



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

מבחן סדנה מתקדמת בתכנות - 61108

מרצים: ד"ר מרק קורנבליט, מר טוביה דב רוזנברג, מר ערן אהרונסון

סמסטר ב', תשפ"ד

מועד ב', 30.07.2024

מדבקת הבחינה

- משך הבחינה: 3 שעות.
- אין להשתמש בחומרי עזר, פרט לדף המצורף לשאלון.
- לא יחולקו מחברות. יש לכתוב הכל בשאלון הבחינה בלבד, כולל טיוטה.
- יש לכתוב תשובות על גבי טופס המבחן במקום המוקצה לכך.
- 5 דפים אחרונים מיועדים לטיוטה.
- בזמן הבחינה אסור להפריד או לתלוש את דפי הבחינה. בנוסף, בזמן הבחינה אסור לפרק ולשדך מחדש את דפי הבחינה בעזרת שדכן סיכות. אי עמידה בהוראות אלו תגרור את פסילת הבחינה כולה.
- הבמבחן מורכב מ-4 חלקים:
 - בחלק 1 יש שאלה מס' 1.
 - בחלק 2 יש שאלות מס' 2 ומס' 3. יש לענות על שאלה אחת מהן.
 - בחלק 3 יש שאלות מס' 4 ומס' 5.
 - בחלק 4 יש שאלה מס' 6 – בנוס.

בהצלחה!

חלק 1.

שאלה 1 (40 נק')

נגדיר את המבנה הבא המייצג איבר ברשימה מקושרת חד-כיוונית:

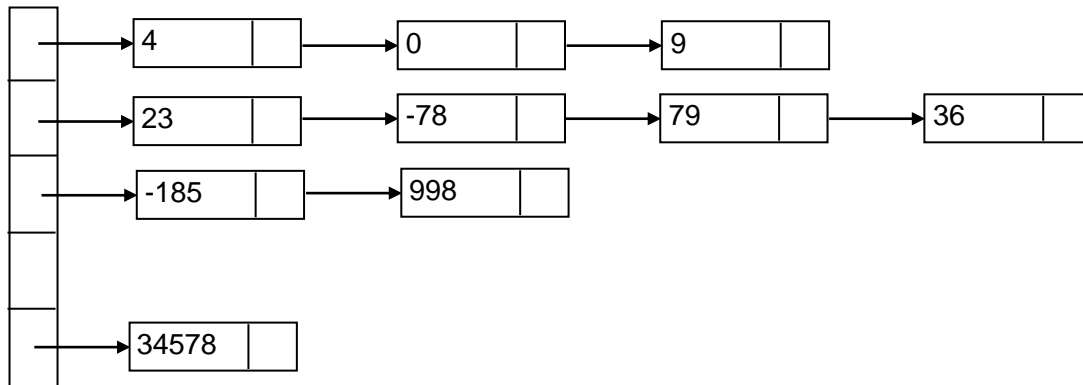
```
typedef struct item {  
    int number;  
    struct item* next;  
} Item;
```

כתבו פונקציה **numSeparation(int * A, int sz, int * p_size)** **Item **** המקבלת מערך A של מספרים שלמים עם גודלו sz.

על הפונקציה **לסווג** את האיברים של A לרשימות של איברים מטיפוס Item לפי **כמות הספרות** שבהם. הפונקציה תבנה מערך L של מצביעים אשר למעשה מהווה מערך של רשימות כך ש- $L[i]$ יצביע לתחילת הרשימה בה שדות number של איבריה הם איברים של A בעלי $i+1$ ספרות. L יהיה מורכב מ- n איברים, כאשר n הוא הכמות המקסימלית של ספרות במספר בין איברי A. אם ב- A אין אף איבר בעל m ספרות ($m < n$) אז $L[m+1]$ יהיה שווה ל- NULL. הפונקציה תחזיר את הכתובת של תחילת המערך L ותעביר by reference (באמצעות מצביע p_size את גודלו.

דוגמא:

עבור $A = \{23, 4, -78, 34578, 79, -185, 0, 998, 9, 36\}$ הפונקציה תיצור את המערך L הבא:



ותעביר 5 כגודל המערך החדש.

