

## המחלקה להנדסת מערכות מידע

372-1-2102 תכנות מתקדם

תשפ"ג - סמסטר א'

## עבודת בית מס' C++ – 4

תאריך הגשה: 23:59, 4.1.2023

## הקדמה

צבא ארה"ב מעוניין לפתח רובוטים בשליטה מרחוק לביצוע משימות שמירה בשתי אזורים. הרובוט מסוגל לנוע אך ורק בארבעה כיוונים (צפון, דרום, מזרח, מערב) וכל תנועה של הרובוט היא באורך קבוע. עליכם לממש תוכנית ב C++ אשר תאפשר שליטה בתנועת הרובוט על גבי מפת קואורדינטות.

מפה: מערך דו מימדי של אפסים ואחדות בגודל 7X7. תא עם ערך '0' משמעו שיש מעבר בתא ותא עם ערך '1' משמעו קיר (אין מעבר). אנו משתמשים בקואורדינטת X (הראשונה) כדי לסמן עמודות וקואורדינטת Y (השנייה) כדי לסמן שורות. ניתן להניח שממדי המפות אינם משתנים בזמן ריצה. בתרגיל זה תעבדו עם שתי מפות (MAP1 and MAP2), ייתכן כי יתקבלו מפות נוספות לאחר הפעלת האפרטורים, אך מפות אלו לא ישמרו בזיכרון. רובוט: רובוט מזהה על ידי מספר סידורי. כל רובוט חדש מקבל מספר סידורי שערכו כמספר הרובוטים במערכת לפני הוספתו פלוס 1 – עליכם להשתמש ב static לשם כך (אין צורך לעדכן את המספר הסידורי במידה ומוחקים רובוט). ביצירת רובוט חדש הוא ימוקם במפה במקום שיינתן על ידי קלט. לרובוט מותר לנוע במפה ב 4 כיוונים: למעלה (U), למטה (D), שמאלה (L), ימינה (R).

- להלן רשימת הפקודות האפשריות לרובוט. שימו לב שלאחר ביצוע כל פקודה יודפס למסך אישור ביצוע.

מס'	פקודה	פרמטרים לקלט מהמשתמש	דוגמה להדפסת אישור ביצוע למסך (חשוב להקפיד על פורמט זה)
1	הצב רובוט חדש Add robot	<ul style="list-style-type: none"> <li>מספר מפה (1 או 2) מסוג int</li> <li>קואורדינטות X,Y (0..6 , 0..6)</li> <li>מסוג int עם רווח בודד ביניהם.</li> </ul> <p>פורמט הקלט יהיה כלהלן:</p> <p>"Enter MAP number: " <b>1</b></p> <p>"Enter Coordinates (X,Y): " <b>2 3</b></p>	<p>New Robot: 3 MAP: 1 GPS: 2,3</p> <p>הערה: מספר מזהה של הרובוט החדש יתקבל באופן אוטומטי מהמערכת ע"י מספר סידורי רץ.</p>
2	מחק רובוט Delete robot	<ul style="list-style-type: none"> <li>מספר הרובוט מסוג int</li> </ul> <p>פורמט הקלט יהיה כלהלן:</p> <p>"Enter Robot number: " <b>2</b></p>	<p>Robot deleted: 2 MAP: 2 GPS: 5,4</p> <p>הערה: זהו שם הרובוט הנמחק ומיקומו.</p>

**המחלקה להנדסת מערכות מידע**  
**372-1-2102 תכנות מתקדם**  
 תשפ"ג - סמסטר א'

Robot: 3 MAP: 1 GPS: 2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>מספר הרובוט מסוג int</li> <li>כיוון תזוזה - מעלה (U), מטה (D), שמאלה (L), ימינה (R) מסוג char</li> </ul> <p align="center">פורמט הקלט יהיה כלהלן:</p> <p>“Enter Robot number: “ <b>3</b></p> <p>“Enter direction: “ <b>U</b></p>	הזז רובוט	3
הערה: זהו שם הרובוט ומיקומו לאחר ההזזה.		Move robot	

להלן הנחיות יסוד לגבי התנהגות הרובוטים:

- אפשר להניח שכיווני התזוזה שיינתנו בטסטים לרובוט יהיו רק: L, R, U, D
- אם רובוט קיבל פקודה לזוז לתא שיש בו קיר, מיקום הרובוט לא ישתנה אך תתקבל הודעה כפי שתואר בטבלה בפקודה 3.
- אם רובוט יוצא מגבולות המפה - הקשר עם הרובוט מופסק לצמיתות אך הוא אינו נמחק. מאותו הרגע והלאה מיקום הרובוט יוגדר להיות (-1,-1) והרובוט יפסיק להגיב לפקודת "הזז רובוט". מרגע איבוד הקשר עם הרובוט לא יודפסו הודעות לגבי מיקומו. ניתן למחוק את הרובוט על ידי פקודה 2.
- ניסיון ליצור רובוט חדש בתא לא חוקי (קיר או מחוץ למפה) יסתיים ללא יצירת רובוט ותודפס ההודעה "Invalid location". ניתן ליצור רובוט חדש בתא שיש בו רובוט אחר.
- רובוט יכול להיות בו זמנית על גבי מפה אחת בלבד מתוך השתיים. כאשר מופעל אופרטור + הרובוטים שנמצאים במעבר (ערך 0 במפה החדשה) יודפסו ללא שם המפה.
- אם רובוט נמחק, הוא לא יופיע על גבי אף מפה.
- מותר להניח כי לא מוסיפים את אותו הרובוט פעמיים ולא מנסים להזיז או למחוק רובוט שלא קיים בבסיס נתונים.

#### אופרטורים

יש לתמוך באופרטורים הבאים עבור מפות המשחק:

- חיבור מפות (+)
- חיבור מפות והשמה (+=)
- השמת מפות (=)
- השוואת מפות (==)
- הדפסת מפה (<<)

## המחלקה להנדסת מערכות מידע

372-1-2102 תכנות מתקדם

## תשפ"ג - סמסטר א'

- חיבור מפות (האופרטור +)
  - $0 \text{ OR } 0 = 0$
  - $1 \text{ OR } 0 = 1$
  - $0 \text{ OR } 1 = 1$
  - $1 \text{ OR } 1 = 1$

להזכירכם, תא עם ערך '0' משמעו שיש מעבר בתא ותא עם ערך '1' משמעו קיר (אין מעבר).  
 כמו כן, במפה החדשה יתווספו כל הרובוטים שקיימים בשתי המפות עליהם הפעלנו את האופרטור + רק במיקומים של הרובוטים בהם קיים מעבר (בעל ערך 0) במפה החדשה. אם התא חסום (הערך במיקום זה במפה החדשה הוא 1), הרובוט אינו מועבר.  
שימו לב: רובוט שאינו מתווסף למפה החדשה אינו נמחק באופרטור +, הוא עדיין קיים במפה הישנה.  
שימו לב: את מפת התוצאה של האופרטור לא שומרים לשימוש מאוחר יותר.

- חיבור מפות והשמה (האופרטור +=)
  - בעקבות הפעולה  $m1 += m2$  הקירות של מפה  $m2$  יתווספו לקירות של מפה  $m1$  (מפה  $m2$  לא משתנה).

שימו לב: 1. הרובוטים ב  $m2$  אינם מועתקים ל  $m1$ .  
 2. אם כתוצאה מההעתקה נוצר מצב שנבנה קיר בתא שנמצאים בו רובוטים, אזי תתבצע פעולת מחיקה של כל הרובוטים מהמערכת שנמצאים בתא זה.

- השמת מפות (האופרטור =)
  - בעקבות הפעולה  $m1 = m2$  מפה  $m1$  תהפוך להיות עותק של  $m2$ .

שימו לב: הרובוטים ב  $m2$  אינם מועתקים ל  $m1$ .  
 2. אם כתוצאה מההעתקה נוצר מצב שנבנה קיר בתא שנמצאים בו רובוטים, אזי תתבצע פעולת מחיקה של כל הרובוטים מהמערכת שנמצאים בתא זה.

