ארגון ותכנות המחשב

תרגיל 1 - חלק רטוב

המתרגל האחראי על התרגיל: עידו סופר

שאלות על התרגיל – ב- Piazza בלבד.

הוראות הגשה:

- ההגשה בזוגות.
- על כל יום איחור או חלק ממנו, שאינו באישור מראש, יורדו 5 נקודות.
  - ניתן לאחר ב-3 ימים לכל היותר.
- הגשות באיחור יתבצעו דרך אתר הקורס.
- יש להגיש את התרגיל בקובץ zip לפי ההוראות במסמך. **אי עמידה בהוראות אלו תעלה לכם בנקודות יקרות**.

הוראות והנחות לפתרון והגשת התרגיל

הוראות כלליות

- התרגיל וכל ההוראות כתובים בלשון זכר/נקבה באופן אקראי אך פונים לגברים ונשים באופן שווה.
- ישנם 5 סעיפים, הפתרון של כל אחד צריך להופיע בקובץ נפרד ex1.asm, ex2.asm וכו' המצורפים לכם להשלמה. ההגשה שלכם צריכה להיות קובץ zip אחד שמכיל את חמשת הקבצים שקיבלתם, בלי שהורדתם מהם כלום וכאשר הוספתם להם רק פקודות אסמבלי ולא שום דבר אחר.

טסטים

- מסופק לכם קובץ בדיקה לתרגיל 3 והוראות כיצד להשתמש בו. הטסט מכסה מקרה בסיסי ומסופק לכם כדי שתדעו כיצד אנו מצפים לקבל את הפתרון (בכל אחד מחמשת התרגילים) וכיצד אנו מתכוונים לבדוק אותם.
- מומלץ ביותר לבצע טסטים נוספים בעצמכם לכל חמשת התרגילים, על בסיס מבנה הטסט הזה.

חוקים לכתיבת הקוד

- בקוד שאתם מגישים אין לשנות שום ערך בזיכרון מלבד אלו שנאמר לכם מפורשות.
- עליכם לבצע כל חישוב אפשרי ברגיסטרים. ביצוע חישובים על ערכים בזכרון הוא לא יעיל.
- בכל סעיף הניחו כי בתוויות הפלט הוקצה מספיק מקום.
- על כל תווית שתשמשו בה לצורך מימוש להסתיים בארבעת התווים "_HW1". מה שמופיע לפני מומלץ כמובן שיהיה קשור למטרת התווית לצורך נוחות שלכם ולצורך קריאות של הקוד. לדוגמא –

```
loop:       #this is a bad label name
loop_HW1:   #this is a good label name
```

אי עמידה בהוראות הנ"ל עלולה לגרור הורדת ניקוד לתרגיל ואף להשפיע על זכותכם לערעור במקרים מסוימים.

אופן בדיקת התרגיל וכתיבת טסטים בעצמכם

כאמור, כל חמשת התרגילים יבדקו בצורה דומה. לכן, עקבו אחר ההוראות שיתוארו להלן, כאשר תרצו לבדוק את הקוד שלכם לפני ההגשה. חבל שההגשה שלכם לא תהיה לפי הפורמט ותצטרכו להתעסק עם ערעורים ולאבד נקודות סתם.

בכל תרגיל, תקבלו קובץ asm המכיל .text. section בלבד. עליכם להשלים את הקוד שם, אך לא להוסיף sections נוספים לקובץ בעת ההגשה (<u>ההגשה חייבת להכיל **section text** בלבד. בפרט *לא* להכיל את **section data**</u>).

אז איך בכל זאת תוכלו לבדוק את התרגיל שלכם? זה פשוט. לתרגיל 3 מצורף טסט בודד בתיקייה tests. הבדיקה היא בעזרת הקובץ run_test.sh.

שימו לב שכל הטסטים על קבצי הקוד שלכם ירוצו עם timeout (כפי שגם מופיע ב-run_test.sh) ולכן כתבו אותם ביעילות. קוד שלא ייכתב ביעילות ולא יסיים את ריצתו על טסט מסוים עד ה-timeout, ייחשב כקוד שלא עמד בדרישות הטסט. בפרט הקוד ייבדק באותו מגבלת זמן שמופיעה בטסטים, אתם תראו שאין באמת צורך לאלגוריתמים פורצי דרך כדי לעמוד בהם.

הריצו את הקובץ run_test.sh באופן הבא:

./run_test.sh <path to asm file> <path to test file>

לדוגמה, עבור התרגיל השלישי והטסט שלו ומתוך התיקייה שמכילה את קבצי הקוד של הסעיפים ואת תיקיית הטסטים:

sample_test3.asm ex3./run_test.sh ex

הערה:

ייתכן ולפני הרצת קבצי sh על המכונה, תצטרכו להריץ את הפקודה –

chmod +x <your .sh file>

כתיבת טסטים בעצמכם

לכל תרגיל תוכלו לכתוב טסט, שהמבנה שלו דומה למבנה של ex3sample_test, עם שינוי תוויות ובדיקות בהתאם.

