

实验1 对象与类1

1 学习目标

- (1) 掌握类的声明、定义与使用；
- (2) 理解对象创建过程与访问方法；
- (3) 理解类成员的概念和用法；
- (4) 理解静态环境的概念和用法；
- (5) 掌握成员的访问控制方法。

2 验证性内容

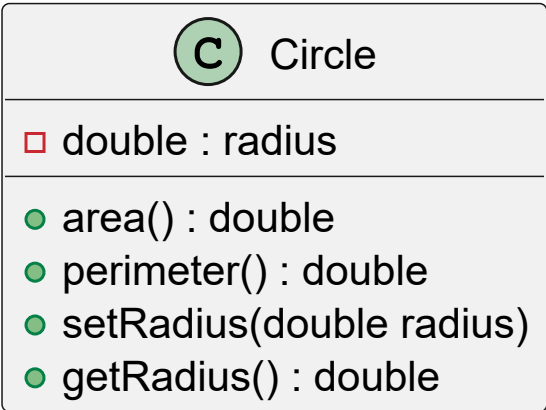
2.1 类的声明与定义

类是Java程序的基本单元，类定义了对象的基本状态和行为，状态用字段表示，行为用方法表示。

学习要求：熟悉类的声明和定义，包括关键词、标识符的用法、字段和方法的声明；熟悉类图的基本表示方法。

场景描述：定义一个圆形，包含一个半径字段，支持周长和面积计算。

- (1) 类图



- (2) 代码

```
public class Circle {
    private double radius; // 半径字段，默认值为0.0
    // 面积计算
    public double area() {
        return Math.PI * radius * radius; // 当前不存在变量名歧义时，this关键词可以省略
    }
    // 周长计算
    public double perimeter() {
        return Math.PI * radius * 2;
    }
    // 半径字段的访问方法
    public double getRadius() {
        return radius;
    }
    public void setRadius(double radius) {
        this.radius = radius; // this是一种特殊参数，表示当前对象，由函数调用时传入
    }
}
```

2.2 对象创建与访问

2.2.1 构造器

对象的创建（或类的实例化）过程需要调用构造器，当没有显式定义构造器时，每个类会隐式定义一个无参构造器。如下所示：

```
public class Circle {
    // 隐式定义无参构造器，不需要显式地写出代码
    // public Circle() {} // 等价代码
}
```

当有特定需求时，可以自定义构造器：

```
public class Circle {
    // 有参构造器
    public Circle(double r) {
        setRadius(r);
    }
    // 无参构造器
    public Circle() {
        this(2.0); // 默认半径为2.0，通过this关键字调用有参构造器
    }
}
```

思考：构造器的定义顺序一般根据参数数量从高到低。参数越多，说明对象创建过程需要的信息越详细，少参数构造器可以基于多参数构造器来实现，这样可以提高代码复用率，降低维护成本。

通过 `new` 关键词和构造器来创建对象，返回对象的引用：

```
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Circle c1 = new Circle(); // 创建半径为2.0的圆形，引用值赋给变量c1
        Circle c2 = new Circle(3.0); // 创建半径为3.0的圆形，引用值赋给变量c2
    }
}
```

2.2.2 对象初始化器

对象初始化器（Object Initializer）是类中独立的一个代码块，在构造器的代码之前执行。如下代码，增加初始化器来打印一条提示语句。

```
public class Circle {
    private double radius; // 半径字段
    // 对象初始化器
    {
        System.out.println("创建圆形"); // 执行顺序：1
    }
    public Circle(double r) {
        System.out.println("半径初始化"); // 执行顺序：2
        setRadius(r);
    }
    public Circle() {
        this(2.0); // 默认半径为2.0
    }
}
```

继续采用 2.2.1 中的测试代码，运行结果如下：

```
创建圆形
半径初始化
创建圆形
半径初始化
```

2.2.3 对象成员访问

对象成员主要是指没有使用 `static` 修饰的字段和方法。通常，创建对象后会将其引用值赋给一个变量，之后通过变量来访问对象成员。例如：

```
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Circle c1 = new Circle(); // 创建圆形，将其引用赋值给变量c1
        System.out.printf("面积:%.2f, 周长:%.2f", c1.area(), c1.perimeter()); // 通过c1的值访问圆形成员
    }
}
```

