

234114-7 מבוא למדעי המחשב, סמסטר חורף 2019-2020

תרגיל בית 4

מועד אחרון להגשה: 23:59 01.01.2020

המתרגל האחראי על תרגיל זה: קטרין חדאד

משרד: טאוב 532

E-mail: Catherine@cs.technion.ac.il

שעת קבלה: יום ב' 16:30-17:30

הנחיות:

- הגשה ב**בודדים**. עליכם לכתוב את הפתרונות לבד ולהגיש ביחידים.
- קראו את השאלות בעיון לפני שתתחילו בפתרון.
- הקפידו לתעד את הקוד שלכם בהערות באנגלית.
- מלבד מילואים, לא יתקבלו תרגילים אחרי מועד הגשה. הגשה באיחור לאחר מועד הגשה נחשבת כאי-הגשה.
- כל יום מילואים = יום דחייה. על מנת לקבל את הדחייה, עליכם לשלוח באי-מייל למתרגל האחראי עותק של האישור המראה שהייתם במילואים (טופס 3010). אם האישור יגיע אליכם בתאריך מאוחר, יש להודיע על כך למתרגל האחראי על התרגיל.
- לא ניתן לערער על תוצאות הבדיקה האוטומטית.
- **שימו לב! הבדיקה הינה אוטומטית, ולכן הקפידו להדפיס בדיוק בפורמט שהתבקשתם ובידקו עם אתר הבדיקה ועם DiffMerge את הפלט שלכם מול הפלט של הדוגמאות שקיבלתם.**
 - השתמשו ב-redirection כדי להפנות את הפלט לקובץ טקסט.
 - וודאו את האותיות הגדולות והקטנות לפי הדוגמאות וההסברים בתרגיל.
 - אין להדפיס רווחים שלא התבקשתם להדפיס (בתחילת שורה או בסופה).
- בתרגיל זה מותר להשתמש בפונקציות מהספרייה `string.h`, `stdbool.h`, `stdlib.h`, `stdio.h` למעט במקרים בהם נאמר אחרת. החומר הנדרש לתרגיל זה שייך לתרגולים 1-9. אין להשתמש בחומר שאינו מופיע במצגות אלה.
- ההגשה הינה אלקטרונית וב**בודדים** דרך אתר הקורס. קובץ ההגשה יהיה מסוג **zip** (ולא אף פורמט אחר) ויכיל בתוכו את הקבצים הבאים בלבד, ללא כל תיקיות:
 - קובץ `students.txt` עם שמך באנגלית, מספר תעודת הזהות וכתובת האי-מייל שלך.
 - קובץ פתרון `hw4q1.c` עבור שאלה 1.
 - קובץ פתרון `hw4q2.c` עבור שאלה 2.
 - קובץ פתרון `hw4q3.c` עבור שאלה 3.
- **חובה לשמור את קוד אישור ההגשה שמקבלים מהמערכת לאחר שמגישים, עד לסיום הקורס.**
- יש להקפיד להגיש את כל הקבצים בדיוק עם השמות שמופיעים לעיל. הגשה שלא תעמוד בתנאי זה **לא תתקבל ע"י המערכת!** אם המערכת לא מקבלת את התרגיל שלכם, חפשו את הפתרון לבעיה באתר הקורס תחת הכפתור FAQ.

שאלה מספר 1

בשאלה זו נתרגל שימוש במערכים דו-מימדיים ובמצביעים

מחירי כרטיסי טיסות

עליכם לכתוב תכנה שמקבלת מחירי כרטיסי טיסות ל-6 יעדים מובילים ומחשבת נתונים שונים שמסייעים ללקוח.

6 היעדים הם

1 – מיאמי, ארה"ב

2 – ריו, ברזיל

3 – מוסקבה, רוסיה

4 – שנגחאי, סין

5 – ברצלונה, ספרד

6 – מלבורן, אוסטרליה

חלק א' – קליטת הקלט

ראשית ממשו את הפונקציה הבאה:

```
int fillPricesTable( double filghtsPrices[][DEST],
                    int n,
                    double* dollarRate);
```

קלט הפונקציה הוא מטריצה בעלת n שורות ו- $DEST$ עמודות.

הפונקציה תקלוט באמצעות *scanf* את שער הדולר ביום העסקים ואת מחירי טיסות בדולרים של n או פחות חברות תעופת לששת יעדי התרגיל, שימו לב כי $DEST$ מוגדר כ-*define* וערכו 6. אפשר להניח שישנה חברת תעופה אחת לפחות. הקלט יוכנס לתוך מערך *flightPrices* אשר ישמש אותנו בהמשך התרגיל.

אופי הקלט:

כל שורה בקלט תייצג חברת תעופה, מעבר שורה מייצג מעבר לחברת התעופה הבאה. ניתן להניח כי הקלט שתקבלו מכיל n שורות או פחות וכי בכל שורה ישנם 6 מחירים שהם מספרים בלבד.

