

תרגיל בית 2-מבנים והקצאות זיכרון

הגשה בזוגות/ביחידים

הגשה עד 20.8.2020

תרגיל זה יעסוק בניהול מבנים (Structs) והקצאות זיכרון דינמיות (Dynamic Allocation) בשפת C.

נושא התרגיל

עקב מצב החירום העולמי, מוניתם ע"י המדינה לנהל מחסן סחורה לפריטי חירום. המחסן ישמש ליצוא, יבוא וארגון סחורה. את רשימת הפריטים שהתקבלו ממשרד הבריאות ע"י קובץ קלט (input) מסוג text, תדרשו לאכלס במחסן שלכם. בנוסף, ייתכן ותידרשו לסדר את הפריטים במיקומים ספציפיים כפי שצוין בקובץ. בקובץ הקלט נמצאות גם הוראות על פעולות אותן יש לבצע על הפריטים, כגון: הסרה, החלפה ועוד. נפרט על כך בהמשך.

מבנה המחסן

- המחסן יהיה מורכב מאוסף של מדפים.
 - לכל מדף יהיה מספר מקסימלי של תאי אחסון בהם ניתן לאחסן את פריטים.
 - לכל פריט יהיה שם מזהה ומספור שיינתן לו בזמן יצירתו (מספור מתחיל מ-1).
- יש לשים לב שכל יחידה של פריט נחשבת לאחר ההכנסה כפריט בודד, ולכן הוא מקבל מספור משלו.

אופן איכלוס וניהול המחסן

בתחילת ריצת התוכנית, התוכנית תפתח קובץ קלט בשם "Storage.txt" עליו נפרט בהמשך. התוכנית תבצע את כלל הפקודות הניתנות בקובץ הקלט אחד אחרי השני, כאשר בכל שורה בקובץ הקלט רשומה פקודה אחת בלבד. התוכנית תבצע כל פקודה מיד עם קריאת הפקודה מקובץ הקלט. התוכנית תסתיים כאשר תסיים לקרוא את קובץ הקלט וביצעה את כל הפקודות.

מצב ההתחלה של המחסן

בקובץ הקלט שתקבלו לתכניתכם (Storage.txt), יהיו מצוינים שני ערכים התחלתיים למחסן ולאחר מכן פקודות ההפעלה אחת אחרי השנייה (פקודה אחת בלבד בשורה). שני הערכים ההתחלתיים יהיו:

1. מספר התחלתי של מדפים (יהיה ניתן להוסיף או להסיר במהלך ריצת התוכנית).
2. מספר קבוע של תאי אחסון לכל מדף (ערך קבוע).

**** שימו לב! האינדקסים של מדפים ומיקומים על המדפים מתחילים מ-0.**

פעולות המחסן

עליכם לתמוך בפעולות הבאות:

- יצירת המחסן: קליטת מספר המדפים ההתחלתי ומספר מקסימלי של תאים לכל מדף (ערך קבוע).
- הוספת פריט (או יותר) למחסן והוספת מספור לכל פריט (העלאה ב-1 לכל פריט).
- הסרת פריט/ים מהמחסן עפ"י טווח מיקומים במדף ספציפי.
- העברת פריט/ים ממקום A למקום B על גבי המדפים הקיימים עפ"י טווח מקור ויעד.
- החלפת מיקום בין שני פריטים קיימים.

- הדפסת פרטי מוצר עפ"י מספור ייחודי מזהה: שם, מיקום (ראו הסבר בדף האחרון).
 - הדפסת כלל הפריטים במחסן: כמות כוללת של יחידות, מספר מדפים, מספר תאים ריקים, רשימת הפריטים (ראו הסבר בדף האחרון).
 - הדפסת מטריצת הפריטים (ראו הסבר בדף האחרון).
 - **בונוס/תוספת:** צמצום כל הפריטים על גבי המדפים.
- הערה: שימו לב, אם אתם מגישים בזוגות אזי הבונוס הוא אינו בונוס אלא חובה:
ואם אתם מגישים יחידים אזי הבונוס מהווה 10 נקודות נוספות.

