

## תרגיל 3

### הנחיות הגשה

1. העבודה היא ביחידים.
2. ההגשה היא עד ליום ראשון, בתאריך 5.12.2021 בשעה 23:30.
3. הגשת התרגיל תיעשה ע"י submit. עזרה ניתן למצוא באתר:  
<http://help.cs.biu.ac.il/submit.htm>

כדי למנוע בעיות, עדיף להגיש את הקובץ ישירות מחשבון הלינוקס שלכם.

שימו לב: העברת הקובץ דרך Windows יכולה לגרום לכך שלא יעבור אסמבלר. במקרה זה **הציון יהיה 0** ללא זכות לערעור.

4. יש לוודא שהתרגיל מתקמפל ורץ ללא שגיאות על גבי שרת ה-u2
5. בשורה הראשונה (!) של הקבצים אותם אתם מגישים, לאחר TAB ורשתית (#t\)) ציינו מס' ת.ז. ושם מלא. לדוג':  
`// id_number first_name last_name`

6. בהצלחה ☺

### רקע כללי

"יצוג מחרוזות מסוג p-string הוא שמירת המחרוזת יחד עם האורך שלה:

```
typedef struct {
    char size;
    char string[255];
} Pstring;
```

בתרגיל זה עליכם לממש באסמבלי פונקציות ספריה שיאפשרו עבודה עם Pstring באופן דומה ל-string.h של שפת C.

### מה צריך להגיש

עליכם להגיש שלושה קבצי אסמבלי:

1. **run\_main.s**: קובץ שיכיל מימוש לפונקציה run\_main (ראו "הפונקציה run\_main").
2. **pstring.s**: source file שיכיל את המימוש לפונקציות הספריה (שיפורטו בהמשך) ללא פונקציית run\_main.
3. **func\_select.s**: קובץ שיכיל מימוש פונקציה שקוראת לפונקציית הספריה המתאימה (ראו "מבנה התוכנית").

לרשותכם מצורפים הקבצים הבאים:

1. pstring.h – מכיל את ההצהרות על הפונקציות הדרושות
2. makefile – יוצר קובץ ריצה לתוכנית
3. main.c – מימוש פונקציית main ב-C שכל תכליתה הוא לקרוא לפונקציה run\_main.
4. run\_main-test.c – מימוש פונקציית run\_main ב-C. קובץ זה לנוחיותכם בלבד (ראו "טיפ לתחילת העבודה"), אינו חלק מהתרגיל
5. makefile-test – קובץ makefile שמקמפל את התוכנית שלכם עם run\_main-test.c במקום run\_main.s. התרגיל ייבדק באמצעות קימפול עם הקובץ makefile

### מבנה התוכנית

פונקציית ה-run\_main (אותה תממשו ב-run\_main.s) מקבלת מהמשתמש שתי מחרוזות, אורכיהן ואופציה בתפריט. בונה שתי pstrings לפי המחרוזות והאורכים שהתקבלו ושולחת ל-run\_func את האופציה בתפריט ואת הכתובות של ה-pstrings. הפונקציה run\_func (אותה תממשו ב-func\_select.s) קוראת את האופציה בתפריט (שהתקבלה כארגומנט) ומשתמשת ב-jump table (switch-case). פירוט ערכי האופציות (cases) יופיע בהמשך.

### הפונקציה run\_main

יש לקלוט מהמשתמש מספר שלם- הוא יהיה אורך המחרוזת הראשונה, נסמן אותו ב- $n_1$ . לאחר מכן, יש לקלוט מהמשתמש מחרוזת באורך  $n_1$  תווים (chars)- זו המחרוזת הראשונה. לאחר מכן יש לחזור על התהליך עבור המחרוזת השנייה- לקלוט מספר שלם חדש  $n_2$  ולאחר מכן לקלוט מהמשתמש מחרוזת באורך  $n_2$  תווים.