- השוואת מפות (האופרטור ==)
  - ההשוואה תתבצע בין שתי מפות ביחס למיקומי הקירות והמעברים (ולא על הרובוטים), כך שהאופרטור יחזיר TRUE אם ערכי כל מיקומי הקירות והמעברים בשתי המפות זהים, אחרת יוחזר FALSE.

- הדפסת מפה (האופרטור <<)
  - עליכם לתמוך בהדפסת מפה, כך שההדפסה תציג את הערכים המעודכנים של כל תא במפה. ההדפסה למסך תתבצע בפורמט אחיד, בו יש רווח של space אחד בדיוק בין כל איברי המערך וסוגריים מרובעים מסביב. מתחת למפה יודפסו הרובוטים לפי הסדר הסידורי שלהם ומיקומיהם (ראה בנספח דוגמא).  
תזכורת – רובוט שיצא מגבולות המפה לא יודפס.

קלט המערכת

שתי המפות שלהלן הינן המפות שעומן יש לאתחל את התוכנית. המפה מקודדת כמטריצה דו ממדית עם אברים מסוג int.

**המחלקה להנדסת מערכות מידע**  
**372-1-2102 תכנות מתקדם**  
 תשפ"ג - סמסטר א'

להלן מפת הקואורדינטות של האזור הראשון:

6	1	0	0	1	1	0	1
5	1	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	1	1	1	0
3	0	0	0	1	1	1	0
2	1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6

להלן מפת הקואורדינטות של האזור השני:

6	1	1	0	0	0	1	1
5	1	1	0	1	1	1	1
4	1	1	0	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	1	1
2	0	0	0	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6

## המחלקה להנדסת מערכות מידע

372-1-2102 תכנות מתקדם

תשפ"ג - סמסטר א'

- יש להציג תפריט למשתמש שמאפשר לתת פקודות לרובוט או להפעיל את האופרטורים המפורטים בעבודה זו. המערכת קולטת כל פעם פקודה אחת או אופרטור אחד מהתפריט ומבצעת אותם. תפריט הקלט של המערכת:

“

**Robot Control Menu**

1. Add Robot
2. Delete Robot
3. Move Robot
4. Operator +
5. Operator +=
6. Operator =
7. Operator ==
8. Operator <<
9. Quit

**Input your option:**

“

- עבור כל קלט אחר, תודפס ההודעה “Invalid input” והתוכנית תמשיך ללא שינוי נוסף.
- לאחר כל שורת הדפסה, יש לרדת שורה. ניתן להיעזר בבדיקות הפתוחות בכדי לוודא שההדפסה תקינה.

הגדרות בסיסיות

המחלקות הבסיסיות הינן:

- Map** – מפת קואורדינטות של מיקומי קירות ומעברים.
- Robot** – לכל רובוט חדש מונפק מספר סידורי רץ אוטומטית ע"י המערכת שהוא מזוהה על ידו.
- Game** - מפת ניהול משחק שמכילה:
  - מערך דינמי של רובוטים
  - שתי המפות
 אתם רשאים להגדיר מחלקות נוספות אם אתם רואים צורך בכך.

דוגמאות לפלטים

בנספח של מסמך זה מוצגות דוגמאות של תוצאות ההפעלה כל אחד מהאופרטורים.

דליפות זיכרון

העבודה תיבדק לזיהוי דליפות זיכרון (memory leaks). וודאו כי אתם מוחקים את כל הערכים שיש למחוק, ולא משאירים זיכרון ללא מצביע אליו בשום שלב של התוכנית. היעזרו בתוכנה [valgrind](#) על מנת לזהות דליפות זיכרון (כפי שמתואר [באן](#)).

## המחלקה להנדסת מערכות מידע

### 372-1-2102 תכנות מתקדם

#### תשפ"ג - סמסטר א'

#### דרישות מימוש

1. המימוש חייב להכיל, לכל הפחות את הקבצים הבאים:
  - קבצי header של המודולים – קבצי \*.h
  - קבצי מימוש של המודולים – קבצי \*.cpp
  - קבצי קוד נוספים, במידה ותמצאו לנכון.
  - קובץ makefile מתאים לעבודה שלכם
2. חובה לתעד את הקוד באנגלית!
 

