תכנות מתקדם בשפת Java

ירושה

אוהד ברזילי
אוניברסיטת תל אביב

מלבן צבעוני

- נרצה לבנות מחלקה המייצגת מלבן צבעוני שצלעותיו מקבילות לצירים
- נציג 3 גרסאות למחלקה, ונעמוד על היתרונות והחסרונות של כל גרסה
- לבסוף, נתמקד בגרסה השלישית (המשתמשת במנגנון הירושה של Java) ונחקור דרכה את מנגנון הירושה

```
package il.ac.tau.cs.advJava.shapes;

public class ColoredRectangle1 {

    private Color col;
    private IPoint topRight;
    private IPoint bottomLeft;
    private PointFactory factory;

    /** constructor using points */
    public ColoredRectangle1 (IPoint bottomLeft, IPoint topRight,
                                        PointFactory factory, Color col) {
        this.bottomLeft = bottomLeft;
        this.topRight = topRight;
        this.factory = factory;
        this.col = col;
    }

    /** constructor using coordinates */
    public ColoredRectangle1 (double x1, double y1, double x2, double y2,
                                                PointFactory factory, Color col) {
        this.factory = factory;
        topRight = factory.createPoint(x1,y1);
        bottomLeft = factory.createPoint(x2,y2);
        this.col = col;
    }
```

```
/** returns the rectangle's color */
public Color color() {
        return col;
}

/** returns a point representing the bottom-right corner of the rectangle*/
public IPoint bottomRight() {
        return factory.createPoint(topRight.x(), bottomLeft.y());
}

/** returns a point representing the top-left corner of the rectangle*/
public IPoint topLeft() {
        return factory.createPoint(bottomLeft.x(), topRight.y());
}

/** returns a point representing the top-right corner of the rectangle*/
public IPoint topRight() {
        return factory.createPoint(topRight.x(), topRight.y());
}

/** returns a point representing the bottom-left corner of the rectangle*/
public IPoint bottomLeft() {
        return factory.createPoint(bottomLeft.x(), bottomLeft.y());
}
```

```
/** move the current rectangle by dx and dy */
public void translate(double dx, double dy){
        topRight.translate(dx, dy);
        bottomLeft.translate(dx, dy);
}


/** rotate the current rectangle by angle degrees with respect to (0,0) */
public void rotate(double angle){
        topRight.rotate(angle);
        bottomLeft.rotate(angle);
}

/** change the rectangle's color */
public void setColor(Color c) {
        col = c;
}
```

```
/** returns the horizontal length of the current rectangle */
public double width(){
        return topRight.x() - bottomLeft.x();
}

/** returns the vertical length of the current rectangle */
public double height(){
        return topRight.y() - bottomLeft.y();
}

/** returns the length of the diagonal of the current rectangle */
public double diagonal(){
        return topRight.distance(bottomLeft);
}
```

Just Do It

- ארגונים אשר אינם משתמשים בקוד רק כי הוא "לא נכתב אצלנו" נאלצים לחרוג מתחומי העיסוק שלהם לצורכי כתיבת תשתיות
- הדבר סותר את רעיון ההכמסה וההפשטה שביסודו של התכנות מונחה העצמים ומפחית את השימוש החוזר בקוד

```
/** returns a string representation of the rectangle */
public String toString(){
        return "bottomRight=" + bottomRight() +
                "\tbottomLeft=" + bottomLeft +
                "\ttopLeft=" + topLeft() +
                "\ttopRight=" + topRight ;
                "\tcolor is: " + col ;
}
}
```

- הקוד לעיל דומה מאוד לקוד שכבר ראינו
- זהו שכפול קוד נוראי
- הספק צריך לתחזק קוד זה פעמיים
- כאשר מתגלה באג (למשל rotate לא שומר על הפרופורציה של המלבן המקורי), יש לדאוג לתקנו בשני מקומות
- הדבר נכון בכל סדר גודל: פונקציה, מחלקה, ספרייה, תוכנה, מערכת הפעלה וכו')

