

מטלת מנחה (ממ"ן) 22

הקורס: 20465 - מעבדה בתכנות מערכות

חומר הלימוד למטלה: פרקים 4,5,6

מספר השאלות: 1 משקל המטלה: 8 נקודות (רשות)

סמסטר: 2019ב' מועד אחרון להגשה: 5.5.2019

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
 - שליחת מטלות באמצעות דואר אלקטרוני, באישור המנחה בלבד
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

יש לקמפל עם דגלים מקסימליים, לקבלת כל האזהרות: **Wall -ansi -pedantic** - נדרש להגיש את קבצי המקור (.c, .h), קבצי ההרצה (את קבצי .o אין צורך לצרף), קבצי הסביבה המתאימים (כולל קבצי MAKEFILE), קבצי קלט וקבצי פלט (לפי הנחייה במפגש / באתר). נדרש ששם התיקיה ושם הקובץ לריצה יהיו כשם קובץ התוכנית הראשית, ללא הסיומת .c. יש להגיש תכניות מלאות (בין השאר מכילות main), ניתנות להידור/הרצה/בדיקת הנדרש, ללא תוספות קוד.

את המטלה יש להגיש בקובץ zip. לאחר ההגשה יש להוריד את המטלה משרת האו"פ למחשב האישי, ולבדוק שהקבצים אכן הוגשו באופן תקין.

שאלה 1 (בקבצים mat.c, mat.h, ותכנית ראשית בקובץ mymat.c)

עליכם לכתוב תכנית שפועלת כ"מחשב כיס" אינטראקטיבי לביצוע פעולות חשבוניות על מטריצות.

תזכורת:

להלן כמה פעולות חשבוניות בסיסיות על מטריצות.

חיבור מטריצות.

דוגמה:

$$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{array} + \begin{array}{cccc} 2 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 0 \end{array} = \begin{array}{cccc} 3 & 4 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 5 & 4 \end{array}$$

חיסור מטריצות.

דוגמה:

$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \end{array} - \begin{array}{cccc} 0.5 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 3 \end{array} = \begin{array}{cccc} 0.5 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & -1 \end{array}$$

כפל מטריצות.

דוגמה :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 3 & 4 \\ 10 & 6 & 6 & 8 \\ 5 & 3 & 3 & 4 \\ 10 & 6 & 6 & 8 \end{pmatrix}$$

כפל מטריצה בסקלר.

דוגמה :

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 3 \end{pmatrix} * 0.5 = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0.5 & 0 & 1 & 1.5 \end{pmatrix}$$

שחלוף (transposition) של מטריצה.

דוגמה :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

משימות התכנית :

עליכם לכתוב תכנית הקוראת פקודות מהקלט הסטנדרטי, מפענחת ומבצעת אותן. הפקודות עוסקות בפעולות חשבוניות על מטריצות (על פי התזכורת למעלה).

עליכם להגדיר, באמצעות typedef, את הטיפוס mat אשר מחזיק מטריצה בגודל 4 על 4. איברי המטריצה הם מספרים ממשיים. מבנה הנתונים שהגדרתם צריך להיות יעיל מבחינת זיכרון הנדרשת, ויעיל מבחינת הגישה אליו.

בנוסף עליכם להגדיר בתכנית הראשית שישה משתנים מטיפוס mat, בשמות הבאים :

MAT_A, MAT_B, MAT_C, MAT_D, MAT_E, MAT_F

בתחילת ריצת התכנית, יש לאתחל את כל המטריצות עם אפסים בכל האיברים.

כעת, עליכם לבצע פעולות חשבוניות על מטריצות. כל פעולה תופעל באמצעות פקודה שמועברת מהמשתמש בקלט לתכנית.

בפקודות המפורטות להלן, אופרנד שהוא מטריצה יהיה אחד מששת המשתנים שהוגדרו לעיל. כיוון הקריאה של נוסח הפקודה הוא משמאל לימין.

