תוכנה 1 בשפת Java

שיעור מספר 8: "ירושה נכונה"

(הורשה II)

בית הספר למדעי המחשב

אוניברסיטת תל אביב

היום בשיעור

- חזרה על איטרטורים
- מחלקות מופשטות
- טיפוסי זמן ריצה

איטרטורים - תזכורת

Interface Iterable<T>

Type Parameters:

`T - the type of elements returned by the iterator`

`Iterator<T>`	**`iterator()`** Returns an iterator over elements of type T.

Interface Iterator<E>

Type Parameters:

`E - the type of elements returned by this iterator`

`boolean`	**`hasNext()`** Returns `true` if the iteration has more elements.
`E`	**`next()`** Returns the next element in the iteration.
`default void`	**`remove()`** Removes from the underlying collection the last element returned by this iterator (optional operation).

מדוע יש צורך בשני מנשקים?

- המנשק Iterable
  - מתאר את האובייקט עליו נרצה לעבור בלולאה (בד"כ אוסף כלשהו).
  - משמעותו: ניתן לבצע על אובייקט זה מעבר באמצעות לולאת for each
  - המנשק Iterable מכיר את המנשק Iterator ומחויב להשתמש בו.

- המנשק Iterator
  - מתאר אובייקט **שונה** מהאוסף עליו נרצה לעבור בלולאה.
  - לכל אוסף ניתן להגדיר **מספר** איטרטורים, כל אחד יעבור בסדר\חוקיות אחרת
    - למשל, מהסוף להתחלה, בדילוגים, וכו'.
  - בפרט, ניתן לכתוב Iterator לאובייקט שאינו Iterable (אם זה הגיוני, כמובן)

Comparable and Comparator

- נרצה להגדיר סדר על אובייקטים מסוג Rectangle
- לצורך כך, נדרשת פונקציה שתקבע עבור כל זוג אובייקטים o1, o2 מטיפוס Rectangle מהו היחס ביניהם, מבין שלוש אפשרויות:
  - o1 גדול מ o2.
  - o1 שווה ל o2.
  - o1 קטן מ o2.

Comparable<T>

- המנשק Comparable<T> יתאר את האובייקט אותו נרצה להשוות (למשל, את Rectangle).
  - T מציין את המחלקה אליה נרצה להשוות את Rectangle
  - בד"כ T יהיה זהה לטיפוס של האובייקט עצמו, כלומר

```
public class Rectangle implements Comparable<Rectangle>
```

Interface Comparable<T>

Type Parameters:

T - the type of objects that this object may be compared to

int	**compareTo**(T o) Compares this object with the specified object for order.

Comparator<T>

- המנשק Comparator<T> מתאר אובייקטים אשר משמשים להשוואת אובייקטים מטיפוס T האחד לשני.

- דוגמא להגדרת אובייקט שהוא Comparator:

```
public class RectangleComparator implements Comparator<Rectangle>
```

Interface Comparator<T>

Type Parameters:

T - the type of objects that may be compared by this comparator

int	**compare**(T o1, T o2) Compares its two arguments for order.

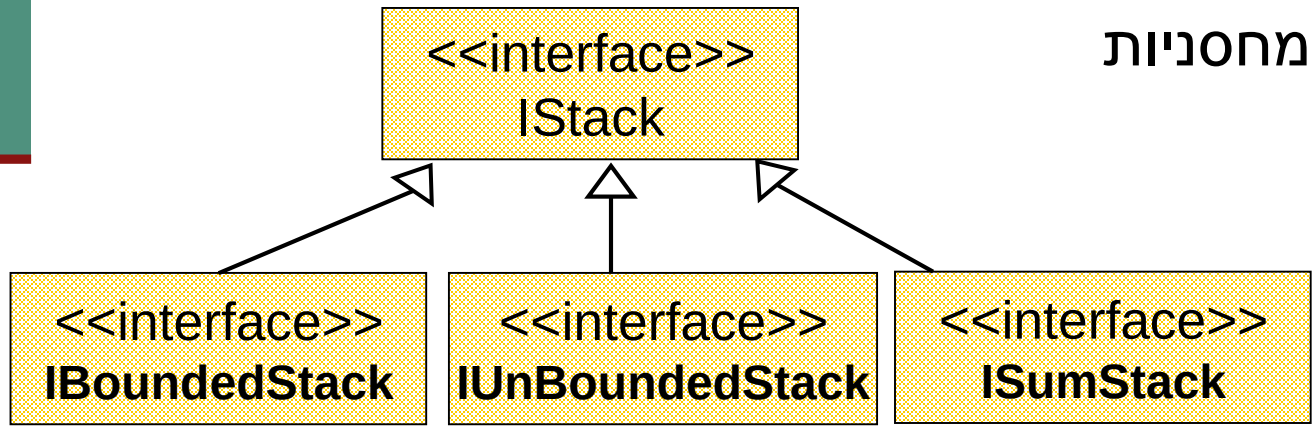
(*) למנשק זה קיימים שירותים סטטים\דיפולטיים נוספים אשר אינם מתוארים בשקף. מומלץ לעיין בתיעוד המלא.

מדוע יש צורך בשני המנשקים?