עם זאת לא ניתן להניח כי המחירים הם מחירים חיוביים ממש, ולכן אם מתקבל מחיר 0 או שלילי יש לבצע את הדברים הבאים:

1. להדפיס הודעה שגיאה למשתמש, לשם כך מימשנו עבורכם פונקציה שמקבלת את מספר השורה עם המחיר השגוי ותדפיס הודעת שגיאה בהתאם, חתימה הפונקציה היא:

```
void errorPrice(int row);
```

2. לצאת מהפונקציה ולהחזיר ערך החזרה שלילי.

במקרה של שער דולר אי חיובי או קלט לא תקין – יש להדפיס שגיאה באמצעות הפונקציה שמיימשנו עבורכם ולהמשיך לקלוט עד שיתקבל ערך תקין, חתימת הפונקציה היא:

```
void errorDollar();
```

לאחר סיום קליטת הקלט והכנסתו למטריצת המחירים על הפונקציה להחזיר את מספר השורות שנקלטו.

דוגמאות:

קלט תקין:

```
3.51
199 200.5 13.4 15 20 21
20 14 80 99 87.2 14
```

הפונקציה תסתיים בהצלחה ותחזיר את הערך 2

קלט שגוי:

```
3.51
199 200.5 13.4 15 20 21
20 14 80 99 87.2 14
20 14 0 99 87.2 14
```

הפונקציה תסתיים עם שגיאה תדפיס את ההודעה השגיאה

ERROR!!! *invalid price in airline # 2*

חלק ב' – נתונים סטטיסטיים:

```
void compute(    double filghtsPrices[][DEST],
                 int    length,
                 double* max,
                 double* min,
                 int*    bestAirLine);
```

פונקציה זו מקבל את מטריצת המחירים ליעדים הנחשקים ואת מספר חברות התעופה שקלטנו בסעיף א', הפונקציה תחזיר 3 ערכים שונים באמצעות מצביעים:

max – יחזיר את המחיר המקסימלי שמופיע בטבלה

min – יחזיר את המחיר המינימלי במופיע בטבלה

bestAirLine – יחזיר את מספרה של חברת התעופה הזולה ביותר בממוצע

למשל עבור הקלט התקין מסעיף א' *max* יחזיר 200.5

min יחזיר 13.4

bestAirLine יחזיר 1

את ערכים אלו יש להדפיס למשתמש באמצעות פונקציה שמימשנו עבורכם שחתימה היא:

```
void printMinMaxAvg( double max,
                    double min,
                    int    bestAirLine);
```

חלק ג' – מחיר טוב ביותר:

בחלק זה תממשו פונקציה שתחשב לכל יעד את המחיר הטוב ביותר בשקלים ואת החברה המשתלמת ביותר לכל יעד:

```
void bestPrice( double flightsPrices[][DEST],
               int length,
               double bestPrices[DEST][DIM],
               double dollarRate);
```

הפונקציה מקבלת מערך דו-מימדי עם 6 שורות ו 21 עמודות ואת שער הדולר היומי.

לכל אחד מ-6 היעדים עליכם לחשב את חברת התעופה המשתלמת ביותר ולשמור את מספרה בעמודה הראשונה במטריצה (אם יש שתי חברות שמציעות מחיר זהה רשמו אחת מהן).

בעמודה השנייה עליכם לרשום את המחיר המשתלם ביותר שהיא מציעה בשקלים חדשים.

עבור הקלט

```
2
199 200.5 13.4 15 20 21
20 14 80 99 87.2 14
```

פלט המערך יהיה

```
1 40.0
1 28.0
0 26.8
0 30.0
0 40.0
1 28.0
```

על מנת להדפיס את התוצאות עליכם להשתמש בפונקציה שמימשנו עבורכם שחתימה היא:

```
void printBestPrices(double bestPrices[DEST][DIM]);
```

הפונקציה מקבלת, את מערך bestPrices אשר מילאתם בחלק ג', משתמשת במערך destination שמקשר בין מספר היעד לשמו, ומדפיסה עבור כל יעד את חברת התעופה הזולה ביותר ואת המחיר בשקלים כפי שחישבתם בסעיף ג'.

דוגמת הרצה:

```
0
3.51
1 1 1 12 12.2 10
20 11 22.2 24.3 1 1
```

עבור הקלט הבא:

יודפס הפלט הבא:

```
ERROR: invalid dollar rate, try again!
Maximal price: 24.30
Minimal price: 1.00
Best Airline: 0
Best offer for Miami is Airline # 0 price: 3.51 shekels
Best offer for Rio is Airline # 0 price: 3.51 shekels
Best offer for Moscow is Airline # 0 price: 3.51 shekels
Best offer for Shanghai is Airline # 0 price: 42.12 shekels
Best offer for Barcelona is Airline # 1 price: 3.51 shekels
Best offer for Melbourne is Airline # 1 price: 3.51 shekels
```

שאלה מספר 2

שאלה זו עוסקת במחרוזות ובהקצאת זיכרון דינאמית בשאלה אתם מתבקשים לממש צופן הודעות בשפה האנגלית.