התיעוד צריך להופיע בתוך הקוד, לפני פונקציה/טיפוס/משתנה/פעולה שהתיעוד מתייחס אליהם. התיעוד יכול:

  - בראש כל מודול – תיעוד קצר (כמה שורות) של ייעוד המודול והקשר שלו למודולים אחרים.
  - לפני כל פונקציה – תיאור קצר (עד שתי שורות) של ייעוד הפונקציה, וכן תיעוד של כל אחד מהפרמטרים שלה וערך ההחזר שלה (שורה אחת לכל פרמטר). תיאור הפרמטרים צריך להכיל הסבר לגבי תוכן המשתנה, ולא הטיפוס שלו.
3. יש לתת שמות בעלי משמעות לכל אחד מהמשתנים:
  - השמות i,j,k,l עבור משתני לולאה שהם אינדקסים במערך/וקטור נחשבים בעלי משמעות, לצורך מילוי הוראה זו.
  - פרט למצוין לעיל, שם שהוא קיצור או ראשי תיבות, אינו נחשב שם בעל משמעות.
4. הקדישו תשומת לב ומחשבה לאופן שבו הפונקציות שלכם מקבלות פרמטרים:
 

השתמשו בהעברות by reference ולא by value היכן שיש לדבר משמעות מבחינת חסכון בהעתקות. כמו כן, זכרו להשתמש ב const!
5. שימו לב! ההדפסות צריכות להיות זהות לדוגמאות המוצגות בהנחיות. לאחר נקודותיים יש רווח, בין המפה לרשימת הרובוטים יש שורת רווח.

#### הנחיות הגשה

1. התרגיל להגשה ביחידים בלבד. עבודה שתוגש בפורמט אחר, לא תיבדק.
2. התרגיל יעבור בדיקה אוטומטית ולכן אין לשנות את הפורמט של ההדפסות שיתנו. אם ההדפסה אינה מדויקת כנדרש - הבדיקה תכשל.
3. מועד הגשה – עד לתאריך 23:59 4/1/2023
4. ההגשה חייבת להכיל קובץ zip יחיד בלבד המכיל את כל קבצי הקוד רק קבצי \*.h ו- \*.cpp ו- makefile, ללא קבצי הרצה.
5. שם הקובץ zip שתצרו יהיה Assignment4.zip, ושם הקובץ בר הרצה שיווצר בעזרת קובץ makefile שלכם יקרא Ass4. (שימו לב לוודא את פרטים אלו לפני ההגשה, אחרת הקוד שלכם לא יעבוד בשרת)
6. את העבודות יש להגיש באתר הקורס ב- moodle. נא לעבור על הוראות ההגשה והצ'ק ליסט במודל טרם ההגשה.
7. התרגיל יעבור בדיקות קפדניות למציאת העתקות, וסטודנטים שימצאו כי העתיקו יענשו בחומרה. אנא המנעו מהעתקות.
8. שאלות לגבי העבודה ניתן יהיה לשאול בפורום מיוחד שייפתח באתר הקורס.

## המחלקה להנדסת מערכות מידע

372-1-2102 תכנות מתקדם

תשפ"ג - סמסטר א'