直接通过引用值访问对象成员：

```
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.printf("面积:%.2f", new Circle().area()); // 通过new关键字创建对象返回的引用值访问
    }
}
```

思考：对象方法的代码存放在哪里？对象方法执行时如何获取对象引用的？

2.3 类成员

类成员由 `static` 关键词修饰，也称为静态成员，包含静态变量（类成员变量）和静态方法（类成员方法）。类成员不属于具体的对象，而属于类，可以看作这类对象的共同特征。例如，当前已创建的圆形数量，可以用静态变量来表示。

```
public class Circle {
    private static int numberOfCircles = 0; // 已创建圆形的数量，初始值为0
}
```

类成员使用类名来访问，若在类的内部访问当前类的类成员，则可以省略类名。例如在对象初始化器中对圆形数量进行自加操作：

```
public class Circle {
    {
        numberOfCircles++; // 每当创建一个圆形，会自加1
    }
}
```

创建一些圆形后，查看当前总数量：

```
public class Circle {
    // 类方法，用于返回类变量的值
    public static int getNumberOfCircles(){
        return numberOfCircles;
    }
}
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        for(int i = 0; i < 100; i++) {
            new Circle();
        }
        System.out.printf("已创建的圆形%d个", Circle.getNumberOfCircles());
    }
}
```

思考：类方法中只能访问类变量，不能访问对象变量。

2.4 静态环境

静态环境（Static Context）中不存在对象引用，因此不能访问对象成员。

（1）静态初始化器

静态初始化器（Static Initializer）是定义在类中的静态代码块，在类加载的时候执行一次。静态初始化器属于静态环境，没有指定对象引用，无法使用 `this` 关键词，也无法访问对象成员。如下代码所示：

```
public class Circle {
    static {
        // 错误: this是无效的, 无法访问对象变量radius
        System.out.println(this.radius);
    }
}
```

(2) 静态变量初始化器

```
public class Circle {
    private double radius; // 半径字段
    private static double maxRadius = radius; // 错误: 静态变量初始化器无法访问对象成员
}
```

(3) 静态方法

```
public class Circle {
    private double radius; // 半径字段
    public static int getMaxRadius(){
        return this.radius; // 错误: 静态方法中无法访问对象成员
    }
}
```

2.5 访问控制

访问修饰符包括 `public`、`protected`、`private` 三种类型，若不使用访问修饰符则默认为包内访问类型（`package`）。

创建两个包 `p1` 和 `p2`，在 `p1` 中定义类A：

```
package oop.exp1.p1;
public class A {
    public int publicValue; // 公共
    private int privateValue; // 私有
    int packageValue; // 包内
}
```

在 `p1` 中定义Test类，尝试直接创建A类型对象并访问其成员，并观察访问控制情况。

```
package oop.exp1.p1;
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        A a = new A();
        int v1 = a.privateValue; // 错误
        int v2 = a.packageValue;
        int v3 = a.publicValue;
    }
}
```

在 `p2` 中定义Test类，尝试直接创建A类型对象并访问其成员，并观察访问控制情况。

```
package oop.exp1.p2;
import oop.exp1.p1.A;
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        A a = new A();
        int v1 = a.privateValue; // 错误
        int v2 = a.packageValue; // 错误
        int v3 = a.publicValue;
    }
}
```

