תכנות מתקדם בשפת Java
חריגים ושגיאות
(exceptions)

אוהד ברזילי

אוניברסיטת תל אביב

חריגים וטענות
Exceptions and Assertions

- **חריגים (Exceptions)** מבטאים מצבים בלתי צפויים בריצת התוכנית כגון: ארגומנטים שאינם חוקיים, בעיות ברשת התקשורת, קובץ שאינו קיים וכדומה
- טענות (**Assertions**) – מבטאות הנחות שיש למתכנת בנקודה מסויימת בקוד. הטענות מבוטאות על דרך החיוב
- בזמן ריצה, ניתן להסיר את הטענות מן הקוד לחלוטין ובכך לא להאט את ריצת התוכנית

חריגים

- תנאים אשר עשויים להתקיים במהלך ריצת תוכנית תקינה נקראים *checked exceptions*
  - תנאים אלו מיוצגים ע"י המחלקה `Exception`

- בעיות חמורות הנחשבות קטלניות (fatal), וכן מצבים המייצגים שגיאות בתוכנית (bugs) נקראים *unchecked exceptions*
  - בעיות חמורות מיוצגות ע"י המחלקה `Error`
  - שגיאות בתוכנית מיוצגות ע"י המחלקה `RuntimeException`

- תיעוד המחלקות האוטומטי (javadoc API) מתאר עבור כל מתודה את ה- *checked exceptions* שהיא עשויה לחולל

דוגמא

```
public class AddArguments {
    public static void main(String args[]) {
        int sum = 0;
        for ( String arg : args ) {
            sum += Integer.parseInt(arg);
        }
        System.out.println("Sum = " + sum);
    }
}
```

> java AddArguments 1 2 3 4

Sum = 10

> java AddArguments 1 two 3.0 4

```
Exception in thread "main" java.lang.NumberFormatException: For input string: "two"
at java.lang.NumberFormatException.forInputString(NumberFormatException.java:48)
at java.lang.Integer.parseInt(Integer.java:447)
at java.lang.Integer.parseInt(Integer.java:497)
at AddArguments.main(AddArguments.java:5)
```

try-catch block

```
public class AddArguments {
    public static void main(String args[]) {
        try {
                int sum = 0;
                for ( String arg : args ) {
                        sum += Integer.parseInt(arg);
                }
                System.out.println("Sum = " + sum);
        } catch (NumberFormatException nfe) {
                System.err.println("One of the command-line "
                                + "arguments is not an integer.");
        }
    }
}
```

> java AddArguments2 1 two 3.0 4

One of the command-line arguments is not an integer.

גרעיניות

```
public class AddArguments3 {
    public static void main(String args[]) {
        int sum = 0;
        for ( String arg : args ) {
            try {
                sum += Integer.parseInt(arg);
            } catch (NumberFormatException nfe) {
                System.err.println("[" + arg + "] is not an integer"
                    + " and will not be included in the sum.");
            }
        }
        System.out.println("Sum = " + sum);
    }
}
```

> java AddArguments3 1 two 3.0 4

[two] is not an integer and will not be included in the sum.
[3.0] is not an integer and will not be included in the sum.
Sum = 5

ריבוי בלוקי catch

- לבלוק try אחד עשויים להיות כמה בלוקים של catch השייכים לו, עבור סוגים שונים של שגיאות שעשויות לקרות:

```
try {
    // code that might throw one or more exceptions
} catch (MyException e1) {
    // code to execute if a MyException exception is thrown
} catch (MyOtherException e1) {
    // code to execute if a MyOtherException exception is thrown
} catch (Exception e3) {
    // code to execute if any other exception is thrown
}
```

