האוניברסיטה הפתוחה

י"ח בשבט תשפ"ג

מס' שאלון - 468

9

בפברואר 2023

סמסטר 2023א

מס' מועד 65

4 / 20441

שאלון בחינת גמר

20441 - מבוא למדעי המחשב ושפת Java

משך בחינה: 3 שעות

בשאלון זה **10** עמודים

מבנה הבחינה:

קראו בעיון את ההנחיות שלהלן:
* בבחינה יש ארבע שאלות.
* 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 לקובץ התשובות.
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.
* בכתיבת התכניות יש להשתמש אך ורק במרכיבי השפה שנלמדו בקורס זה
אין להשתמש במשתנים גלובליים!
* אפשר לתעד בעברית. אין צורך בתיעוד API .

חומר עזר:
חוברות השקפים 1-6, 7-12.
אין להכניס חומר מודפס נוסף או חומר אחר מכל סוג.
אין להכניס מחשב או מחשבון או מכשיר אלקטרוני מכל סוג שהוא.
חומר העזר מודפס בלבד.

בהצלחה !!!

חלק א – כל התשובות צריכות להיכתב בתוך קובץ המבחן במקומות המתאימים בלבד. תשובה שתיכתב לא במקומה לא תיבדק.

שאלה 1 (25 נקודות)

בשאלה זו נתייחס לביטויים שמכילים סוגריים ימניים ושמאליים בלבד. סוגר שמאלי הוא התו '(' וסוגר ימני הוא התו ')'. **זוג סוגריים** מכיל סוגר שמאלי אחד וסוגר ימני אחד.

נגדיר ביטוי המכיל סוגריים כ**חוקי** (valid), אם מספר הסוגרים השמאליים שווה למספר הסוגרים הימניים, ובכל רישא (התחלה) של הביטוי, מספר הסוגרים הימניים שלו אינו גדול ממספר הסוגרים השמאליים שלו. (רישא - חלק של הביטוי שמופיע ברצף מהתחלת הביטוי ועד למיקום כלשהו בביטוי).

עליכם לכתוב שיטה סטטית **רקורסיבית** שמקבלת מספר שלם חיובי n, **מדפיסה** את כל הביטויים החוקיים המכילים **n זוגות** סוגריים **ומחזירה** את מספרם.

חתימת השיטה היא:

public static int countPairs (int n)

לדוגמה, בהינתן n = 3, השיטה צריכה להדפיס את כל הביטויים החוקיים הכתובים להלן:

((()))

(()())

(())()

()(())

()()()

ואז על השיטה להחזיר את הערך 5.

לסיכום: השיטה צריכה להדפיס את הביטויים החוקיים שבהם יש n זוגות סוגריים ולהחזיר את מספרם.

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

- **אין צורך לדאוג ליעילות השיטה! אבל כמובן שצריך לשים לב לא לעשות קריאות רקורסיביות מיותרות!**
- **מי שיכתוב שיטה שרק תחזיר את מספר הביטויים החוקיים ולא תדפיס את כל הביטויים יקבל 15 נקודות לכל היותר (אם הפתרון יהיה נכון).**
- **אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!**

שאלה 2 (25 נקודות)

נסמן סדרת מספרים טבעיים באורך n כך: $< a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n >$.

נגדיר: סדרת מספרים טבעיים נקראת **סופר-עולה** (super-ascending) אם כל איבר בסדרה גדול מסכום האיברים שקדמו לו.

כלומר, לכל $1 \le i < n$ מתקיים $a_{i+1} > a_1 + a_2 + \ldots + a_i$.

בהינתן סדרה **סופר-עולה** $< a_1, \ldots, a_n >$ ומספר k, ברצוננו לדעת האם קיימת תת קבוצה של האיברים $\{a_1,\ldots,a_n\}$ שסכום איבריה הוא **בדיוק** k.

שימו לב, התת-קבוצה יכולה לכלול איברים כלשהם, לאו דווקא איברים רצופים בסדרה. כל איבר בסדרה יכול להופיע בתת-הקבוצה פעם אחת בלבד.

דוגמא:

הסדרה $< 2, 3, 8, 27 >$ היא סדרה **סופר-עולה**. עבור $k = 30$ יש תת קבוצה העונה על הדרישות והיא $\{3, 27\}$.

עבור $k = 7$ אין תת קבוצה העונה על הדרישות כיון ש- $\{2, 2, 3\}$ אינו פתרון חוקי.

