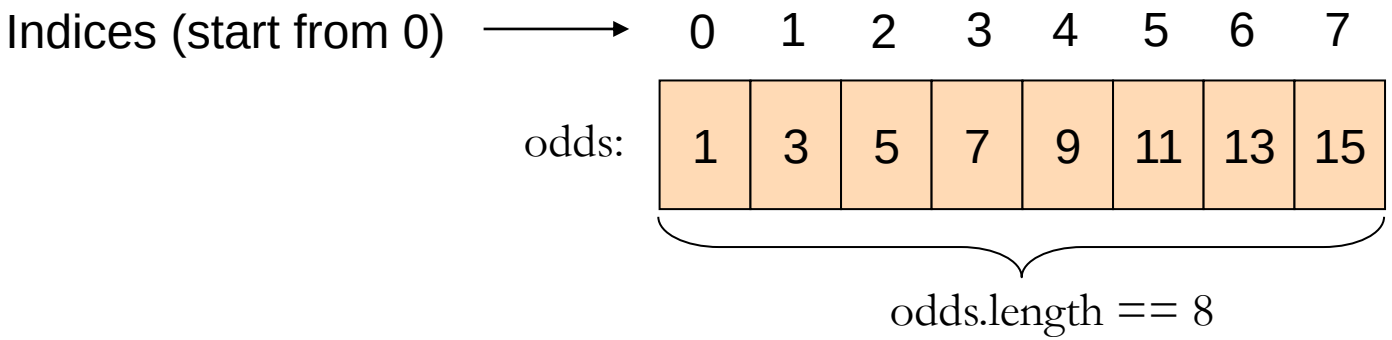
תוכנה 1

תרגול 2: מערכים, לולאות והתמודדות עם שגיאות

מערכים

מערכים

- **Array:** A fixed-length data structure for storing multiple values of the same type
- Example from last week: An array of odd numbers:

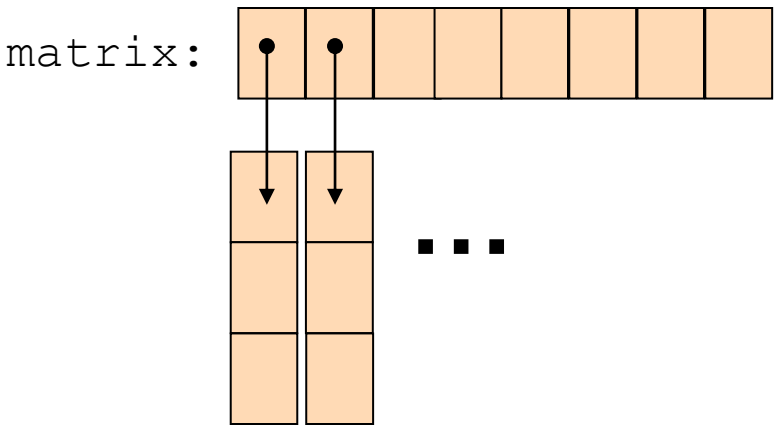


The type of all elements is `int`

The value of the element at index 4 is 9: `odds[4] == 9`

Array Variables

- An array is denoted by the `[]` notation
- Examples:
  - `int[] odds;`
  - `String[] names;`
  - `int[][] matrix;` // an array of arrays



Array Creation and Initialization

- What is the output of the following code:

```
int[] odds = new int[8];
for (int i = 0; i < odds.length; i++) {
    System.out.print(odds[i] + " ");
    odds[i] = 2 * i + 1;
    System.out.print(odds[i] + " ");
}
```

Array creation: all elements get the default value for their type (`0` for `int`)

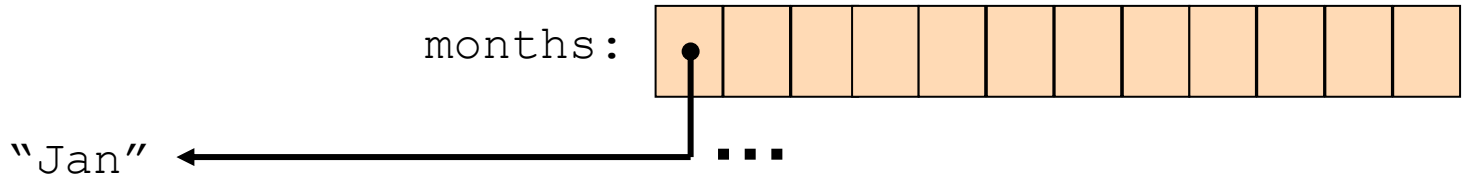
- Output:

```
0 1 0 3 0 5 0 7 0 9 0 11 0 13 0 15
```