יש לכתוב ולהשתמש בפונקציית עזר **int digitsNumber(int num)** אשר מחזירה את כמות הספרות במספר num. להכנסת איבר חדש לרשימה אין צורך לסרוק את הרשימה מתחילתה עד סופה. יש לשמור כתובות של איברים אחרונים ברשימות או להכניס את האיבר לראש הרשימה (סדר האיברים ברשימות אינו משנה). אפשר (אבל לא חובה) להשתמש במערכי עזר.

ניתן להניח שיש בזיכרון מספיק מקום להקצאה.

```
digitsNumber(int num)
{
    int count = 1, abs_num = abs(num);
    while (abs_num > 9)
    {
        count++;
        abs_num /= 10;
    }
    return count;
}

void headInsert(Item** plst, int key)
{
    Item* temp = (Item*)malloc(sizeof(Item));
    temp->number = key;
    temp->next = *plst;
    *plst = temp;
}

Item** numSeparation(int* A, int sz, int* p_size)
{
    int i, max_dig_num = 1,
        *dig_num = (int *)calloc(sz, sizeof(int)); //auxiliary array: digit numbers of A's
elements
    Item** L;

    /* Search of maximum number of digits */
    for (i = 0; i < sz; i++)
    {
        dig_num[i] = digitsNumber(A[i]);
        if (dig_num[i] > max_dig_num)
            max_dig_num = dig_num[i];
    }

    L = (Item**)calloc(max_dig_num, sizeof(Item*)); //array of pointers to lists
    for (i = sz - 1; i >= 0; i--)
        headInsert(L + dig_num[i] - 1, A[i]); //insert A[i] into the head of corresponding
list

    free(dig_num);
    *p_size = max_dig_num;
    return L;
}
```



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה (המשך):

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה (המשך):

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

חלק 2. בחלק זה יש לענות על שאלה אחת מתוך שתיים.

שאלה 2 (40 נק')

כתבו פונקציה `int ** matrixToFrame(int ** M, int rows, int cols)` אשר מקבלת מערך דו-ממדי דינאמי M של מספרים שלמים בעל $rows$ שורות ו- $cols$ עמודות. M מבוסס על מערך דינאמי של פוינטרים אשר מצביעים על מערכים דינאמיים המהווים שורות (כפי שלמדנו בכיתה).

על הפונקציה לבנות מערך דו-ממדי דינאמי F בעל $rows+2$ שורות ו- $cols+2$ עמודות המהווה את תוכן המערך המקורי M מוקף במסגרת המורכבת מאפסים.

דוגמא:

	0	0	0	0	0							
	0	16	4	67	200	0		16	4	67	200	
F:	0	57	2	123	-7	0		M:	57	2	123	-7
	0	11	9	34	109	0			11	9	34	109
	0	0	0	0	0	0						

בסוף הפונקציה **תשחרר** את המערך המקורי M ותחזיר את הכתובת של המערך F .

ניתן להניח שיש בזיכרון מספיק מקום להקצאה.



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה:

```
void freeMatrix(int** M, int rows)
{
    int i;
    for (i = 0; i < rows; i++)
        free(M[i]);
    free(M);
}

int** matrixToFrame(int** M, int rows, int cols)
{
    int rows2 = rows + 2, cols2 = cols + 2, ** F = (int**)calloc(rows2, sizeof(int*)), i, j;
    for (i = 0; i < rows2; i++)
        F[i] = (int*)calloc(cols2, sizeof(int)); //all elements are zeros

    for (i = 0; i < rows; i++)
        for (j = 0; j < cols; j++)
            F[i + 1][j + 1] = M[i][j];

    freeMatrix(M, rows);
    return F;
}
```

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel
www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה (המשך):

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה (המשך):

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science

שאלה 3 (40 נק')

כתוב פונקציה עם החתימה

void processFiles(const char* inputFilename, const char* outputFilename)

אשר מקבלת שמות שני קבצי טקסט (קובץ קלט וקובץ פלט בהתאמה).

קובץ הקלט מורכב משורות של תווים שרירותיים.

על הפונקציה למצוא שורות בקובץ הקלט שמורכבות רק מאותיות (באנגלית) ובנוסף מכילות אותיות שונות זו מזו בלבד. יש להתייחס אל אותיות קטנות וגדולות בטקסט באותו האופן (כך שלמשל גם 'a' וגם 'A' יחשבו כאותה אות).