思考：如何通过访问修饰符 `private` 提高对象的封装性？为什么又要通过 `public` 类型的Getter和Setter方法来实现对象成员变量的访问？

3 设计性内容

3.1 矩形定义

1. 设计一个矩形类，要求如下：
 - (1) 声明标识符为 `Rectangle` 的类；
 - (2) 声明 `double` 类型成员变量 `width` 和 `height`，用于表示矩形的长和宽；
 - (3) 声明 `double` 类型成员变量 `centerX` 和 `centerY`，用于表示矩形的重心坐标；
 - (4) 声明 `double` 类型成员变量 `angle`，用于表示长边相对 `x`轴 的旋转角度，例如45度角；
 - (5) 声明4个静态常量用于表示矩形顶点的编号（0,1,2,3），包括 `VERTEX0`、`VERTEX1`、`VERTEX2`、`VERTEX3`；
 - (6) 声明和定义一个方法 `move(double dx, double dy)`，用于表示将矩形在 `x`轴 移动 `dx` 长度，在 `y`轴 移动 `dy` 长度；
 - (7) 声明和定义一个方法 `moveTo(double x, double y)`，用于表示将矩形重心移动到坐标 `(x, y)`；
 - (8) 声明和定义一个方法 `rotate(double angle)`，用于表示将矩形旋转一个角度 `angle`。

3.2 旋转的矩形

测试如下代码，观测矩形界面是否有一个旋转的矩形：

```
import javafx.application.Application;
import javafx.scene.canvas.Canvas;
import javafx.scene.canvas.GraphicsContext;
import javafx.stage.Stage;

import javafx.animation.KeyFrame;
import javafx.animation.Timeline;
import javafx.scene.Group;
import javafx.scene.Scene;
import javafx.scene.paint.Color;
import javafx.util.Duration;

public class RectApp extends Application {
    double i = 0.1;

    @Override
    public void start(Stage primaryStage) {
        // 创建画布并设置大小
        Canvas canvas = new Canvas(500, 400);
        GraphicsContext gc = canvas.getGraphicsContext2D();

        // 创建动画，每隔16ms更新一次角度，相当于每秒约60帧
        Rectangle rect = new Rectangle(200, 200, 200, 5);
        Timeline animation = new Timeline(new KeyFrame(Duration.millis(16), e -> {
            draw(gc, rect);
            rect.rotate(2);
            // 莱姆尼斯卡曲线的参数方程计算坐标
            double x = 200 + 100 * Math.cos(i);
            double y = 200 + 100 * Math.sin(i) * Math.cos(i);
            rect.moveTo(x, y);
            i += 0.01;
        }));
        animation.setCycleCount(Timeline.INDEFINITE); // 无限循环
        animation.play(); // 开始动画

        // 设置场景和舞台
        Group root = new Group();
        root.getChildren().add(canvas);
        Scene scene = new Scene(root, 500, 400);
        primaryStage.setTitle("矩形旋转");
        primaryStage.setScene(scene);
        primaryStage.show();
    }

    // 绘制旋转矩形
    private void draw(GraphicsContext gc, Rectangle rect) {
        // 清空画布
        gc.clearRect(0, 0, 500, 400);
        // 保存当前状态
        gc.save();
        // 将画布的原点平移到矩形中心
        gc.translate(rect.getCenterX(), rect.getCenterY());
        // 旋转坐标系
        gc.rotate(rect.getAngle());
        // 设置矩形颜色
        gc.setFill(Color.BLUE);
        // 绘制矩形，绘制的坐标是相对于translate后的(0,0)的
        gc.fillRect(-rect.getWidth() / 2, -rect.getHeight() / 2, rect.getWidth(), rect.getHeight());
        // 恢复原始状态
        gc.restore();
    }

    public static void main(String[] args) {
        launch(args);
    }
}
```

4 实验要求

实验成果材料包含实验报告和源代码两部分，如下所示：

名称	修改日期	类型	大小
 src	2024/9/21 15:57	文件夹	
 实验1报告.md	2024/9/21 15:51	MD 文件	1 KB

实验报告按报告模板提示和要求填写，包含两部分内容：

- 第2部分验证性内容自查；
- 第3部分矩形类的 `plantuml` 类图代码。

源代码文件夹 `src` 中应该包含内容：

- 矩形类：Rectangle.java

实验成果上传目录：`FTP服务器地址/2024-2025-1/面向对象高级编程/学号/实验1`

5 其他说明

5.1 视频资料

暂无