

תכנות מערכות בשפת C

תרגיל מס' 4

פתרו את השאלות הבאות. יש לסיים את התרגיל עד יום 27.3

שאלה 1

כתבו תכנית שהקלט שלה הוא סדרת תווים מן ה-abc המסתיימת בנקודה (.), ואשר אורכה אינו נתון מראש. שימו לב שאין הנחה מגבילה על אורך סדרת הקלט. ייתכן ואורכה רב (למשל – 10,000,000 תווים), ולכן יש לקלוט את התווים אחד-אחד ולא ניתן להניח שאפשר לשמור בו-זמנית את כל הסדרה בזיכרון המחשב.

הפלט של התכנית יהיה :

- א. מספר התת-סדרות (של תווים רצופים) המתחילות ב-a ומסתיימות ב-b. לדוגמה, עבור הקלט dsacbsabcbxxa, יש 5 תת-סדרות המקיימות את התנאי (ab, acbsab abcb, acb, dsacbsabcbxxa), ולכן הפלט יהיה 5.
- ב. מספר התת-סדרות (של תווים רצופים) המתחילות ב-a ומסתיימות ב-b, ולא כוללות את c. לדוגמה, עבור הקלט dsacbsabcbxxa, יש תת-סדרה אחת המקיימת את התנאי (ab), ולכן הפלט יהיה 1.
- ג. מספר התת-סדרות (של תווים רצופים) המתחילות ב-a ומסתיימות ב-b, והכוללות בדיוק c אחד. לדוגמה, עבור הקלט dsacbsabcbxxa, יש 3 תת-סדרות המקיימות את התנאי (acb, acbsab abcb,), ולכן הפלט יהיה 3.



בשאלות 2 – 9 נכנה מערכים דו-מימדיים בשם **מטריצות** (matrices). זהו כינוי מקובל. מטריצה שיש לה אותו מספר שורות ועמודות תכונה **מטריצה ריבועית** (square matrix). כל המטריצות בהן נעסוק בשאלות 4-11 יהיו מטריצות ריבועיות.

הניחו שבראש התכנית נכתבה ההוראה הבאה:

```
#define N 4
```

שאלה 2

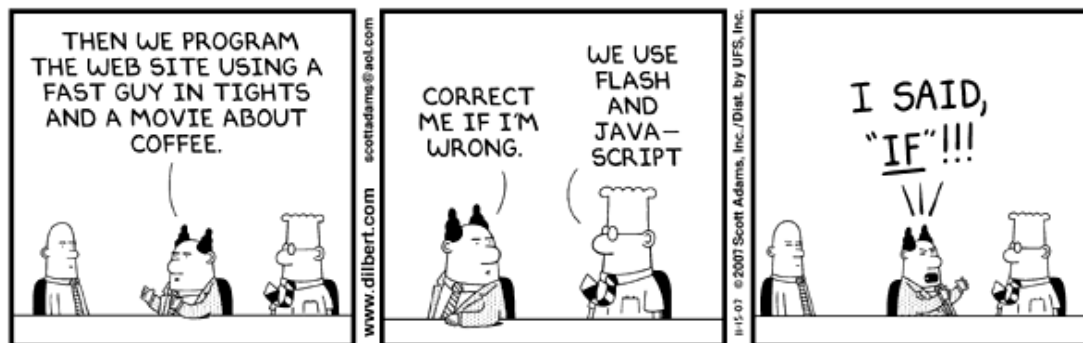
מטריצה ריבועית אשר בה האיבר הנמצא במקום ה- (i,j) שווה לאיבר הנמצא במקום ה- (j,i) , נקראת **מטריצה סימטרית** (symmetric matrix). במטריצה כזו מתקיימת סימטריה ביחס לאלכסון הראשי של המטריצה. דוגמא למטריצה סימטרית:

$$\begin{pmatrix} 3 & 9 & -4 & 2 \\ 9 & 2 & 5 & 0 \\ -4 & 5 & -1 & 3 \\ 2 & 0 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_symmetric (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצה סימטרית, ו-0 אם המטריצה אינה סימטרית.



