

את"ס – תרגיל בית מס' 2

סמסטר חורף תשע"ח

תאריך פרסום: 26.11.2017 תאריך הגשה: 12.12.2017 (בשעה 23:55)
מתרגל אחראי על התרגיל: אור גולדמן (orr.goldman@gmail.ac.il)

- ההגשה בזוגות בלבד לתא ההגשה של הקורס ובאמצעות הגשה אלקטרונית.
- שאלות על התרגיל יש להפנות לאור גולדמן במייל עם מספר הקורס בנושא ההודעה.
- הגשות באיחור יש לתאם עם אור לפני מועד ההגשה הכללי.
- אין להגיש לתא הקורס לאחר מועד ההגשה.

נושא התרגיל: גישות לזיכרון, לולאות ותנאים

בתרגיל זה שני חלקים:

- חלק א' מכיל שתי שאלות, עליהן עליכם לענות בכתב ולהגיש לתא הקורס (יש להדפיס את טופס התרגיל ולענות על גביו). אין צורך להדפיס את שאר התרגיל, רק את החלק היבש.
- חלק ב' דורש כתיבת קוד בשפת האסמבלי של PDP-11, כפי שנלמד בהרצאות ובתרגולים. את הקוד יש לכתוב בקובץ ex2.s11, עם תיעוד פנימי ולהגיש אלקטרונית. הוראות הגשה מפורטות נמצאות בסוף התרגיל.

חלק א' – יבש

ענו על השאלות הבאות על גבי טופס התרגיל, והגישו לתא הקורס.

שאלה 1

נתון קטע הקוד הבא (התווית label מוגדרת במקום אחר בתוכנית):

```
tst r0
blt label
cmp r0, #42
bgt label
```

הציעו קטע קוד אחר, באורך שתי פקודות בלבד, ששקול לקטע הנתון, עד כדי ערכי סיביות ה-CC בסופו. (כלומר, לכל ערך של r0 על הפקודות שאתם מציעים לבצע את אותה משימה כמו הקטע הנתון, אך ערכי סיביות ה-CC בסוף הביצוע אינם צריכים להיות זהים.)

קטע הקוד:

הסבר קצר:

שאלה 2

נתונות ארבע הוראות של PDP-11. עליכם לציין בטבלה עבור כל אחת מההוראות את סדרת הכתובות בזיכרון שמתבצעת אליהן גישה תוך כדי ביצוע מחזור ההוראה. עבור כל כתובת שמתבצעת אליה גישה ציינו מהי הכתובת והאם הגישה היא לקריאה (R) או לכתיבה (W).

- כתבו, ברישום אוקטלי, את הכתובות לפי סדר ביצוע הגישה אליהן.
- כל הוראה מתבצעת בנפרד ואינה תלויה בהוראות אחרות.
- עבור ערכים שליליים ניתן לכתוב את ערכו המוחלט של המספר עם סימן "-" לפניו (אין צורך להמיר לייצוג בשיטת המשלים ל-2).

הניחו כי הערכים הבאים נמצאים באוגרים ובמילות הזיכרון לפני ביצוע כל אחת מההוראות. כל ערך לא נתון של אוגר או של תא זיכרון הוא אפס.

אוגר	תוכן	כתובת	תוכן
pc	1000	1342	42
r0	1500	1476	2300
r1	2000	2000	1342
r2	2300	2200	1476
		2300	7

דוגמה:

mov #2000, (r0)	1000	1002	1500					כתובת
	R	R	W					R/W

mov 500(r0), @0(r1)								כתובת
								R/W
add 1476, @#1476								כתובת
								R/W
cmpb @-(r0), (r0)+								כתובת
								R/W
negb @-(pc)								כתובת
								R/W

חלק ב' – רטוב (ערבול תמונה)