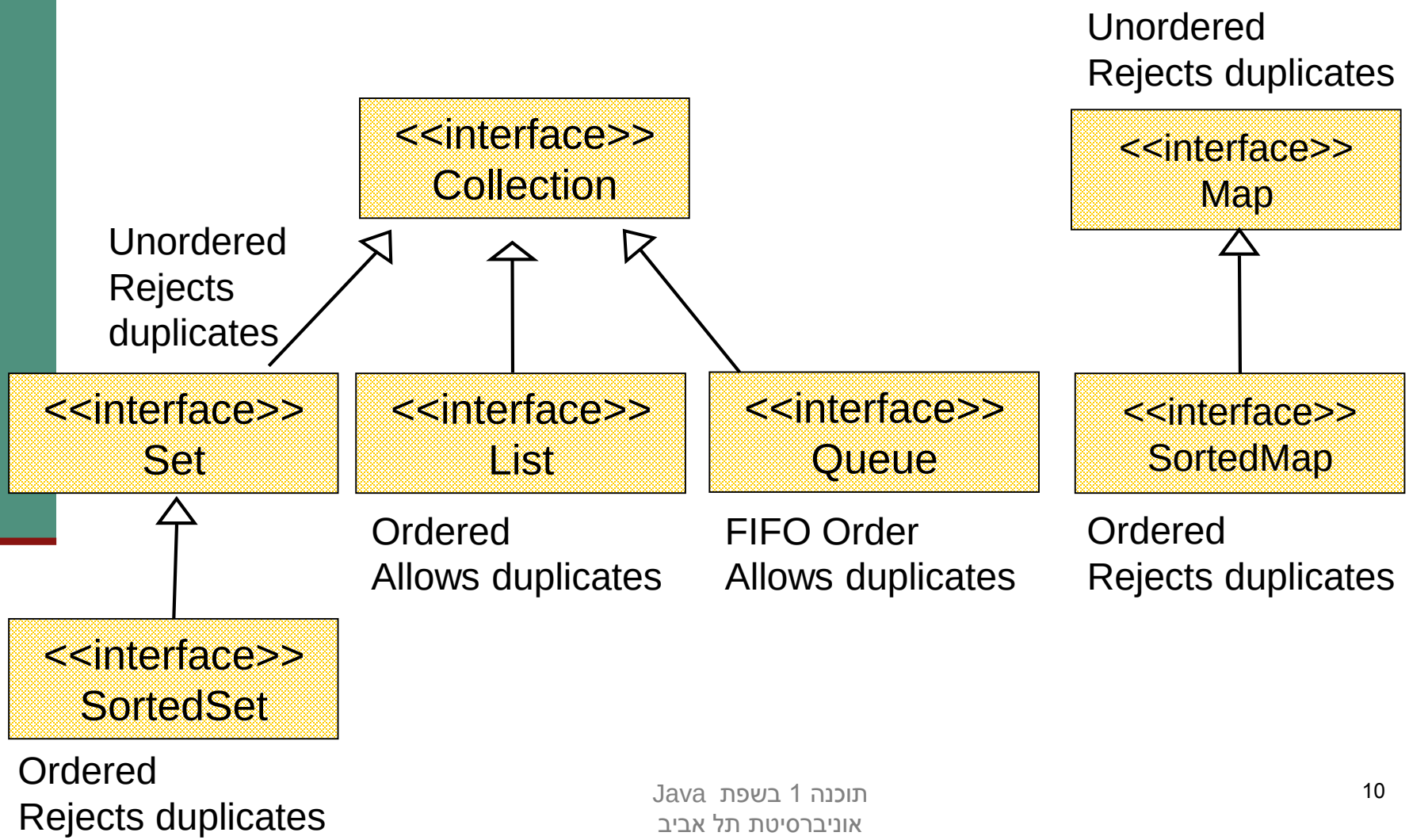
- בדיוק כמו במקרה של Iterable ו Iterator, מנשק אחד מתאר את האובייקט עצמו ("בר השוואה") והשני מאפשר להגדיר מחלקות שיכולות להשוות בין עצמים לפי קריטריונים שונים.
- בשונה מ Iterable שמשתמש ב Iterator (זהו ערך ההחזרה של הפונקציה ()iterator), המנשקים Comparable ו Comparator אינם משתמשים האחד בשני.

מנשקים ויחס ירושה

- כשם ששתי מחלקות מקיימות יחס ירושה כך גם שני מנשקים יכולים לקיים את אותו היחס
- מנשק, לעומת מחלקה רגיל, כן יכול לרשת מספר מנשקים.
  - בדיוק כשם שמחלקה יכולה לממש מספר מנשקים
- מחלקה המממשת מנשק מחויבת לממש את כל המתודות של אותו מנשק **וכל המתודות שהוגדרו בהוריו**
- לדוגמא: סוגי מחסניות



Collection Interfaces(partial)



