

תוכנה 1 בשפת Java

תרגול מספר 9: הורשה
רובי בויים ומתי שמרת

בית הספר למדעי המחשב
אוניברסיטת תל אביב

ירושה ממחלקות קיימות

- ראינו בהרצאה שתי דרכים לשימוש חוזר בקוד של מחלקה קיימת:
 - הכלה + האצלה
 - ירושה

- המחלקה היורשת יכולה להוסיף פונקציונליות שלא היתה קיימת במחלקת הבסיס, או לשנות פונקציונליות שקיבלה בירושה

- בדוגמא הבאה אנו יורשים מהמחלקה Turtle שראינו בתחילת הסמסטר, ומוסיפים לה פונקציונליות חדשה:
`drawSquare`

צב חכם

```
/**  
 * A logo turtle that knows how to draw square  
 */  
public class SmartTurtle extends Turtle {  
  
    public void drawSquare(int edge) {  
        for (int i = 0; i < 4; i++) {  
            moveForward(edge);  
            turnLeft(90);  
        }  
    }  
}
```

ירושה ממחלקה קיימת

הוספת שרות חדש

שימוש בשירותים ממחלקת האם

דריסת שרותים

- המחלקה היורשת בדרך כלל מבטאת תת משפחה של העצמים ממחלקת הבסיס
- המחלקה היורשת יכולה לדרוס שירותים שהתקבלו בירושה
- כדי להשתמש בשרות המקורי (למשל ע"י השרות הדורס בעצמו) ניתן לפנות לשרות בתחביר:
`super.methodName(...)`
- בדוגמא הבאה אנו מגדירים **צב שיכור** היורש מהמחלקה Turtle ודורס את השרות `moveForward`

צב שיכור

```
/**
 * A drunk turtle is a turtle that "staggers" as it moves forward
 */
public class DrunkTurtle extends Turtle {
    /**
     * Zigzag forward a specified number of units. At each step
     * the turtle may make a turn of up to 30 degrees.
     * @param units - number of stes to take
     */
    @Override public void moveForward(double units) {
        for (int i = 0; i < units; i++) {
            if (Math.random() < 0.1) {
                turnLeft((int) (Math.random() * 60 - 30));
            }
            super.moveForward(1);
        }
    }
}
```

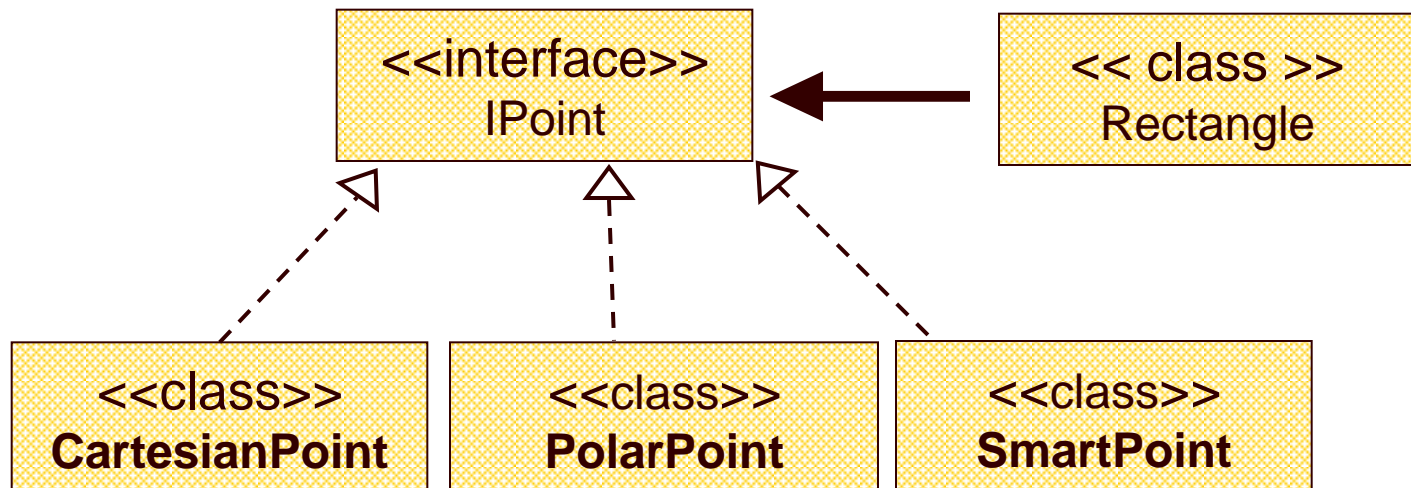
דריסה של שירות קיים

נראות והורשה

- שדות ושירותים פרטיים (private) של מחלקת הבסיס אינם נגישים למחלקה היורשת
- כדי לאפשר גישה למחלקות יורשות יש להגדיר להם נראות `protected`
- שימוש בירושה יעשה בזהירות מרבית, בפרט הרשאות גישה למימוש
- נשתמש ב `protected` רק כאשר אנחנו מתכננים היררכיות ירושה שלמות ושולטים במחלקה היורשת

