



כ' בסיון תשפ"ד

מס' שאלון - 465

26

ביוני 2024

סמסטר 2024ב

מס' מועד 61

20441 / 4

שאלון בחינת גמר

20441 - מבוא למדעי המחשב ושפת Java

משך בחינה: 3 שעות

בשאלון זה 13 עמודים

מבנה הבחינה:

- קראו בעיון את ההנחיות שלהלן:
- * בבחינה יש חמש שאלות. עליכם לענות על כולן.
 - * כל התכניות צריכות להיות מתועדות היטב.
 - יש לכתוב תחילה בקצרה את האלגוריתם וכל הסבר נוסף הדרוש להבנת התכנית.
 - יש לבחור בשמות משמעותיים למשתנים, לפונקציות ולקבועים שבתכנית.
 - תכנית שלא תתועד כנדרש לעיל תקבל לכל היותר 85 % מהניקוד.
 - * יש להקפיד לכתוב את התכניות בצורה מבנית ויעילה.
 - תכנית לא יעילה לא תקבל את מלוא הנקודות.
 - * אם ברצונכם להשתמש בתשובתכם בשיטה או במחלקה הכתובה בחוברת השקפים, אין צורך שתעתיקו את השיטה או את המחלקה למחברת הבחינה.
 - מספיק להפנות למקום הנכון,
 - ובלבד שההפניה תהיה מדויקת (פרמטרים, מיקום וכו').
 - * אין להשתמש במחלקות קיימות ב-Java, חוץ מאלו המפורטות בשאלות הבחינה.
 - * יש לשמור על סדר; תכנית הכתובה בצורה בלתי מסודרת עלולה לגרוע מהציון.
 - * בכתובת התכניות יש להשתמש אך ורק במרכיבי השפה שנלמדו בקורס זה
 - אין להשתמש במשתנים גלובליים!
 - * אפשר לתעד בעברית. אין צורך בתיעוד API.
 - * על שאלות 3-5 יש לענות אך ורק בשאלון ולא במחברת הבחינה!

חומר עזר:

חוברות השקפים 1-6, 7-12. אסור לכתוב כלום בתוך חוברות השקפים.
מותר לסמן עמודים בצבע או בדגלונים. אסור להכניס מחשב/מחשבון/
מכשיר אלקטרוני מכל סוג שהוא. אסורים עזרים וחומרים מקוונים.
אין להכניס חומר נוסף אחר מכל סוג. חומר העזר מודפס בלבד.

בהצלחה !!!

חלק א – עליכם לענות על כל השאלות בחלק זה במחברת הבחינה

שאלה 1 (25 נקודות)

נתון מערך דו-ממדי ריבועי mat המכיל מספרים שלמים. נסמן את מספר השורות והעמודות במערך ב- n . המספרים ב- mat הם חיוביים ממש בלבד (ללא אפסים).

המסלולים בהם נעבור במערך מתחילים תמיד בתא הראשון $(0,0)$ ועד לתא האחרון שהוא התא $(mat.length-1, mat.length-1)$, כאשר אפשר לעבור מתא (i, j) לכל ארבעת שכניו מימין, משמאל, למעלה ולמטה, אבל לא באלכסון.

אנחנו מעוניינים למצוא את המסלול שהמספר המקסימלי בו הוא המינימלי מבין המספרים המקסימלים במסלולים האחרים האפשריים. במילים אחרות, אם נסתכל על כל המסלולים במערך לפי המתואר לעיל, ובכל מסלול נמצא את האיבר המקסימלי, נרצה להחזיר את האיבר המקסימלי הכי קטן מכולם.

כתבו שיטה סטטית רקורסיבית המקבלת מערך דו-ממדי ריבועי mat המלא במספרים שלמים, חיוביים ממש בלבד, ומחזירה את ערכו של המספר המינימלי מבין המספרים המקסימלים בכל המסלולים האפשריים.