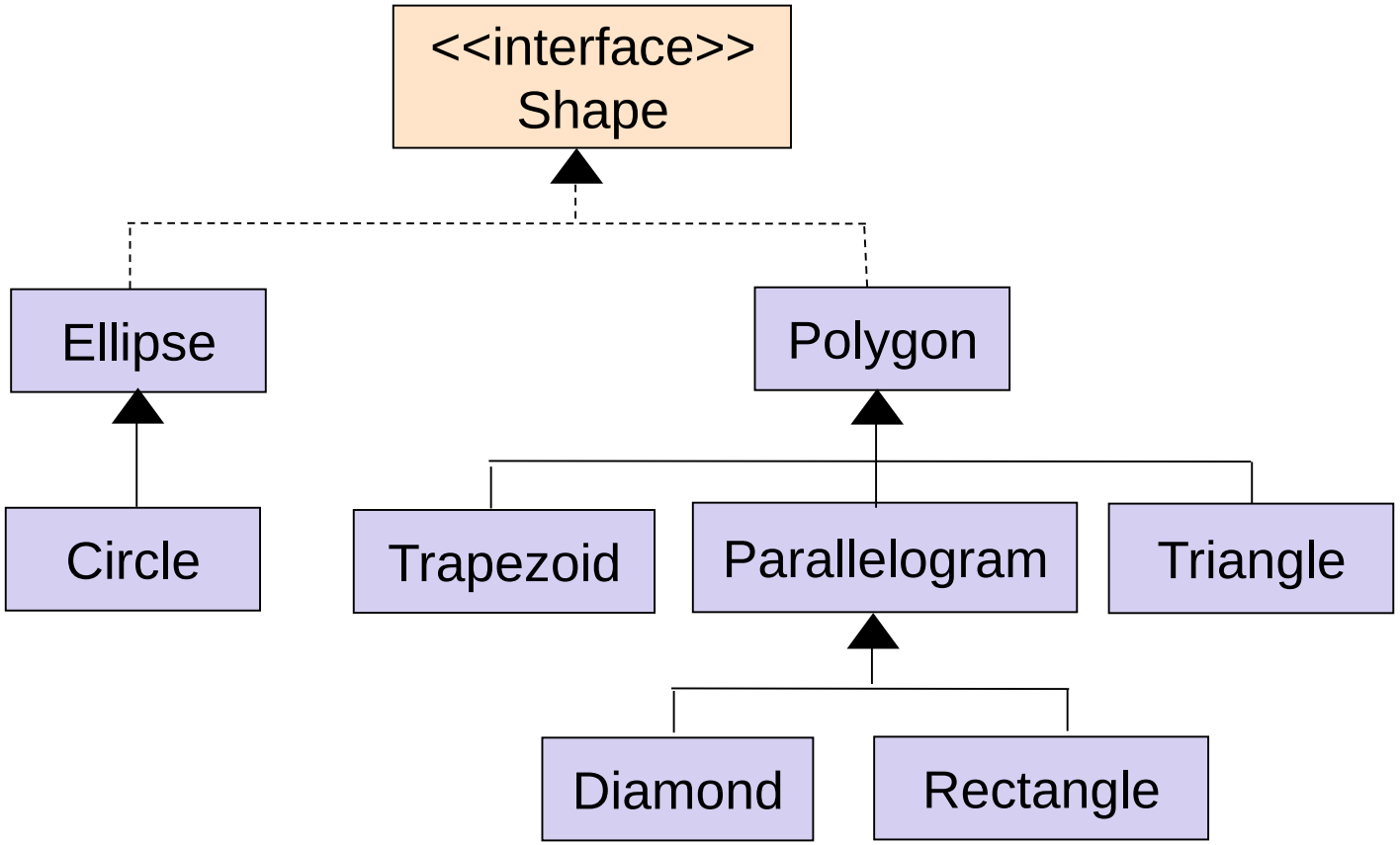
היררכיות ירושה

- מחלקות רבות במערכות מונחות עצמים הן חלק מ"עצי ירושה" או "היררכיות ירושה"
- שורש העץ מבטא קונספט כללי וככל שיורדים במורד עץ הירושה המחלקות מייצגות רעיונות צרים יותר
- למרות שבשפת Java בחרו לאמר שמחלקה יורשת ***מרחיבה*** מחלקת בסיס, הרי שבמובן מסוים היא ***מצמצמת*** את קבוצת העצמים שהיא מתארת

אמא יש רק אחת

- נדגיש, כי לכל מחלקה יש מחלקת בסיס אחת בדיוק, ועל כן גרף הירושה הוא בעצם עץ (ששורשו המחלקה `Object`)
- מימוש מנשקים אינו חלק ממנגנון הירושה
- זאת על אף שבין מנשקים לבין עצמם יש יחסי ירושה
- דוגמא לעץ ירושה: צורות גיאומטריות במישור

היררכית מחלקות ומנשקים



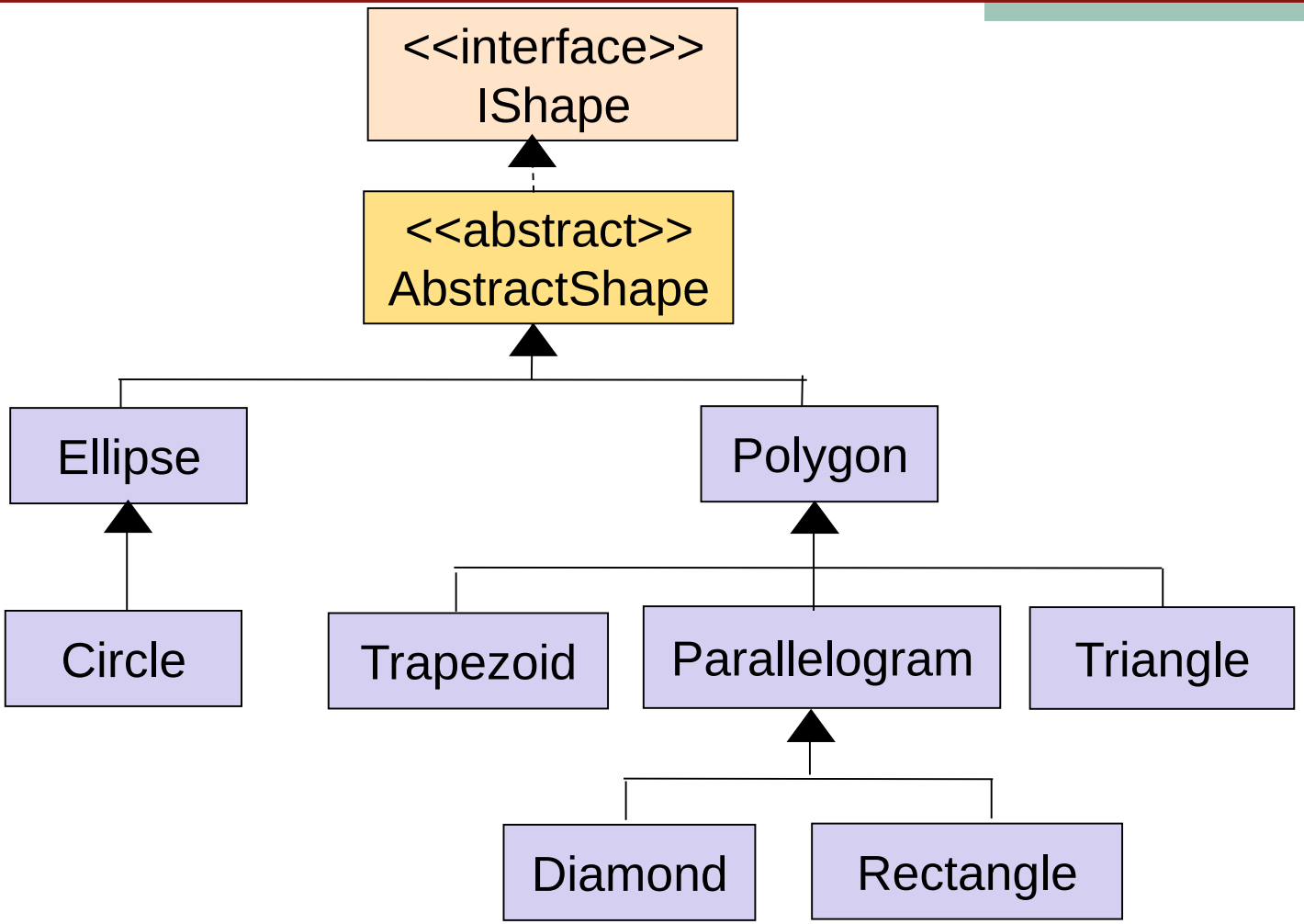
abstract classes

- למצולע (polygon) ולאליפסה יש צבע
- עץ הירושה כפי שמצויר בשקף הקודם, יגרום לשכפול קוד (השדה color והמתודות ישוכפלו ויתוחזקו פעמיים)
  - מחד, לא ניתן להוסיף למנשק שדות או מימושי מתודות
  - מאידך, אם ניצור לשתי המחלקות מחלקה שהיא אב משותף מה יהיו מימושיו עבור היקף (דרך חישוב ההיקף עבור מצולע כלשהו ועבור אליפסה כלשהי שונה בתכלית)
- לשם כך קיימת **המחלקה המופשטת** (abstract class) מחלקה עם מימוש חלקי

abstract classes

- מחלקה מופשטת דומה למחלקה רגילה עם הסייגים הבאים:
  - ניתן לא לממש מתודות שהגיעו בירושה ממחלקת בסיס או מנשקים
  - ניתן להכריז על מתודות חדשות ולא לממשן
  - לא ניתן ליצור מופעים של מחלקה מופשטת
- במחלקה מופשטת ניתן לממש מתודות ולהגדיר שדות
- מחלקות מופשטות משמשות כבסיס משותף למחלקות יורשות לצורך חיסכון בשכפול קוד
- נגדיר את המחלקה **`AbstractShape`**