תרגיל 1 (12 נק')

עליכם לממש את ex1 המוגדרת בקובץ ex1.asm.

בתרגיל זה תקבלו תווית num עם מספר בגודל מילה מרובעת (8 bytes). עליכם לשים בתווית Bool, שגודלה בייט אחד, את כמות הביטים הדלוקים בתווית(ביט דלוק זה 1, כבוי זה 0)

תרגיל 2 (20 נק')

עליכם לממש את ex2 המוגדרת בקובץ ex2.asm.
בתרגיל זה תקבלו את שלוש התוויות הבאות:

- source, destination – שתי כתובות זיכרון.
- num – מספר, בגודל 4 בייטים, עם סימן (signed).

עליכם להעתיק <num> bytes המתחילים בכתובת source אל הכתובת destination. הניחו שמוקצים מספיק בתים והגישות חוקיות.
במקרה שבו num חיובי, על התוכנית להתנהג בדיוק כמו memmove.
במקרה ש- num שלילי , יש להעתיק אותו (את num) לdestination.

תרגיל 3 (20 נק')

עליכם לממש את ex3 המוגדרת בקובץ ex3.asm.
בתרגיל זה תקבלו את שלוש התוויות הבאות:

- array1, array2 – שני מערכים של מילים כפולות (4 bytes) המכילות מספרים חיוביים ממש (unsigned) ממוינים מהגדול לקטן. מובטח שכל מערך יסתיים במילה כפולה שמכילה את המספר 0, והאיבר שלפני ה0 הוא האחרון.
- mergedArray – תווית יעד.

מצופה מהקוד שלכם לפעול כך שבסוף ריצתו, mergedArray יכיל מערך שאתם תמלאו (כלומר בכתובת הזו נמצא האיבר הראשון, והשני נמצא בכתובת זו + 4 bytes וכו'), של האיברים משני המערכים, גם הוא ממוין מהגדול לקטן (עד כה תיארנו איחוד שני מערכים ממוינים למערך ממוין), אך כך שכל איבר יופיע פעם אחת בלבד (אין התחייבות לכמות הפעמים שהאיברים מופיעים בהם במערכי המקור). גם המערך שלכם צריך להסתיים ב0.

תרגיל 4 (24 נק')

עליכם לממש את ex4 המוגדרת בקובץ ex4.asm.
קלט:

- head - מצביע לתחילת רשימה מקושרת.
- Source – מצביע לאיבר ברשימה המקושרת.
- Value – מספר שלם (4 בייטים)

עליכם להחליף בין Source לבין האיבר הראשון המכיל את הערך שבתווית val, **אם ורק אם** יש איבר כזה. בכל מקרה אחר אין לבצע שום שינוי.

שימו לב שהרשימה מיוצגת בזכרון בדומה לדוגמה מתרגול 3 (כיתה הפוכה) (Tutorial_3_-_Branches.pptx), אך כמובן עם ערך אחד בלבד ובגודל 8 bytes.

תרגיל 5 (24 נק')

עליכם לממש את ex5 המוגדרת בקובץ ex5.asm.

בתרגיל זה עליכם לממש הוספה של איבר לעץ חיפוש בינארי.

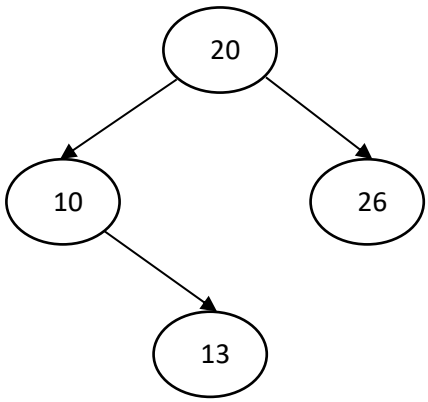
בעץ חיפוש בינארי, לכל איבר בעץ מתקיימת התכונה הבאה – כל האיברים בתת העץ השמאלי שלו קטנים ממנו, וכל האיברים בתת העץ הימני שלו גדולים ממנו. שימו לב שתת העץ יכול להיות ריק.

כל איבר בעץ בתרגיל זה יורכב מ3 חלקים, כמתואר ב-struct הבא:

```
struct Node {

    long data;

    struct Node *lson;

    struct Node *rson;

}
```

למשל, נתונה לכן הדוגמה של עץ חיפוש בינארי תקין, כאשר root מצביע על האיבר הראשון בעץ (השורש), והעץ אותו היא מתארת.

```
root:
  .quad   A
A:
  .quad   20
  .quad   B
  .quad   C
B:
  .quad   10
  .quad   0
  .quad   D
C:
  .quad   26
  .quad   0
  .quad   0
D:
  .quad   13
  .quad   0
  .quad   0
```



המשך ההסבר על תרגיל 5 בעמוד הבא

אז איך תתבצע הוספת איבר?