מחסנית הקריאות

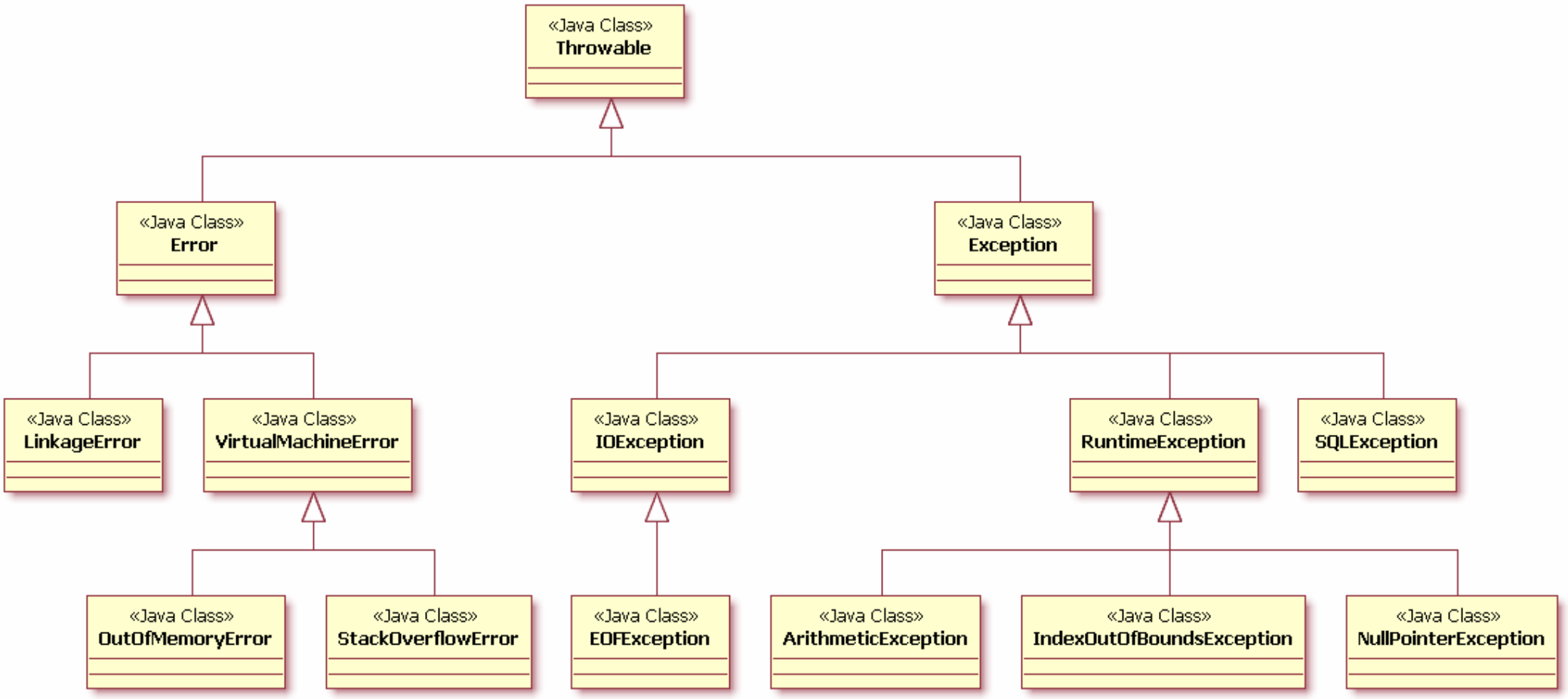
- אם חריג (exception) אינו מטופל ע"י בלוק catch במתודה כלשהי, הוא *נזרק* למתודה שקראה לאותה מתודה
- אם חריג היגיע אל המתודה main וגם שם הוא אינו מטופל התוכנית מסתיימת

בלוק finally

- קטע קוד המופיע בבלוק `finally` יתבצע בכל מקרה (בין אם קטע הקוד בבלוק ה `try` הצליח או נכשל)

```
try {
  startFaucet();
  waterLawn();
} catch (BrokenPipeException e) {
  logProblem(e);
} finally {
  stopFaucet();
}
```

היררכיית שגיאות וחריגים (חלקית)



הצהירי או טפלי

- קוד המכיל קריאה למתודה שעשויה לחולל (*לזרוק*) חריג נבדק (checked) צריך לנקוט אחת משתי הגישות: הכרזה על החריג הפוטנציאלי או טיפול בו

- טיפול ראינו, נעטוף את הבלוק הבעייתי בבלוק `try-catch-finally`

- הכרזה – נשתמש במילה השמורה throws כדי לציין את המתודה העוטפת כולה כ"בעייתית":

```
void trouble() throws IOException { ... }
void trouble() throws IOException, MyException { ... }
```