חוקי התוכנית

- **נדרש לממש את רשימת הפריטים של כל מדף באמצעות רשימה מקושרת.**
 - בעת הוספת פריט חדש למחסן יש לתת לו מספור בסדר עולה (הוספת 1 עבור כל יחידה מהפריט). בנוסף, בעת קריאת הקובץ והוספת פריט חדש, **עשוי להינתן** המיקום ההתחלתי לפי קובץ הקלט. במידה וצוין לו מיקום:
1. יש לבדוק האם כמות היח' הנדרשת להוספה "נכנסת" בתאים בצורה **רצופה**. לדוגמה: אם התבקשתם להוסיף 2 יח' של סבון במדף 1, תא 1, עליכם לבדוק כי במדף זה תא 1 ותא 2 **פנויים**. אם כן, יש להוסיף לשם את הפריטים; אחרת, יש לבדוק באותו מדף האם יש מקום אחר על המדף שהוא רציף ופנוי לכמות יח' הנדרשת.
 2. אם אין מספיק מקום רצוף במדף זה, יש לחפש **מדף אחר** בעל מס' תאים רצופים אשר יכול לאכלס את הכמות הנדרשת (**יש להתחיל את החיפוש מהמדף הבא**).
 3. אם בשום מדף קיים אין מספיק מקום רצוף, יש להוסיף **מדף חדש** ולהוסיף את הפריטים בו באופן רציף. כמובן, בעת הוספת מדף חדש יש לשמור על סדר המדפים הישנים וכל הפריטים בהם (**כאשר המדף החדש הוא המדף האחרון**).
 4. אם צוין מדף אך לא צוין מס' תא (נשתמש ב 1- כדי להביע "לא מצויין"), יש לבדוק מקום רצוף באותו מדף לכמות היח' הנדרשת להוספה (במקרה ואין יש להמשיך לפי סעיף 2).
- ** יש לשים לב כי אסור לציין מס' תא ללא ציון מס' מדף (הסבר מלא על הפקודות תינתן בהמשך), לדוג':**
 _add eggs 3 -1 2
- אם לא ניתן מיקום התחלתי לפריט בעת ההוספה, יש לחפש **מדף** בעל מס' תאים רצופים אשר יכול לאכלס את הכמות הנדרשת.
 - אם אין מדף שכזה, יש ליצור מדף חדש ולהכניס את יחידות הפריט בצורה רצופה.
 - בעת הוספת הפריטים, אם יינתן מספר פריטים גדול יותר מהמקסימום של מדף אזי יש לפתוח את מס' המדפים הנדרש כדי לצלוח את הוספת הפריטים.
 - בעת **החלפה** בין פריטים, יש לבדוק כי שני המיקומים **חוקיים** והפריטים **קיימים**. אחרת, אין לעשות שום פעולת החלפה ויש לכתוב הודעת שגיאה לערוץ הסטנדרטי *stderr* כמפורט בהמשך.
 - בעת **הזזת** פריט/ים ממיקום א' למיקום ב', יש לבדוק כי המיקומים **חוקיים** כלומר, בטווח המקור **ישנו פריט/ים** ושמיקום היעד **ריק מפריט/ים וגם שהמיקומים לא חורגים מגבולות המערך**. אחרת, אין לעשות שום פעולת הזזה ויש להוציא הודעת שגיאה לערוץ הסטנדרטי *stderr* כמפורט בהמשך.
 - יש לשים לב שפקודת **הזזת** פריט/ים מצריכה לקבל טווח מקור עבור הפריטים במדף מסוים (ממיקום עד מיקום), אך אם הטווח יהיה ממיקום במדף מסוים עד אותו מיקום- מדובר בהזזת פריט בודד.
 - בעת **הדפסת** פריט, יש לבדוק האם מספור הפריט שנקלט תקין. אחרת, יש להוציא הודעת שגיאה לערוץ הסטנדרטי *stderr* כמפורט בהמשך.
 - בעת **הסרת** פריט/ים, יש לבדוק האם הטווח שנקלט תקין. אחרת, יש להוציא הודעת שגיאה לערוץ הסטנדרטי *stderr* כמפורט בהמשך.
 - יש לשים לב שפקודת **הסרת** פריט/ים מצריכה לקבל טווח עבור הפריטים במדף מסוים (ממיקום עד מיקום), אך אם הטווח יהיה ממיקום במדף מסוים עד אותו מיקום (לדוג' 4 3 4, כלומר מדף 3 ממיקום 4 עד מיקום 4)- מדובר בהסרת פריט בודד.