היררכית מחלקות ומנשקים



המנשק Shape

```
public interface IShape {

   public double perimeter();
   public void display();
   public void rotate(IPoint center, double angle);
   public void translate(IPoint p);
   public Color getColor();
   public void setColor(Color c);
   //...

}
```

המחלקה המופשטת AbstractShape

```
public abstract class AbstractShape implements IShape {

    protected Color color ;

    public Color getColor() {
            return color ;
    }

    public void setColor(Color c) {
            color = c ;
    }

    public abstract void display();
    public abstract double perimeter();
    public abstract void rotate(IPoint center, double angle);
    public abstract void translate(IPoint p);
}
```

- המחלקה מממשת רק חלק מן המתודות של המנשק כדי לחסוך שכפול קוד ב"מורד ההיררכיה"
- את המתודות הלא ממומשות היא מציינת ב **`abstract`**

המחלקה המופשטת AbstractShape

```
public abstract class AbstractShape implements IShape {

    protected Color color ;

    public Color getColor() {
        return color ;
    }

    public void setColor(Color c) {
        color = c ;
    }
}
```

אפשר לוותר על ההצהרה על מתודות לא ממומשות

המחלקה שתירש מ AbstractShape תצטרך לממש את המתודות של Shape שהיא לא מימשה.

הגדרת בנאי במחלקה מופשטת

```
public abstract class AbstractShape implements IShape {

    protected Color color ;

    public AbstractShape (Color c) {
        this.color = c ;
    }

    public Color getColor() {
        return color ;
    }

    public void setColor(Color c) {
        color = c ;
    }
}
```

ניתן (ורצוי!) להגדיר בנאים במחלקה מופשטת

על אף שלא ניתן לייצר מופעים של המחלקה, הבנאי יקרא מתוך בנאים של המחלקות היורשות (קריאות super) ויחסכו בשכפול קוד בין היורשות.

המחלקה Polygon

```
public class Polygon extends AbstractShape {

    public Polygon(Color c, IPoint … vertices) {
        super(c);
        // add vertices to this.vertices...
    }
    public double perimeter() {...}
    public void display() {...}
    public void rotate(IPoint center, double angle) {...}
    public void translate(IPoint p) {...}

    public int count() { return vertices.size(); }

    private List<IPoint> vertices;
}
```

דיון: מדוע צריך מחלקות אבסטרקטיות ב Java 8?

- החל מ Java 8, מנשק יכול להכיל מתודות מופע ממומשות (מתודות default).
- על פניו – יש עדיפות לשימוש במנשקים ובמתודות default: לעומת ירושה, אין הגבלה על מספק המנשקים שאותם מחלקה יכולה לממש.

- היתרון הגדול של מחלקה אבסטרקטית – שדות!
  - ניתן להגדיר בנאים, וכן מתודות שמשתמשות בשדות.
- יתרון נוסף – ניתן לממש מתודות בניראויות שונות.

תפסת מרובה לא תפסת

```
public class MyClass implements I1, I2{

}

public interface I1{
	default void func() {
		System.out.println("I1");
	}
}

public interface I2{
	default void func() {
		System.out.println("I2");
	}
}
```

המחלקה MyClass אינה מתקמפלת. אמנם אין אף מתודה אבסטרקטית שהיא צריכה לממש, אבל יש התנגשות בין שני המימושים של func.

```
public class MyClass implements I1, I2{

        @Override
        public void func() {
                System.out.println("MyClass");
                I1.super.func();
                I2.super.func();
        }
}

public interface I1{
        default void func() {
                System.out.println("I1");
        }
}

public interface I2{
        default void func() {
                System.out.println("I2");
        }
}
```

הפתרון: המחלקה MyClass חייבת לפתור את העמימות בכך שתממש בעצמה את השירות func. במימוש זה ניתן להשתמש במימושים של I1 ו\או של I2 (או להתעלם מהם לחלוטין).