דוגמאות:

• נתונים המערכים הבאים:

		0	1
B =	0	1	3
	1	4	2

		0	1
A =	0	1	2
	1	3	4

בכל אחד מהמערכים A ו-B יש שני מסלולים מהתא הראשון לאחרון:

○ המסלול הראשון עובר בתאים $[0][0] \rightarrow [0][1] \rightarrow [1][1]$

○ המסלול השני עובר בתאים $[0][0] \rightarrow [1][0] \rightarrow [1][1]$

במערך A המספר המקסימלי במסלול הראשון הוא 4, והמספר המקסימלי במסלול השני הוא 4. לכן יוחזר 4

במערך B המספר המקסימלי במסלול הראשון הוא 3, והמספר המקסימלי במסלול השני הוא 4. לכן יוחזר 3.

• אם המערכים הם:

	0	1	2	3
0	4	5	8	2
1	3	12	16	7
2	13	1	10	14
3	15	11	9	6

D =

	0	1	2	3
0	4	5	8	2
1	3	12	7	16
2	13	1	10	14
3	15	11	9	6

C =

אז במערך C המספר שיוחזר יהיה 10, שהוא המקסימום במסלול המסומן, והוא המינימלי מבין כל ערכי המקסימום של כל המסלולים האחרים.

אבל אם נחליף את התאים [1][3] שבו יש 16 ואת [1][2] שבו יש 7, (זה המערך D), המספר שיוחזר יהיה 12, שהוא המקסימום במסלול המסומן. שימו לב ש-12 הוא המקסימום גם במסלול הזה: $[0][0] \rightarrow [0][1] \rightarrow [1][1] \rightarrow [2][1] \rightarrow [2][2] \rightarrow [3][2] \rightarrow [3][3]$

• אם המערכים הם:

	0	1	2	3	4
0	4	1	9	3	25
1	24	23	2	21	5
2	13	12	15	16	22
3	17	11	18	19	20
4	10	14	8	7	6

D =

	0	1	2	3	4
0	4	1	9	3	25
1	24	23	22	21	5
2	13	12	15	16	14
3	17	11	18	19	20
4	10	2	8	7	6

C =

אז במערך C המספר שיוחזר יהיה 21, שהוא המקסימום במסלול המסומן, והוא המינימלי מבין כל ערכי המקסימום של כל המסלולים האחרים. שימו לב ש-21 הוא המקסימום בעוד כמה מסלולים. לדוגמא:

1. $[0][0] \rightarrow [0][1] \rightarrow [0][2] \rightarrow [0][3] \rightarrow [1][3] \rightarrow [2][3] \rightarrow [3][3] \rightarrow [4][3] \rightarrow [4][4]$
2. $[0][0] \rightarrow [0][1] \rightarrow [0][2] \rightarrow [0][3] \rightarrow [1][3] \rightarrow [2][3] \rightarrow [2][2] \rightarrow [3][2] \rightarrow [4][2] \rightarrow [4][3] \rightarrow [4][4]$

אבל אם נחליף את התאים 2, 14, 22 במערך (זה המערך D), המספר שיוחזר יהיה 15, שהוא המקסימום במסלול המסומן.

חתימת השיטה היא:

```
public static int minOfMax(int [][] m)
```

השיטה צריכה להיות רקורסיבית ללא שימוש בלולאות כלל. כך גם כל שיטות העזר שתכתבו (אם תכתבו) לא יכולות להכיל לולאות.

- מותר לשנות את המטריצה במהלך השיטה, אבל המטריצה צריכה לחזור לקדמותה לאחר ביצוע השיטה.
- המטריצה בהכרח ריבועית. כלומר, מספר השורות שווה למספר העמודות.
- מותר להשתמש בשיטות `Math.max` ו-`Math.min` מהמחלקה `Math` וכן בקבועים `Integer.MIN_VALUE`, `Integer.MAX_VALUE` מהמחלקה `Integer`.
- מותר להשתמש בהעמסת-יתר (`Overloading`)
- אין צורך לדאוג ליעילות השיטה! אבל כמובן שצריך לשים לב לא לעשות קריאות רקורסיביות מיותרות!
- אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

שאלה 2 (25 נקודות)