Array Creation and Initialization

- Creating and initializing small arrays with *a-priori* known values:
  - `int[] odds = {1,3,5,7,9,11,13,15};`
  - `String[] months =`

```
{"Jan", "Feb", "Mar", "Apr",
 "May", "Jun", "July", "Aug",
 "Sep", "Oct", "Nov", "Dec"};
```



Loop through Arrays

- By promoting the array's index:

```
for (int i = 0; i < months.length; i++) {
      System.out.println(months[i]);
}
```

- foreach:

```
for (String month: months) {
      System.out.println(month);
}
```

The variable month is assigned the next element in each iteration

Operations on arrays

- The class Arrays provide operations on array
  - Copy
  - Sort
  - Search
  - Fill
  - ...
- java.util.Arrays
  http://docs.oracle.com/javase/6/docs/api/index.html?java/util/Arrays.html

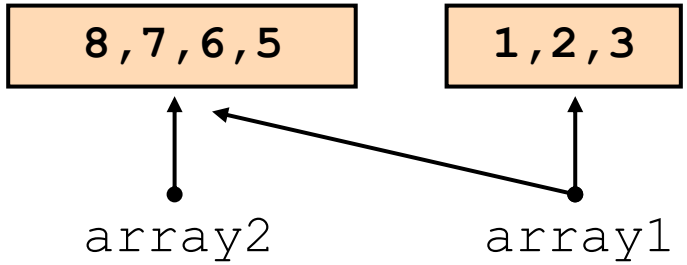
Copying Arrays

- Assume:

```
int[] array1 = {1,2,3};
int[] array2 = {8,7,6,5};
```

- Naïve copy:

```
array1 = array2;
```



- What's wrong with this solution?

Copying Arrays

- **`Arrays.copyOf`**
  - 1st argument: the original array
  - 2nd argument: the length of the copy

```
int[] arr1 = {1, 2, 3};
int[] arr2 = Arrays.copyOf(arr1, arr1.length);
```

- **`Arrays.copyOfRange`**
  - 1st argument: the original array
  - 2nd initial index of the range to be copied, inclusive
  - 3rd argumrnt: final index of the range to be copied, exclusive

Question

- What is the output of the following code:

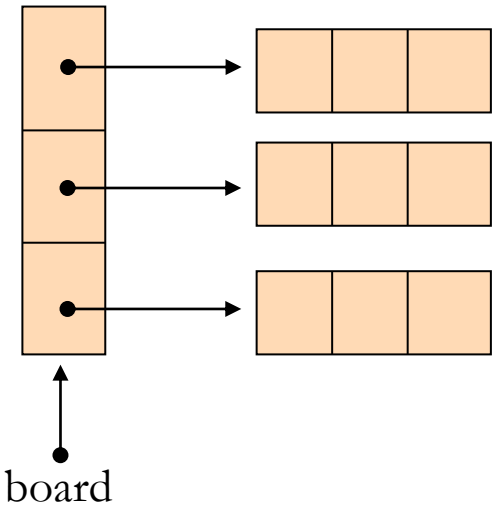
```
int[] odds = {1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15};
int newOdds[] =
    Arrays.copyOfRange(odds, 1, odds.length);
for (int odd: newOdds) {
    System.out.print(odd + " ");
}
```

Output: 3 5 7 9 11 13 15

2D Arrays

- There are no 2D arrays in Java but …
- you can build array of arrays:

```
char[][] board = new char[3][];
for (int i = 0; i < 3; i++)
    board[i] = new char[3];
```

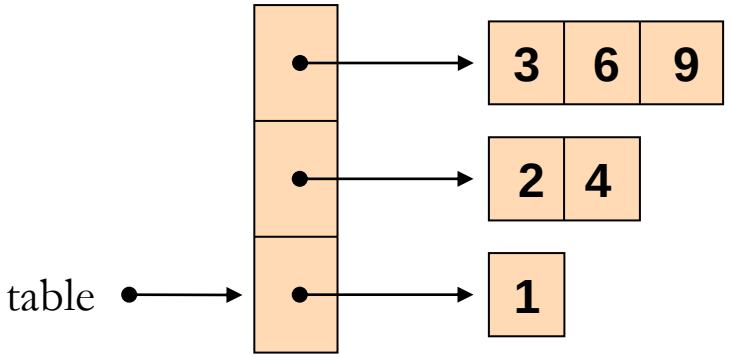


Or equivalently:
`char[][] board = new char[3][3];`

2D Arrays

- A more compact table:

```
int[][] table = new int[10][];
for (int i = 0; i < 10; i++) {
    table[i] = new int[i + 1];
    for (int j = 0; j <= i; j++) {
        table[i][j] = (i + 1) * (j + 1);
    }
}
```