שאלה 3

מטריצה ריבועית אשר בה האיבר הנמצא במקום ה- (i,j) שווה בגודלו לאיבר הנמצא במקום ה- (j,i) , אך הפוך בסימנו, נקראת **מטריצה אנטי-סימטרית** (anti-symmetric matrix או skew-symmetric matrix). במטריצה כזו מתקיימת אנטי-סימטריה ביחס לאלכסון הראשי של המטריצה. דוגמא למטריצה אנטי-סימטרית:

$$\begin{pmatrix} 0 & 9 & -4 & -2 \\ -9 & 0 & 5 & 0 \\ 4 & -5 & 0 & -3 \\ 2 & 0 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_anti_symmetric (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצה אנטי-סימטרית, ו-0 אם המטריצה אינה אנטי-סימטרית.

(האם תוכלו להסביר מדוע במטריצה אנטי-סימטרית, כל איברי האלכסון הראשי שווים לאפס?)

שאלה 4

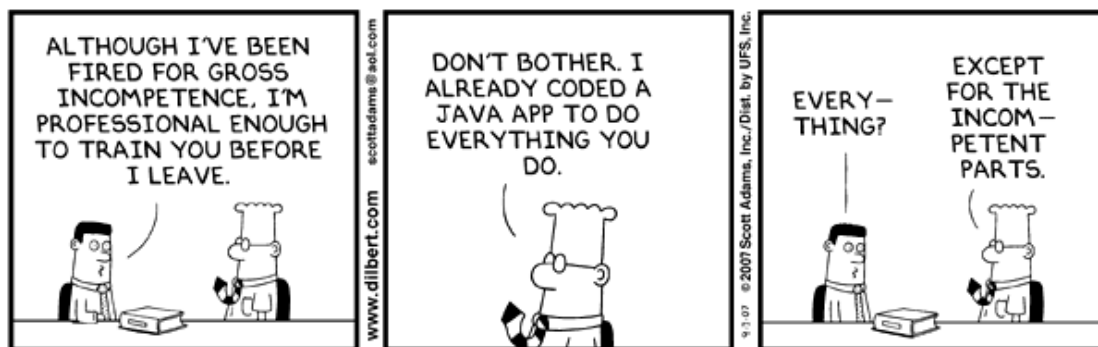
מטריצה ריבועית אשר כל איבריה שמעל לאלכסון הראשי שווים לאפס, נקראת **מטריצה משולשית תחתונה** (lower triangular matrix). דוגמא למטריצה משולשית תחתונה:

$$\begin{pmatrix} 11 & 0 & 0 & 0 \\ -9 & 2 & 0 & 0 \\ 7 & -5 & 0 & 0 \\ 23 & 0 & 4 & -5 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_lower_triangular (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצה משולשית תחתונה, ו-0 אם המטריצה אינה משולשית תחתונה.



שאלה 5

מטריצה ריבועית אשר כל איבריה שמתחת לאלכסון הראשי שווים לאפס, נקראת **מטריצה משולשית עליונה** (upper triangular matrix). דוגמא למטריצה משולשית עליונה:

$$\begin{pmatrix} 4 & 27 & 0 & 19 \\ 0 & 0 & 6 & -4 \\ 0 & 0 & 5 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & -7 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_upper_triangular (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצה משולשית עליונה, ו-0 אם המטריצה אינה משולשית עליונה.

שאלה 6

מטריצה ריבועית אשר כל איבריה שמחוץ לאלכסון הראשי שווים לאפס, נקראת **מטריצה אלכסונית** (diagonal matrix). דוגמא למטריצה אלכסונית:

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_diagonal (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצה אלכסונית, ו-0 אם המטריצה אינה אלכסונית.

(רמז: ניתן להסתמך על פונקציות שהוגדרו בסעיפים הקודמים).



שאלה 7

מטריצה ריבועית אשר כל איבריה שמחוץ לאלכסון הראשי שווים לאפס, וכל איברי האלכסון הראשי שווים זה לזה, נקראת **מטריצה סקלרית** (scalar matrix). דוגמא למטריצה סקלרית:

$$\begin{pmatrix} 7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_scalar (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצה סקלרית, ו-0 אם המטריצה אינה סקלרית.

(רמז: ניתן להסתמך על פונקציות שהוגדרו בסעיפים הקודמים).