Just Do It

- ספק תוכנה מחוייב כלפי לקוחותיו ל"תאימות אחורה" (backward compatibility) – כלומר קוד שספק ימשיך להיתמך (לעבוד) גם לאחר שיצאה גרסה חדשה של אותו הקוד
- הדבר מחייב ספקים להיות עיקביים בשדרוגי התוכנה כדי להיות מסוגלים לתמוך במקביל בכמה גרסאות
- אחת הדרכים לעשות זאת היא ע"י שימוש חוזר בקוד באמצעות הכלה של מחלקות קיימות

```
package il.ac.tau.cs.advJava.shapes;

public class ColoredRectangle2 {

    private Color col;
    private Rectangle rect;

    /** constructor using points */
    public ColoredRectangle2 (IPoint bottomLeft, IPoint topRight,
                                        PointFactory factory, Color col) {
        this.rect = new Rectangle(topRight, bottomLeft, factory);
        this.col = col;
    }

    /** constructor using coordinates */
    public ColoredRectangle2 (double x1, double y1, double x2, double y2,
                                        PointFactory factory, Color col) {
        this.rect = new Rectangle(x1, y1, x2, y2, factory);
        this.col = col;
    }
```

```
/** returns the horizontal length of the current rectangle */
public double width(){
        return rect.width();
}

/** returns the vertical length of the current rectangle */
public double height(){
        return rect.height();
}

/** returns the length of the diagonal of the current rectangle */
public double diagonal(){
        return rect.diagonal();
}
```

```
/** returns the rectangle's color */
public Color color() {
        return col;
}

/** returns a point representing the bottom-right corner of the rectangle*/
public IPoint bottomRight() {
        return rect.bottomRight();
}

/** returns a point representing the top-left corner of the rectangle*/
public IPoint topLeft() {
        return rect.topLeft() ;
}

/** returns a point representing the top-right corner of the rectangle*/
public IPoint topRight() {
        return rect.topRight() ;
}

/** returns a point representing the bottom-left corner of the rectangle*/
public IPoint bottomLeft() {
        return rect.bottomLeft();
}
```

```
/** move the current rectangle by dx and dy */
public void translate(double dx, double dy){
        rect.translate();
}

/** rotate the current rectangle by angle degrees with respect to (0,0) */
public void rotate(double angle){
        rect.rotate();
}

/** change the rectangle's color */
public void setColor(Color c) {
        col = c;
}
```

```
    /** returns a string representation of the rectangle */
    public String toString(){
            return rect  + "\tcolor is: " + col ;
    }
}
```

- המחלקה **ColoredRectangle2** מכילה **Rectangle** כשדה שלה
- המחלקה החדשה תומכת בכל שרותי המחלקה המקורית
- פעולות שניתן היה לבצע על המלבן המקורי מופנות לשדה rect (delegation - האצלה)
- הערה: בסביבות פיתוח מודרניות ניתן לחולל קוד זה בצורה אוטומטית!
- נשים לב כי המתודה toString מוסיפה התנהגות למתודה toString של המלבן המקורי (הוספת הצבע)
- הבנאים של המחלקה החדשה קוראים לבנאים של המחלקה **Rectangle**

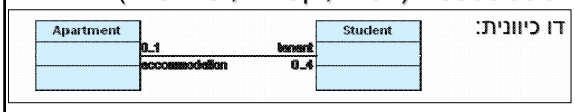
שימוש חוזר ותחזוקה

- כעת קל יותר לתחזק במקביל את שני המלבנים
- כל שינוי במחלקה Rectangle יתבטא אוטומטית במחלקה ColoredRectangle2 וכך ישדרג הן את קוד לקוחות Rectangle והן את קוד לקוחות ColoredRectangle2
- העיקביות בין שתי המחלקות מובנית
- ColoredRectangle2 הוא לקוח של Rectangle, ואולם נרצה לבטא יחס נוסף הקיים בין המחלקות
- ניזכר ביחסי המחלקות שבהם נתקלנו עד כה

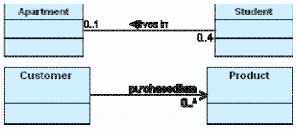
יחסים בין מחלקות

- **Association** (הכרות, קשירות, שיתופיות)

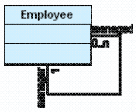
דו כיוונית:



חד כיוונית:



רפלקסיבית:

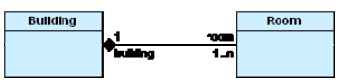


יחסים בין מחלקות

- **Aggregation** (מכלול)
  - סוג של Association המבטא הכלה
  - החלקים עשויים להתקיים גם ללא המיכל
  - המיכל מכיר את רכיביו אבל לא להיפך

יחסים בין מחלקות

- **Composition** (הרכבה)
  - מקרה פרטי של Aggregation שבו הרכיב תלוי במיכל (משך קיום למשל)
  - בשפת C++ מקובל לציין Composition ע"י עצמים מוכלים ו- Aggregation ע"י עצמים מוצבעים



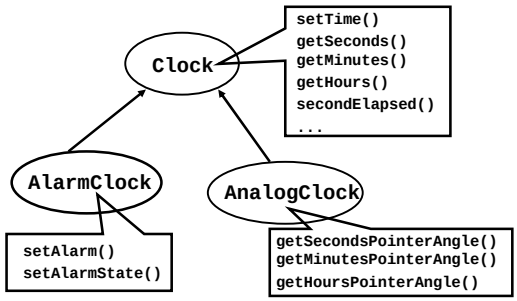
יחסים בין מחלקות - דיון

- איך נמפה יחסי ספק-לקוח ל-3 היחסים לעיל?
- מה היחס בין מלבן ונקודותיו (aggregation vs. composition)
- מה ההבדל ביחס שבין מלבן ונקודותיו ליחס שבין מלבן צבעוני ומלבן

is-a יחס

- כאשר מחלקה היא סוג של מחלקה אחרת, אנו אומרים שחל עליה היחס is-a
  - "class A *is-a* class B"
  - יחס זה נקרא גם Generalization
- יחס זה אינו סימטרי
  - מלבן צבעוני הוא סוג של מלבן אבל לא להיפך
- ניתן לראות במחלקה החדשה מקרה פרטי, סוג-מיוחד-של, תת קבוצה של המחלקה המקורית
- בדרך כלל יהיו למחלקה החדשה תכונות ייחודיות, המאפיינות אותה, שלא באו לידי ביטוי במחלקה המקורית (או שבוטאו בה בכלליות)

Is-a Example



מנגנון הירושה (הורשה?)

- Java מספקת תחביר מיוחד לבטא יחס is-a בין מחלקות (במקום הכלת המחלקה המקורית כשדה במחלקה החדשה)
- המנגנון מאפשר שימוש חוזר ויכולת הרחבה של מחלקות קיימות
- מחלקה אשר תכריז על עצמה שהיא `extends` מחלקה אחרת, תקבל במתנה (בירושה) את כל תכונות אותה מחלקה (כמעט) כאילו שהן תכונותיה שלה
- כל מחלקה ב Java מרחיבה מחלקה אחת בדיוק (ואולי מממשת מנשקים (0 או יותר))

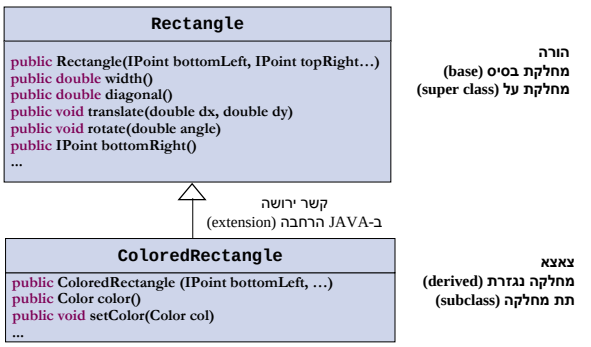
ירושה מ Rectangle

```
package il.ac.tau.cs.advJava.shapes;

public class ColoredRectangle3 extends Rectangle {
    private Color col;
    //...
}
```

- המחלקה ColoredRectangle3 יורשת מהמחלקה Rectangle
- נוסף על השדות והשרותים של Rectangle היא מגדירה שדה נוסף col -
- בנאים ומתודות סטטיות אינם נורשים