הפונקציה תשמור את השורות לעיל בקובץ הפלט כך שסדר האותיות בכל שורה יהיה הפוך. ניתן להניח שאורך כל שורה בקובץ הקלט אינו עולה על 99 תווים (לא כולל '\0'). יש להשתמש במחרוזת עזר.

דוגמא:

קובץ הפלט:

elbat
leahciM

קובץ הקלט:

abc#xyz
table
Alisa
Walla
Michael

יש לכתוב ולהשתמש בפונקציית עזר **void reverseString(char* str)** להפיכת סדר התווים במחרוזת.

יש לכתוב ולהשתמש בפונקציית עזר יעילה **int hasUniqueLetters(const char* str)** שבודקת האם המחרוזת מכילה רק אותיות והאם כל האותיות במחרוזת שונות. הפונקציה תחזיר 1 אם שני התנאים מתקיימים ו-0 אחרת. אפשר להשתמש במערך עזר.

במידה ויהיה צורך בהקצאת זיכרון דינאמי ניתן להניח שיש בזיכרון מספיק מקום להקצאה.

```
void reverseString(char* str)
{
    int i = 0, j = strlen(str) - 1;
    char temp;
    for (; i < j; i++, j--)
    {
        temp = str[i];
        str[i] = str[j];
        str[j] = temp;
    }
}

int hasUniqueLetters(const char* str)
{
    char temp[26] = { 0 }; //counters of 26 english letters
    int i, index;
    for (i = 0; str[i] != '\0'; i++)
    {
        if (!isalpha(str[i]))
            return 0;
        index = tolower(str[i]) - 'a';
        if (temp[index] > 0)
            return 0;
        temp[index]++;
    }
    return 1;
}

void processFiles(const char* inputFilename, const char* outputFilename)
{
    char str[101];
    FILE* fin = fopen(inputFilename, "r"), *fout = fopen(outputFilename, "w");
    if (!fin || !fout)
        exit(1);

    while (fgets(str, 101, fin)) //together with '\n' and '\0': 99+1+1=101
    {
        str[strlen(str) - 1] = '\0'; //removing '\n'
        if (hasUniqueLetters(str))
        {
            reverseString(str);
            fprintf(fout, "%s\n", str);
        } //if
    } //while

    fclose(fin);
    fclose(fout);
}
```



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה (המשך):

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

תשובה (המשך):

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science

חלק 3.

שאלה 4 (10 נק')

מהו הפלט של התוכנית הבאה?

```
#include <stdio.h>

int* fun(int *);

void main()
{
    int x, y;

    x = *fun(&y);
    printf("%d %d\n", x, y);
    x = ++(*fun(&y));
    printf("%d %d\n", x, y);
    y = ++(*fun(&x));
    printf("%d %d\n", x, y);
    x = ++(*fun(&x));
    printf("%d %d\n", x, y);
    y = ++(*fun(&y));
    printf("%d %d\n", x, y);
}

int* fun(int* q)
{
    static int x = 1;
    int y = 1;
    x++;
    y++;
    *q = y;
    return &x;
}
```

יש לנמק את התשובה.

תשובה:

2 2
 4 2
 2 6
 8 6
 8 10

נימוק:

הקריאה הראשונה ל- fun. x ו-y של הפונקציה מאותחלים ב-1 ומתקדמים ל-2. הפונקציה מעבירה ערך 2 של y שלה ל- y של main ומחזירה כתובת של x שלה. x ב-main מקבל ערך 2 של static x שנמצא בתובת המוחזרת. לכן הפלט:

2 2

הקריאה השנייה ל- fun. static x זוכר את ערכו 2 ומתקדם ל-3. y של הפונקציה שוב מאותחל ב-1 ומתקדם ל-2. הפונקציה מעבירה ערך 2 של y שלה ל- y של main ומחזירה כתובת של x שלה. המשתנה שבכתובת (static x ז"א) של הפונקציה) מתקדם ל-4 ב-main וערך זה הוכנס ל-x של main. לכן הפלט:

4 2

הקריאה השלישית ל- fun. static x זוכר את ערכו 4 ומתקדם ל-5. y של הפונקציה שוב מאותחל ב-1 ומתקדם ל-2. הפונקציה מעבירה ערך 2 של y שלה ל- x של main ומחזירה כתובת של x שלה. המשתנה שבכתובת (static x ז"א) של הפונקציה) מתקדם ל-6 ב-main וערך זה הוכנס ל-y של main. לכן הפלט:

2 6

הקריאה הרביעית ל- fun. static x זוכר את ערכו 6 ומתקדם ל-7. y של הפונקציה שוב מאותחל ב-1 ומתקדם ל-2. הפונקציה מעבירה ערך 2 של y שלה ל- x של main ומחזירה כתובת של x שלה. המשתנה שבכתובת (static x ז"א) של הפונקציה) מתקדם ל-8 ב-main וערך זה הוכנס ל-x של main. לכן הפלט:

8 6

הקריאה החמישית ל- fun. static x זוכר את ערכו 8 ומתקדם ל-9. y של הפונקציה שוב מאותחל ב-1 ומתקדם ל-2. הפונקציה מעבירה ערך 2 של y שלה ל- y של main ומחזירה כתובת של x שלה. המשתנה שבכתובת (static x ז"א) של הפונקציה) מתקדם ל-10 ב-main וערך זה הוכנס ל-y של main. x של main נישאר 8 ללא שינוי. לכן הפלט:

8 10

שאלה 5 (10 נק')

בחרו את התשובה הנכונה ונמקו בכל אחד מהסעיפים הבאים:

א. נתונה ההצהרה הבאה:

```
struct a { int b, c; } d;
```

מהו d?

- (1) שם הפונקציה
- (2) שם הטיפוס
- (3) שם השדה
- (4) שם המשתנה
- (5) אף תשובה אינה נכונה

נימוק:

כאן מוגדר מבנה a בעל שדות b ו-c ומיד מוצהר משתנה d מטיפוס struct a המוגדר.



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

ב. נתון פוינטר ל-`int` בשם `p`. בחרו מה יקרה אחרי ביצוע פעולת

```
p = (int*)realloc(NULL, sizeof(int));
```

- (1) יוקצה בית אחד
- (2) `p` יהיה שווה ל- `NULL`
- (3) יוקצה משתנה אחד מסוג `int`
- (4) הפעולה תגרום לשגיאת ריצה
- (5) אף תשובה אינה נכונה

נימוק

אם הפרמטר הראשון (המצביע) של `realloc` שווה ל- `NULL`, הקריאה שקולה לקריאה ל- `malloc`. לכן מקצים פה מקום למשתנה אחד מסוג `int`.

חלק 4.

שאלה 6 (בונוס – 10 נק')

מהו הפלט של התוכנית הבאה?

```
#include <stdio.h>
void main()
{
    printf("%d", (int) (((long long)1 << (1 << ((1 << (1 << 1)) + 1))) - 1));
}
```

יש לנמק את התשובה.

תשובה:

-1

נימוק

נתחיל מהביטוי הפנימי ביותר.

$$(1 \ll 1) = 10_2 = 2$$

$$(1 \ll (1 \ll 1)) = 1 \ll 2 = 100_2 = 4$$

$$((1 \ll (1 \ll 1)) + 1) = 4 + 1 = 5$$

$$(1 \ll ((1 \ll (1 \ll 1)) + 1)) = 1 \ll 5 = 100000_2 = 2^5 = 32$$

$$((\text{long long})1 \ll (1 \ll ((1 \ll (1 \ll 1)) + 1))) = (\text{long long})1 \ll 32 = 2^{32} \quad (64 \text{ bits})$$

$$(((\text{long long})1 \ll (1 \ll ((1 \ll (1 \ll 1)) + 1))) - 1) = 2^{32} - 1 \quad (64 \text{ bits})$$

$$(\text{int})(((\text{long long})1 \ll (1 \ll ((1 \ll (1 \ll 1)) + 1))) - 1) = (\text{int})(2^{32} - 1) = 111 \dots 1_2 \quad (32 \text{ bits})$$

התוצאה היא ייצוג בינארי של -1



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

- דף טיוטה -

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

- דף טיוטה -

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

- דף טיוטה -

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

- דף טיוטה -

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

- דף טיוטה -

גולומב 52, ת.ד. 305, חולון 5810201
טלפקס: 03-5026528

52 Golomb St., Holon 5810201 Israel

www.hit.ac.il Tel/Fax: 972-3-502-6528

הפקולטה למדעים
המחלקה למדעי המחשב

Faculty of Sciences
Department of Computer Science