### שימו לב:

1. ניתן להניח שיתקבל מספר תקין של תווים ( $n_1$  תווים למחרוזת הראשונה ו- $n_2$  תווים לשנייה).
2. תו יכול להיות כל מה שמופיע בטבלת ASCII (למעט "תווי הבקרה").
3. ניתן להניח שלא יתקבל תו סיום מחרוזת מהמשתמש.
4. האחריות להוסיף תו סיום מחרוזת ('0\') היא עליכם. לכן, מדובר בסה"כ  $n_1 + 1$  תווים עבור המחרוזת הראשונה ו- $n_2 + 1$  תווים עבור השנייה.
5. יש לשמור את ה-Pstrings ב-stack frame של run\_main.
6. לפני כל קריאה ל-printf או scanf, יש לאפס את %rax (חורג מהחומר שלנו, אבל נובע מכך שאנחנו שולחים להם ארגומנטים שאינם מסוג floating point). למשל:

```
movq $0,%rax
call  scanf
```

**שמירת ה-Pstrings ב-stack frame של run\_main**

שימו לב שכל Pstring צריכה להישמר כך שבכתובת הנמוכה יהיה שמור אורך המחרוזת (על פני byte אחד) ובכתובות העוקבות יופיעו תווי המחרוזת. כלומר, אם יש לנו מצביע ל-Pstring, אז הערך המוצבע יהיה האורך, בכתובת העוקבת יהיה תו הראשון וכך הלאה (ראו ציור בעמ' הבא).

&Pstring + 6 →	\0
&Pstring + 5 →	o
&Pstring + 4 →	l
&Pstring + 3 →	l
&Pstring + 2 →	e
&Pstring + 1 →	h
&Pstring →	5

**האופציות ב-switch-case****קבלת המספר 50 או המספר 60**

באמצעות הפונקציה pstrlen, לחשב את האורך של שתי ה-pstrings ולהדפיס את אורכיהן. פורמט ההדפסה:

"first pstring length: %d, second pstring length: %d\n"

**קבלת המספר 52**

יש לקלוט מהמשתמש שני תווים (chars) - התו הראשון יהיה התו שצריך להחליף (oldChar) והתו השני יהיה התו החדש (newChar). באמצעות הפונקציה replaceChar, להחליף בשתי ה-pstrings כל מופע של oldChar ב-newChar.  
לאחר ההחלפה, יש להדפיס את שתי ה-pstrings בפורמט ההדפסה:

"old char: %c, new char: %c, first string: %s, second string: %s\n"

**קבלת המספר 53**

יש לקלוט מהמשתמש שני מספרים (שלמים) - המספר הראשון יהיה אינדקס התחלה והשני אינדקס סיום. לאחר מכן, לקרוא לפונקציה pstrncpy, כאשר j הוא אינדקס הסיום, i אינדקס התחלה, src הוא המצביע ל-pstring השנייה ו-dst המצביע ל-pstring הראשונה.  
לאחר ההעתקה, יש להדפיס את ה-pstring הראשונה (destination) בפורמט ההדפסה:

"length: %d, string: %s\n"

ולאחר מכן להדפיס את ה-pstring השנייה (source) לפי הפורמט הנ"ל.

**לשים לב** - את ההודעות הנ"ל מדפיסים גם אם pstrncpy הדפיסה הודעת שגיאה (ראו הסבר על pstrncpy).

**קבלת המספר 54**

באמצעות הפונקציה `swapCase`, להחליף בכל `pstring` כל אות אנגלית גדולה (A-Z) באות אנגלית קטנה (a-z), ולהחליף כל אות אנגלית קטנה באות אנגלית גדולה. לאחר ההחלפה, יש להדפיס את ה-`pstring` הראשונה ואחריה את ה-`pstring` השנייה בפורמט ההדפסה:

```
"length: %d, string: %s\n"
```

**קבלת המספר 55**

יש לקלוט מהמשתמש שני מספרים (שלמים) - המספר הראשון יהיה אינדקס התחלה והשני אינדקס סיום. לאחר מכן, לקרוא לפונקציה `pstricmp`, כאשר `j` הוא אינדקס הסיום, `i` אינדקס ההתחלה, `pstr1` הוא המצביע ל-`pstring` הראשונה ו-`pstr2` המצביע ל-`pstring` השנייה. לאחר ההשוואה, להדפיס את תוצאת ההשוואה בפורמט ההדפסה:

```
"compare result: %d\n"
```

**לשים לב-** את ההודעה הנ"ל מדפיסים גם אם `pstricmp` הדפיסה הודעת שגיאה (ראו הסבר על `pstricmp`).

בכל מקרה לאחר ביצוע הפעולה יש לסיים את התוכנית בצורה מסודרת.