הצהירי או טפלי

- אי הכרזה או טיפול גורר שגיאת קומפילציה

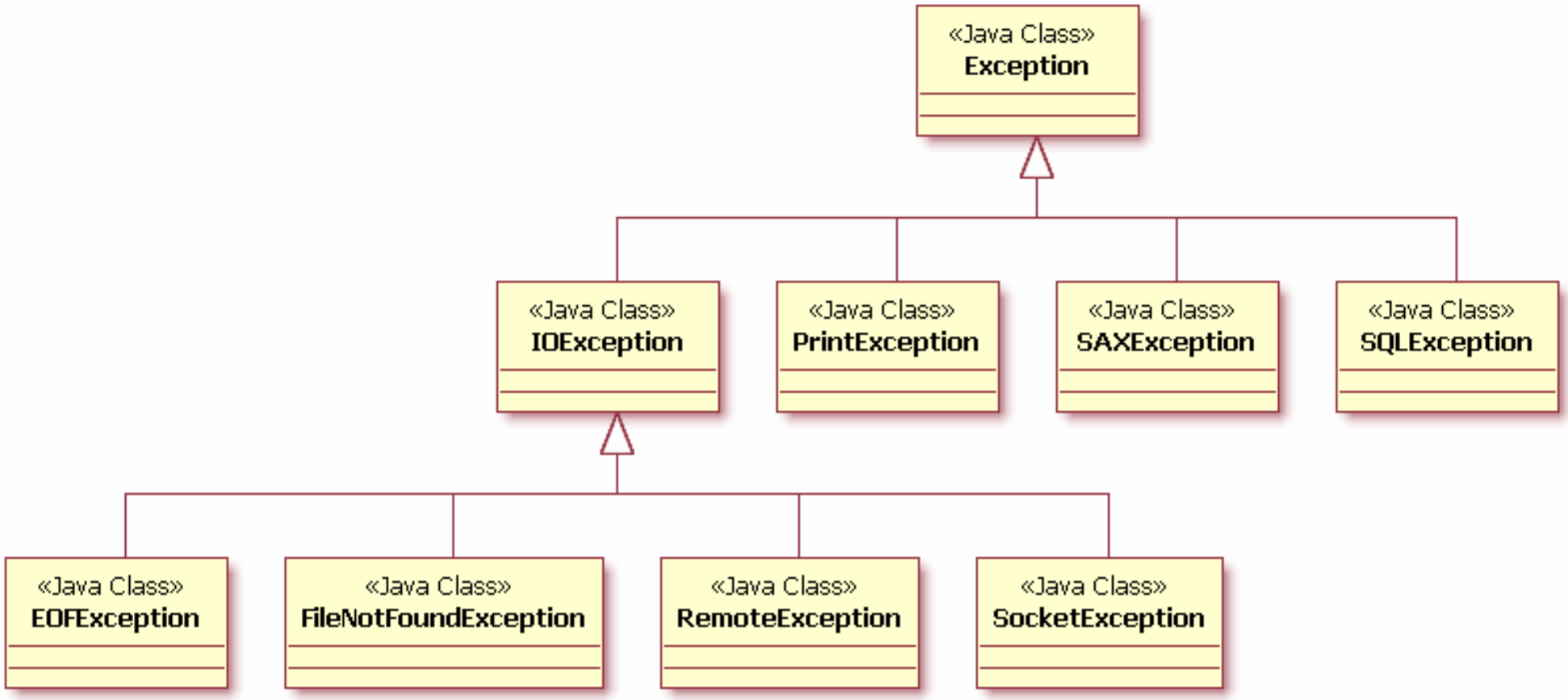
```
void f(int x) throws Exception {...}


void g() {
    f(1); // error
}
```

Declaration

Compilation Error: programmer must either catch the exception, or declare that "void *g()* throws Exception"

