

# מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20441 - מבוא למדעי המחשב ושפת Java

חומר הלימוד למטלה: יחידות 9-10 נושא המטלה: יעילות ורקורסיה

מספר השאלות: 4 משקל המטלה: 5 נקודות

סמסטר: ב2022 מועד אחרון להגשה: 28.5.2022

השאלות במטלה זו לקוחות מבחינות גמר שונות או דומות לשאלות של בחינות גמר. אנו ממליצים מאד, בשלב הראשון, לענות עליהן ללא הרצה במחשב (כפי שמקובל בבחינת הגמר).

את התשובות לכל השאלות עליכם לכתוב במחלקה אחת בשם Ex14.java (בדיוק).  
את התשובות לשאלות על הסיבוכיות כתבו כחלק מה-API.

## שאלה 1- 25 נקודות

בשאלה זו נניח ש-m הוא מערך דו ממדי ריבועי (מספר השורות שלו שווה למספר העמודות).  
התבוננו בשיטות הבאות:

```
public static boolean what(int [][] m)
{
    int n=m.length;
    for(int x=0; x<n; x++)
        for (int y=0; y<(n-1); y++)
            if(m[x][y] > m[x][y+1]) return false;
    for(int x=0; x<n; x++)
        for (int y=0; y<(n-1); y++)
            if(m[y][x] > m[y+1][x]) return false;
    return true;
}
```

```

public static boolean riddle(int [][] m, int val)
{
    int n = m.length;
    for(int x=0; x<n; x++)
        for (int y=0; y<n; y++)
            if(m[x][y] == val) return true;
    return false;
}

public static boolean test(int [][] m)
{
    int n=m.length;
    for(int r=0; r<(n-1); r++)
        for (int c=0; c<n; c++)
            for (int i=0; i<n; i++)
                if(m[r][c] > m[r+1][i]) return false;
    return true;
}

```

### סעיף א - (6 נקודות)

עליכם לסמן את כל הטענות הנכונות:

1. בהינתן מערך  $m$ , אם השיטה `test` תחזיר `true` עבור המערך  $m$  אזי גם השיטה `what` תחזיר `true` עבור המערך  $m$ .
2. בהינתן מערך כל-שהוא  $m$ , אם השיטה `what` תחזיר `true` עבור המערך  $m$  אזי גם השיטה `test` תחזיר `true` עבור המערך  $m$ .
3. זמן הריצה של השיטה `what` הוא  $O(n^2)$  אם  $n$  הוא מספר השורות במערך  $m$ .
4. זמן הריצה של השיטה `test` הוא  $O(n^2)$  אם  $n$  הוא מספר השורות במערך  $m$ .
5. זמן הריצה של השיטה `riddle` הוא  $O(n^2)$  אם  $n$  הוא מספר השורות במערך  $m$ .
6. זמן הריצה של השיטה `riddle` הוא  $O(n)$  אם  $n$  הוא מספר התאים במערך  $m$ .

## סעיף ב - (19 נקודות)

כתבו את השיטות הבאות :

1. נתון ש-m הוא מערך שכשנעביר אותו כפרמטר לשיטה what השיטה תחזיר true. השיטה findValWhat צריכה לבדוק האם הערך val נמצא במערך m בזמן ריצה  $O(n)$  כאשר n הוא מספר השורות במערך m. (7 נקודות) (פתרון לא רקורסיבי)

חתימת השיטה תהיה:

```
public static boolean findValWhat (int [][] m, int val)
```

2. נתון ש-m הוא מערך שכשנעביר אותו כפרמטר לשיטה test השיטה תחזיר true. השיטה findValTest צריכה לבדוק האם הערך val נמצא במערך m בזמן ריצה  $O(n)$  כאשר n הוא מספר השורות במערך m. (12 נקודות) (פתרון לא רקורסיבי)

חתימת השיטה תהיה:

```
public static boolean findValTest (int [][] m, int val)
```

שימו לב:

השיטות שתכתבו צריכות להיות יעילות 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.

ניתן להשתמש בשיטות עזר ככל הנדרש. בחישוב הסיבוכיות צריך לחשב גם את הזמן והמקום של שיטות העזר.

כתבו מה סיבוכיות זמן הריצה וסיבוכיות המקום של השיטות שכתבתם.  
הסבירו תשובתכם.

אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

## שאלה 2- 25 נקודות

נתון מערך חד-ממדי a המלא במספרים שלמים.

כתבו שיטה סטטית, המקבלת כפרמטר מערך כזה, ומחזירה את מספר התת-מערכים בתוכו שהם מסודרים בסדר עולה ממש (כלומר ללא מספרים שווים). שימו לב שאנו מדברים על תאים סמוכים אחד לשני. אורך של תת-מערך מסודר בסדר עולה ממש הוא לפחות 2.

לדוגמא,

- אם נתון המערך a הבא :

		0	1	2	3	4
a	=	1	2	4	4	5

השיטה צריכה להחזיר את הערך 4.

אלו ארבעת התת-מערכים המסודרים בסדר עולה ממש :

{1, 2}, {1, 2, 4}, {2, 4}, {4, 5}

- אם נתון המערך a הבא :

		0	1	2
a	=	1	3	2

השיטה צריכה להחזיר את הערך 1. התת-מערך {1, 3}

- אם נתון המערך a הבא :

		0	1	2	3	4
a	=	5	4	3	2	1

השיטה צריכה להחזיר את הערך 0.

חתימת השיטה היא:

```
public static int strictlyIncreasing (int[] a)
```

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.

ניתן להשתמש בשיטות עזר ככל הנדרש. בחישוב הסיבוכיות צריך לחשב גם את הזמן והמקום של שיטות העזר.

מה סיבוכיות זמן הריצה וסיבוכיות המקום של השיטה שכתבתם?  
הסבירו תשובתכם. אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

### שאלה 3- 25 נקודות

נגדיר **סדרה שטוחה** (flat sequence) של מספרים שלמים אם כל המספרים בה הם אותו מספר או שהסדרה מורכבת משני מספרים עוקבים (consecutive). לדוגמא,

הסדרות הבאות הן שטוחות:

- 4, 4, 4, 4, 4

- 2, 3, 2, 2, 2, 3, 3, 2

הסדרות הבאות אינן שטוחות:

- 2, 3, 4, 3, 4, 3, 3, 2 כי היא מורכבת משלושה מספרים ולא רק שניים

- 2, 4, 2, 2, 2, 4, 4, 2 כי המספרים 2 ו-4 אינם מספרים עוקבים.

סדרה ריקה, או סדרה שיש בה איבר אחד נחשבת כסדרה שטוחה.

כתבו שיטה סטטית **רקורסיבית** המקבלת מערך של מספרים שלמים `arr`, ומחזירה את אורכו של התת-מעריך המקסימלי המהווה סדרה שטוחה.

**שימו לב, בתת-מעריך מודבר על האיברים בתאים סמוכים אחד לשני.**

לדוגמא, עבור המעריך הבא

0	1	2	3	4	5
4	5	6	5	4	3

השיטה תחזיר 3. שכן, התת-מערכים שמהווים סדרות השטוחות במעריך הם:

- {4, 5} באורך 2

- {5, 6, 5} באורך 3

- {5, 4} באורך 2

- {4, 3} באורך 2

מכאן שהתת-סדרה השטוחה הארוכה ביותר במעריך היא באורך 3, וזה הערך שיוחזר.

**חתימת השיטה היא:**

```
public static int longestFlatSequence (int[] arr)
```

**עזרה:**

כדאי שתכתבו שיטת עזר שמחשבת ומחזירה את אורך הסדרה השטוחה החל מאינדקס מסוים במעריך. חתימה של השיטה יכולה להיות כזו:

```
public static int lengthFlat (int [] arr, int index)
```

כמובן שהחתימה יכולה להכיל גם פרמטרים נוספים, כמו המונה (counter) של אורך התת-סדרה עד עכשיו, שני הערכים שיכולים להיות בסדרה, ועוד.

**השיטה צריכה להיות רקורסיבית ללא שימוש בלולאות כלל. כך גם כל שיטות העזר שתכתבו (אם תכתבו) לא יכולות להכיל לולאות. תשובה שתכיל לולאה, אפילו במקום שולי בתשובתכם לשאלה זאת, תקבל אפס נקודות.**

מותר להשתמש בשיטה Math.max

## שאלה 4- 25 נקודות

נתון מערך דו-ממדי mat, שערכיו הם המספרים השלמים 1, 0 או -1. מספר השורות לא בהכרח שווה למספר העמודות. מספר העמודות בכל השורות שווה.