אתם תקבלו label נוסף, ששמו new_node באופן הבא:

```
new_node:   .quad ????, 0, 0
```

ועליכם להוסיף אותו לעץ.

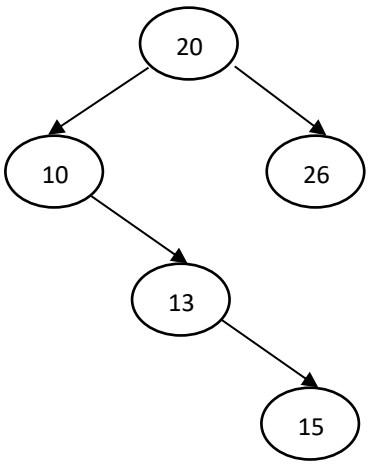
במידה והערך של new_node (שמסומן בדוגמה הנ"ל כ-????) כבר קיים בעץ, העץ לא ישתנה.

למשל, עבור העץ הנתון מעלה נדגים שתי הוספות.

הוספה מהצורה:

```
new_node:   .quad 15, 0, 0
```

יגרור שהעץ החדש ייראה כך:



לעומת זאת, הוספה מהצורה הבאה:

```
new_node:   .quad 20, 0, 0
```

יגרור שהעץ החדש ייראה בדיוק כמו העץ המקורי, כי 20 כבר קיים בעץ.

<u>הנחות והערות:</u>

- תזכורת: עץ הוא גרף קשיר ללא מעגלים.
- לכל צומת בעץ יש לכל היותר 2 בנים.
- הערכים בעץ הם חיוביים (unsigned)

התווית שמצביעה על הצומת הראשי של העץ תקרא root, אך אין התחייבות על השמות של שאר התוויות בעץ הנתון.

- אם root הוא NULL (מצביע לכתובת 0), הצומת new_node צריך להיות שורש העץ.
- אין לשנות את מבנה העץ, מלבד הוספת האיבר החדש (בפרט, אין לבצע איזונים למיניהם).

הערות אחרונות

איך בונים ומריצים לבד?

כאמור בתחילת התרגיל, נתון לכם קובץ טסט לתרגיל 3 וקובץ run_test.sh. אתם יכולים לשנות את הקובץ של תרגיל 3 ולהשתמש במבנה שלו כדי לבדוק תרגילים אחרים באותה הצורה, כפי שהוסבר קודם לכן בהקדמה לתרגיל.
כדי להריץ, או לנפות שגיאות:

as ex3.asm ex3sample_test -o my_test.o	#run assembler (merge the 2 files into one asm before)
ld q3.o my_test.o -o ex3	#run linker
./ex3	#run the code
gdb ex3	#enter debugger with the code

את הקוד מומלץ לדבג באמצעות gdb. לא בטוחים עדיין איך? על השימוש ב-gdb תוכלו לקרוא עוד במדריך באתר הקורס

קלי קלות! (ואם לא – אנחנו זמינים בפיאצה)

שימו לב: למכונה הוירטואלית של הקורס מצורפת תוכנת sasm, אשר תומכת בכתיבה ודיבוג של קוד אסמבלי וכן יכולה להוות כלי בדיקה בנוסף לgdb. (פגשתם אותה בתרגיל בית 0).

כתבו בcmd:

```
sasm <path_to_file>
```

כדי להשתמש ב-SASM לבנייה והרצת קבצי ה-asm, עליכם להחליף את שם התווית _start בשם main (זאת מכיוון ש-sasm מזהה את תחילת הריצה על-ידי התווית main. **אל תשכחו להחזיר את _start לפני ההגשה!).**

בדיקות תקינות

בטסט אתם תפגשו את השורות הבאות

```
movq $60, %rax
movq $X, %rdi      # X is 0 or 1 in the real code
syscall
```

שורות אלו יבצעו exit(X) כאשר X הוא קוד החזרה מהתוכנית – 0 תקין ו-1 מצביע על שגיאה.

בקוד שאתם מגישים, אסור לפקודה syscall להופיע. קוד שיכיל פקודה זו, יקבל 0.

ניתן גם לדבג באמצעות מנגנון הדיבוג של SASM (במקום עם gdb), אך השימוש בו על אחריותכם (**כלומר לא נתמך על ידנו ולא נתחשב בבעיות בעקבותו בערעורים**. שימו לב לשוני בין אופן ההרצה ב-SASM לאופן ההרצה שאנו משתמשים בו בבדיקה שלנו).