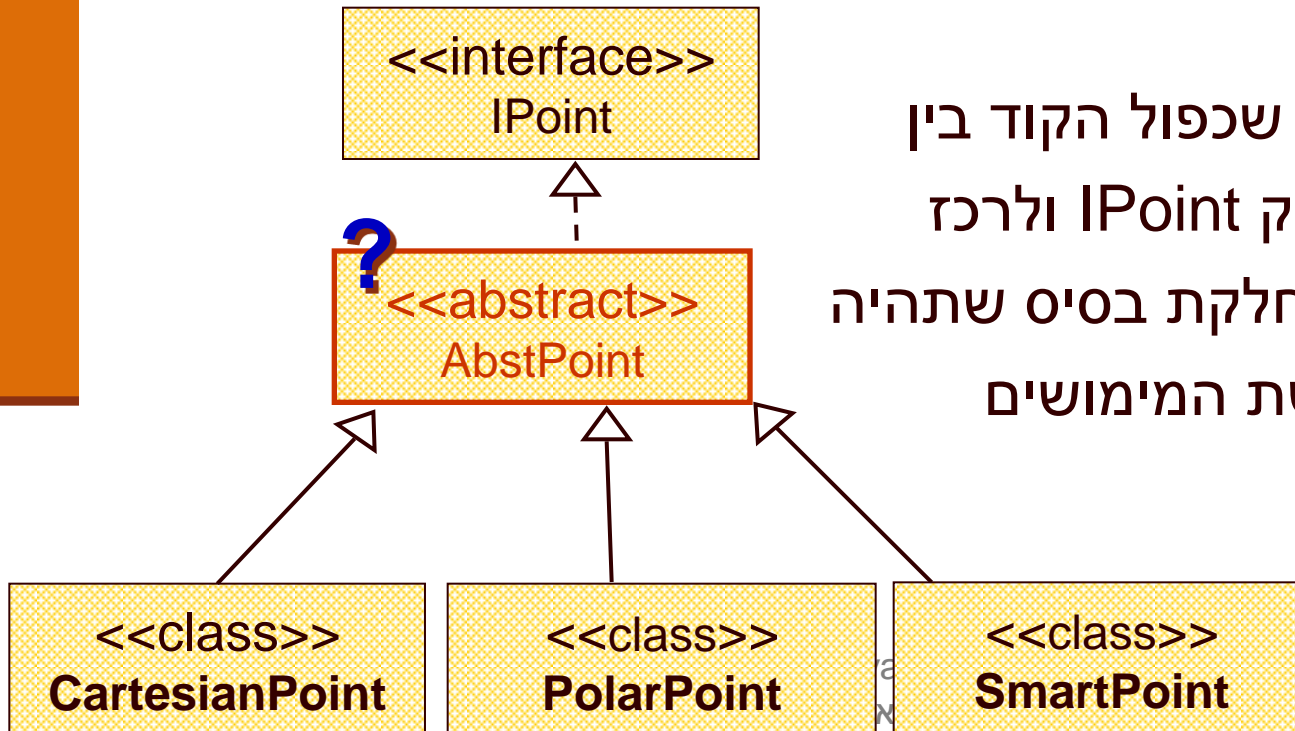
צד הלקוח

- בהרצאה ראינו את המנשק IPoint, והצגנו 3 מימושים שונים עבורו
- ראינו כי **לקוחות** התלויים במנשק IPoint בלבד, ולא מכירים את המחלקות המממשות **אדישים** לשינויים עתידיים בקוד הספק
- שימוש **במנשקים** חוסך **שכפול קוד לקוח**, בכך שאותו קטע קוד עובד בצורה נכונה עם מגוון ספקים (פולימורפיזם)



צד הספק

- לעומת זאת, מנגנון ההורשה חוסך שכפול קוד בצד הספק
- ע"י הורשה מקבלת מחלקה את קטע הקוד בירושה במקום לחזור עליו. שני הספקים חולקים אותו הקוד



- ננסה לזהות את שכפול הקוד בין 3 מממשי הממשק IPoint ולרכז קטעים אלה במחלקת בסיס שתהיה משותפת לשלושת המימושים