תיאור המשימה

אליס ובוב הם שני חברים מאוד טובים שאוהבים לשלוח תמונות זה לזו דרך הרשת. כדי לשמור על פרטיות התמונה, הם החליטו להצפין את התמונה לפני שליחתה ברשת ולפענחה חזרה בזמן קבלתה. בתרגיל זה נממש **מערבל תמונה**, אשר יעזור בעתיד לאליס ולבוב להצפין את התמונות. המערבל מקבל קידוד של תמונה בשחור-לבן, ומבצע סדרת פעולות על התמונה, כך שלא ניתן יהיה לזהות מה היה בה קודם. ישנן דרכים רבות לערבל תמונה, אנו נתמקד בערבול **לפי בלוקים**, כלומר, נחלק את התמונה לריבועים בגודל קבוע ונבצע ערבול על כל ריבוע בנפרד. כמו כן, נממש בתוכנית את התהליך ההפוך – **משחזר תמונה**: בהינתן תמונה מעורבלת, משחזר את התמונה ומחזיר את התמונה המקורית.

מטרת התוכנית

התוכנית תקבל תמונה כמערך (דו-ממדי) ואת ממדי התמונה. כמו כן, התוכנית תקבל הוראה האם לערבל את התמונה או לשחזר אותה. על התוכנית לבצע ערבול או שחזור תמונה כפי שיוגדר בהמשך.

הגדרות ותיאור דרישות התוכנית

- תמונה**: מיוצגת ע"י מטריצה, כאשר כל תא מייצג גוון של אפור (0-17) באותה משבצת (פיקסל) בתמונה.
- בלוק**: תת-מטריצה בגודל 4x4 התחומה בארבע שורות עוקבות ובארבע עמודות עוקבות במטריצת התמונה. ספירת האינדקסים לשורות ולעמודות תתחיל מ-0. תמונה להמחשה:

1	4	12	13	0	14	3	7
3	14	0	5	3	4	1	2
11	6	17	10	14	16	17	10
17	0	6	7	7	2	3	0
3	12	14	3	3	2	1	0
2	5	11	13	3	2	1	0
17	2	1	4	3	2	1	0
12	2	1	15	3	2	1	0

- בתמונה מטריצה בגודל 8x8 המחולקת ל-4 בלוקים. כל בלוק צבוע בצבע שונה.
- תמונה תמיד תתחלק למספר שלם של בלוקים. כלומר, מספר השורות ומספר העמודות יתחלק ב-4 תמיד. כפי שיפורט בהמשך, ערבול תמונה יבוצע ע"י ערבול כל בלוק בתמונה. ערבול בלוק יבוצע בשני שלבים:
- ערבול כל בית בנפרד
 - ערבול כל שורה בבלוק.
- מכאן שגם שחזור תמונה יבוצע ע"י שחזור כל בלוק בתמונה. שחזור בלוק יבוצע בשני שלבים גם הוא:
- שחזור כל שורה בבלוק
 - שחזור כל בית בנפרד.
- נרחיב על כך בהמשך.
- הזזה ציקלית ימינה עבור שורה**: החלפת כל איבר בשורה באיבר הקודם לו, כאשר האיבר הראשון (שאין לו קודם) מוחלף באיבר האחרון. למשל (1,2,3,4) מוזז ציקלית ימינה פעם אחת ייראה כך: (4,1,2,3).

- הזזה ציקלית שמאלה עבור שורה: החלפת כל איבר בשורה באיבר העוקב לו, כאשר האיבר האחרון (שאינו לו עוקב) מוחלף באיבר הראשון. למשל (1,2,3,4) מוזז ציקלית שמאלה פעם אחת יראה כך: (2,3,4,1).
- פונקציית ערבול: פונקציה חז"ע ועל מקבוצת כל הערכים בין 0_8-17_8 . פונקציה כזו תינתן כקלט לתוכנית.
- פונקציית שחזור: הפונקציה ההופכית של פונקציית הערבול.
- ערבול/שחזור בית: יתבצע ע"י הפעלת פונקציית הערבול/שחזור על ערך הבית.
- ערבול השורה ה-i בבלוק: יבוצע ע"י הפעלת הזזה ציקלית ימינה על השורה i פעמים, כאשר i הוא מספר השורה בבלוק (החל מ-0).
- שימו לב: אין חשיבות לאיברים מחוץ לבלוק בעת החלפת האיבר הראשון בשורה, אלא רק במסגרת הבלוק. למשל, לאחר ערבול השורה עם אינדקס 1 בבלוק הכחול (ראו דוגמה בהגדרת בלוק), האיבר שיחליף את 2 הוא 13.
- שחזור השורה ה-i בבלוק: שחזור השורה ה-i בבלוק יבוצע ע"י הפעלת הזזה ציקלית שמאלה על השורה i פעמים, כאשר ספירת השורות מתחילה מ-0.
- ערבול בלוק: ערבול בלוק יבוצע ע"י ערבול כל בית בבלוק, ולאחר מכן ערבול כל שורה בבלוק.
- שחזור בלוק: שחזור בלוק פירושו "ביטול" של ערבול בלוק. כלומר, שחזור כל שורה בבלוק ולאחר מכן שחזור כל בית בבלוק.
- שימו לב להיפוך סדר הפעולות ביחס לערבול. הוא לא חשוב בתרגיל הזה, אבל יהיה חשוב בתרגילי הבית העוקבים.
- ערבול/שחזור תמונה: ערבול/שחזור כל הבלוקים בתמונה.