מונחי ירושה



בנאים במחלקות יורשות

- מחלקות נבנות מלמעלה למטה (מההורה הקדמון ביותר ומטה)
- <u>השורה הראשונה</u> בכל בנאי כוללת קריאה לבנאי מחלקת הבסיס בתחביר: super(*constructorArgs*)
  - מדוע?
- אם לא נכתוב בעצמנו את הקריאה לבנאי מחלקת הבסיס יוסיף הקומפיילר בעצמו את השורה super()
  - במקרה זה, אם למחלקת הבסיס אין בנאי ריק זוהי שגיאת קומפילציה

בנאים במחלקות יורשות

```
/** constructor using points */
public ColoredRectangle3(IPoint bottomLeft, IPoint topRight, PointFactory
                                                    factory, Color col) {
    super(topRight, bottomLeft, factory);
    this.col = col;
}

/** constructor using coordinates */
public ColoredRectangle3(double x1, double y1, double x2, double y2,
                                                PointFactory factory, Color col) {
    super(x1, y1, x2, y2, factory);
    this.col = col;
}
```

הוספת שרותים

- המחלקה היורשת יכולה להוסיף שרותים נוספים (מתודות) שלא הופיעו במחלקת הבסיס:

```
/** returns the rectangle's color */
public Color color() {
      return col;
}

/** change the rectangle's color */
public void setColor(Color c) {
      col = c;
}
```

דריסת שרותים (overriding)

- מחלקה יכולה לדרוס מתודה שהיא קיבלה בירושה
  - שיקולי יעילות
  - הוספת "תחומי אחריות"
- על המחלקה היורשת להגדיר מתודה בשם זהה <u>ובחתימה זהה</u> למתודה שהתקבלה בירושה (אחרת זוהי העמסה ולא דריסה)
- כדי להשתמש במתודה שנדרסה, ניתן להשתמש בתחביר: super.methodName(*arguments*)

דריסת שרותים (overriding)

- המחלקה ColoredRectangle3 רוצה לדרוס את toString כדי להוסיף לה גם את הדפסת צבע המלבן
- כדי למנוע שכפול קוד היא משרשרת את תוצאת toString המקורית (שנדרסה) ללוגיקה החדשה

אופציונלי

```
@Override
public String toString() {
      return super.toString() + "\tColor is " + col;
}
```

דריסת שרותים (overriding)

- מה יעשה הקוד הבא?

```
@Override
public String toString() {
      return toString() + "\tColor is " + col;
}
```

עניין של ספקים

- ירושה הוא מנגנון אשר בא לשרת את הספק
- כל עוד המחלקה מממשת מנשק שהוגדר מראש, לא איכפת ללקוח (והוא גם לא יודע) עם מי הוא עובד
- ברמה התחבירית ניתן לראות ירושה כסוכר תחבירי להכלה
  - אם נחליף את שם השדה rect שב- ColoredRectangle2 להיות super נקבל התנהגות דומה לזו של ColoredRectangle3
  - ואולם מנגנון הירושה פרט לחסכון התחבירי כולל גם התנהגות פולימורפית (כפי שנדגים מיד)

שימוש במלבן

```
package il.ac.tau.cs.advJava.shapes;

public class Client {

    public static void main(String[] args) {
        IPoint tr = new PolarPoint(3.0, (1.0/4.0)*Math.PI); // theta now is 45 degrees
        IPoint bl = new CartesianPoint(1.0, 1.0);
        PointFactory factory = new PointFactory(true);

        ColoredRectangle3 rect = new ColoredRectangle3(bl, tr, factory, Color.BLUE);
        rect.translate(10, 20);
        rect.setColor(Color.GREEN);
        System.out.println(rect);
    }
}
```

Inherited from Rectangle

Added in ColoredRectangle3

toString was overridden in ColoredRectangle3

עקרון ההחלפה

- עקרון ההחלפה פירושו, שבכל הקשר שבו משתמשים במחלקה המקורית ניתן להשתמש (לוגית) במחלקה החדשה במקומה
- נשתמש במנגנון הירושה רק כאשר המחלקה החדשה מקיימת יחס **is-a** עם מחלקה קיימת וכן נשמר **עקרון ההחלפה**
- אי שמירה על **שני עקרונות** אלו מובילה לבעיות תחזוקה במערכות גדולות