נגדיר **מסלול** במערך אם הוא מקיים את התנאים הבאים:

1. התא הראשון במסלול הוא mat[0][0] (שורה ראשונה ועמודה ראשונה)
2. המסלול עובר אך ורק בתאים שמכילים 1 או 0.
3. בשורה עם אינדקס זוגי, אפשר ללכת אך ורק לתא **מימין** באותה שורה או לרדת לשורה הבאה באותה עמודה.
4. בשורה עם אינדקס אי-זוגי, אפשר ללכת אך ורק לתא **משמאל** באותה שורה או לרדת לשורה הבאה באותה עמודה.

כל מעבר של מסלול בתא שבו מופיע הערך 1 מעניק נקודה אחת. מעבר של המסלול בתא שבו מופיע הערך 0 לא מעניק אף נקודה. כזכור אסור למסלול לעבור בתאים שבהם הערך הוא -1.

עליכם לכתוב שיטה סטטית רקורסיבית המקבלת מערך דו-ממדי כנ"ל, המחזירה את סכום הנקודות הגבוה ביותר אליו אפשר להגיע במסלול כלשהו במערך הדו מימדי mat.

**לדוגמא**, מספר הנקודות המקסימלי במערך משמאל הוא 9.

במערך מימין מסומן המסלול, ומודגשים התאים במסלול שערכם הוא 1.

	0	1	2	3	4
0	1	1	-1	1	1
1	1	0	0	-1	1
2	1	1	1	1	-1
3	-1	-1	1	1	1
4	1	1	-1	-1	1

	0	1	2	3	4
0	1	1	-1	1	1
1	1	0	0	-1	1
2	1	1	1	1	-1
3	-1	-1	1	1	1
4	1	1	-1	-1	1

אם בתא [0][0] הערך הוא -1 השיטה תחזיר -1.

חתימת השיטה היא:

```
public static int findMaximum(int[][] mat)
```

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

אפשר להשתמש בהעמסת-יתר (overloading).

מותר לשנות את המערך במהלך השיטה, אבל בסופה הוא צריך לחזור למצבו המקורי.

אין צורך לדאוג ליעילות השיטה, אבל כמובן שצריך לשים לב לא לעשות קריאות רקורסיביות מיותרות! אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

**שימו לב:**

**בשאלות 3 ו-4:**

- אין צורך לדאוג ליעילות השיטה שתכתבו! אבל כמובן שצריך לשים לב לא לעשות קריאות רקורסיביות מיותרות!

- אפשר להשתמש בהעמסת-יתר (overloading).

- מותר לשנות את המערך במהלך השיטה, אבל בסופה הוא צריך לחזור למצבו המקורי.

**בכל השאלות:**

- אסור להשתמש במשתנים גלובליים שהוגדרו מחוץ לשיטות עצמן!

- אל תשכחו לתעד את מה שכתבתם!

שימו לב ששמנו טסטר באתר הקורס. חובה שהטסטר ירוץ עם המחלקה שכתבתם ללא שגיאות קומפילציה. אם יש שיטה שלא כתבתם, כתבו חתימה והחזירו ערך סתמי כדי שהטסטר ירוצו עם המחלקה ללא שגיאות קומפילציה. אם בהרצת הטסטר יתגלו שגיאות קומפילציה הציון במטלה יהיה אפס, ללא אפשרות ערעור.

## הגשה

1. הגשת הממ"ן נעשית בצורה אלקטרונית בלבד, דרך מערכת שליחת המטלות.
2. הקפידו ששמות השיטות יהיו **בדיוק** כפי שמוגדר בממ"ן.
3. עליכם לתעד את כל השיטות שאתם כותבים בתיעוד API ובתיעוד פנימי המסביר מה עשיתם בשיטה. בתיעוד זה כתבו גם מה הסיבוכיות של השיטות (בשאלות 1 ו-2).
4. **את התשובות לכל השאלות עליכם לכתוב במחלקה אחת בשם Ex14.java (בדיוק). ארזו אותו בתוך קובץ zip. אין לשלוח קבצים נוספים.**

## בהצלחה