מחלקות מופשטות



- מחלקה מופשטת מוגדרת ע"י המלה השמורה abstract
- לא ניתן ליצור מופע של מחלקה מופשטת (בדומה למנשק)
- יכולה לממש מנשק אך לא לממש את כל השירותים המוגדרים בו
- זהו מנגנון מועיל להימנע משכפול קוד במחלקות יורשות

מחלקות מופשטות - דוגמא

■ מחלקה פשוטה:

```
public abstract class A {  
    public void f() {  
        System.out.println("A.f!!");  
    }  
}
```

```
    abstract public void g();  
}
```

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

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

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



CartesianPoint

```
private double x;  
private double y;
```

```
public CartesianPoint(double x, double y) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
}
```

```
public double x() { return x;}
```

```
public double y() { return y;}
```

```
public double rho() { return Math.sqrt(x*x + y*y); }
```

```
public double theta() { return Math.atan2(y,x); }
```

PolarPoint

```
private double r;  
private double theta;
```

```
public PolarPoint(double r, double theta) {  
    this.r = r;  
    this.theta = theta;  
}
```

```
public double x() { return r * Math.cos(theta); }
```

```
public double y() { return r * Math.sin(theta); }
```

```
public double rho() { return r;}
```

```
public double theta() { return theta; }
```

קשה לראות דמיון בין מימושי המתודות במקרה זה.
כל 4 המתודות בסיסיות ויש להן קשר הדוק לייצוג שנבחר לשדות

CartesianPoint

```
public void rotate(double angle) {  
    double currentTheta = Math.atan2(y,x);  
    double currentRho = rho();  
  
    x = currentRho * Math.cos(currentTheta+angle);  
    y = currentRho * Math.sin(currentTheta+angle);  
}
```

```
public void translate(double dx, double dy) {  
    x += dx;  
    y += dy;  
}
```

PolarPoint

```
public void rotate(double angle) {  
    theta += angle;  
}
```

```
public void translate(double dx, double dy) {  
    double newX = x() + dx;  
    double newY = y() + dy;  
    r = Math.sqrt(newX*newX + newY*newY);  
    theta = Math.atan2(newY, newX);  
}
```

גם כאן קשה לראות דמיון בין מימושי המתודות,
למימושים קשר הדוק לייצוג שנבחר לשדות

CartesianPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    return Math.sqrt((x-other.x()) * (x-other.x()) +  
        (y-other.y())*(y-other.y()));  
}
```

PolarPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x()-other.x();  
    double deltaY = y()-other.y();  
  
    return Math.sqrt(deltaX*deltaX +  
        deltaY*deltaY);  
}
```

הקוד דומה אבל לא זהה, נראה מה ניתן לעשות...

ננסה לשכתב את **CartesianPoint** ע"י הוספת משתני העזר ΔX ו- ΔY

CartesianPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x-other.x();  
    double deltaY = y-other.y();  
  
    return Math.sqrt((x-other.x()) * (x-other.x()) +  
                    (y-other.y()) * (y-other.y()));  
}
```

PolarPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x()-other.x();  
    double deltaY = y()-other.y();  
  
    return Math.sqrt(deltaX*deltaX +  
                    deltaY*deltaY);  
}
```

CartesianPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x-other.x();  
    double deltaY = y-other.y();  
  
    return Math.sqrt(deltaX * deltaX +  
        (deltaY * deltaY));  
}
```

PolarPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x()-other.x();  
    double deltaY = y()-other.y();  
  
    return Math.sqrt(deltaX*deltaX +  
        deltaY*deltaY);  
}
```

נשאר הבדל אחד

נחליף את x להיות $x()$ –
במאזן ביצועים לעומת כלליות נעדיף תמיד את הכלליות

CartesianPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x()-other.x();  
    double deltaY = y()-other.y();  
  
    return Math.sqrt(deltaX * deltaX +  
        (deltaY * deltaY));  
}
```

PolarPoint

```
public double distance(IPoint other) {  
    double deltaX = x()-other.x();  
    double deltaY = y()-other.y();  
  
    return Math.sqrt(deltaX*deltaX +  
        deltaY*deltaY);  
}
```

שתי המתודות זהות לחלוטין.
ניתן להעביר את המתודה למחלקה AbstPoint
ולמחוק אותה מהמחלקות CartesianPoint ו-PolarPoint

CartesianPoint

```
public String toString(){  
    return "(x=" + x + ", y=" + y +  
        ", r=" + rho() + ", theta=" + theta() + ")";  
}
```

PolarPoint