מבנה הפקודות המשמשות כקלט לתכנית :

1. הצבת ערכים במטריצה :

רשימת ערכים ממשיים מופרדים בפסיקים, שם-מטריצה read_mat

הפקודה תגרום להצבת הערכים שברשימה לתוך איברי המטריצה ששמה ניתן בפקודה, לפי סדר השורות. אם ברשימה יש פחות מ- 16 ערכים, האיברים שלא נתקבל עבורם ערך יכילו אפסים. אם יש יותר מ- 16 ערכים, התכנית תתעלם מהערכים העודפים. חובה שיהיה ברשימה לפחות ערך אחד.

הערכים בקלט הם מספרים ממשיים בבסיס עשרוני.

לדוגמה, הפקודה : read_mat MAT_A, 5, 6.253, -7, -200.5, 23 תציב בתא (0,0) במטריצה MAT_A את הערך 5, בתא (0,1) את הערך 6.253, בתא (0,2) את הערך -7, בתא (0,3) את הערך -200.5, ובתא (1,0) את הערך 23. ביתר תאי המטריצה MAT_A יוצב הערך 0.

2. הדפסת מטריצה :

שם מטריצה `print_mat`

הפקודה מדפיסה את תוכן המטריצה ששמה ניתן בפקודה, בתצוגה דו-מימדית נאה.

יש להקפיד בהדפסה על עימוד נאה ומיושר של איברי המטריצה. זכרו שמדובר במספרים ממשיים. מותר להסתפק בהדפסה עם דיוק של 2 ספרות מימין לנקודה, וכן ברוחב שדה של 7 תווים למספר כולו (כולל נקודה-עשרונית וסימן מינוס לפי הצורך). במידה והחלק השלם של מספר דורש רוחב שדה גדול יותר, מותרת סטיה מהעימוד המיושר בשורה זו. מומלץ להשתמש ביכולות של הפונקציה `printf` לשלוט בפורמט של השדה המודפס.

לדוגמה: הפקודה `print_mat MAT_A` (לאחר ביצוע הפקודה `read_mat` שהודגמה בסעיף הקודם) תדפיס את המטריצה בסגנון הבא (או דומה לו) :

5.00	6.25	-7.00	-200.50
23.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00

3. חיבור מטריצות :

שם-מטריצה-ג', שם-מטריצה-ב', שם-מטריצה-א' `add_mat`

הפקודה מחברת את מטריצה א' ומטריצה ב' ומאכסנת את התוצאה במטריצה ג'.

4. חיסור מטריצות :

שם-מטריצה-ג', שם-מטריצה-ב', שם-מטריצה-א' `sub_mat`

הפקודה מחסרת את מטריצה ב' ממטריצה א' ומאכסנת את התוצאה במטריצה ג'.

5. כפל מטריצות :

שם-מטריצה-ג', שם-מטריצה-ב', שם-מטריצה-א' `mul_mat`

הפקודה מכפילה את מטריצה א' במטריצה ב' ומאכסנת את התוצאה במטריצה ג'. שימו לב שהפעולה אינה קומוטטיבית. מטריצה א' היא הכופל השמאלי.

6. כפל מטריצה בסקלר :

שם-מטריצה ב', ערך-ממשי, שם-מטריצה-א' `mul_scalar`

הפקודה מכפילה את מטריצה א' בערך ממשי (הפרמטר השני) ומאכסנת את התוצאה במטריצה ב'. הערך הממשי נתון בבסיס עשרוני.

7. שחלוף מטריצה :

שם מטריצה ב', שם-מטריצה-א' `trans_mat`

הפקודה מבצעת שחלוף (transpose) של מטריצה א', ומאכסנת את התוצאה במטריצה ב'.

8. סיום התכנית :

`stop`

הפקודה גורמת לסיום התכנית.

