הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל הפקולטה למדעי המחשב

**את"ם – תרגיל בית מס' 2**

**סמסטר אביב תשע"ו**

תאריך פרסום: 21.4.2016 תאריך הגשה: 10.5.2016 (בשעה 23:55)

מתרגל אחראי על התרגיל: כפיר ניר-צבי (kfirnz@cs.technion.ac.il)

* ההגשה בזוגות בלבד לתא ההגשה של הקורס ובאמצעות הגשה אלקטרונית.
* שאלות על התרגיל יש להפנות לכפיר ניר-צבי kfirnz@cs.technion.ac.il.
* הגשות באיחור יש לתאם עם כפיר לפני מועד ההגשה הכללי.
* ערעורים והגשות באיחור יש להגיש לתא הדואר של כפיר בקומה 5.
* 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).
* חלק ב' דורש כתיבת קוד בשפת האסמבלי של PDP-11, כפי שנלמד בהרצאות ובתרגולים. את הקוד יש לכתוב בקובץ ex2.s11, ולהגיש הדפסה שלו בצירוף תיעוד, כמפורט בהמשך, לתא הקורס. כדאי לקרוא באתר הקורס ב- FAQ על רמת התיעוד הנדרשת. כמו כן יש להגיש את הקובץ ex2.s11 אלקטרונית דרך האתר (יש להגיש אלקטרונית רק את הקובץ ex2.s11. אין להגישו מכווץ בתור קובץ zip כפי שמצוין באתר).

**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, #11

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| תוכן | כתובת |  | תוכן | אוגר |
| 144 | 766 |  | 1000 | pc |
| 244 | 770 |  | 2000 | r0 |
| 770 | 1376 |  | 1000 | r1 |
| 766 | 1400 |  |  |  |
| 1376 | 2000 |  |  |  |

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

דוגמא:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| כתובת |  | 1376 | 2000 | 1004 | 2000 | 1002 | 1000 | mov 1000(r1), @1000(r1) |
| R/W |  | W | R | R | R | R | R |
| כתובת | 766 | 766 | 1400 | 1004 | 1400 | 1002 | 1000 | bis @#1400, @1400 |
| R/W | W | R | R | R | R | R | R |
| כתובת |  |  |  |  | 1002 | 1000 | 1000 | jmp (r1)+ |
| R/W |  |  |  |  | R | R | R |
| כתובת |  | R1 | R0 | R1 | R0 | 1000 | 1000 | div -(pc), r0 |
| R/W |  | W | W | R | R | R | R |

**חלק ב' – רטוב (Lunar Lockout)**

**תיאור המשימה**

בתרגיל זה תתבקשו לכתוב תוכנית הבודקת סדרת מהלכים במשחק Lunar Lockout. במשחק נתון לוח משבצות שבחלקן נמצאים רובוטים, בחלקן מחסומים ובאחת מהן אסטרונאוט. מטרת השחקן היא להביא את האסטרונאוט למשבצת הסיום, כאשר הוא משתמש אך ורק בכללים שיוסברו להלן.

**תיאור כללי החידה**

בכל מהלך, השחקן בוחר משבצת (ע"י ציון מספר שורה ומספר עמודה) וכיוון (למעלה, למטה, שמאלה, ימינה). אם במשבצת שנבחרה נמצא אחד הרובוטים או האסטרונאוט וכן בכיוון הנבחר יש משבצת לא ריקה, אז מה שנמצא במשבצת שנבחרה יתקדם עד למשבצת הלא ריקה שנמצאת באותו כיוון.   
לדוגמה, נתון הלוח ההתחלתי בשמאל שבו הרובוטים מסומנים ב R, האסטרונאוט ב A, המחסומים (שלא ניתנים להזזה) ב B ומשבצת הסיום מסומנת באדום. כאשר השחקן בוחר את המשבצת בשורה 1 ,עמודה 0 ותנועה ימינה, האסטרונאוט ינוע עד שהוא יגיע לרובוט בעמודה 4 (כלומר האסטרונאוט יעצור בעמודה 3) כפי שניתן לראות באיור מימין.

R

A

R

R

B

R

A

R

R

B

בחירת (R,1,0)

מהלך ייחשב לא חוקי במקרים הבאים:

1. המשבצת שנבחרה היא מחוץ לגבולות הלוח. למשל, בחירת המשבצת (5,2) בלוח השמאלי.
2. המשבצת שנבחרה אינה מכילה אסטרונאוט או רובוט. לדוגמה, בחירת המשבצת (1,3) או (4,4) בלוח השמאלי.
3. לא קיימת משבצת לא ריקה בכיוון שנבחר ביחס למשבצת שנבחרה. למשל, בחירת המשבצת (1,0) בלוח השמאלי ואת הכיוון "למטה".