פולימורפיזם וירושה

```
package il.ac.tau.cs.advJava.shapes;

public class Client {

    public static void main(String[] args) {
        IPoint tr = new PolarPoint(3.0, (1.0/4.0)*Math.PI); // theta now is 45 degrees
        IPoint bl = new CartesianPoint(1.0, 1.0);
        PointFactory factory = new PointFactory(true);

    ☑   Rectangle rect = new ColoredRectangle3(bl, tr, factory, Color.BLUE);
    ☑   rect.translate(10, 20);
    ☒   rect.setColor(Color.GREEN);    // Comiplation Error
    ☑   System.out.println(rect);
    }
}
```

טיפוס סטטי ודינמי

- **טיפוס של עצם:** טיפוס הבנאי שלפיו נוצר העצם. טיפוס זה קבוע ואינו משתנה לאורך חיי העצם.
- לגבי הפניות (references)לעצמים מבחינים בין:
  - **טיפוס סטטי:** הטיפוס שהוגדר בהכרזה על ההפניה
  - **הטיפוס הדינאמי:** טיפוס העצם המוצבע
  - הטיפוס הדינאמי חייב להיות נגזרת של הטיפוס הסטטי

```
Rectangle r = new ColoredRectangle3(…);
```

Rectangle: הטיפוס הסטטי של ההפניה

ColoredRectangle3(…): טיפוס העצם, הטיפוס הדינמי של ההפניה

טיפוס סטטי ודינמי

- **הקומפיילר הוא סטטי:**
  - שמרן, קונסרבטיבי
  - הפעלת שרות על הפנייה מחייב את הגדרת השרות בטיפוס הסטטי של ההפנייה
- **מנגנון זמן הריצה הוא דינאמי:**
  - פולימורפי, וירטואלי, dynamic dispatch
  - השרות שיופעל בזמן ריצה הוא השרות שהוגדר בעצם המוצבע בפועל (הטיפוס הדינאמי של ההפנייה)

```
Rectangle r = new ColoredRectangle3(…);
```

Rectangle: הטיפוס הסטטי של ההפניה

ColoredRectangle3(…): טיפוס העצם, הטיפוס הדינמי של ההפניה

טיפוס סטטי

- טיפוס סטטי של מחלקה צריך להיות הכללי ביותר האפשרי בהקשר שבו הוא מופיע
- עדיף מנשק, אם קיים
- מחלקה המרחיבה מחלקה אחרת ממשת אוטומטית את כל המנשקים שמומשו במחלקת הבסיס

טיפוס סטטי ודינמי של הפניות

```
void expectRectangle(Rectangle r);
void expectColoredRectangle(ColoredRectangle3 cr);

void bar() {
   Rectangle r = new Rectangle(...);
   ColoredRectangle3 cr = new ColoredRectangle3(...);

✅ r = cr;
✅ expectColoredRectangle(cr);
✅ expectRectangle(cr);
✅ expectRectangle(r);
❌ expectColoredRectangle(r);
}
```

The static type of r remains Rectangle. Its dynamic type is now ColoredRectangle3

Compilation Error despite that the dynamic type of r is ColoredRectangle3

נירות וירושה

- על אף שהמחלקה ColoredRectangle3 יורשת מהמחלקה Rectangle (ואף מכילה אותה!) אין לה הרשאת גישה לשדותיה הפרטיים של Rectangle
- כדי לגשת למידע זה עליה לפנות דרך המתודות הציבוריות:

```
/** returns a string representation of the rectangle */
public String toString(){
      return "bottomRight is " + bottomRight() +
                  "\tbottomLeft is " + bottomLeft() +
                  "\ttopLeft is " + topLeft() +
                  "\ttopRight is " + topRight() ;
                  "\tcolor is: " + col ;
}
```

נירות וירושה

- מה אם המחלקה ColoredRectangle3 מעוניינת לממש מחדש את המתודה toString (ולא להשתמש במימוש הקודם כקופסא שחורה)
- קירוב ראשון:

```
/** returns a string representation of the rectangle */
public String toString(){
      return "bottomRight is " + bottomRight() +
                  "\tbottomLeft is " + bottomLeft +
                  "\ttopLeft is " + topLeft() +
                  "\ttopRight is " + topRight ;
                  "\tcolor is: " + col ;
}
```

