

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'אווה 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 ממשק)
 - כל המרה אחרת גוררת שגיאת קומפילציה.
- המרה למעלה תמיד מצליחה, ובדרך כלל לא מצריכה אופרטור מפורש; היא פשוט גורמת לקומפילר לאבד מידע
- המרה למטה עלולה להיכשל: אם בזמן ריצה טיפוס העצם המוצבע לא תואם לטיפוס Type התוכנית תעוף (ייזרק חריג ClassCastException)

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

```

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");
    }
}

```

```

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");
    }
}

```

```

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.

בשפת Java
אוניברסיטת תל אביב

```
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();  
    }  
}
```

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

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

מה יודפס?

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 - שבריריות

```
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?
```

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?
```

■ 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 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