סיום המשחק:

* המשחק מסתיים בהצלחה כאשר האסטרונאוט מגיע לנקודת הסיום.
* המשחק מסתיים בכישלון אם בוצע מהלך לא חוקי (אחד משלושת המקרים שצוינו לעיל) או אם סדרת המהלכים לא מובילה את האסטרונאוט לנקודת הסיום.

הניקוד הכולל של השחקן הוא מספר המהלכים החוקיים שבוצעו.

**מטרת התוכנית**

בתרגיל זה תתבקשו לכתוב תוכנית המקבלת לוח משחק וסדרת מהלכים (כאמור, כל מהלך מציין בחירת משבצת וכיוון לתנועה), ובודקת האם סדרה זו פותרת את המשחק בהצלחה. אם כן, יחושב הניקוד הכולל במהלך המשחק. אחרת, יוחזר פלט מתאים (כמפורט בהמשך).

**קלט התכנית**

* **nCols** – תווית המציינת בית בזיכרון המכיל את מספר העמודות של הלוח. הניחו כי מספר העמודות הוא לכל היותר 27-1.
* **nRows** – תווית המציינת בית בזיכרון המכיל את מספר השורות של הלוח. הניחו כי מספר השורות הוא לכל היותר 27-1.
* **Board** – תווית המציינת מערך של בתים המייצג את לוח המשחק. המערך יהיה בגודל  
  nCols x nRows בתים, ויאוחסן בזיכרון שורה-שורה (כמו מערכים דו-מימדיים בשפת C). כל בית (משבצת בלוח) יכיל ערך בהתאם למפתח הבא:
  + 0 עבור משבצת פנויה.
  + ‘A’ עבור המשבצת המכילה את האסטרונאוט.
  + ‘R’ עבור משבצת המכילה רובוט.
  + ‘B’ עבור משבצת המכילה מחסום.
* **Moves** – תווית המציינת מערך של בתים המייצג את סדרת המהלכים של השחקן. כל שלושה בתים עוקבים במערך יתארו בחירת משבצת בודדת וכיוון לתנועה, כאשר הבית הראשון מייצג מספר שורה , הבית השני מייצג מספר עמודה והבית השלישי מייצג כיוון. כלומר, המשבצת שנבחרה בצעד ה-i תישמר כך: בבית מספר 3i במערך Moves יישמר מספר השורה של המשבצת, בבית מספר 3i+1 יישמר מספר העמודה של המשבצת, ובבית מספר 3i+2 יישמר הכיוון לתנועה כאשר הערכים האפשריים עבורו הם: 'U' (למעלה), 'D' (למטה), 'L' (שמאלה), 'R' (ימינה).  
  סוף המערך יצוין ע"י ערך ה-ASCII של התו '@'.
* **Finish** – תווית המציינת מילה בזיכרון המכילה את המיקום של משבצת הסיום, כאשר הבית התחתון מציין את מספר השורה והבית העליון את מספר העמודה של המשבצת.

**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** יימצא בית שיכיל את אחד מהבאים:
  + במידה שהמשחק הסתיים בהצלחה, יש להחזיר את התו 'S' (Success).
  + במידה שהמשחק הסתיים בכישלון, יש להחזיר את התו 'F' (Failure).

התנאים להצלחה / כישלון מוגדרים למעלה.

* בנוסף, עליכם לדאוג כי בכתובת המצוינת ע"י התווית **Score** תימצא מילה שבה יופיע אחד מהבאים:
  + במידה שהמשחק הסתיים בהצלחה, ייכתב ב-Score הניקוד הכולל שנאסף במהלך ריצת התוכנית.
  + במידה שהמשחק הסתיים בכישלון, הערך בתווית זה יהיה 0, 1, 2 או 3, בהתאם לסיבת הכישלון:
    - 0 עבור בחירת משבצת מחוץ לגבולות הלוח.
    - 1 עבור בחירת משבצת שלא מכילה אסטרונאוט או רובוט.
    - 2 עבור בחירת כיוון תנועה לא חוקי.
    - 3 עבור סיום סדרת הצעדים בלי שהאסטרונאוט הגיעה לסיום.

למשל, אם נבחרה משבצת מחוץ לגבולות הלוח, התווית Output צריכה להכיל 'F' והתווית Score צריכה להכיל 1.