אופן פעולת הצופן :

- **הודעה** : היא רצף של מילים בשפה האנגלית המופרדים ע"י רווח. כל המילים בהודעה מורכבים מאותיות אנגליות גדולות או קטנות אך אינם מכילים מספרים או תווים מיוחדים. בכל הודעה ישנם עד 100 מילים.
- **מפתח** : מפתח ההצפנה הוא התאמה בין אות בהודעה המקורית לתו אחר בהודעה המוצפנת. בתרגיל זה אנו נתאר מפתח ע"י מערך של תווים בן 52 תאים, שבהם רשומים כל האותיות האנגליות הגדולות והקטנות. כל אות מופיעה בדיוק פעם אחת. ב- 26 התאים הראשונים במערך מופיעה ההצפנה של האותיות A-Z לפי הסדר (כלומר בתא ה-0 רשומה ההצפנה של האות A, וב- 26 התאים הבאים אחריהם מופיעה ההצפנה של האותיות a-z).
- בקבלת הודעה כלשהי, עליכם לעבור מילה מילה, ולכל מילה להפוך את האותיות שלה לפי מפתח ההצפנה.
- באתר מסופק לכם קובץ hw4q2.c המכיל את הפונקציה main ופונקציה ההדפסה. יש להוריד את הקובץ ולרשום לתוכו את המימוש שלכם. אין לשנות את המימוש של פונקציה ה-main או את המימוש של פונקציה ההדפסה. ניתן להניח שאורך כל אחת מהמילים בקלט הוא עד 50 תווים (לא כולל התו '\0').
- יש להשתמש במפתח המוגדר לכם בפונקציה ה-main.

חלק א'

ממשו את הפונקציה הבאה :

```
#define KEY_SIZE 52
char encrypt_char(unsigned char key[KEY_SIZE], char ch);
```

פעולת הפונקציה : הפונקציה מקבלת את המפתח, ותו להצפנה ch. הפונקציה צריכה להחזיר את התו שנמצא באינדקס המתאים במערך key.

חלק ב'

ממשו את הפונקציה הבאה :

לצורך סעיף זה, מילה היא אוסף של תווים שלא כולל את התו רווח.

```
int read_words(char* words[], int size, int max_str_len);
```

פרמטרים :

- words – מערך של מצביעים (המערך יעודכן ע"י הפונקציה, כלומר הפונקציה תכתוב למערך ערכים של מצביעים חדשים, כאשר כל מצביע יצביע למחרוזת עם מילה).

- size – אורך המערך words, במספר מצביעים.
- max_str_len – אורך מקסימלי של מילה בקלט.

פעולת הפונקציה : הפונקציה צריכה לקלוט מהקלט הסטנדרטי עד size מילים, להקצות באופן דינמי עבור כל מילה בלוק זיכרון שיוכל להכיל אותה, להעתיק אותה אליו ולשמור את כתובת המחרוזת במערך המצביעים words. (יתכן שהפונקציה תקלוט פחות מ size מילים, במידה וסוף הקלט כולל פחות מ- size מילים).

על מנת לחסוך בזיכרון, הקצאת הבלוקים של הזיכרון תיעשה בגודל המינימלי הדרוש, כלומר בהתאם לאורך המילים שנקלטו בפועל (יש לשים לב להקצות מקום גם לתו ה- \0).

ערך חוזר:

- במקרה ההצלחה: הפונקציה תחזיר את מספר המילים שנקלטו.
- במידה והקצאת זיכרון נכשלת, הפונקציה צריכה להחזיר -1. כמו כן, הפונקציה צריכה לשחרר את כל הזיכרון שהיא הקצתה (במידה והיא הצליחה לבצע הקצאות זיכרון חלקיות).

דרישות סיבוכיות זמן: $O(\text{size} * \text{max_str_len})$

סיבוכיות מקום: $O(n + \text{max_str_len})$ כאשר n מסמן את מספר התווים שנקלטו (שיכול להיות קטן משמעותית מ $\text{size} * \text{max_str_len}$).

חלק ג'

ממשו את הפונקציה הבאה:

```
void encrypt_words(char* words[], int num_words,
                  unsigned char key[KEY_SIZE]);
```

הפונקציה צריכה להצפין את כל המחרוזות במערך words ע"י שימוש בפונקציית ההצפנה מסעיף א'. הפונקציה אמורה לשנות את המילים במערך המילים עצמו.