לולאות ותנאים

Fibonacci

- Fibonacci series

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34

- Definition:
  - fib(0) = 1
  - fib(1) = 1
  - fib(n) = fib(n-1) + fib(n-2)

en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci_number

If-Else Statement

```
public class Fibonacci {
    …

    /** Returns the n-th Fibonacci element */
    public static int computeElement(int n) {
        if (n==0)
            return 1;
        else if (n==1)
            return 1;
        else
            return computeElement(n-1) + computeElement(n-2);
    }
}
```

Assumption: n≥0

Can be removed

Switch Statement

```
public class Fibonacci {
    …

    /** Returns the n-th Fibonacci element */
    public static int computeElement(int n) {
        switch(n) {
            case 0:
                return 1;
            case 1:
                return 1;
            default:
                return computeElement(n-1) + computeElement(n-2);
        }
    }
}
```

Assumption:
n≥0

can be placed
outside the switch

Switch Statement

```
public class Fibonacci {
    …

    /** Returns the n-th Fibonacci element */
    public static int computeElement(int n) {
        switch(n) {
            case 0:
                return 1;
            case 1:
                return 1;
                break;
            default:
                return computeElement(n-1) + computeElement(n-2);
        }
    }
}
```

Assumption:
n≥0

Compilation Error:
Unreachable Code

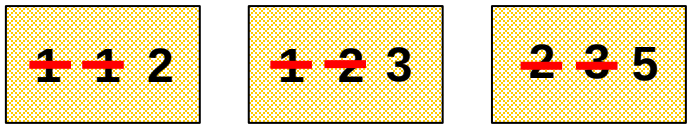
Iterative Fibonacci

- A loop instead of a recursion

```
static int computeElement(int n) {
    if (n == 0 || n == 1)
        return 1;

    int prev = 1;
    int prevPrev = 1;
    int curr = 2;

    for (int i = 2 ; i < n ;  i++) {
        prevPrev = prev;
        prev = curr;
        curr = prev + prevPrev;

    }

    return curr;
}
```

Assumption: n≥0

Must be initialized. Why?



נתונים במקום חישוב

- בתרגום רקורסיה ללולאה אנו משתמשים במשתני עזר לשמירת המצב **-ו** `curr`, `prev` **-ו** `prevPrev`
- הלולאה "זוכרת" את הנקודה שבה אנו נמצאים בתהליך החישוב
- דיון: יעילות לעומת פשטות.

  עיקרון ה-KISS (**k**eep **i**t **s**imple **s**tupid)

For Loop

- Printing the first n elements:

```
public class Fibonacci {
    public static int computeElement(int n) {
        …
    }

    public static void main(String[] args) {
        for(int i  = 0 ; i < 10 ; i++) {
            System.out.println(computeElement(i));
        }
}
```

מודולריות, שכפול קוד ויעילות

- יש כאן חוסר יעילות מסוים:
  - לולאת ה-`for` חוזרת גם ב- `main` וגם ב- `computeElement`. לכאורה, במעבר אחד ניתן גם *לחשב* את האיברים וגם *להדפיס* אותם

  - כמו כן כדי לחשב איבר בסדרה איננו משתמשים *בתוצאות שכבר חישבנו* (של איברים קודמים) ומתחילים כל חישוב מתחילתו

מודולריות, שכפול קוד ויעילות

- מתודה (פונקציה) צריכה לעשות דבר אחד בדיוק!
  - ערוב של חישוב והדפסה פוגע במודולריות (מדוע?)
- היזהרו משכפול קוד!
  - קטע קוד דומה המופיע בשתי פונקציות שונות יגרום במוקדם או במאוחר לבאג בתוכנית (מדוע?)
- את בעיית היעילות (הוספת מנגנון memoization) אפשר לפתור בעזרת מערכים (תרגיל)

for vs. while

- The following two statements are almost equivalent:

Variable `i` is not defined outside the for block

```
for(int i = 0 ; i < n ; i++)
    System.out.println(computeElement(i));
```

```
int i=0;
while (i < n) {
    System.out.println(computeElement(i));
    i++;
}
```

while vs. do while

- The following two statements are equivalent if and only if n>0 :

```
int i=0;
while (i < n) {
    System.out.println(computeElement(i));
    i++;
}

int i=0;
do {
    System.out.println(computeElement(i));
    i++;
} while (i<n);
```

התמודדות עם שגיאות

Compilation vs. Runtime Errors

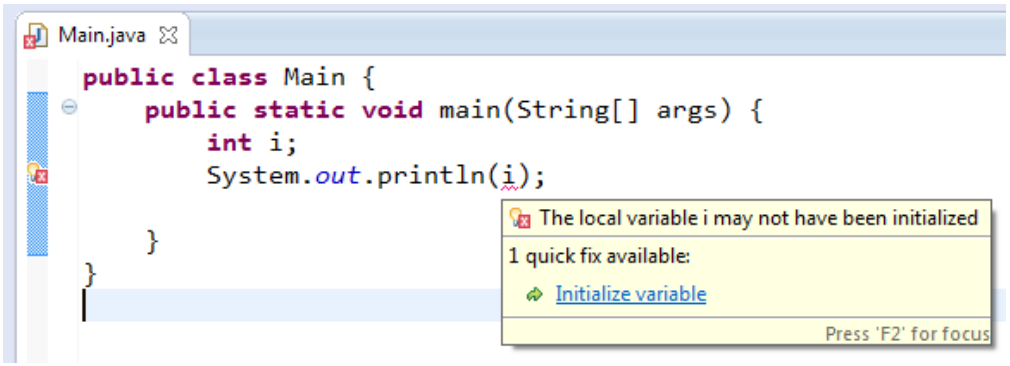
- שגיאות קומפילציה (הידור): שגיאות שניתן "לתפוס" בעת קריאת הקובץ והפיכתו ל-bytecode ע"י המהדר
- דוגמאות:

Syntax error on token "Class", class expected

```
Class MyClass {
    void f() {
        int n=10;

    void g() {
        int m = 20;
    }
}
```

Syntax error, insert "}" to complete MethodBody

```
...
int i;
System.out.println(i);
...
```



<u>בדרך כלל קשורות ל:</u>

תחביר, תאימות טיפוסים, הגדרה לפני שימוש

Compilation vs. Runtime Errors

- שגיאות זמן ריצה: לא ניתן לדעת שתהיה שגיאה במקום ספציפי בזמן ההידור (קומפילציה)
- דוגמאות:

```
a = new int[20];
```

```
…
int a[] = new int[10];
…
a[15] = 10;
…
```

```
…
String s = null;
System.out.println(s.length());
…
```

Main.java

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        String s = null;
        System.out.println(s.length());
    }
}
```

Problems @ Javadoc Declaration Console Debug Call Hierarchy

<terminated> Main [Java Application]

```
Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException
        at Main.main(Main.java:4)
```

- מתקשר למנגנון החריגים (exceptions), עליו נלמד בהמשך

Compilation vs. Runtime Errors

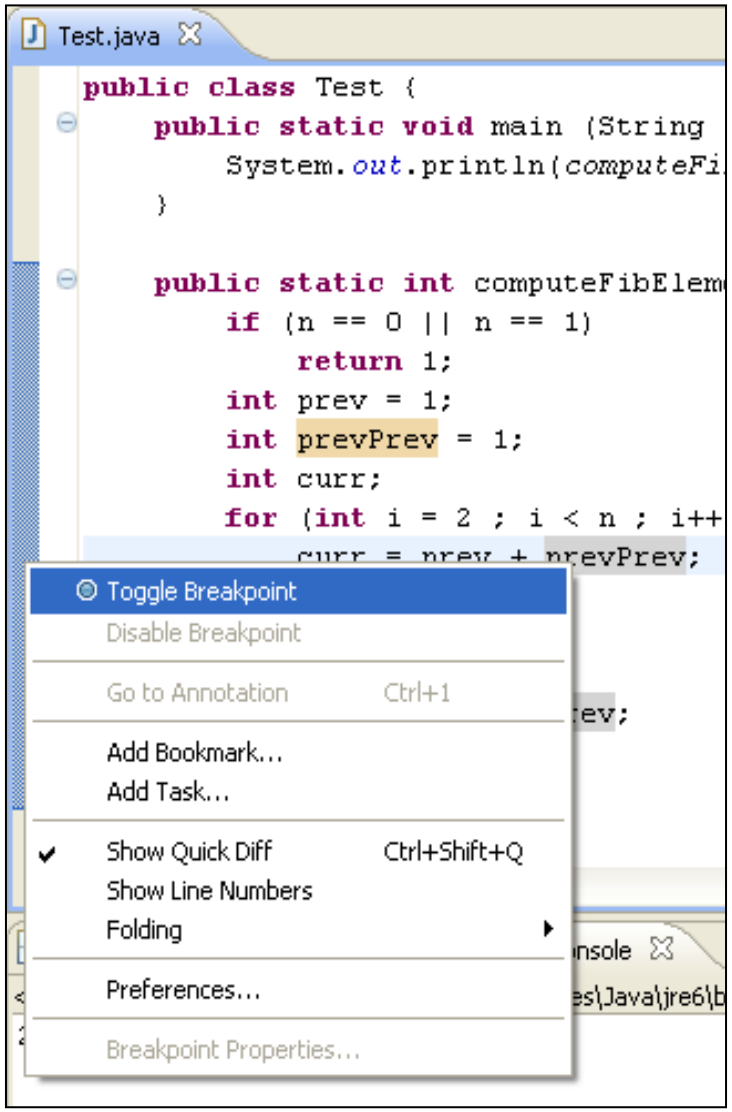
- האם יש עוד סוג של טעויות?
  - כן, הכי גרועות, טעויות לוגיות בתוכנית