מחלקות מופשטות ומנשקים

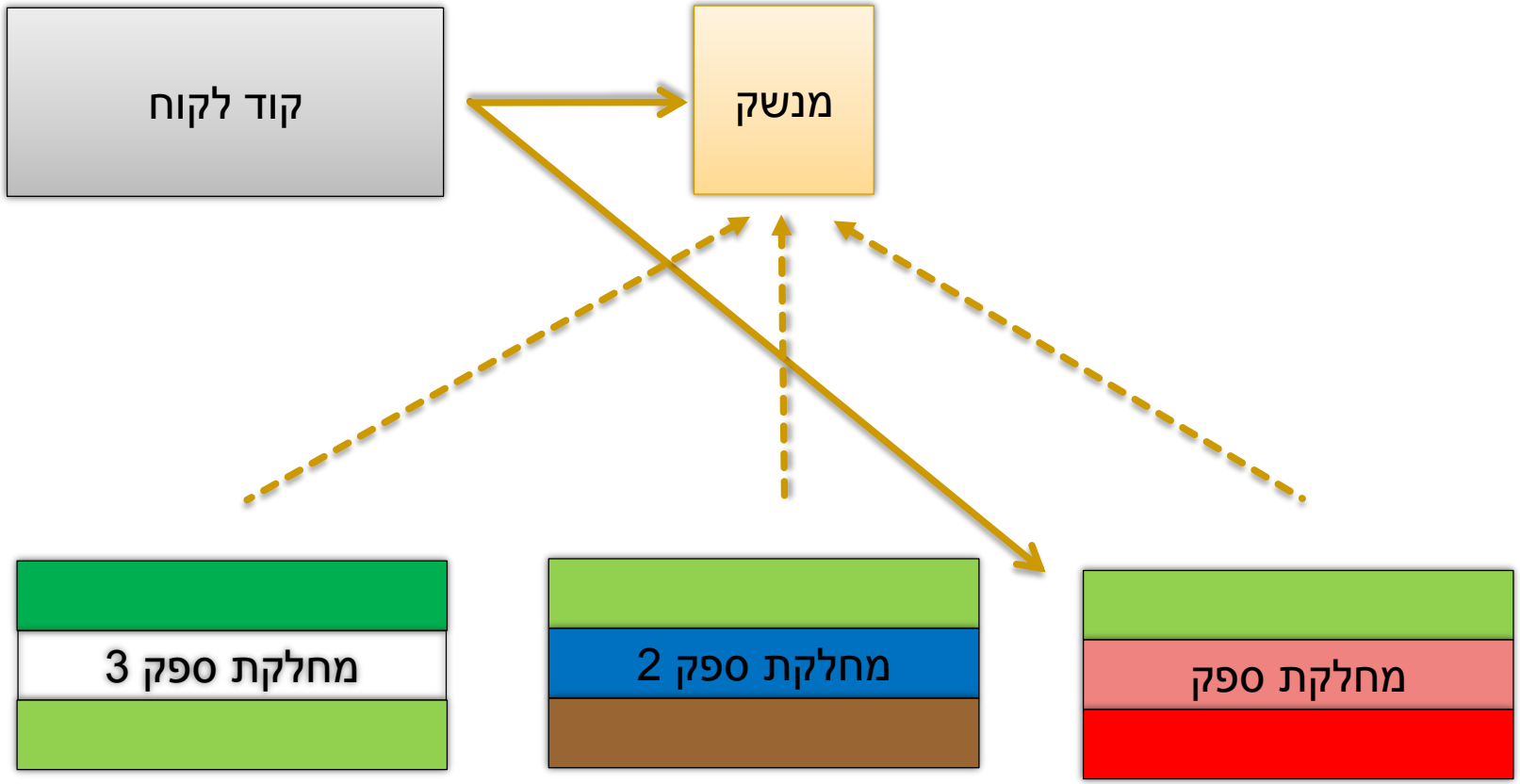
<u>מנשקים:</u>

- כאשר מגדירים מנשק ניתן **למקבל** את תהליך הפיתוח: צוות **שיממש** את המנשק במקביל לצוות **שישתמש** במנשק
  - בפרט ניתן להגדיר תקנים על בסיס אוסף של מנשקים (למשל: JDBC)
- קוד לקוח שנכתב לעבוד עם מנשק כלשהו ימשיך לרוץ גם אם יועבר לו כארגומנט עצם ממחלקה חדשה המממשת את אותו המנשק
- כאשר מחלקה מממשת מנשק אחד או יותר, היא נהנית מכל פונקציות השרות אשר כבר נכתבו עבור אותם מנשקים (למשל: Comparable)

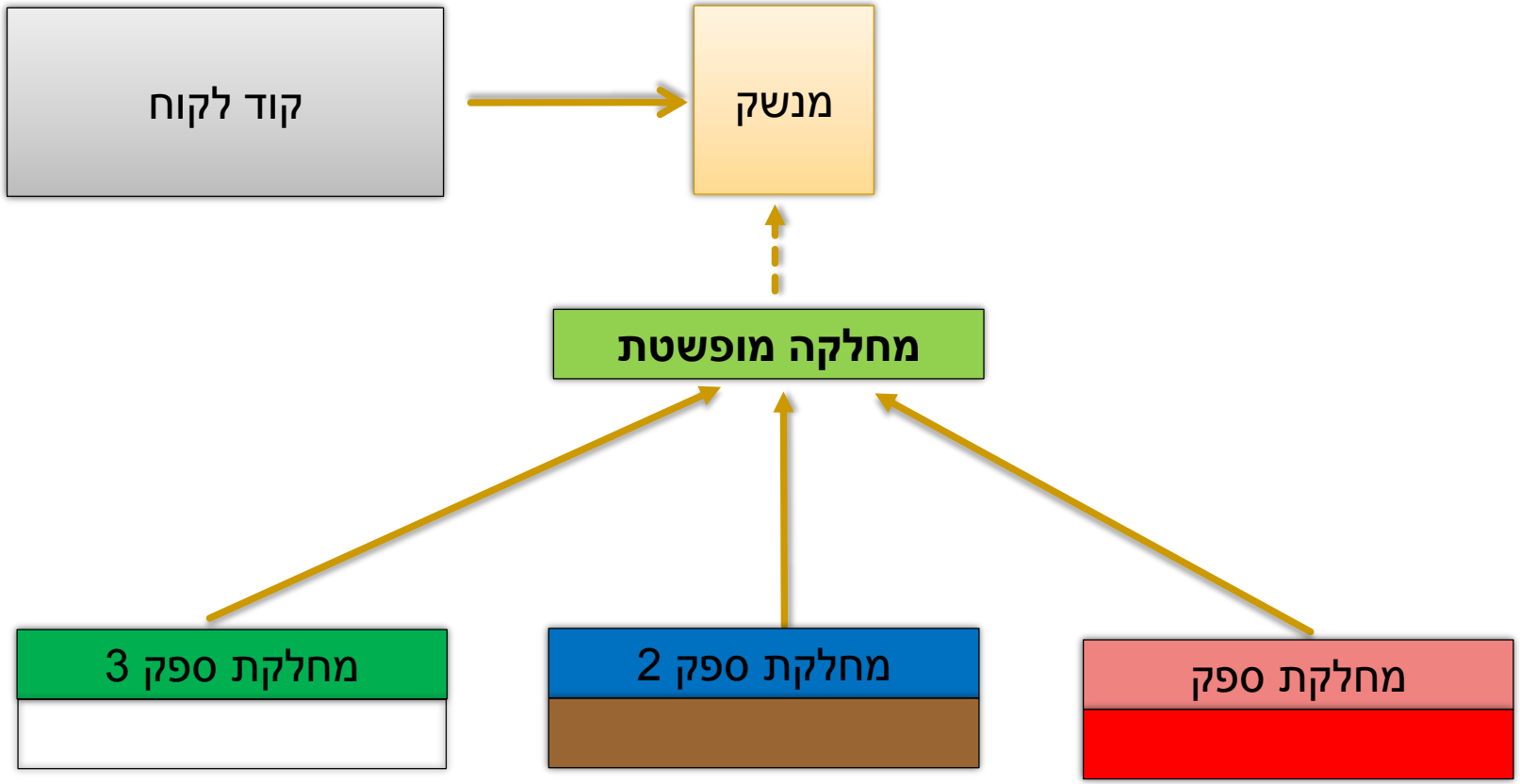
<u>הורשה:</u>

- שימוש חוזר בקוד של מחלקה קיימת לצורך הוספה או שינוי פונקציונליות (למשל: ColoredRectangle, SmartTurtle)
- יצירת היררכיית טיפוסים, כאשר קוד משותף לכמה טיפוסים נמצא בהורה משותף שלהם (למשל AbstractShape)

לסיכום



לסיכום



טיפוסי זמן ריצה

- בשל הפולימורפיזם ב Java אנו לא יודעים מה הטיפוס המדויק של עצמים
  - הטיפוס הדינאמי עשוי להיות שונה מהטיפוס הסטטי
- בהינתן הטיפוס הדינאמי עשויות להיות פעולות נוספות שניתן לבצע על העצם המוצבע (פעולות שלא הוגדרו בטיפוס הסטטי)
- כדי להפעיל פעולות אלו עלינו לבצע המרת טיפוסים (Casting) על ההפניה

המרת טיפוסים Cast

- המרת טיפוסים בג'אוה נעשית בעזרת אופרטור אונרי שנקרא Cast ונוצר על ידי כתיבת סוגריים מסביב לשם הטיפוס אליו רוצים להמיר.