```
public String toString() {  
    return "(x=" + x() + ", y=" + y() +  
        ", r=" + r + ", theta=" + theta + ")";  
}
```

תהליך דומה ניתן גם לבצע עבור toString

Method Overloading & Overriding

```
public class A {  
    public float foo(float a, float b) throws IOException{  
    }  
}
```

```
public class B extends A {  
    ...  
}
```

Which of the following methods can be defined in B:

1. `float foo(float a, float b){...}`
- ✓ 2. `public int foo(int a, int b) throws Exception{...}`
3. `public float foo(float a, float b) throws Exception{...}`
- ✓ 4. `public float foo(float p, float q) {...}`

Method Overriding

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

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

```
public class C {  
    public static void main(...) {  
        B b = new B();  
        A a = b;  
  
        b.print();  
        a.print();  
    }  
}
```

The output is: out?

B

B

אתחולים ובנאים

- יצירת מופע חדש של עצם כוללת: הקצאת זכרון, אתחול, הפעלת בנאים והשמה לשדות
- במסגרת ריצת הבנאי נקראים גם הבנאי/ים של מחלקת הבסיס
- תהליך זה מבלבל כי לשדה מסוים ניתן לבצע השמות גם ע"י אתחול, וגם ע"י מספר בנאים (אחרון קובע)
- בשקפים הבאים נתאר במדויק את התהליך
- נעזר בדוגמא

מה הסדר ביצירת מופע של מחלקה?

1. שלב ראשון: הקצאת זיכרון לשדות העצם והצבת ערכי ברירת מחדל

2. שלב שני: נקרא הבנאי (לפי חתימת new) והאלגוריתם הבא מופעל:

1. Bind constructor parameters.
2. If explicit this(), call recursively, and then skip to Step 5.
3. Call recursively the implicit or explicit super(...)
 - [except for Object because Object has no parent class]
4. Execute the explicit instance variable initializers.
5. Execute the body of the current constructor.

דוגמא

```
public class Employee {  
  
    private String name;  
    private double salary = 15000.00;  
    private Date birthDate;  
  
    public Employee(String n, Date DoB) {  
  
        name = n;  
        birthDate = DoB;  
    }  
  
    public Employee(String n) {  
        this(n, null);  
    }  
}
```



```
public class Object {  
  
    public Object() {  
        // ...  
    }  
}
```



```
public class Manager extends Employee {  
  
    private String department;  
  
    public Manager(String n, String d) {  
        super(n);  
        department = d;  
    }  
}
```

הרצת הדוגמא

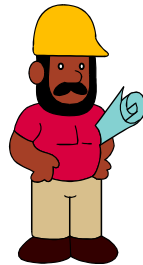
■ מה קורה כאשר ה JVM מריץ את השורה

```
Manager m = new Manager("Joe Smith", "Sales");
```

■ שלב ראשון: הקצאת זיכרון לשדות העצם והצבת ערכי ברירת מחדל



+



(String)Name
(double)Salary
(Date)Birth Date
(String)Department

תמונת הזכרון



Basic initialization

- Allocate memory for the complete Manager object
- Initialize all instance variables to their default values

Call constructor: Manager("Joe Smith", "Sales")

- Bind constructor parameters: n="Joe Smith", d="Sales"
- No explicit this() call
- Call super(n) for Employee(String)
 - Bind constructor parameters: n="Joe Smith"
 - Call this(n, null) for Employee(String, Date)
 - Bind constructor parameters: n="Joe Smith", DoB=null
 - No explicit this() call
 - Call super() for Object()
 - No binding necessary
 - No this() call
 - No super() call (Object is the root)
 - No explicit variable initialization for Object
 - No method body to call
 - Initialize explicit Employee variables: salary=15000.00;
 - Execute body: name="Joe Smith"; date=null;
 - Steps skipped
 - Execute body: No body in Employee(String)
- No explicit initializers for Manager
- Execute body: department="Sales"

1. Bind parameters.
2. If explicit this(), goto 5.
3. super(),
4. explicit var. init.
5. Execute body

(String) Name	"Joe Smith"
(double) Salary	15000.0
(Date) Birth Date	null
(String) Department	"Sales"

```
public class Employee extends Object {  
    private String name;  
    private double salary = 15000.00;  
    private Date birthDate;
```

```
    public Employee(String n, Date DoB) {  
        // implicit super();  
        name = n;  
        birthDate = DoB;  
    }  
    public Employee(String n) {  
        this(n, null);  
    }  
}
```

```
public class Manager  
    extends Employee {  
    private String department;  
    public Manager(String n, String d) {  
        super(n);  
        department = d;  
    }  
}
```