במידה ו-`run_func` קיבלה מספר אחר, יש להדפיס למשתמש את ההדפסה:

```
"invalid option!\n"
```

**הפונקציות שצריך לממש ב-pstring.s****char pstrlen(Pstring\* pstr)**

הפונקציה מקבלת מצביע ל-Pstring ומחזירה את אורך המחרוזת.

**Pstring\* replaceChar(Pstring\* pstr, char oldChar, char newChar)**

הפונקציה מקבלת מצביע ל-Pstring ושני chars, ומחליפה כל מופע של oldChar ב-newChar. הפונקציה מחזירה את המצביע pstr (לאחר שינוי המחרוזת). אפשר להניח ש-oldChar ו-newChar לא יהיו '\0'.

**Pstring\* pstripcpy(Pstring\* dst, Pstring\* src, char i, char j)**

הפונקציה מקבלת שני מצביעים ל-Pstring, מעתיקה את תת-המחרוזת src[i:j] (כולל) לתוך dst[i:j] (כולל) ומחזירה את המצביע ל-dst.

אפשר להניח שהאורך של dst לא ישתנה לאחר ההעתקה.

אם האינדקסים i או j חורגים מגבולות src או dst, אין לשנות את dst ויש להדפיס את ההודעה:

`"invalid input!\n"`**Pstring\* swapCase(Pstring\* pstr)**

הפונקציה מקבלת מצביע ל-Pstring, הופכת כל אות אנגלית גדולה (A-Z) לאות אנגלית קטנה (a-z) ולהיפך – הופכת כל אות אנגלית קטנה (a-z) לאות אנגלית גדולה (A-Z). שימו לב שבמחרוזת יכולים להופיע גם תווי ASCII שאינם אותיות. אין לשנות תווים אלו.

**int pstriicmp(Pstring\* pstr1, Pstring\* pstr2, char i, char j)**

הפונקציה מקבלת שני מצביעים ל-Pstring ומשווה בין בין pstr1->str[i:j] (כולל) לבין pstr2->str[i:j] (כולל):

1. הפונקציה מחזירה 1 אם pstr1->str[i:j] גדולה לקסיקוגרפית (לפי ASCII) מ-pstr2->str[i:j]
2. הפונקציה מחזירה -1 אם pstr2->str[i:j] גדולה לקסיקוגרפית מ-pstr1->str[i:j]
3. הפונקציה מחזירה 0 אם pstr1->str[i:j] ו-pstr2->str[i:j] זהות

אם האינדקסים i או j חורגים מגבולות src או dst, ערך ההחזרה הוא (-2) ויש להדפיס את ההודעה:

`"invalid input!\n"`

לשים לב שיתכן ו-pstr1, pstr2 נבדלות באורך, אבל תת-המחרוזת בין התו ה-i לתו ה-j (כולל) בכל אחת מהן זהה.

**טיפ לתחילת העבודה**

מומלץ לממש את התרגיל בהדרגה. כלומר:

1. תיעזרו בקובץ `run_main-test.c` בשלב הראשון. כך תדעו שהמחרוזת נקלטה באופן נכון ותוכלו לבדוק בהצלחה את הפעולות שתבצעו עליהן (לפי `func_select.s` ו-`pstring.s`). **שימו לב** שעליכם תחילה לשנות את שם הקובץ `makefile-test` ל-`makefile`, זאת כדי להפעיל דווקא אותו באמצעות הפקודה `make`.
2. תתחילו לכתוב את הקוד של `func_select.s` מבלי לקרוא בינתיים לפונקציות מתוך `pstring.s` – באמצעות הדיבאגר (ראו הוראות באתר) תוכלו לוודא שהגעתם למקום הנכון בקוד לפי ה-`jump` `table`.
3. תקלטו ערכים באמצעות `scanf` ותדפיסו אותם באמצעות `printf`.
4. תממשו את הפונקציות מתוך `pstring.s` ותקראו להן מ-`func_select.s` (תבדקו כל פונקציה לאחר המימוש שלה).
5. לאחר שוודאתם שהקוד ב-`pstring.s`, `func_select.s` תקין, תממשו את פונקציית `run_main` באסמבלי בקובץ `run_main.s`. תחליפו את הקובץ `makefile-test` בקובץ `makefile` (מתוך הקבצים המצורפים).