- **צמצום** הפריטים (***בנוס/תוספת**): יש לצמצם את כל הפריטים על גבי המדפים כך שלא יהיו "חורים" בין הפריטים (גם אם זה כרוך בהעברת פריטים ממדף למדף).
גודל המחסן צריך להיות בסדר גודל של כל כמות הפריטים (היחידות של הפריטים נחשבים פריטים בשלב זה); סדר גודל זה הוא לא מדויק היות ומספר התאים לכל מדף זה משתנה קבוע ואין לשנותו- אך את מספר המדפים כן אפשר לשנות.
בנוסף, יש לצמצם גם את מספר המדפים לגודל מינימלי ביחס לכמות הפריטים עבור מדף (שהוגדר בקובץ הקלט כ-`_msps`).
יש לשמור על רציפות הפריטים ככל הניתן, אם יש צורך לפצל בין כמות היחידות של הפריט למס' מדפים כדי לצמצם אותם- יש לעשות זאת.
ראו דוגמא לאחר פעולת הצימצום בדף האחרון.
אם אין אפשרות לצמצם היות והמחסן מצומצם (מלא)- אין להוציא הודעת שגיאה, אלא להמשיך לפקודה הבאה.
את פעולת הצמצום תבצעו מלמעלה למטה.
הערה: אם ביצעתם את כל שאר הפעולות כפי שנדרשתם, תוכלו להשתמש בהם כדי לבצע את פעולת הצימצום.

הודעות שגיאה

- הודעות השגיאה יודפסו לערוץ הסטנדרטי `stderr` ועבור כל פעולה תודפס הודעת שגיאה שונה כדלקמן:
- שם הפעולה לא תקין:
`Error- action does not exist!`
- החלפה בין פריטים:
`SWAP- one/two of the locations are not legal!`
- הזזת פריטים ממיקום א' למיקום ב':
`MOVE- one/two of the locations are not legal!`
- הדפסת פריט:
`PRINT ITEM- the item number is not legal!`
- מחיקת פריט/ים:
`REMOVE- the items location is not legal!`

מבנה קובץ הקלט ופורמט הפעולות

- קובץ הקלט יכיל את כל הפעולות שיש לבצע בזמן ריצת התוכנית. יש לפתוח אותו ולקלוט ממנו פקודות על פי הפורמט הבא:
הערה: יש להתעלם משורה אשר מתחילה בתו '#'. שורות אלו ישמשו להערות.

פעולות אתחול המחסן

- הערה:** מובטח שאלה יהיו 2 השורות הראשונות בקובץ (ללא #).

<code>_isc</code>	// מספר מדפים התחלתי	
<code>_msps</code>	// מספר מקסימלי של תאים לכל מדף	
		<u>דוגמה:</u>
<code>_isc 4</code>	// אתחול המחסן עם 4 מדפים בלבד	
<code>_msps 10</code>	// כל מדף יכול לשאת עד 10 פריטים	

פעולות על פרטי המחסן

1. הוספת פריט:

_add <item_name> <quant> <shelf> <cell> // פורמט הוספת פריט
<item_name> -- string (w/o blanks)
<quant> -- number
<shelf> -- number (-1 not specified)
<cell> -- number (-1 not specified)

דוגמה:

_add gloves 5 0 1 // הוספת 5 יח' של פריט מסוג כפפות. מס' מדף 0, מס' תא 1
_add mask 1 -1 -1 // הוספת 1 יח' של פריט מסוג מסכה. מס' מדף חופשי, מס' תא חופשי
_add alco-gel 1 -1 -1 // הוספת 1 יח' של פריט מסוג משקפיים. מס' מדף 3, מס' תא חופשי

זכרו! אם צוין מספר תא התחלתי 0, ונדרשתם להוסיף כמות של 3 יח' מהמוצר, תצטרכו בנוסף גם את תאים 1 ו-2.

2. הסרת פריט:

_rm <shelf> <startCell> <endCell> // פורמט הסרת פריטים
<shelf> -- number (position)
<startCell> -- number (position)
<endCell> -- number (position)

דוגמה:

_rm 0 1 5 // הסרת פריטים ממדף 0, תאים 1-5
_rm 4 4 4 // הסרת פריט בודד ממדף 4, תא 4

**** שימו לב שאם רק חלק מהטווח מכיל פריטים, יש למחוק את הפריטים שישנם.**

3. הזזת פריטים:

_mv <shelf> <startCell> <endCell> <newShelf> <startNewCell> // פורמט הזזת פריטים
<shelf> -- number (position)
<startCell> -- number (position)
<endCell> -- number (position)
<newShelf> -- number (new position)
<startNewCell> -- number (position)

דוגמה:

_mv 0 1 3 4 2 // הזזת פריטים ממדף 0, תאים 1-3 אל מדף 4, תא 2 והלאה
_mv 3 2 2 3 3 // הזזת פריט בודד ממדף 3, תא 2 אל מדף 3, תא 3 והלאה

**** שימו לב שיש לבדוק אם ברצף הפריטים (לפני ההזזה) כולו מלא בפריטים, ולחילופין במיקום היעד (מיקום היעד + מס' הפריטים שנרצה להעביר) שכולו ריק מפריטים!**

זכרו! אתם מקבלים טווח מקור להזזה ומיקום יעד, זאת אומרת, מיקום התחלתי+ מספר הפריטים שעליכם להעביר.