שאלה 8

מטריצה ריבועית אשר כל איבריה שווים לאפס, נקראת **מטריצת האפס** (zero matrix). מכל סדר, יש רק מטריצת אפס אחת. למשל, מטריצת האפס מסדר 4:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

```
int is_zero (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצת האפס, ו-0 אם המטריצה אינה מטריצת האפס.

(רמז: ניתן להסתמך על פונקציות שהוגדרו בסעיפים הקודמים).



שאלה 9

מטריצה ריבועית אשר כל איבריה שווים לאפס, למעט איברי האלכסון הראשי השווים כולם לאחד, נקראת **מטריצת היחידה** (unit matrix) או **מטריצת הזהות** (identity matrix). יש רק מטריצת יחידה אחת מכל סדר גודל של מימדי מטריצה. למשל, מטריצת היחידה מסדר 4:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

כתבו פונקציה שכותרתה:

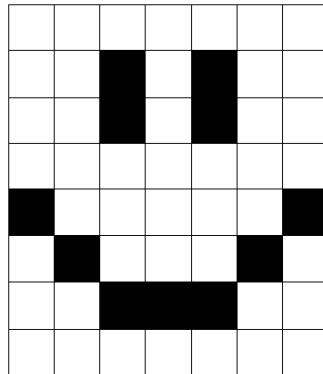
```
int is_identity (int a[N][N])
```

המקבלת מטריצה ריבועית a מסדר N , ומחזירה 1 אם a היא מטריצת הזהות, ו-0 אם המטריצה אינה מטריצת הזהות.

(רמז: ניתן להסתמך על פונקציות שהוגדרו בסעיפים הקודמים).

שאלה 10 (רשות)

ראינו בשיעור שניתן לייצג תמונה בשחור-לבן בזיכרון המחשב, על-ידי מערך דו-מימדי שאיבריו יכילו את הערך 0 (שחור) או את הערך 1 (לבן). לדוגמא, את התמונה הבאה :



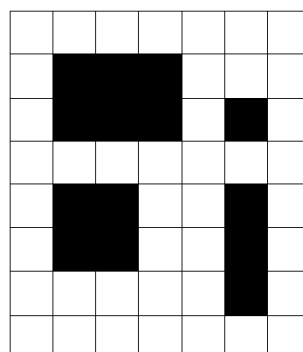
ניתן לייצג על-ידי המערך הדו-מימדי הזה :

```
int picture[8][7] = {{1,1,1,1,1,1,1},
                     {1,1,0,1,0,1,1},
                     {1,1,0,1,0,1,1},
                     {1,1,1,1,1,1,1},
                     {0,1,1,1,1,1,0},
                     {1,0,1,1,1,0,1},
                     {1,1,0,0,0,1,1},
                     {1,1,1,1,1,1,1}};
```

כתבו פונקציה בשפת C אשר כותרתה היא :

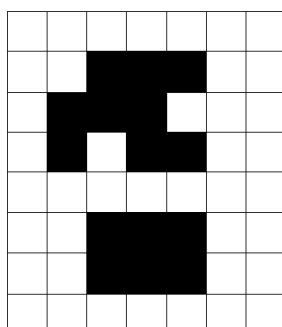
```
int count_rectangles (int picture[N][M])
```

הפונקציה מקבלת מערך דו-מימדי שמימדיו הם N שורות ו-M עמודות (הניחו שקבועים אלו הוגדרו בראש התכנית באמצעות #define), והמכיל רק אפסים או אחדים. מערך זה מייצג תמונה בשחור-לבן. הפונקציה תספור ותחזיר את מספר המלבנים השחורים המופיעים בתמונה.



לדוגמא, עבור תמונה זו הפונקציה תחזיר את הערך 4, שכן יש בה ארבעה מלבנים שחורים.

(זיכרו מלימודי הגיאומטריה שגם ריבוע הוא סוג של מלבן!)



הניחו שהצורות בתמונה הן מלבנים בלבד, כלומר – שלא תתקבל תמונה כזו :
כמו כן, הניחו כי אף מלבן לא נוגע בשפת התמונה, וכי המלבנים לא נוגעים אחד בשני (כלומר : כי כל מלבן שחור מוקף מכל עבר בפיקסלים לבנים).