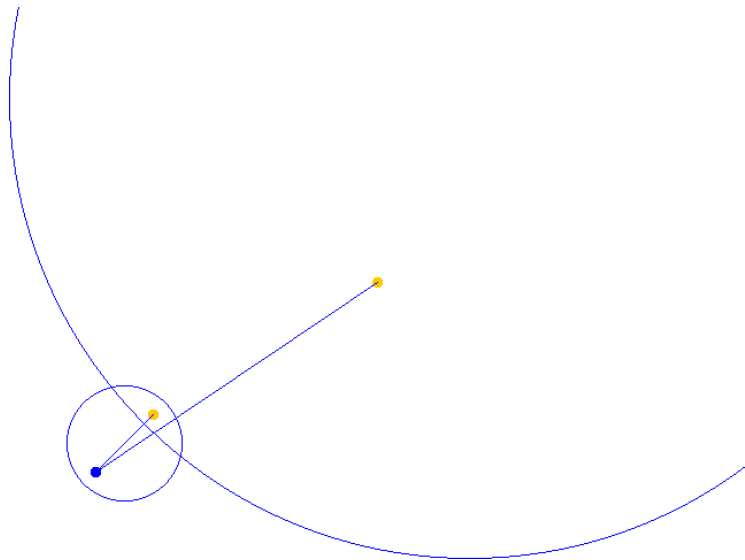
Příklad výstupu – objects.png



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, zdali 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 není pohodlná
- Pro práci s množinou objektů potřebujeme vhodný „kontejner“
- Zatím známe pouze datový typ **pole statické délky**
- Pro efektivní práci s více proměnnými (třeba i jiného typu) potřebujeme složitější **datové struktury**
Spojové seznamy, fronty, zásobníky, pole dynamické délky, atd.

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Objektivě 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 datový typ**