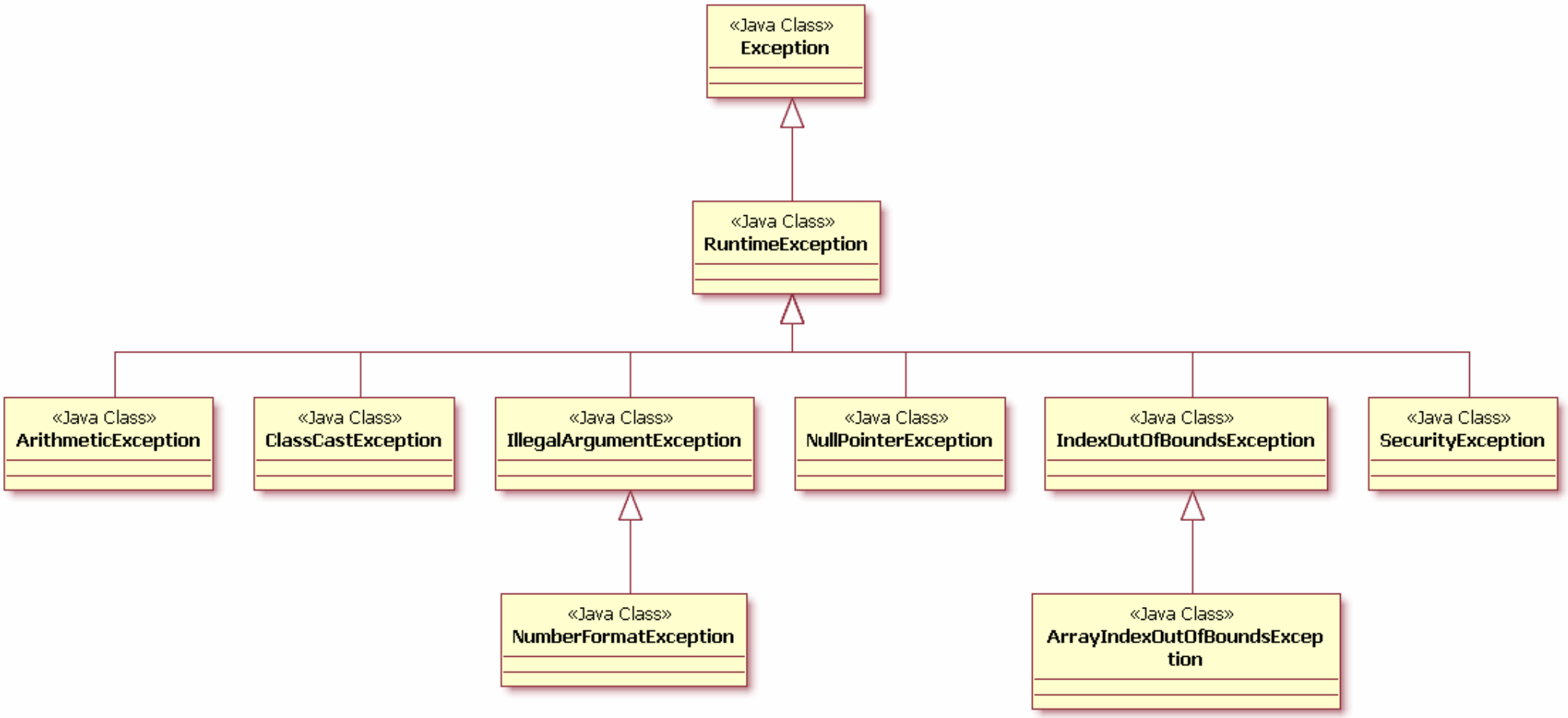
(רשימה חלקית) *checked exceptions*



unchecked exceptions

- על חריגים או שגיאות שהם unchecked אין חובה להצהיר בחתימת המתודה
- בחריגים או בשגיאות שהם unchecked אין חובה לטפל בבלוק try-catch-finally
- למה?

(רשימה חלקית) *unchecked exceptions*



חריגים וירושה

למתודה דורסת מותר לזרוק:

- אף חריג
- חריגים שזרקה המתודה הנדרסת
- חריגים היורשים מחריגים שזרקה המתודה הנדרסת

למתודה דורסת אסור לזרוק:

- חריגים שלא זרקה המתודה הנדרסת
- חריגים המהווים מחלקות בסיס לחריגים שזרקה המתודה הנדרסת

חריגים וירושה - דוגמא

```
public class TestA {
   public void methodA() throws IOException {
        // do some file manipulation
   }
}

public class TestB1 extends TestA {
   public void methodA() throws EOFException {   // OK
        // do some file manipulation
   }
}

public class TestB2 extends TestA {
   public void methodA() throws Exception {  // WRONG
        // do some file manipulation
   }
}
```

ריבוי בלוקי catch

- אם יש כמה פסוקי catch מתאימים יתבצע הבלוק המתאים הראשון (לא בהכרח המתאים ביותר!)

```
void readData() throws SQLException, IOException {
    …
}

void test(){
    try {
        readData();
    }
    catch(SQLException e){ … }
    catch(IOException e) {  }
}
```