קלט התוכנית

התוכנית תקבל בתוויות הבאות:

- nCols – תווית המציינת בית בזיכרון המכיל את מספר העמודות של התמונה. הניחו כי מספר העמודות הוא 2^7-1 לכל היותר.
- nRows – תווית המציינת בית בזיכרון המכיל את מספר השורות של התמונה. הניחו כי מספר השורות הוא 2^7-1 לכל היותר.
- Img – תווית המציינת מערך בתים המייצג את התמונה שצריך לערבול/לשחזר. המערך יהיה בגודל nRows x nCols בתים, ויאוחסן בזיכרון שורה-שורה (כמו מערכים דו-מימדיים בשפת C). כל בית (פיקסל) יכיל ערך בין 0_8 ל- 17_8 .
- Hash – תווית המציינת מערך בתים בזיכרון המייצג את פונקציית הערבול. הניחו כי גודלה המערך הוא בדיוק 16_{10} בתים.
- Enc – תווית המציינת בית בזיכרון שיכולה להכיל את הערכים הבאים:
 - 1 - על התוכנית לערבול את התמונה.
 - 0 - על התוכנית לשחזר את התמונה.

שימו לב: הנחות לגבי תקינות הקלט מופיעות בסוף מסמך זה, תחת "הערות נוספות". אנא קראו אותן בעיון.

פלט התוכנית

עליכם לדאוג כי בכתובת המצוינת ע"י התווית Output תיכתב התמונה המערבולת/מסודרת לתווית Output בהתאם לערך שמצוין ע"י תוכן התווית Enc.

דוגמה לקלט ופלט

עבור הקלט הבא:

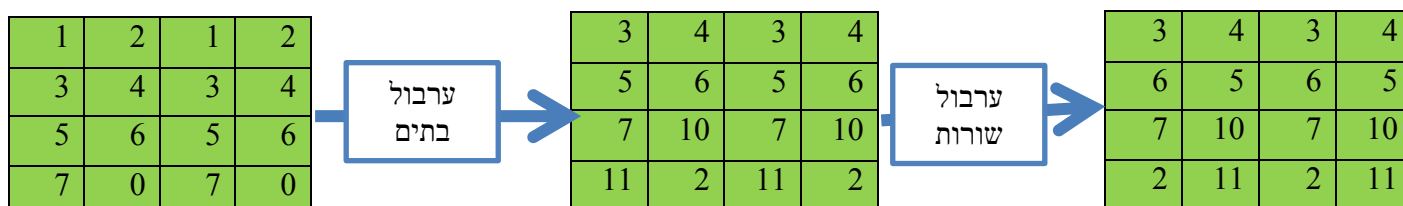
nCols: .byte 10
 nRows: .byte 4
 Enc: .byte 1
 Img: .byte 1, 2, 1, 2, 0, 1, 2, 3
 .byte 3, 4, 3, 4, 4, 5, 6, 7
 .byte 5, 6, 5, 6, 10, 11, 12, 13
 .byte 7, 0, 7, 0, 14, 15, 16, 17
 Hash: .byte 2,3,4,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17,0,1

נבצע ערבול (Enc = 1) על 2 הבלוקים.