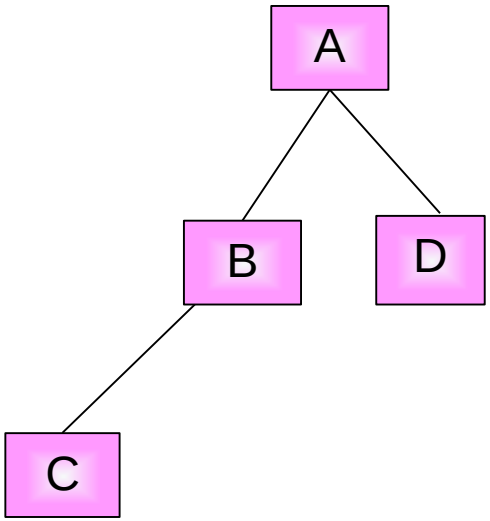
```
(Type) <Expression>
```

- (הדיון כאן אינו מתייחס לטיפוסים פרימיטיביים).
- הוא מייצר ייחוס מטיפוס Type עבור העצם שהביטוי **<Expression>** מחשב, אם העצם **מתאים** לטיפוס.

- הפעולה מצליחה אם הייחוס שנוצר מתייחס לעצם **מתאים** לטיפוס Type
  - המרה למטה (downcast): המרה של ייחוס לטיפוס פחות כללי, כלומר הטיפוס Type הוא צאצא של הטיפוס הסטטי של העצם.
  - המרה למעלה (upcast): המרה של ייחוס לטיפוס יותר כללי (מחלקה או מנשק)
  - כל המרה אחרת גוררת שגיאת קומפילציה.

המרת טיפוסים Cast

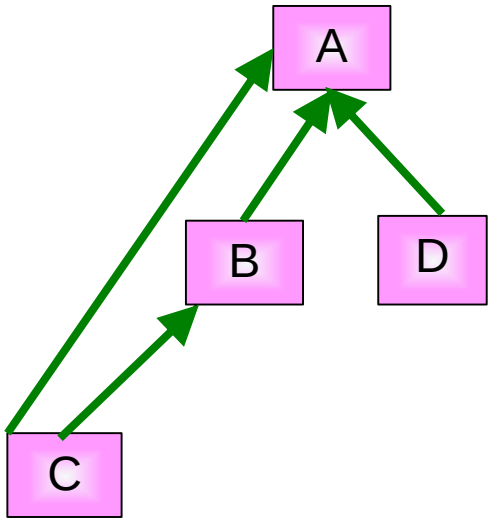
```
public class A
public class B extends A
public class C extends B
public class D extends A
```



המרת טיפוסים Cast

- המרה למעלה תמיד מצליחה, ובדרך כלל לא מצריכה אופרטור מפורש; היא פשוט גורמת לקומפיילר לאבד מידע

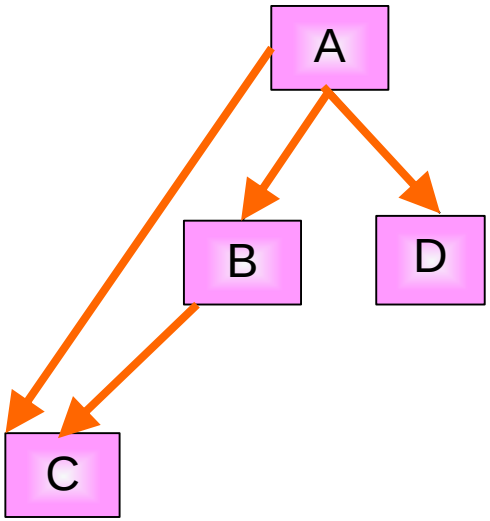
```
C c = …
A a = (A)c
```



המרת טיפוסים Cast

- המרה למטה עלולה להיכשל: אם בזמן ריצה טיפוס העצם המוצבע לא תואם לטיפוס Type התוכנית תעוף (ייזרק חריג ClassCastException)

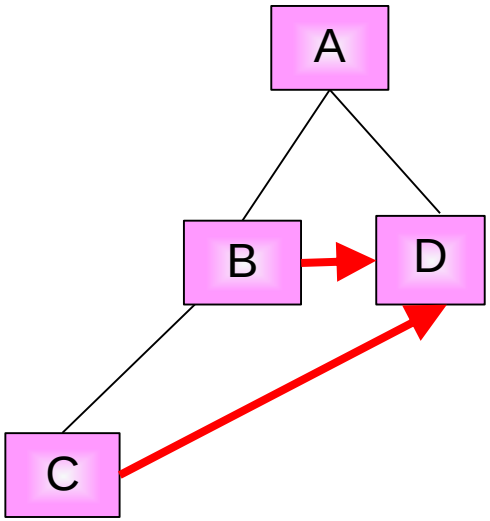
```
A a = …
C c = (C)a
```



המרת טיפוסים Cast

- כל המרה אחרת גוררת שגיאת קומפילציה.
  - ההגיון מאחורי זה: לא ניתן "לצמצם" אותו גם ל B וגם ל D. מכיוון ש B אינו אב קדמון של D ולהיפך, האפשרות היחידה שבה זה יעבור היא אם קיימת מחלקה אשר יורשת גם מ B וגם מ D, שזה כידוע לא יתכן.

```
B b = …
D d = (D)b
```



טיפוסי זמן ריצה

- תעופת תוכנית היא דבר לא רצוי – לפני כל המרה נרצה לבצע בדיקה, שהטיפוס אכן מתאים להמרה
- יש לשים לב כי ההמרה ב Java **אינה** מסירה או מוסיפה שדות לעצם המוצבע
  - בזמן קומפילציה נבדק כי ההסבה **אפשרית** (compatible types)
  - ואולי מתבצע שינוי בטבלאות השרותים שמחזיק העצם
  - כאמור, בזמן ריצה המרה לא חוקית תיכשל ותזרוק חריג

- בדוגמא הבאה השאילתא **`maxSide()`** מוגדרת רק למצולעים (ומחזירה את אורך הצלע הגדולה ביותר). אין כמובן שאילתא כזאת במחלקה **`Shape`** (גם לא מופשטת).
- כשהלקוח רוצה לחשב את אורך הצלע הגדולה ביותר מבין כל הצורות במערך, על הלקוח לברר את טיפוס העצם שהועבר לו בפועל ולבצע המרה בהתאם

טיפוסי זמן ריצה

- דרך אחת לבצע זאת היא ע"י המתודה **getClass** המוגדרת ב- Object והשדה הסטטי **class** הקיים בכל מחלקה:

```
IShape [] shapeArr = ....
double maxSide = 0.0;
double tmpSide;
for (IShape shape : shapeArr) {
    if (shape.getClass() == Polygon.class){
      tmpSide =((Polygon)shape).maxSide();
      if (tmpSide > maxSide)
         maxSide = tmpSide;
    }
}
```

מה לגבי צורות מטיפוס Rectangle או Triangle ?