Excuted on SQLException

Excuted on IOException

ריבוי בלוקי catch

```
void readData() throws SQLException, EOFException {
    …
}

void test(){
    try {
        readData();
        Thread.sleep(100);
    }
    catch(SQLException e){ … }
    catch(IOException e) { … }
    catch(Throwable e)   { … }
}
```

Reminder:
EOFException extends IOException

Throws InterruptedException

Excuted on SQLException

Excuted on EOFException

Executed on InterruptedException , NullPointerException …

הגדרת חריגי משתמש

```
public class ServerTimedOutException extends Exception {
    private int port;
    public ServerTimedOutException(String message, int port) {
        super(message);
        this.port = port;
    }

    public int getPort() {
        return port;
    }
}
```

- חריגי משתמש בדרך כלל רזים מאוד
- המתודה `getMessage` המוגדרת ב `Exception` משמשת לקבל מחרוזת המתארת את מהות השגיאה

זריקת חריג

- מתודה עשויה לזרוק חריגים סטנדרטים או חריגים שהוגדרו ע"י משתמש

```
public void connectMe(String serverName) throws ServerTimedOutException {
    boolean successful;
    int portToConnect = 80;
    successful = open(serverName, portToConnect);
    if ( ! successful ) {
        throw new ServerTimedOutException("Could not connect", portToConnect);
    }
}
```

טיפול בחריגי משתמש

- מתודה המשתמשת ב connectMe מהשקף הקודם עשויה להתמודד עם החריג ע"י החלפת שרת וניסיון חוזר בעזרת בלוק try-catch:

```
public void findServer() {
    try {
        connectMe(defaultServer);
    } catch (ServerTimedOutException e) {
        System.out.println("Server timed out, trying alternative");
        try {
            connectMe(alternativeServer);
        } catch (ServerTimedOutException e1) {
            System.out.println("Error: " + e1.getMessage() +
                               " connecting to port " + e1.getPort());
        }
    }
}
```

הדפסת מחסנית הקריאות

- אחת המתודות השימושיות של המחלקה Throwable היא המתודה printStackTrace המדפיסה את שרשרת הקריאות שהובילה לחריג:

```
public static void main(String[] args){
        try {
           riskyMethod();
         }
         catch(Exception ex){
             ex.printStackTrace();
         }
         System.out.println("Continuing main …");
}
```

טענות (assertions)

- תחביר:

assert <boolean_expression> ;

assert <boolean_expression> : <detail_expression> ;

- אם הביטוי boolean_expression משתערך ל `false` התוכנית זורקת `AssertionError`

- הביטוי detail_expression הופך למחרוזת לתיאור מהות השגיאה

דוגמאות שימוש

- טענות מבטאות הנחות שיש למתכנת על הלוגיקה הפנימית בקטע קוד מסוים

- לדוגמא:
  - שמורה פנימית
  - שמורת מבני בקרה (control flow invariant)
  - שמורת מחלקה ותנאי בתר

שמורה פנימית

```
if (x > 0) {
   // do this
} else {
   // do that
}
```

אבל אם ידוע ש x אינו יכול להיות שלילי, עדיף:

```
if (x > 0) {
   // do this
} else {
   assert ( x == 0 );
   // do that, unless x is negative
}
```

שמורת מבני בקרה

```
switch (suit) {
   case Suit.CLUBS: // ...
        break;
   case Suit.DIAMONDS: // ...
        break;
   case Suit.HEARTS: // ...
        break;
   case Suit.SPADES: // ...
        break;
   default: assert false : "Unknown playing card suit";
        break;
}
```

שמורת מחלקה ותנאי בתר

- כלים אשר אוכפים טענות Design by Contract עשויים לחולל קוד ש"ישתל" בגוף התוכנית במקום המתאים (code instrumentation)

- לדוגמא, הקוד הבא:

```
/** @post getValue() == newValue, “value is updated”*/
public void setValue(int newValue) {
    val = newValue;
}
```

- יהפוך ל:

```
public void setValue(int newValue) {
    val = newValue;
    assert(getValue() == newValue : “value is updated”);
}
```

טענות וביצועים

- כברירת מחדל אכיפת הטענות אינה מאופשרת
- יש לאפשר זאת במפורש:

```
> java -enableassertions MyProgram
```

או

```
> java -ea MyProgram
```

- ניתן לשלוט באכיפת טענות עבור מחלקה מסויימת, חבילה או היררכיית חבילות. הפרטים המלאים:

http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/language/assert.html