דרישות סיבוכיות זמן: $O(n)$ כאשר n הוא סך אורכי המחרוזות במערך words.

דרישות סיבוכיות מקום: $O(1)$.

חלק ד'

```
void release_memory(char* words, int size);
```

הפונקציה משחררת את כל הזיכרון שהוקצה במערך המילים.

דוגמאות הרצה:

input	output
I wish you happy holidays	O srjq hod qmpph qoervmhj
Every cloud has a silver lining	T%z\$h neodv qmj m jre%z\$ ertrt@
EVERY CLOUD HAS A SILVER LINING	TCTK+ ESGXR I>L > LOSCTK SOFOFU
I wish I could DROP my body in the GYM and pick it BAcK up when IT IS rEady	O srjq O nodev RKG* rh bovh rt gqz U+D mtv prni rg W>ni dp sqzt OZ OL \$Tmvh
I got the JOB AT goOgle but when i shouted YAHOO THEY fired ME	O @og gqz PGW >Z @oG@ez bdg sqzt r jqodgzv +>IGG ZIT+ cr\$zv DT

שאלה מספר 3

שאלה זו עוסקת בניית סבוכיות

בשאלות הבאות בחרו בבקשה את האות המייצגת את הסיבוכיות המתאימה מתוך הרשימה הבאה:

a. $\theta(1)$	n. $\theta(n^2 \sqrt{n})$
b. $\theta(\log n)$	o. $\theta(n^3)$
c. $\theta(\log^2 n)$	p. $\theta(n^3 \log n)$
d. $\theta(\sqrt{n})$	q. $\theta(n^3 \log^2 n)$
e. $\theta(\sqrt{n} \log n)$	r. $\theta(2^n)$
f. $\theta(\sqrt{n} \log^2 n)$	s. $\theta(n * 2^n)$
g. $\theta(n)$	t. $\theta(n^2 2^n)$
h. $\theta(n \log n)$	u. $\theta(n^3 2^n)$
i. $\theta(n \log^2 n)$	v. $\theta(4^n \log n)$
j. $\theta(n \sqrt{n})$	w. $\theta(4^n \log^2 n)$
k. $\theta(n^2)$	x. $\theta(n 4^n)$
l. $\theta(n^2 \log n)$	y. $\theta(n^2 4^n)$
m. $\theta(n^2 \log^2 n)$	z. the correct answer doesn't appear

קטע קוד מספר 1:

```
int f1(int n)
{
    int sum = 0;
    for (int i = 0; i < n; ++i)
    {
        int *b = malloc(sizeof(int) * i);

        for (int j = 1; j < i; j *= 2)
            b[j] = i * i;

        sum += b[i / 2];
        free(b);
    }
    return sum;
}
```

Handwritten notes: A red bracket on the left of the inner loop is labeled 'n'. A red bracket on the right of the inner loop is labeled 'log n'.

1. סיבוכיות זמן: $\underline{n \log n}$

2. סיבוכיות מקום: $\underline{\underline{g}}$

קטע קוד מספר 2 : חשבו את סיבוכיות הזמן והמקום של הפונקציה fl . כפונקציה של n כאשר n הוא אורך המחרוזת str.

```
int g(char *str)
{
    int length = 0;
    while (*(str + length))
        ++length;
    return length;
}

void fl(char *str)
{
    for (int i = 0; i < g(str); ++i)
        if (str[i] >= 'a' && str[i] <= 'z')
            str[i] += 'A' - 'a';
}
```

Handwritten notes:
 - $n = \text{length of str}$
 - $g \rightarrow \text{returns } n$
 - $n \text{ times}$ (next to the while loop)
 - $n \times n$ (next to the for loop, with 'n' circled)
 - n (next to the for loop condition)

3. סיבוכיות זמן: $\underline{k} \quad n^2$

4. סיבוכיות מקום: $\underline{a} \quad 1$

קטע קוד מספר 3 :

```
int fl(int n) {
    for (int j=0; j*j<n; j++)
    {
        int* p = malloc(j);
        free(p);
    }

    for (int i=1; i<n; i++)
        for (int j=0; j*i<n; j++)
            printf("0");

    return n;
}
```

Handwritten notes:
 - $j^2 < n \rightarrow j < \sqrt{n}$
 - n (next to the first for loop)
 - $\log n?$ (next to the second for loop)

5. סיבוכיות זמן: $\underline{h} \quad n \log n$

6. סיבוכיות מקום: $\underline{d} \quad \sqrt{n}$

אופן הגשת השאלה :

את שאלה זו יש להגיש באמצעות הקובץ hw4q3.c שנמצא באתר הקורס, עליכם לערוך את הקובץ בהתאם לתשובה שסימנתם עבור שאלות 1, 2, 3, 4, 5, 6.

בהצלחה!