השדות הוגדרו ב Rectangle כ private ועל כן הגישה אליהם אסורה

נירות וירושה

- קיימים כמה חסרונות בגישה של מחלקה יורשת לתכונותיה הפרטיות של מחלקת הבסיס בעזרת מתודות ציבוריות:
  - יעילות
  - סרבול קוד
- לשם כך הוגדרה דרגת נירות חדשה – protected
- שדות שהוגדרו כ protected מאפשרים גישה מתוך:
  - המחלקה המגדירה, מחלקות נגזרת, מחלקות באותה החבילה
  - בשפות מונחות עצמים אחרות protected אינה כוללת מחלקות באותה החבילה

נירות וירושה

```
package il.ac.tau.cs.advJava.shapes;

public class Rectangle {

      protected IPoint topRight;
      protected IPoint bottomLeft;
      private PointFactory factory;
      //…
}
```

```
package il.ac.tau.cs.advJava.otherPackage;

public class ColoredRectangle3 extends Rectangle {
      …
      /** returns a string representation of the rectangle */
      public String toString(){
            return "bottomRight is " + bottomRight() +
                  "\tbottomLeft is " + bottomLeft +
                  "\ttopLeft is " + topLeft() +
                  "\ttopRight is " + topRight ;
                  "\tcolor is: " + col ;
      }
}
```

נירות וירושה

Modifier:	Accessed by class where member is define	Accessed by Package Members	Accessed by Sub-classes	Accessed by all other classes
Private	Yes	No	No	No
Package (default)	Yes	Yes	No (unless sub-class happens to be in same package)	No
Protected	Yes	Yes	Yes (even if sub-class & super-class are in different packages)	No
Public	Yes	Yes	Yes	Yes

private vs. protected

- יש מתכנתים שטוענים כי ניראות private סותרת את רוח ה OO וכי לו היתה ב Java ניראות protected אמיתית (ללא package) היה להשתמש בה במקום private תמיד
- אחרים טוענים ההיפך
- שתי הגישות מקובלות ולשתיהן נימוקים טובים
- הבחירה בין שתי הגישות היא פרגמטית ותלויה בסיטואציה

private vs. protected

בעד protected

- **`coloredRectangle`** ***is a*** **`Rectangle`**, הוא עומד ב"מבחן ההחלפה" ולכן לא הגיוני שלא יהיו לו אותן הזכויות.
- **`coloredRectangle`** ***has a*** **`Rectangle`** (מכיל בתוכו) ולכן יש צורך לאפשר לו גישה יעילה ופשוטה למימושו הפנימי

private vs. protected

בעד private:

- כשם שאנו מסתירים מלקוחותינו את המימוש כדי להגן על שלמות המידע עליו להסתיר זאת גם מצאצאנו
- איננו מכירים את יורשנו כפי שאיננו מכירים את לקוחותינו
- צאצא עם עודף כח עלול להפר את חוזה מחלקת הבסיס, להעביר את עצמו ללקוח המצפה לקבל את אביו ולשבור את התוכנה

מניעת ירושה

- מתודה שהוגדרה כ final לא ניתן יהיה לדרוס במחלקות נגזרת
- ממחלקה שהוגדרה כ final לא ניתן יהיה לרשת
- דוגמא: המחלקה String היא final. מדוע?

```
public final class String {
    ...
}
```

```
public class MyString extends String{
    ...
}
```
שגיאת קומפילציה

כולם יורשים מ Object

- אמרנו קודם כי כל מחלקה ב Java יורשת ממחלקה אחת בדיוק. ומה אם הגדרת המחלקה לא כוללת פסוקית extends ?
- במקרה זה מוסיף הקומפיילר במקומנו את הפסוקית extends Object

```
public class Rectangle {
    ...
}
```

```
public class Rectangle extends java.lang.Object {
    ...
}
```

כולם יורשים מ Object

- המחלקה Object מהווה בסיס לכל המחלקות ב Java (אולי בצורה טרנזיטיבית) ומכילה מספר שרותים בסיסיים שכל מחלקה צריכה (?)
- חלק מהמתודות קשורות לתכנות מרובה חוטים (multithreaded programming) וילמדו בהמשך הקורס