נתונה השיטה הסטטית what, המקבלת כפרמטר מערך חד-ממדי המלא במספרים שלמים.

```
public static int what(int[] a)
{
    if ((a==null) || (a.length==0))
        return 0;
    int m=0;
    for (int i=0; i<a.length; i++)
        for (int j=i+1; j<a.length; j++)
            if (a[j]-a[i] > m)
                m = a[j]-a[i];
    return m;
}
```

סעיף א (4 נקודות):

מה מבצעת השיטה what באופן כללי כשהיא מקבלת מערך a כלשהו המלא במספרים שלמים? הסבירו בקצרה מה השיטה עושה ולא כיצד היא מבצעת זאת. שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. עליכם לכתוב מה המשמעות של הערך המוחזר מהשיטה. **שימו לב למקרי הקצה.**

סעיף ב (2 נקודות):

מה סיבוכיות הזמן וסיבוכיות המקום של השיטה what. נמקו את תשובתכם.

סעיף ג (17 נקודות):

כתבו שיטה סטטית בשם whatEff שתבצע את מה שביצעה השיטה what אבל בצורה יעילה יותר.

שימו לב:

השיטה שתכתבו צריכה להיות יעילה ככל הניתן, גם מבחינת סיבוכיות הזמן וגם מבחינת סיבוכיות המקום. תשובה שאינה יעילה מספיק כלומר, שתהיה בסיבוכיות גדולה יותר מזו הנדרשת לפתרון הבעיה תקבל מעט נקודות בלבד.

סעיף ד (2 נקודות):

מה סיבוכיות הזמן וסיבוכיות המקום של השיטה whatEff שכתבתם. נמקו את תשובתכם.

אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

חלק ב - את התשובות לשאלות 3, 4 ו- 5 יש לכתוב על גבי השאלון. לא נבדוק תשובות שייכתבו במקום אחר!

שאלה 3 (16 נקודות)

נניח שהמחלקה Node שלהלן מממשת צומת בעץ בינרי.

```
public class Node
{
    private int _number;
    private Node _leftSon, _rightSon;

    public Node (int number)
    {
        _number = number;
        _leftSon = null;
        _rightSon = null;
    }
    public int  getNumber()      {return _number; }
    public Node getLeftSon()     {return _leftSon; }
    public Node getRightSon()    {return _rightSon; }

    public void setNumber(int number) { _number = number; }
    public void setLeftSon(Node node) { _leftSon = node; }
    public void setRightSon(Node node) { _rightSon = node; }
}
```

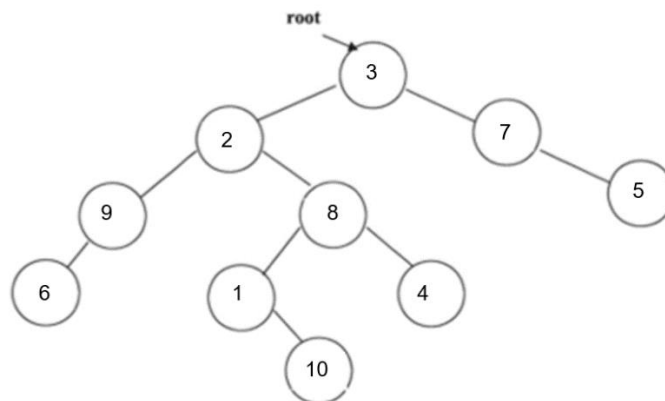
המחלקה BinaryTree מאגדת בתוכה שיטות סטטיות לטיפול בעץ בינרי.
נתון כי כל איבריו של העץ שונים זה מזה וכולם גדולים ממש מ-0.

בין השיטות נתונות השיטות what הבאות:

```
public static int what(Node root, int c)
{
    if (root == null)
        return -1;
    return what(root, c, 0);
}

public static int what(Node root, int c, int x)
{
    int ans = 0;
    if (root.getNumber() == c)
        ans = c + x;
    else
    {
        if (root.getLeftSon() != null)
            ans = what(root.getLeftSon(), c, x + root.getNumber());
        if (ans == 0 && root.getRightSon() != null) //*****
            ans = what(root.getRightSon(), c, x + root.getNumber());
    }
    return ans;
}
```

נתון העץ הבינרי הבא, ששורשו הוא root:



סעיף א (4 נקודות):

איזה ערך תחזיר השיטה what אם נקרא לה עם הפרמטרים הבאים: השורש root לעיל והערך

$c = 1$?