עצמים אלה אינם מהמחלקה **Polygon** ולכן לא ישתתפו

instanceof

- האופרטור **instanceof** בודק האם הפנייה **is-a** מחלקה כלשהי - כלומר האם היא מטיפוס אותה המחלקה **או יורשיה או מממשיה**

```
IShape [] shapeArr = ....
double maxSide = 0.0;
double tmpSide;
for (IShape shape : shapeArr) {
   if (shape instanceof Polygon){
     tmpSide =((Polygon)shape).maxSide();
     if (tmpSide > maxSide)
         maxSide = tmpSide;
   }
}
```

instanceof

- שימוש ב-Casting בתוכניות מונחות עצמים מעיד בדר"כ על בעיה בתכנון המערכת ("באג ב design") שנובעת לרוב משימוש לא נכון בפולימורפיזם

- לעיתים אין מנוס משימוש ב-Casting כאשר משתמשים בספריות תוכנה כלליות אשר אין לנו שליטה על כותביהן , או כאשר מידע הלך לאיבוד כאשר נכתב כפלט ואחר כך נקרא כקלט בריצה עתידית של התכנית.

טיפוסי זמן ריצה

- הקוד בדוגמא הבאה אופייני ל"תרגום" קוד משפת C לשפת Java. הלקוח (כותב הפונקציה **rotate**) מקבל כארגומנט צורה גיאומטרית, ומנסה לסובב אותה

- בדוגמא זו, לא הוגדר שרות סיבוב במחלקה Shape (גם לא שרות מופשט)
- מכיוון שלכל צורה שרות סיבוב שונה, על הלקוח לברר את טיפוס העצם שהועבר לו בפועל ולבצע המרה בהתאם

```
void rotate(IShape s, double degree) {
     if (s instanceof Polygon) {
          Polygon p = (Polygon)s;
          p.rotatePolygon(degree);
          return;
     }
     if (s instanceof Ellipse) {
          Ellipse e = (Ellipse)s;
          e.rotateEllipse(degree);
          return;
     }
     assert false : "Error: Unknown Shape Type";
}
```

המחלקות Ellipse ו Polygon מממשות כל אחת פונקציה אחרת לסיבוב

instanceof

- כדי לתרגם את הקוד לא רק ל- Java אלא גם ל OO נשתמש במחלקה מופשטת (או מנשק) אשר תספק מנשק אחיד לעבודה נוחה עם כל צאצאי ההיררכיה

- כך יוכל הלקוח להשתמש באותו קוד עבור כל הצורות:

```
void rotate(AbstractShape s, double degree) {
      s.rotate(degree);
}
```

instanceof

```
abstract class AbstractShape implements IShape {
        //...
        abstract void rotate(double degree);
}
```

```
class Polygon extends AbstractShape {
        //...
        void rotate(double degree) {
                rotatePolygon(degree);
        }
}
```

```
class Ellipse extends AbstractShape {
        //...
        void rotate(double degree) {
                rotateEllipse(degree);
        }
}
```

טיפוסי זמן ריצה

- מימוש מתוקן

```
void rotate(IShape s, double degree) {
    if (s instanceof AbstractShape) {
            AbstractShape aS = (AbstractShape)s;
            aS.rotate(degree);
            return;
    }
    assert false : "Error: Unknown Shape Type";
}
```

ביצוע Casting ל AbstractShape וקריאה למתודה rotate. מתודה זו מומשה במחלקות Polygon ו Ellipse

Dynamic dispatch vs. static binding

- הפעלת שרותי מופע ב Java היא דינאמית:
  - הקומפיילר לא מציין ל-JVM איזו פונקציה יש להפעיל (רק את החתימה שלה)
  - בזמן ריצה ה JVM מפעיל את השרות המתאים לפי הטיפוס הדינאמי, כלומר לפי טיפוס העצם המוצבע בפועל
- הפעלה דינאמית מכונה לפעמים **וירטואלית**
- הפעלה דינאמית שכזו **איטית יותר** מתהליך שבו הקומפיילר, כחלק מתהליך הקומפילציה, היה מציין איזו פונקציה יש להפעיל ואז לא היה צורך לברר בזמן ריצה מהו הטיפוס הדינאמי ולהסיק מכך מהי הפונקציה שיש להפעיל
- מקרים שבהם הקומפיילר קובע איזו פונקציה תרוץ נקראים static binding (קישור סטטי)

אופטימיזציה: devirtualization

- במקרים מסוימים, כבר בזמן קומפילציה ברור שהטיפוס הדינאמי של הפנייה זהה לטיפוס הסטאטי שלה, ואז אין צורך בהפעלה וירטואלית

- למשל, בקוד:

```
MyClass o = new MyClass();
o.method1(5); // clearly o is a member of MyClass
```

- ואולם לא את כל המקרים האלה יודע **הקומפיילר** לזהות

- יש מקרים שכן:
  - אם `MyClass` מוגדר `final`
  - או שהשירות `method1` מוגדר במחלקה `final`; זה מונע דריסה שלו
  - הפעלת שרות `private`
  - הפעלת בנאים
  - הפעלת שרות `super`
  - הפעלת שרותי מחלקה (static method, כפי שמרמז שמם...)