4. החלפה בין שני פריטים:

פורמט **החלפת שני פריטים (בודדים)** // `_sw <shelfA> <cellA> <shelfB> <cellB>`
`<shelfA> -- number (position item A)`
`<cellA> -- number (position item A)`
`<shelfB> -- number (position item B)`
`<cellB> -- number (position item B)`

דוגמה:

`_sw 1 1 2 2` // **החלפת פריט א ממדף 1, תא 1 בפריט ב ממדף 2, תא 2**
`_sw 1 0 2 0` // **החלפת פריט א ממדף 1, תא 0 בפריט ב ממדף 2, תא 0**

5. הדפסת פריט:

פורמט **הדפסת פריט** // `_pi <item_number>`
`<item_number> -- number`

דוגמה:

`_pi 15` // **הדפסת המוצר בעל המספור 15**

דוגמת פלט:

Item: gloves, Number: 15, Position: [0,0]

** שימו לב לאופן הדפסת הפריט:

Item: **<item_name>**, Number: **<item_number>**, Position: [**<num_shelf>**,**<num_cell>**]

6. הדפסת מחסן:

// פורמט הדפסת המחסן

// מילת הקוד לפעולת ההדפסה

_ps

_ps

דוגמה:

_ps

// הדפסת פרטי המחסן כולל רשימת הפריטים

דוגמת פלט:

Total space: 8

Shelves: 6

Total items: 22

Item: alco-gel, Number: 5, Position: [0,0]

Item: gloves, Number: 1, Position: [0,1]

Item: gloves, Number: 2, Position: [0,2]

Item: gloves, Number: 3, Position: [0,3]

Item: gloves, Number: 4, Position: [0,4]

Item: wipes, Number: 6, Position: [1,0]

Item: bandage, Number: 19, Position: [1,3]

Item: bandage, Number: 20, Position: [1,4]

Item: water, Number: 14, Position: [2,2]

Item: water, Number: 15, Position: [2,3]

Item: water, Number: 16, Position: [2,4]

Item: toilet-paper, Number: 11, Position: [3,0]

Item: toilet-paper, Number: 12, Position: [3,1]

Item: wipes, Number: 7, Position: [3,3]

Item: mask, Number: 8, Position: [3,4]

Item: bandage, Number: 18, Position: [4,0]

Item: mask, Number: 9, Position: [4,1]

Item: mask, Number: 10, Position: [4,2]

Item: water, Number: 17, Position: [4,3]

Item: eggs, Number: 22, Position: [5,0]

Item: eggs, Number: 23, Position: [5,1]

Item: eggs, Number: 24, Position: [5,2]

** שימו לב שדוגמא זו היא דוגמת הפלט עבור הדפסת מחסן לאחר כל הפעולות (לא כולל צמצום)
של הקובץ Storage.txt.

7. הדפסה מטריצת המחסן

```

_mtrx          // פורמט הדפסת מטריצת המחסן
_mtrx          // מילת הקוד לפעולת ההדפסה

דוגמה:
_mtrx          הדפסת הפריטים

```

דוגמת פלט:

הערה: שם הפריט מסומן לפי שלושת האותיות הראשונות של הפריט (אותיות גדולות).
 בתא ללא פריט, יש לסמן X.
 ** שימו לב- יש להדפיס את המטריצה שהטורים שלה מיושרים (ללא זיגזגים).

	0	1	2	3	4
0	ALC	GLO	GLO	GLO	GLO
1	WIP	X	X	BAN	BAN
2	X	X	WAT	WAT	WAT
3	TOI	TOI	X	WIP	MAS
4	BAN	MAS	MAS	WAT	X
5	EGG	EGG	EGG	X	X

** שימו לב שדוגמא זו היא דוגמת הפלט עבור הדפסת מטריצת המחסן **לאחר כל הפעולות** (לא כולל צמצום) של הקובץ Storage.txt.

8. צמצום כל הפריטים על גבי המדפים

```

_min          // פורמט צמצום כל הפריטים על גבי המדפים
_min          // מילת הקוד לפעולת הצמצום

דוגמה:
_min          צמצום כל הפריטים

```

דוגמת פלט אם נדפיס את מטריצת המחסן לאחר הצמצום:

שם הפריט מסומן לפי שלושת האותיות הראשונות של הפריט (אותיות גדולות) ותא ללא פריט מסומן X.

	0	1	2	3	4
0	ALC	GLO	GLO	GLO	GLO
1	WIP	BAN	BAN	WAT	WAT
2	WAT	TOI	TOI	WIP	MAS
3	BAN	MAS	MAS	WAT	EGG
4	EGG	EGG	X	X	X