התשובה היא:

סעיף ב (6 נקודות):

מה מבצעת השיטה **what** באופן כללי כשהיא מקבלת כפרמטר שורש של עץ בינרי `root` ובהינתן לה מספר שלם `c` כלשהו. שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. כלומר, מה המשמעות של הערך המוחזר מהקריאה לשיטה `what`. התייחסו למקרי הקצה השונים.

התשובה היא:

סעיף ג (6 נקודות):

נשנה עתה את השורה החמישית מהסוף בשיטה השנייה, השורה שמסומנת בסופה בכוכביות. במקום שהשורה תהיה:

```
if (ans == 0 && root.getRightSon() != null)
```

נשנה אותה לשורה:

```
if (root.getRightSon() != null)
```

כלומר נמחק את החלק הראשון של התנאי ונותר רק את השני.

עליכם לצייר עץ בעל מספר צמתים מינימלי, וכתבו ערך עבור הפרמטר `c`, כך שאם נריץ פעם אחת את השיטה המקורית ופעם שניה עם השינוי בתנאי, יתקבלו תשובות שונות זו מזו.

הסבירו את תשובתכם.

התשובה היא:

שאלה 4 (18 נקודות)

נתונה המחלקה `IntNode` הבאה, המייצגת איבר ברשימה מקושרת חד-סטרית המכילה מספרים שלמים:

```
public class IntNode
{
    private int _value;
    private IntNode _next;

    public IntNode(int val, IntNode n) {
        _value = val;
        _next = n;
    }

    public int getValue()           { return _value; }
    public IntNode getNext()        { return _next; }
    public void setValue(int v)     { _value = v;   }
    public void setNext(IntNode node) { _next = node; }
}
```

נתונה רשימה מקושרת חד-סטרית, הממומשת בעזרת המחלקה `IntList` שחלק משיטותיה כתובות להלן. במחלקה הוגדרו הבנאים והשיטות הבאות:

```
public class IntList
{
    private IntNode _head;

    public IntList()           { _head = null; }
    public IntList(IntNode node) { _head = node; }

    public IntList secret(int k) //k is a positive integer
    {
        IntNode current = _head;
        for (int i = 0; i < k; i++) {
            IntNode j = current;
            while (j != null) {
                if (j.getValue() % k == i) {
                    int temp = j.getValue();
                    j.setValue(current.getValue());
                    current.setValue(temp);
                    current = current.getNext();
                }
                j = j.getNext();
            }
        }
        return new IntList(_head);
    }
} //end of class IntList
```

בשאלות להלן, נסמן את איברי הרשימה כמספרים מופרדים בפסיקים, בתוך סוגריים מסולסלים. כאשר המספר **השמאלי** מסמן את **ראש** הרשימה.

סעיף א (4 נקודות)

אם נפעיל את השיטה **secret** על הרשימה list1 הבאה {38, 6, 14, 133, 402, 20}, כאשר הפרמטר $k=10$, איך תיראה הרשימה לאחר הפעלת השיטה?

התשובה היא:

סעיף ב (4 נקודות)

נתונה הרשימה list1 הבאה {38, 6, 14, 133, 402, 20}, איזה ערך צריך לשים בפרמטר k כדי שלאחר הפעלת השיטה **secret** על הרשימה, הרשימה תישאר כשהייתה? **k חיובי ממש.**

התשובה היא:

סעיף ג (5 נקודות)

נתונה הרשימה list1 הבאה {81, 17, 8, 60, 101, 100, 24}. האם יש שני ערכים שונים **חיוביים ממש** k_1 ו- k_2 , כך שאם נפעיל את השיטה **secret** על הרשימה list1 פעם עם הפרמטר k_1 ופעם עם הפרמטר k_2 , הרשימה שתתקבל לאחר הפעלת השיטה תהיה זהה? אם כן, כתבו מהם הפרמטרים, ואם לא, הסבירו מדוע. (שימו לב ששתי ההפעלות נעשות על הרשימה המקורית list1).