**דוגמה**

הקלט הבא, מייצג את הלוח וסדרת המהלכים שמופיעים בהמשך:

nCols: .word 5

nRows: .word 3

Finish .byte 1, 2

Board: .byte ‘R, 0, 0,’R, 0

.byte 0, 0, 0, 0, 0

.byte ‘A, 0, 0,’B, 0

Moves: .byte 2, 0, ’R, 0, 0, ’R, 2, 2, ’U, ’@

R

R

A

B

R

R

A

B

בחירת (2,0,R)

R

R

A

B

בחירת (0,0,R)

R

R

A

B

בחירת (2,2,U)

הפלט בתווית ה-Output יהיה 'S (כיוון שהמסלול חוקי), ובנוסף הפלט בתווית Score יהיה 3.

לעומת זאת, אם נשנה את המסלול ל:

Moves: .byte 5, 0, ’R, 2, 3, ’U, 1, 3, ’L, '@

הפלט בתווית Output יהיה ‘F והפלט בתווית Score יהיה 0, שכן המשבצת הראשונה במסלול (5,0) נמצאת מחוץ לגבולות הלוח.

אם נשנה את המסלול המקורי ל:

Moves: .byte 2, 0, ’R, 2, 0, ’U, 1, 3, ’L, '@

הפלט בתווית Output יהיה ‘F והפלט בתווית Score יהיה 1, שכן המשבצת השנייה במסלול (2,0) אינה מכילה אסטרונאוט או רובוט בזמן בחירתה.

אם נשנה את המסלול המקורי ל:

Moves: .byte 2, 0, ’R, 0, 0, ’R, 2, 3, ’U, '@

הפלט בתווית Output יהיה ‘F והפלט בתווית Score יהיה 1, שכן המשבצת השלישית במסלול (2,3) מכילה מחסום בזמן בחירתה.

אם נשנה את המסלול המקורי ל:

Moves: .byte 2, 0, ’R, 0, 0, ’D, 1, 3, ’D, '@

הפלט בתווית Output יהיה ‘F והפלט בתווית Score יהיה 2, שכן אין משבצת לא ריקה מתחת למשבצת (0,0) בעת ביצוע המהלך.

ואם נשנה את המסלול המקורי ל:

Moves: .byte 2, 0, ’R, 2, 3, ’U, '@

הפלט בתווית Output יהיה שוב ‘F והפלט בתווית Score יהיה 3, שכן האסטרונאוט לא הגיעה למשבצת הסיום.

**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, Board, Moves, Finish) לסוף הקובץ אותו אתם מגישים, וכן הוספת תוויות המשמשות לפלט (התוויות Output ו-Score), כל אלו בכתובות מעל 50008. לכן, אין להשתמש בכתובות מעל 50008 בכתיבת התוכנית. כמו כן, אין להגישקובץ 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 הגדרת 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:

1. יש לוודא כי שם הקובץ של התוכנית הוא ex2.s11,
2. להוריד את שני הקבצים (ex2\_test.txt ו-ex2\_test.bat) מהאתר לאותו המיקום בו נמצא קובץ התוכנית.
3. להריץ את הקובץ ex2\_test.bat.
4. ייוצר קובץ חדש בשם ex2\_temp.s11 המכיל את קוד התוכנית המקורי (מהקובץ ex2.s11) וכן את הגדרת התוויות (מהקובץ ex2\_test.txt). יש לוודא כי עבור הקובץ החדש אין שגיאה בזמן תרגום וכי התוכנית מביאה לפלט הצפוי.
5. בכל אופן, יש להגיש את הקובץ ex2.s11.

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

**הערות נוספות**

1. ניתן להניח כי **הקלט תקין**, כלומר:
   * גודל הלוח הוא nCols x nRows בתים.
   * הלוח מכיל את הספרה 0 והתווים A,R,B בלבד.
   * הלוח מכיל אסטרונאוט אחד בלבד.
   * המערך Moves הוא באורך שמתחלק בשלוש ואחריו מופיע התו '@'.
2. התוכנית צריכה לפעול נכון עבור **כל** קלט תקין.
3. שימו לב לאותיות **גדולות/קטנות** בשימוש בכל התוויות.
4. לנוחיותכם, **מותר לשנות** ערכים בלוח המשחק Board במהלך ריצת התוכנית.
5. התוכנית צריכה לרוץ על הסימולטור המסופק באתר הקורס.
6. **יש להקפיד על תיעוד פנימי וחיצוני של התוכנית.** יורדו נקודות בגין תיעוד לא מלא. ניתן לקרוא באתר הקורס ב-FAQ על רמת התיעוד הנדרשת.
7. שאלות על התרגיל יש להפנות **לכפיר ניר-צבי** בלבד.
8. **הגשות באיחור יש לתאם לפני מועד ההגשה.**
9. הגשה לתא הקורס : הדפס התוכנית (הכולל בתוכו גם תיעוד פנימי) + תיעוד חיצוני.

הגשה אלקטרונית : קובץ הקוד ex2.s11 בלבד.

1. **ההגשה בזוגות בלבד!**

עבודה נעימה!