כתבו שיטה סטטית בוליאנית המקבלת כפרמטרים מערך חד-ממדי arr המלא במספרים שלמים המהווים סדרה **סופר-עולה**, ומספר שלם k. השיטה צריכה להחזיר true אם קיימת במערך תת-קבוצה שסכום איבריה הוא בדיוק k , ו- false אחרת.

אפשר להניח שבמערך יש סדרה סופר-עולה, ואין צורך לבדוק זאת.

חתימת השיטה היא:

```
public static boolean superInc (int [] arr, int k)
```

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.

ציינו מהי סיבוכיות זמן הריצה ומהי סיבוכיות המקום של השיטה שכתבתם. הסבירו תשובתכם.

אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

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

שאלה 3 (25 נקודות)

נניח שהמחלקה Node שלהלן מממשת עץ 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 num)     { _number = num;    }
     public void setLeftSon(Node node)  { _leftSon = node;  }
     public void setRightSon(Node node) { _rightSon = node; }

}
```

המחלקה BinaryTree מאגדת בתוכה שיטות סטטיות לטיפול בעץ בינרי.

בין השיטות נתונה השיטה what הבאה:

```
    public static int what(Node root)
    {
        return what(root, 1);
    }
```

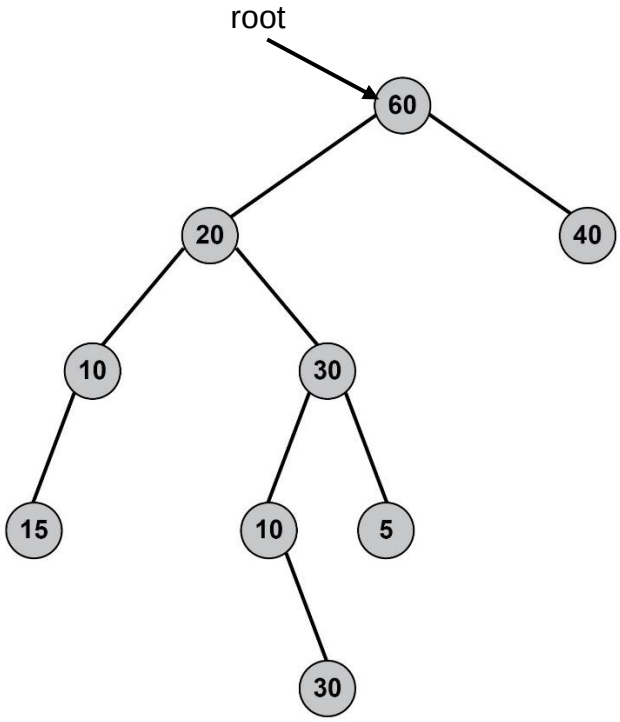
- המשך השאלה בעמוד הבא -

```
private static int what(Node root, int op)
{
    if (root == null)
        if (op == 0)
            return Integer.MIN_VALUE;
        else
            return Integer.MAX_VALUE;

    if (root.getLeftSon() == null &&
        root.getRightSon() == null)
        return root.getNumber();

    if (op == 1)
        return Math.max(
            what(root.getLeftSon(), 0),
            what(root.getRightSon(), 0));
    else
        return Math.min(
            what(root.getLeftSon(), 1),
            what(root.getRightSon(), 1));
}
```

נתון העץ הבינרי הבא, ששורשו הוא root



ענו על הסעיפים הבאים:

א. מה תחזיר השיטה what בעקבות הקריאה BinaryTree.what(root)? (5 נק')

התשובה היא:

_____

ב. נניח שאנחנו משנים את השיטה what לשיטה what1 הבאה (ארבעת השינויים מודגשים בקוד):

```
public static int what1(Node root)
{
    return what1(root, 1);
}

private static int what1(Node root, int op)
{
    if (root == null)
        if (op == 0)
            return Integer.MAX_VALUE;      //כאן השינוי הראשון
        else
            return Integer.MIN_VALUE;      //כאן השינוי השני

    if (root.getLeftSon() == null &&
        root.getRightSon() == null)
        return root.getNumber();