התשובה היא:

סעיף ד (5 נקודות)

מה מבצעת השיטה **secret** באופן כללי? הסבירו בקצרה **מה** השיטה עושה ולא **כיצד** היא מבצעת זאת.

שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של **מה עושה השיטה באופן כללי**, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או **איך** היא מבצעת זאת. התייחסו למקרי קצה.

התשובה היא:

שאלה 5 (16 נקודות)

נתונה השיטה הסטטית **what** הבאה. השיטה מקבלת כפרמטר מערך מלא במספרים שלמים ממוינים בסדר לא יורד (כלומר, סדר עולה, אבל גם מספרים שווים אפשריים).

```
public static double what(int[] arr)
{
    return what(arr, 0, arr.length-1);
}

private static double what(int [] a, int stIdx, int enIdx)
{
    int n = enIdx - stIdx + 1;
    if (n % 2 == 1)
        return a[(stIdx + enIdx)/2];
    return (a[(stIdx+ enIdx)/2] + a[(stIdx+ enIdx)/2+1]) / 2.0;
}
```

סעיף א (2 נקודות)

נתון מערך חד-ממדי a המלא במספרים שלמים, וממוין בסדר **עולה ממש** (ללא מספרים זהים)

	0	1	2	3	4	5	6	7
$a =$	-6	-4	1	2	3	4	5	8

איזה ערך תחזיר השיטה `what` בעקבות הקריאה `what(a)`?

התשובה היא:

סעיף ב (3 נקודות)

מה מבצעת השיטה `what` באופן כללי כשהיא מקבלת מערך a כלשהו המלא במספרים שלמים וממוין בסדר עולה ממש? הסבירו בקצרה מה השיטה עושה ולא כיצד היא מבצעת זאת.

שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. עליכם לכתוב מה המשמעות של הערך המוחזר מהשיטה. **שימו לב למקרי הקצה.**

התשובה היא:

נתונה השיטה הסטטית something הבאה. גם בשיטה זו המערכים המועברים כפרמטרים מלאים במספרים שלמים והם ממוינים בסדר עולה ממש. שני המערכים a ו-b הם באורך n.

```
public static double something (int[] a, int[] b)
{
    int stA=0, enA=a.length-1;
    int stB=0, enB=b.length-1;

    while (enA - stA > 1)
    {
        double mA = what(a, stA, enA);
        double mB = what(b, stB, enB);

        if (mA == mB)
            return mA;

        if (mA < mB)
        {
            stA = (stA + enA + 1) / 2;
            enB = (stB + enB) / 2;
        }
        else
        {
            enA = (stA + enA) / 2;
            stB = (stB + enB + 1) / 2;
        }
    }

    return (Math.max(a[stA], b[stB]) +
            Math.min(a[enA], b[enB])) / 2.0;
}
```

סעיף ג (4 נקודות)

נתונים המערכים החד-ממדיים a ו-b הבאים המלאים במספרים שלמים וממוינים בסדר עולה ממש.

	0	1	2	3	4	5	6	7
a =	-6	-4	1	2	3	5	9	18
b =	-4	-1	2	4	5	7	8	12

איזה ערך תחזיר השיטה something בעקבות הקריאה something(a, b)?

התשובה היא:

סעיף ד (7 נקודות)

מה מבצעת השיטה something באופן כללי כשהיא מקבלת שני מערכים a ו-b כלשהם באותו אורך, המלאים במספרים שלמים וממוינים (כל אחד בנפרד) בסדר לא יורד? הסבירו בקצרה מה השיטה עושה ולא כיצד היא מבצעת זאת.

שימו לב, עליכם לתת תיאור ממצה של מה עושה השיטה באופן כללי, ולא תיאור של מה עושה כל שורה בשיטה, או איך היא מבצעת זאת. עליכם לכתוב מה המשמעות של הערך המוחזר מהשיטה. **שימו לב למקרי הקצה**

התשובה היא:

ב ה צ ל ח ה!