- במקרים כאלה, הקומפיילר יכול לבצע devirtualization ולהורות ל JVM איזו פונקציה להפעיל

```java
public class Animal {
    public static void hide() {
        System.out.format("The hide method in Animal.%n");
    }
    public void override() {
        System.out.format("The override method in Animal.%n");
    }
}
```

```java
public class Cat extends Animal {
    public static void hide() {
        System.out.format("The hide method in Cat.%n");
    }
    public void override() {
        System.out.format("The override method in Cat.%n");
    }
 }
```

```java
public class Client{
    public static void main(String[] args) {
        Cat myCat = new Cat();
        Animal myAnimal = myCat;
        //myAnimal.hide();    //BAD STYLE
        Animal.hide();        //Better!
        myAnimal.override();
    }
}
```

מה יודפס?

```
The hide method in Animal.
The override method in Cat.
```

```java
public class Base {
    private void priv() { System.out.println("priv in Base"); }
    public void pub() { System.out.println("pub in Base"); }

    public void foo() {
        priv();
        pub();
    }
}
```

```java
public class Sub extends Base {
    private void priv() { System.out.println("priv in Sub"); }
    public void pub() { System.out.println("pub in Sub"); }
}
```

```java
public class Test {

    public static void main(String[] args) {
        Base b = new Sub();
        b.foo();
    }
}
```

```
priv in Base
pub in Sub
```

```java
public class Base {
    private void priv() { System.out.println("priv in Base"); }
    public void pub() { System.out.println("pub in Base"); }

    public void foo() {
    this.priv();
    this.pub();
    }
}
```

קריאה ל priv() שקולה לקריאה ל this.priv().
המצביע this מצביע גם הוא לאובייקט שאליו מצביע b, אבל הטיפוס הסטטי של this הוא תמיד Base – הטיפוס של המחלקה שבה כתוב הקוד.

```java
public class Sub extends Base {
    private void priv() { System.out.println("priv in Sub"); }
    public void pub() { System.out.println("pub in Sub"); }
}
```

```java
public class Test {

     public static void main(String[] args) {
          Base Sub b = new Sub();
          b.foo();
     }
}
```

ואם נשנה את הטיפוס הסטטי של b ל Sub?

```
priv in Base
pub in Sub
```

שדות, הורשה וקישור סטטי

- גם קומפילציה של התייחסויות לשדות מתבצעת בצורה סטטית
- מחלקה יורשת יכולה להגדיר שדה גם אם שדה בשם זה היה קיים במחלקת הבסיס (מאותו טיפוס או טיפוס אחר)

```
public class Base {
        public int i = 5;
}
```

```
public class Sub extends Base {
        public String i = "five";
}
```

```
5
five
5
```

```
public class Test {

  public static void main(String[] args) {
     Base bb = new Base();
     Sub ss = new Sub();
     Base bs = new Sub();

     System.out.println(bb.i);
     System.out.println(ss.i);
     System.out.println(bs.i);
  }
}
```

מה יודפס?

העמסה והורשה

- במקרים של העמסה **הקומפיילר** מחליט איזו גרסה תרוץ (יותר נכון: איזו גרסה לא תרוץ)
- זה נראה סביר (הפרוצדורות מתוך `java.lang.String`):

```
static String valueOf(double d)      {…}
static String valueOf(boolean b)     {…}
```

- אבל מה עם זה?

```
overloaded(Rectangle          x) {…}
overloaded(ColoredRectangle x) {…}
```

- לא נורא, הקומפיילר יכול להחליט,

```
Rectangle          r = new ColoredRectangle ();
ColoredRectangle cr = new ColoredRectangle ();
overloaded(r); // we must use the more general method
overloaded(cr); // The more specific method applies
```

העמסה והורשה

- **אבל זה כבר מוגזם:**

```
overTheTop(Rectangle x, ColoredRectangle y) {…}
overTheTop(ColoredRectangle x, Rectangle y) {…}

ColoredRectangle a = new ColoredRectangle ();
ColoredRectangle b = new ColoredRectangle ();
overTheTop(a, b);
```

- ברור שנדרשת המרה (casting)אבל של איזה פרמטר? a או b?
- אין דרך להחליט; הפעלת השגרה לא חוקית בג'אווה

העמסה והורשה - שברירות

```
overTheTop(Rectangle x, ColoredRectangle y) {…}
overTheTop(ColoredRectangle x, Rectangle y) {…}

ColoredRectangle a = new ColoredRectangle ();
ColoredRectangle b = new ColoredRectangle ();
overTheTop(a, b);
```

- אם הייתה רק הגרסה הירוקה, הקריאה לשגרה הייתה חוקית
- כאשר מוסיפים את הגרסה הסגולה, הקריאה נהפכת ללא חוקית; אבל הקומפיילר לא יגלה את זה אם זה בקובץ אחר, והתוכנית תמשיך לעבוד, ולקרוא לגרסה הירוקה
- לא טוב שקומפילציה רק של קובץ שלא השתנה תשנה את התנהגות התוכנית; זה מצב **שברירי**

העמסה והורשה - יותר גרוע

```
class B {
  overloaded(Rectangle          x) {…}
}

class S extends B {
  overloaded(Rectangle          x) {…} // override
  overloaded(ColoredRectangle x) {…} // overload
  but no override!
}

S o = new S();
ColoredRectangle cr = ...
o.overloaded( cr );          // invoke the purple
((B) o).overloaded( cr )  // What to invoke?
```

```
class B {
  overloaded(Rectangle        x) {…}
}

class S extends B {
         overloaded(Rectangle         x) {…} // override
         overloaded(ColoredRectangle x) {…} // overload but no override!
}

S o = new S();
ColoredRectangle cr = ...
o.overloaded( cr );        // invoke the purple
((B) o).overloaded( cr )   // What to invoke?
```

- מנגנון ההעמסה הוא סטטי: בוחר את החתימה של השרות (טיפוס העצם, שם השרות, מספר וסוג הפרמטרים), אבל עדיין לא קובע איזה שירות ייקרא.
- עבור הקריאה `((B) o).overloaded( cr )` תיבחר (בזמן קומפילציה) החתימה:
  `B.overloaded(Rectangle)`
- בגלל שיעד הקריאה הוא מטיפוס B השרות היחיד הרלבנטי הוא האדום!
- בזמן ריצה מופעל מנגנון השיגור הדינמי, שבוחר בין השרותים בעלי חתימה זאת, את המתאים ביותר, לטיפוס הדינמי של יעד הקריאה. הטיפוס הדינמי הוא S , לכן נבחר השרות הירוק.
- כנ"ל אם הקריאה היא: `B b = new S(); b.overloaded( cr )`

העמסה זה רע

- אם עוד לא השתכנעתם שהעמסה היא רעיון מסוכן, אז עכשיו זה הזמן
- בייחוד כאשר ההעמסה היא ביחס לטיפוסים שמרחיבים זה את זה, לא זרים לחלוטין
- יוצר שבריריות, קוד שמתנהג בצורה לא אינטואיטיבית (השירות שעצם מפעיל תלוי בטיפוס ההתייחסות לעצם ולא רק במחלקה של העצם), וקושי לדעת איזה שירות בדיוק מופעל
- ומכיוון שהתמורה היחידה (אם בכלל) היא אסתטית, לא כדאי