```
public class Factorial {
   /** calculate x! **/
   public static int factorial(int x) {
      int f = 0;
      for (int i = 2; i <= x; i++)
         f = f * i;
      return f;
   }
}
```

The Debugger

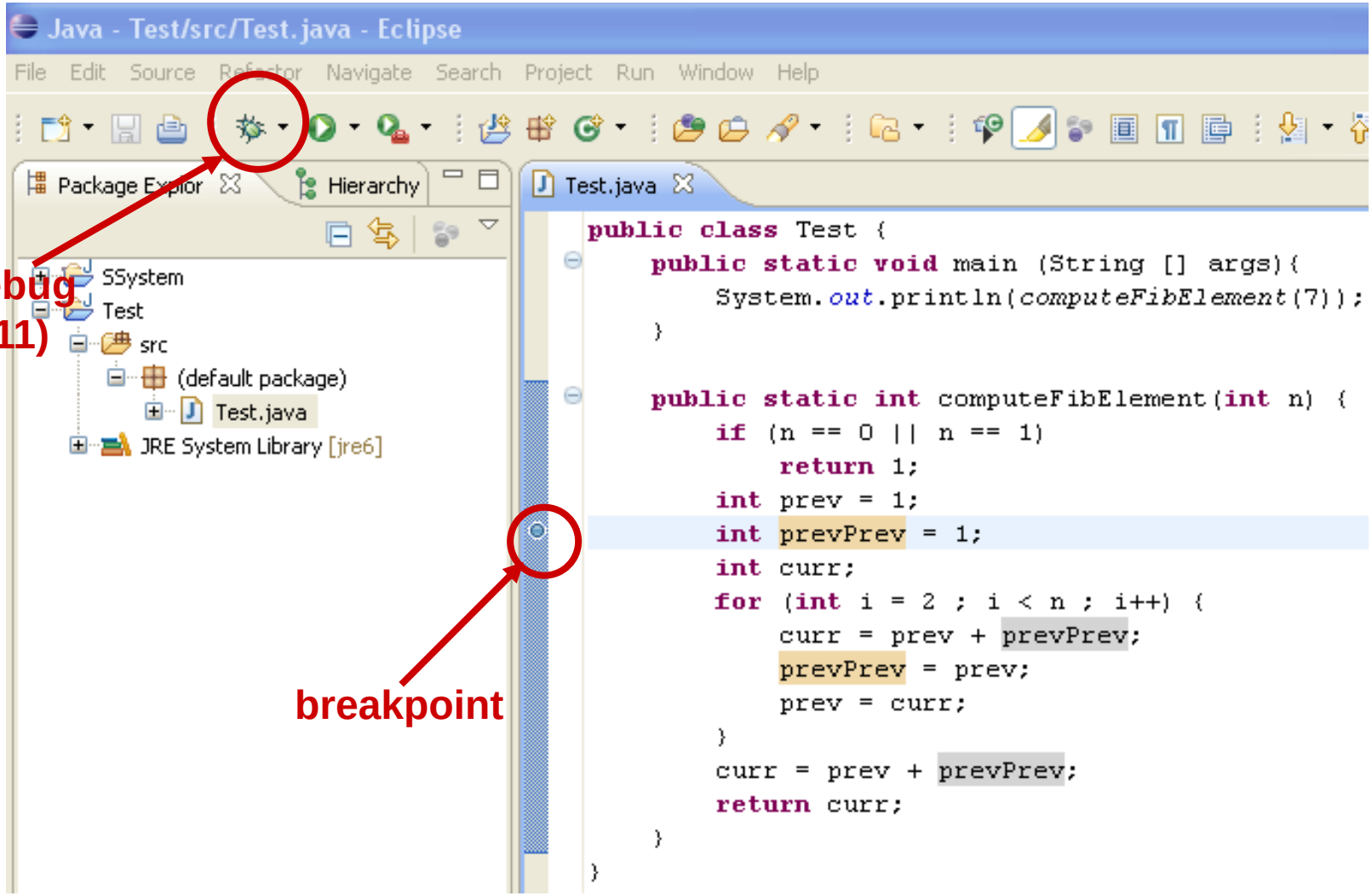