לתשומת לב: אותו שם מטריצה יכול לשמש ביותר מפרמטר אחד באותה הפקודה. מימוש הפעולות החשבוניות על מטריצות צריך להתחשב בכך (לא לדרוס נתונים תוך כדי החישוב). לדוגמה, הפקודות שלהלן תקינות ומוגדרות היטב:

```
mul_mat MAT_A, MAT_B, MAT_A
trans_mat MAT_C, MAT_C
```

המבנה התחבירי של הקלט:

- כל פקודה תופיע בשלמותה בשורת קלט יחידה, כולל כל הפרמטרים. מותרות גם שורות ריקות (שורות המכילות רק תווים לבנים).
- שם הפקודה מופרד מהפרמטר הראשון באמצעות רווחים ו/או טאבים (אחד או יותר).
- בין כל שני אופרנדים יש פסיק אחד. לפני ואחרי הפסיק יכולים להיות רווחים ו/או טאבים בכמות בלתי מוגבלת. אסור שיהיה פסיק אחרי הפרמטר האחרון.
- יכולים להיות רווחים ו/או טאבים בכמות בלתי מוגבלת לפני שם הפקודה, וגם בסוף השורה (אחרי הפרמטר האחרון).
- אסור שיהיו תווים מיותרים (תווי זבל) בסוף השורה, למעט תווים לבנים.
- שמות הפקודות יופיעו באותיות קטנות בלבד, ושמות המשתנים באותיות גדולות בלבד.

אופן פעולת התכנית:

יש לממש ממשק משתמש ידידותי, כך שהמשתמש יוכל להבין בכל שלב של התכנית מה עליו לעשות. בפרט, על התכנית להדפיס הודעה או סימן (prompt) בכל פעם שהיא מוכנה לקלוט את הפקודה הבאה. התכנית תמשיך לקלוט ולבצע פקודה אחרי פקודה, עד שתתקבל הפקודה stop.

התכנית אינה מניחה שהקלט תקין. על התכנית לנתח כל פקודה ולוודא שאין בה שגיאות (ראו דוגמאות בהמשך). במידה ונתגלתה שגיאה, התכנית תדפיס הודעת שגיאה פרטנית, ותעבור לפקודה הבאה, בלי לבצע את הפקודה השגויה. אין לעצור את התכנית עם גילוי השגיאה הראשונה. אין צורך לדווח על יותר משגיאה אחת בכל שורת קלט.

יש לטפל גם במצב של EOF (גמר הקלט). עצירת התכנית שלא באמצעות פקודת stop אינה נחשבת תקינה (גם לא כאשר הקלט מגיע מקובץ באמצעות redirection), ויש להדפיס הודעת שגיאה על כך ואז לעצור. שימו לב: השורה האחרונה בקובץ קלט לא חייבת להסתיים בתו '\n'.

להלן דוגמאות של קלט שגוי:

שימו לב: ייתכנו סוגים נוספים של שגיאות בקלט. עליכם לחשוב על כל מגוון השגיאות האפשריות, ולטפל בכלן.

1. לפקודה:

```
read_mat MAT_G, 3.2, 8
```

יש להגיב בהודעה כגון:

```
Undefined matrix name
```

2. לפקודה:

```
read_mat mat_a, 3.2, -5.3
```

יש להגיב בהודעה כגון:

```
Undefined matrix name
```

3. לפקודה:

```
do_it MAT_A, MAT_B, MAT_C
```

יש להגיב בהודעה כגון:

```
Undefined command name
```

4. לפקודה:

```
Add_Mat MAT_A, MAT_B, MAT_C
```

יש להגיב בהודעה כגון:

```
Undefined command name
```

5. לפקודה:
`read_mat MAT_A, abc, 567`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Parameter not a real number
6. לפקודה:
`read_mat MAT_A, 3, -4.2, 6,`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Extraneous text after end of command
7. לפקודה:
`read_mat MAT_A`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Missing parameter
8. לפקודה:
`mul_mat MAT_B, MAT_C`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Missing parameter
9. לפקודה:
`trans_mat MAT_B, MAT_C, MAT_D`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Extraneous text after end of command
10. לפקודה:
`print_mat, MAT_A`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Illegal comma
11. לפקודה:
`trans_mat MAT_A MAT_B`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Missing comma
12. לפקודה:
`sub_mat MAT_A, , MAT_B, MAT_C`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Multiple consecutive commas
13. לפקודה:
`mul_scalar MAT_A, MAT_B, MAT_C`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Parameter not a scalar
14. לפקודה:
`stop now`
 יש להגיב בהודעה כגון:
 Extraneous text after end of command