## הערות

1. **אין להשתמש בפונקציות מתוך `string.h`**
2. הפונקציות החיצוניות היחידות המותרות בשימוש הן פונקציות המערכת `scanf` ו-`printf`.
3. אין לבצע הקצאות זיכרון דינמיות – עבור זיכרון נוסף, ניתן להשתמש ב-`stack`.
4. בזמן הבדיקה יוכנסו מספר קלטים שונים ויבדקו גם מקרי קצה, אך ניתן להניח כי כל הקלטים שיוכנסו יהיו בהתאם למה שהוגדר בתרגיל.
5. אפשר להניח שבכל ה-`pstrings` שיתקבלו, אורך המחרוזת יהיה שווה לשדה האורך שלה (למשל, אם הוכנסה המחרוזת "hello", אז בהכרח הערך של שדה האורך שלה יהיה 5).
6. יש להקפיד לממש את דרישות התרגיל, בדיוק כפי שהוגדרו (לא להשתמש ברצף של תנאי `if` במקום ב-`switch`, לדוגמה).
7. תוכנית שלא תעבור אסמבלר ו/או, תיכשל בבדיקה תקבל ציון סופי 0 – לא תינתן זכות לערעורים על כך.
8. יש צורך בהערות **משמעותיות** כל 5-1 שורות וכמובן בכל פקודה לא טריוויאלית. מתכנת חיצוני (למשל, הבודק של הקורס) שמסתכל על הקוד שלכם צריך להבין בקלות את מהלך התוכנית.
9. הקפידו על סידור הטקסט: TAB לפני הפקודה עצמה (אך לא לפני label), tab בין הפקודה לארגומנטים שלה ו-tab לפני הערות. בצורה זו שמות כל הפקודות (`addq`, `movq`, `subq`, ...) נמצאות אחת מתחת לשנייה, רצף הארגומנטים של כל פקודה נמצא אחד מתחת לשני וכנ"ל לגבי ההערות. ראו ב-`Hello.s` לדוגמה.
10. חובה להשתמש בכל אוגר לפי הכללים החלים עליו שנלמדו בקורס (`caller save`, `callee save` וכו').
11. יש להקפיד על מוסכמות העברת הארגומנטים לפונקציות בהתאם ל-64-86x (העברת 6 הארגומנטים הראשונים דרך הרגיסטרים המתאימים וכו').
12. בכתובת כל פונקציה יש להקפיד על הפעולות הידועות בתחילתה: הקצאת `frame` בגודל המתאים (במידה ויש צורך בכך), שמירת האוגרים השמורים בהם יעשה שימוש, וכל הפעולות ההפוכות לפעולות הנ"ל בסוף הפונקציה.
13. הקוד צריך להיות יעיל וקריא.

## דוגמת הרצה

5  
hello  
5  
world  
60  
first pstring length: 5, second pstring length: 5

---

5  
hello  
3  
bye  
52  
e z  
old char: e, new char: z, first string: hzlllo, second string: byz

5  
hello  
3  
bye  
52  
z a  
old char: z, new char: a, first string: hello, second string: bye

---

5  
hello  
5  
world  
53  
1  
4  
length: 5, string: horld  
length: 5, string: world

---

5  
He@lo  
5  
WORLD

54

length: 5, string: hE@LO

length: 5, string: world

---

5

hello

5

world

55

1

10

invalid input!

compare result: -2

---

5

hello

5

world

78

invalid option!



בהצלחה!