    if (op == 1)
        return Math.min(                   // כאן השינוי השלישי
            what1(root.getLeftSon(), 0),
            what1(root.getRightSon(), 0));
    else
        return Math.max(                   // כאן השינוי הרביעי
            what1(root.getLeftSon(), 1),
            what1(root.getRightSon(), 1));
}
```

מה תחזיר השיטה what1 בעקבות הקריאה BinaryTree.what1(root)? (5 נק')

התשובה היא:

_____

ג. אנו מעוניינים שהשיטה what תחזיר בעקבות הקריאה BinaryTree.what(root) את הערך 15, האם אפשר לעשות זאת על-ידי שינוי **בודד בעץ ששורשו root שמצויר לעיל**? השינוי צריך להיות בערך של צומת אחד בעץ. כלומר, אם אפשר לעשות זאת, עליכם לכתוב באיזה צומת צריך לשנות את הערך, ולאיזה ערך צריך לשנות אותו. אם אי אפשר, עליכם להסביר בצורה מדויקת למה אי אפשר. שימו לב, השינוי הוא בערך של אחד הצמתים בעץ, לא בשיטה what. (7 נק')

התשובה היא:

_____

_____

ד. אנו מעוניינים שהשיטה what1 תחזיר בעקבות הקריאה BinaryTree.what1(root) את הערך 50, האם אפשר לעשות זאת על-ידי שינוי **בודד בעץ ששורשו root שמצויר לעיל**? השינוי צריך להיות בערך של צומת אחד בעץ. כלומר, אם אפשר לעשות זאת, עליכם לכתוב באיזה צומת צריך לשנות את הערך, ולאיזה ערך צריך לשנות אותו. אם אי אפשר, עליכם להסביר בצורה מדויקת למה אי אפשר. שימו לב, השינוי הוא בערך של אחד הצמתים בעץ, לא בשיטה what. (8 נק')

התשובה היא:

_____

_____

_____

_____

המשך הבחינה בעמוד הבא

שאלה 4 (25 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 IntNode(int val) {
        _value = val;
        _next = null;
    }

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

נתונה רשימה מקושרת חד-סטרית, הממומשת בעזרת המחלקה IntList שלהלן. במחלקה הוגדרה השיטה secret הבאה:

```
public class IntList
{
    private IntNode _head;

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

    public IntList secret()
    {
        IntNode p;
        IntNode temp, pTemp;
        IntNode i, j, k, l, ptr=null;

        temp = _head.getNext();
        pTemp = _head;
```

- המשך השיטה בעמוד הבא -

```
        while (temp != null)
        {
            IntNode x = temp.getNext();
            if (temp.getValue() %2  != 0)
            {
                pTemp.setNext(x);
                temp.setNext(_head);
                _head = temp;
            }
            else
                pTemp = temp;
            temp = x;
        }

        temp = _head.getNext();
        pTemp = _head;

        while (temp != null && temp.getValue() % 2  != 0)
        {
            pTemp = temp;
            temp = temp.getNext();
        }

        p = temp;
        pTemp.setNext(null);

        i = _head;
        j = p;

        while (j != null && i != null)
        {
            k = i.getNext();
            l = j.getNext();
            i.setNext(j);
            j.setNext(k);
            ptr = j;
            i = k;
            j = l;
        }

        if (i == null)
            ptr.setNext(j);

        return new IntList(_head);

    } //end of secret

}    // end of class IntList
```

סעיף א (4 נקודות)

אם נפעיל את השיטה secret על הרשימה list הבאה:

list = 1→ 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → null

איך תיראה הרשימה שתוחזר מהפעלת השיטה secret על הרשימה list?

התשובה היא:

סעיף ב (4 נקודות)

איך צריכה להיראות הרשימה list כדי שאם נפעיל את השיטה secret עליה, תוחזר הרשימה הבאה:

7→ 7 → 7 → 7 → null

התשובה היא:

סעיף ג (5 נקודות)

האם יש רשימה בעלת 5 איברים **שונים זה מזה**, שלאחר שנפעיל עליה את השיטה secret תוחזר בדיוק אותה הרשימה? אם כן, תנו דוגמא לרשימה כזו. אם לא, הסבירו מדוע לא תיתכן רשימה כזו.

התשובה היא:

סעיף ד (6 נקודות)

האם יש רשימה בעלת 5 איברים **שונים זה מזה**, שלאחר שנפעיל עליה את השיטה secret תוחזר אותה הרשימה **בסדר הפוך**? אם כן, תנו דוגמא לרשימה כזו. אם לא, הסבירו מדוע לא תיתכן רשימה כזו.

התשובה היא:

סעיף ה (6 נקודות)

תנו דוגמא לשתי רשימות שונות, כל אחת בת 4 איברים לפחות, ובכל אחת לפחות 2 ערכים שונים, כך שאם נפעיל את השיטה secret על כל אחת מהן, השיטה תחזיר אותה רשימה (בשתי ההפעלות). אם זה לא יתכן, הסבירו מדוע.

התשובה היא:

ב ה צ ל ח ה!