להלן דוגמה של סדרת פקודות שכולן תקינות:

הערה: סדרה כגון זו יכולה לשמש כקלט בהרצת בדיקה של התכנית על קלט תקין.

```
print_mat MAT_A
print_mat MAT_B
print_mat MAT_C
read_mat MAT_A, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 6
read_mat MAT_B, 1, 2.3456, -7.89
read_mat MAT_C, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
print_mat MAT_A
```

```

print_mat MAT_B
print_mat MAT_C
add_mat MAT_A, MAT_B, MAT_D
print_mat MAT_D
sub_mat MAT_B, MAT_A, MAT_E
print_mat MAT_E
mul_mat MAT_B, MAT_C, MAT_F
print_mat MAT_F
mul_scalar MAT_A, 12.5, MAT_A
print_mat MAT_A
trans_mat MAT_C, MAT_C
print_mat MAT_C
read_mat MAT_B, 0
print_mat MAT_B
mul_mat MAT_A, MAT_A, MAT_A
print_mat MAT_A
stop

```

ארגון קוד התכנית:

- יש לחלק את התכנית למספר קבצי מקור: `mat.c`, `myamat.c` ו-`mat.h`.
- בקובץ `mat.c` יש לרכז את הפונקציות החישוביות על מטריצות.
- בקובץ `myamat.c` תהיה הפונקציה `main`, וכן כל פעילויות האינטראקציה עם המשתמש, ניתוח הפקודות, והדפסת התוצאות (לרבות הודעות שגיאה). כמו כן, בקובץ זה יוגדרו ששת המשתנים מטיפוס `mat`.
- בקובץ `mat.h` תהיה הגדרת טיפוס הנתונים `mat`, וכן ההצהרות (אב-טיפוס) של הפונקציות הממומשות בקובץ `mat.c`. יש לכלול (`#include`) את הקובץ `mat.h` בקבצי המקור האחרים.
- אפשר לבנות קבצי מקור נוספים (למשל: קובץ המכיל פונקציות עזר לניתוח הקלט, וכד').

הקלט לתכנית הוא מ-`stdin`, ויכול להגיע מהמקלדת או מקובץ (באמצעות `redirection` בעת הפעלת התכנית). לנוחיותכם, הכינו מספר קבצי קלט והשתמשו בהם שוב ושוב לדיבוג התכנית. בכל קובץ קלט תהיה סדרה של פקודות מגוונות על מטריצות.

על התכנית **להדפיס הודעת בקשה ידידותית לקלט** עבור כל שורת קלט (כל פקודה). כמו כן, יש **להדפיס מתוך התכנית את השורה כפי שנקלטה**, וזאת לפני הניתוח של הפקודה. באופן זה, שורת הקלט תוצג גם כאשר הקלט מגיע מקובץ.

חובה לצרף להגשה הרצות בדיקה (אחת או יותר), המדגימות את השימוש בכל סוגי הפקודות ובכל ששת המטריצות, וכן את הטיפול בכל מגוון השגיאות בקלט.
רמז: מומלץ להכניס פקודת הדפסה של מטריצת התוצאה אחרי כל פקודה, כדי להראות שהתוצאה אכן נכונה (ראה לעיל הדוגמה של סדרת פקודות תקינות).
יש להגיש תדפיסי מסך (או קבצי פלט) של כל ההרצות. במידה ותשתמשו בקבצי קלט, יש להגיש גם קבצים אלה.

להזכירכם: לא תנתן דחייה בהגשת הממ"ן, פרט למקרים מיוחדים כגון מילואים או מחלה, במקרים אלו יש לקבל אישור הגשה מצוות הקורס.

בהצלחה!