להלן תמונת הקלט – (המכיל שני בלוקים – בצבעים שונים)

1	2	1	2	0	1	2	3
3	4	3	4	4	5	6	7
5	6	5	6	10	11	12	13
7	0	7	0	14	15	16	17

נערבל כל בלוק:



נשים לב כי בבית השמאלי העליון בבלוק השמאלי (ירוק) עבר מ-1 ל-3 בערבול הבתים כיוון ש-Hash[1]=3

לסיכום, תוכן מערך הזיכרון המצוין ע"י התווית Output:

Output: .byte 3, 4, 3, 4, 2, 3, 4, 5
 .byte 6, 5, 6, 5, 11, 6, 7, 10
 .byte 7, 10, 7, 10, 14, 15, 12, 13
 .byte 2, 11, 2, 11, 17, 0, 1, 16

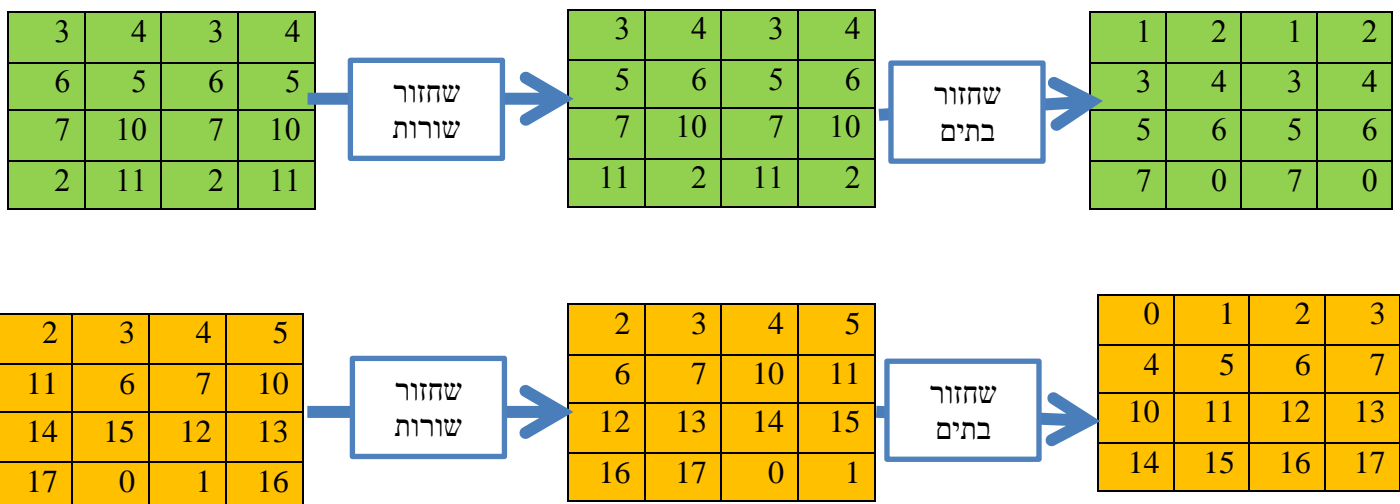
עבור הקלט הבא:

nCols: .byte 10
 nRows: .byte 4
 Enc: .byte 0
 Img: .byte 3, 4, 3, 4, 2, 3, 4, 5
 .byte 6, 5, 6, 5, 11, 6, 7, 10
 .byte 7, 10, 7, 10, 14, 15, 12, 13
 .byte 2, 11, 2, 11, 17, 0, 1, 16
 Hash: .byte 2,3,4,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17,0,1

נבצע שחזור (Enc = 0) על 2 הבלוקים.
 להלן תמונת הקלט – (המכיל שני בלוקים – בצבעים שונים)

3	4	3	4	2	3	4	5
6	5	6	5	11	6	7	10
7	10	7	10	14	15	12	13
2	11	2	11	17	0	1	16

נערבל כל בלוק:



נשים לב כי בבית השמאלי העליון בבלוק השמאלי (ירוק) עבר בשחזור הבתים מ-3 ל-1 כיוון ש- $\text{Hash}^{-1}[3]=1$

לסיכום, תוכן מערך הזיכרון המצוין ע"י התווית Output:

Output: .byte 1, 2, 1, 2, 0, 1, 2, 3
 .byte 3, 4, 3, 4, 4, 5, 6, 7
 .byte 5, 6, 5, 6, 10, 11, 12, 13
 .byte 7, 0, 7, 0, 14, 15, 16, 17

תהליך בדיקת נכונות התוכנית

כחלק מבדיקת התרגיל, תיבדק גם נכונות הריצה של התוכנית. תהליך הבדיקה נעשה על ידי הוספת הקלט (כלומר הוספת התוויות nCols, nRows, Img, Enc, Hash) לסוף הקובץ אותו אתם מגישים, וכן הוספת תוויות המשמשות לפלט (התוויות Output), כל אלו בכתובות מעל 5000₈. לכן, אין להשתמש בכתובות מעל 5000₈ בכתובות התוכנית. כמו כן, אין להגיש קובץ המכיל את הגדרות התוויות הנ"ל (שכן הגדרות אלו מוספות במהלך הבדיקה). אתם, כמובן, רשאים להוסיף תוויות אלו במהלך כתיבת התוכנית וניפוי השגיאות (debugging), אך, כאמור, אין להגיש את התוכנית שלכם עם הגדרות התוויות הנ"ל.

לצורך הבהרת עניין זה, יסופקו שני קבצים: ex2_test.txt ו-ex2_test.bat. הקובץ ex2_test.txt מכיל את ההגדרות של תוויות אלו, והקובץ ex2_test.bat הוא קובץ הרצה המשמש להוספת התוויות. עליכם לבצע את הפעולות הבאות לפני הגשת התרגיל:

- יש לוודא כי שם הקובץ של התוכנית הוא ex2.s11.
- להוריד את שני הקבצים (ex2_test.txt ו-ex2_test.bat) מהאתר לאותו המיקום בו נמצא קובץ התוכנית.
- להריץ את הקובץ ex2_test.bat.
- ייצור קובץ חדש בשם ex2_temp.s11 המכיל את קוד התוכנית המקורי (מהקובץ ex2.s11) וכן את הגדרות התוויות (מהקובץ ex2_test.txt). יש לוודא כי עבור הקובץ החדש אין שגיאה בזמן תרגום וכי התוכנית מביאה לפלט הצפוי.
- בכל אופן, יש להגיש את הקובץ ex2.s11.

שימו לב: לא יתקבלו ערעורים הקשורים בעניין הטכני הנ"ל.

הערות נוספות

- ניתן להניח כי **הקלט תקין**, כלומר:
 - המטריצה ניתנת כולה לחלוקה לבלוקים של 4x4.
 - מספר עמודות ומספר שורות של התמונה מתחלקים ב-4.
 - Enc מכיל הערכים 0 או 1 בלבד.
 - ערכי המערך Img בטווח 0-17₈.
 - המערך Hash מהווה פונ' חח"ע ועל מהתחום 0-17₈ לתחום 0-17₈.
- התוכנית צריכה לפעול נכון עבור **כל** קלט תקין.
- שימו לב לאותיות **גדולות/קטנות** בשימוש בכל התוויות.
- אין לשנות** את מחרוזות הקלט במהלך ריצת התוכנית.
- התוכנית צריכה לרוץ על הסימולטור המסופק באתר הקורס.
- יש להקפיד על תיעוד פנימי וחיצוני של התוכנית.** יורדו נקודות בגין תיעוד לא מלא. קיים מסמך באתר הקורס תחת לשונית תרגילי הבית המסביר **כיצד יש לתעד**. תיעוד חיצוני יהיה **לכל היותר** 4-5 עמודים, ולא צריך לכלול את הקוד שלכם.
- שאלות על התרגיל יש להפנות **לאור גולדמן** בלבד.
- הגשות באיחור יש לתאם לפני מועד ההגשה.**
- הגשה לתא הקורס:** דף שער (נמצא באתר הקורס) + תשובות לחלק היבש (ללא דפי ההוראות של החלק הרטוב) + תיעוד חיצוני (**לכל היותר** 4-5 עמודים).
- הגשה אלקטרונית:** קובץ הקוד ex2.s11 בלבד (הכולל בתוכו גם תיעוד פנימי).
- ההגשה בזוגות בלבד!**

עבודה נעימה!