- Some programs may compile correctly, yet not produce the desirable results
- These programs are **valid** and **correct** Java programs, yet not the programs we meant to write!
- The debugger can be used to follow the program step by step and may help detecting bugs in an **already compiled** program

Debugger – Add Breakpoint

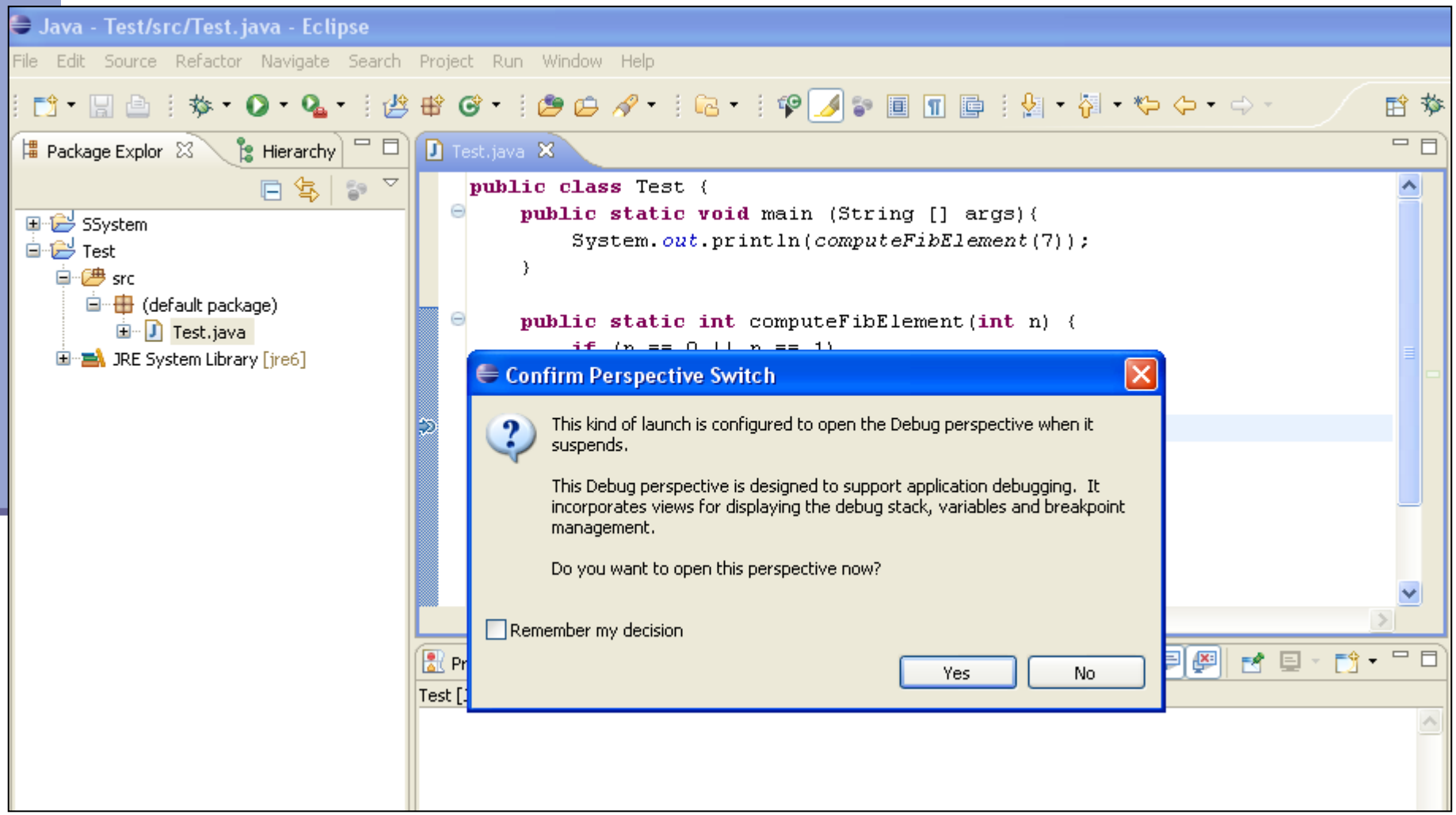


- Right click on the desired line
- “Toggle Breakpoint”

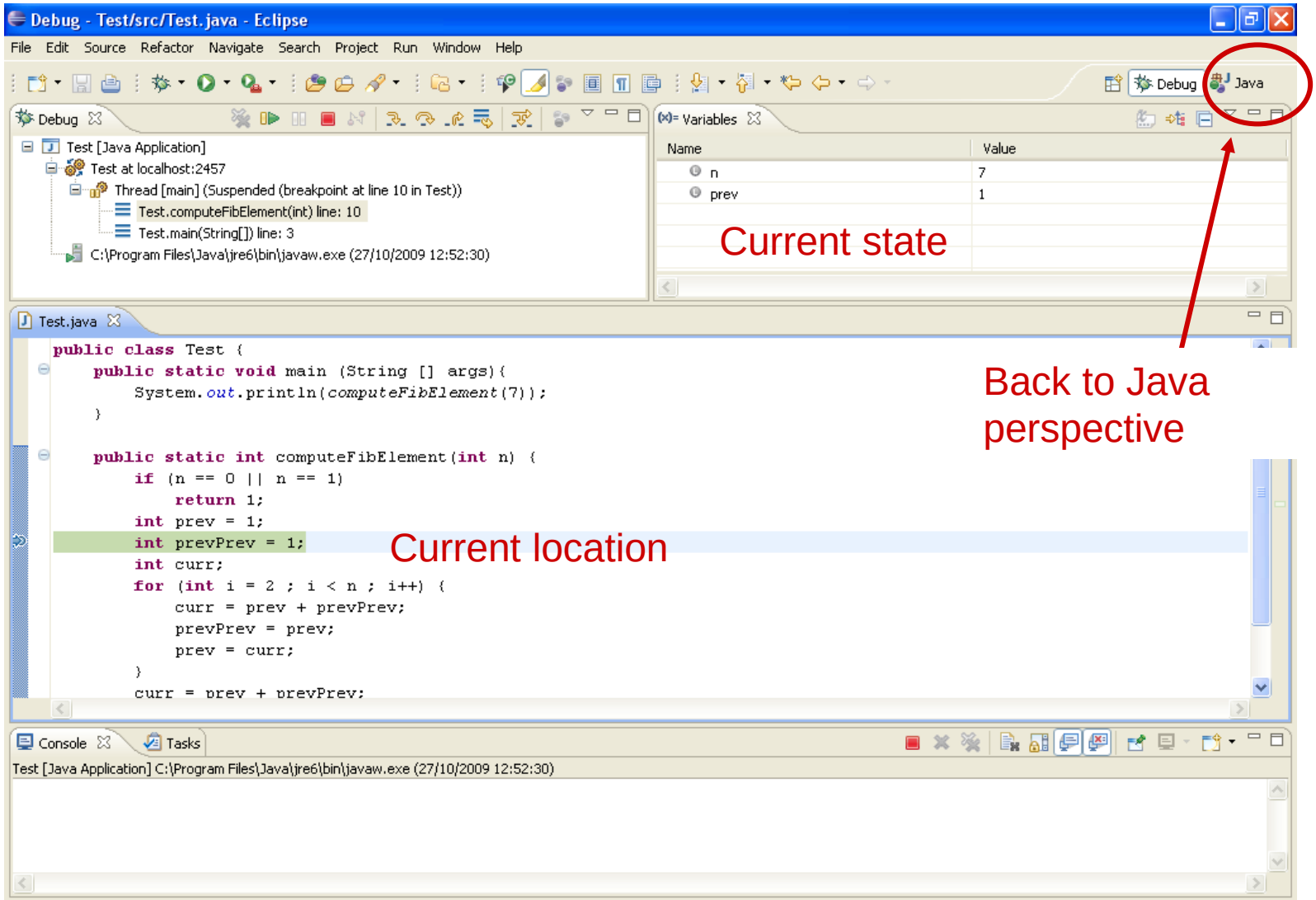
Debugger – Start Debugging



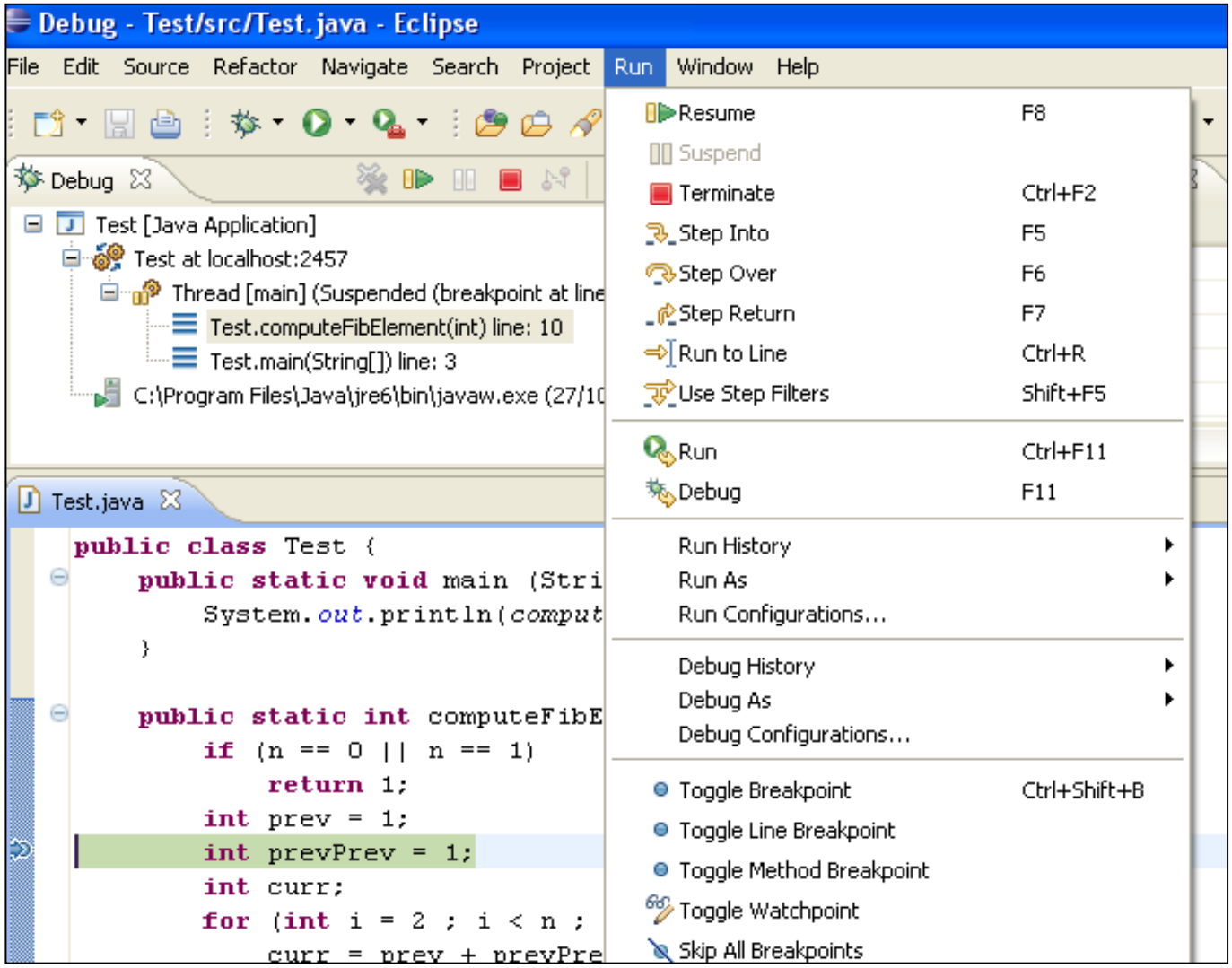
Debugger – Debug Perspective



Debugger – Debugging



Debugger – Debugging



Using the Debugger: Video Tutorial

- מצגות וידאו

http://eclipsetutorial.sourceforge.net/debugger.html

- מדריך עדכני יותר

http://www.vogella.com/tutorials/EclipseDebugging/article.html

- הקישורים נמצאים גם באתר הקורס

הסוף...