כולם יורשים מ Object

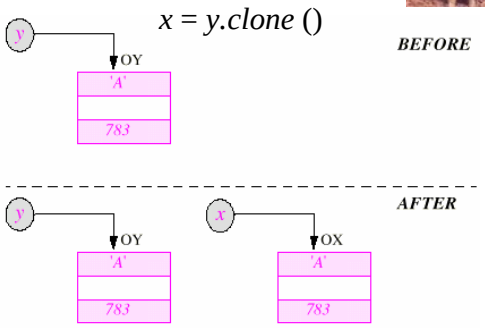
Method Summary

Class	**getClass** () Returns the runtime class of an object.
String	**toString** () Returns a string representation of the object.
protected Object	**clone** () Creates and returns a copy of this object.
boolean	**equals** (Object obj) Indicates whether some other object is "equal to" this one.
int	**hashCode** () Returns a hash code value for the object.
protected void	**finalize** () Called by the garbage collector on an object when garbage collection determines that there are no more references to the object.

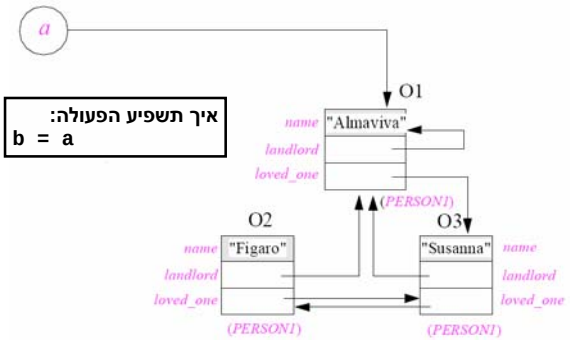
שיבוט והשוואה

- `clone` - הינה פעולה אשר יוצרת עותק זהה לזה של העצם המשובט ומחזירה מצביע אליו
  - לא מובטח כי מימוש ברירת המחדל יעבוד אם העצם המבוקש אינו `implements Cloneable`
- `equals` – בדר"כ מבטאת השוואה בין שני עצמים שדה-שדה.
  - מימוש ברירת המחדל של `Object`: ע"י האופרטור '==' (השוואת הפניות)
- בהקשר הזה ניתן לדבר על deep_equals , ו- deep_clone

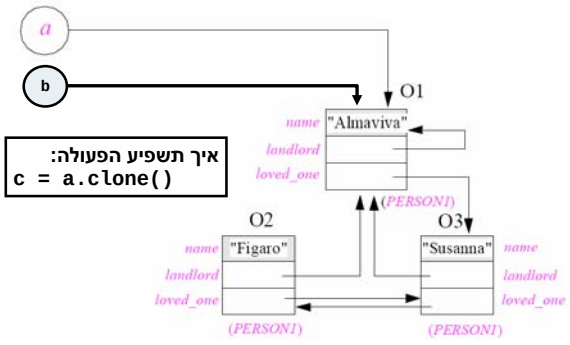
שיבוט עצמים



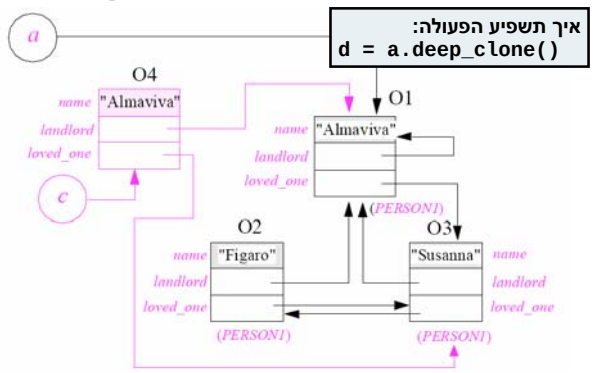
שיבוט רדוד ושיבוט עמוק

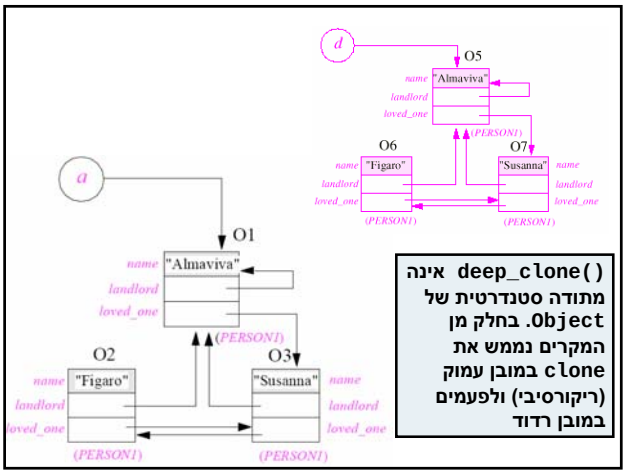


שיבוט רדוד ושיבוט עמוק



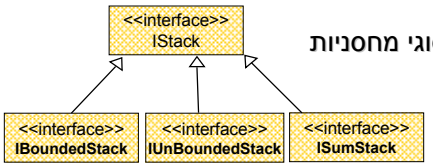
שיבוט רדוד ושיבוט עמוק



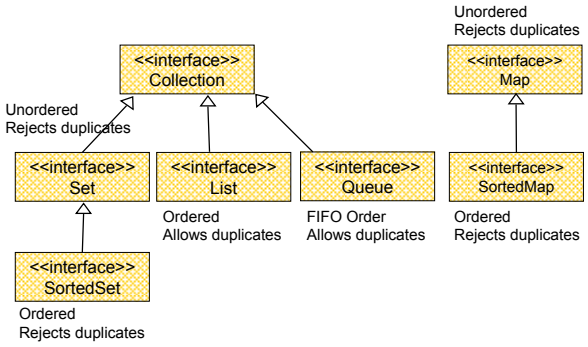


מנשקים ויחס ירושה

- כשם ששתי מחלקות מקיימות יחס ירושה כך גם 2 מנשקים יכולים לקיים את אותו היחס
- מחלקה המממשת מנשק מחויבת לממש את כל המתודות של אותו מנשק וכל המתודות שהוגדרו בהוריו
- לדוגמא: סוגי מחסניות



Collection Interfaces



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

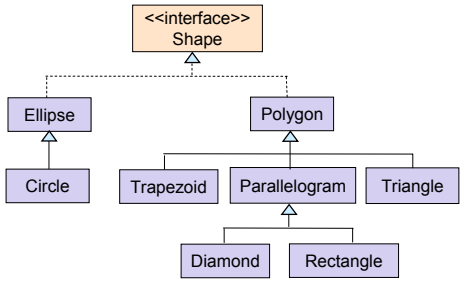
אמא יש רק אחת

- 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

abstract classes

- למצולע (polygon) ולאליפסה יש צבע
- עץ הירושה כפי שמצוייר 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 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

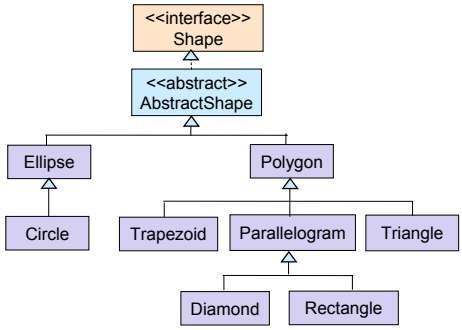
היררכית מחלקות ומנשקים



abstract classes

- מחלקה מופשטת דומה למחלקה רגילה עם הסייגים הבאים:
  - ניתן לא לממש מתודות שהיגיעו 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



המחלקה המופשטת AbstractShape

```
public abstract class AbstractShape implements Shape {

    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`

המנשק Shape

```
public interface Shape {
    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 Shape {

    protected Color color ;

    public Color getColor() {
        return color ;
    }

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

אפשר לוותר על ההצהרה

המחלקה Polygon

```
public class Polygon extends AbstractShape {

    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;
}
```

מחלקות מופשטות ומנשקים

- האפשרות להגדיר מחלקות מופשטות ללא מימוש כלל (רק מתודות abstract) מטשטשת את ההבחנה בין מנשק ובין מחלקה מופשטת
- ואולם יש לזכור:
  - מנשק: חיסכון אצל הלקוח
  - מחלקה מופשטת (וירושה בכלל): חיסכון אצל הספק