## נספח דוגמאות לפלטים של המערכת

אופרטור	MAP1	MAP2	OUTPUT*
חיבור  +  MAP1+MAP2	<pre>[1 0 0 1 1 0 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 0 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 1 Map: 1 GPS: 1,6 Robot: 3 Map: 1 GPS: 4,0</p>	<pre>[1 1 0 0 0 1 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 1 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 2 Map: 2 GPS: 2,6 Robot: 6 Map: 2 GPS: 5,6</p>	<pre>[1 1 0 1 1 1 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 1 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 2 GPS: 2,6 Robot: 3 GPS: 4,0</p>
חיבור והשמה  =+  MAP1+=MAP2	<pre>[1 1 0 1 1 1 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 1 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 3 Map: 1 GPS: 4,0</p>	<pre>[1 1 0 0 0 1 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 1 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 2 Map: 2 GPS: 2,6 Robot: 6 Map: 2 GPS: 5,6</p>	<p>... "Input your option: "</p> <p>המשתמש/ת מקיש/ה "5"</p> <p>"Override MAP number: "</p> <p>המשתמש/ת מקיש/ה "1"</p> <p>1MAP נדרס, מתבצעת השמה של תוצאת חיבור המפות.</p> <p>יש לשים לב לרובוטים, למחוק אותם אם התווסף קיר במקום של רובוט.</p> <p>במידה והמשתמש/ת הקיש/ה מספר מפה לא חוקי, תודפס ההודעה:</p> <p>"Invalid MAP number"</p>
השמה  =	<pre>[1 1 0 0 0 1 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 1 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 3 Map: 1 GPS: 4,0</p>	<pre>[1 1 0 0 0 1 1] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [.....] [1 0 1 0 0 0 0]</pre> <p>Robot: 2 Map: 2 GPS: 2,6 Robot: 6 Map: 2 GPS: 5,6</p>	<p>... "Input your option: "</p> <p>המשתמש/ת מקיש/ה "6"</p> <p>"Override MAP number: "</p> <p>המשתמש/ת מקיש/ה "1"</p> <p>1MAP נדרס, מתבצעת השמה של תוצאת חיבור המפות.</p> <p>יש לשים לב לרובוטים, למחוק אותם אם התווסף קיר במקום של רובוט.</p> <p>במידה והמשתמש/ת הקיש/ה מספר מפה לא חוקי, תודפס ההודעה:</p> <p>"Invalid MAP number"</p>

## המחלקה להנדסת מערכות מידע

372-1-2102 תכנות מתקדם

תשפ"ג - סמסטר א'

אופרטור	MAP1	MAP2	OUTPUT*
<p>השוואה</p> <p>==</p> <p>MAP1==MAP2</p>	<p>[1 0 0 1 1 0 1]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[1 0 0 0 0 0 0]</p> <p>Robot: 1 Map: 1 GPS: 1,6</p> <p>Robot: 3 Map: 1 GPS: 4,0</p> <p>ללא שינוי</p>	<p>[1 1 0 0 0 1 1]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[1 0 1 0 0 0 0]</p> <p>Robot: 2 Map: 2 GPS: 2,6</p> <p>Robot: 6 Map: 2 GPS: 5,6</p> <p>ללא שינוי</p>	<p>FALSE</p>
<p>**הדפסה</p> <p>&gt;&gt;</p> <p>&gt;&gt;MAP1</p>	<p>[1 0 0 1 1 0 1]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[1 0 0 0 0 0 0]</p> <p>Robot: 1 Map: 1 GPS: 1,6</p> <p>Robot: 3 Map: 1 GPS: 4,0</p> <p>ללא שינוי</p>	<p>[1 1 0 0 0 1 1]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[.....]</p> <p>[1 0 1 0 0 0 0]</p> <p>Robot: 2 Map: 2 GPS: 2,6</p> <p>Robot: 6 Map: 2 GPS: 5,6</p> <p>ללא שינוי</p>	<p>[1 0 0 1 1 0 1]</p> <p>[1 1 0 0 0 0 1]</p> <p>[0 1 0 1 1 1 0]</p> <p>[0 0 0 1 1 1 0]</p> <p>[1 0 1 1 0 1 0]</p> <p>[1 0 1 0 0 1 0]</p> <p>[1 0 0 0 0 0 0]</p> <p>Robot: 1 Map: 1 GPS: 1,6</p> <p>Robot: 3 Map: 1 GPS: 4,0</p>

OUTPUT\* – הפלט של האופרטור,

באופרטור + הפלט יהיה מפה עם (או בלי) הרובוטים הרלוונטיים.

באופרטורי השמה (=, +=) אין פלט מודפס לאחר הצלחת הפעולה.

באופרטור == הפלט הוא ערך בוליאני (True-מפות זהות, False-מפות שונות).

באופרטור &lt;&lt; הפלט בפורמט שיש להדפיס את המפה.

\*\*המשתמש בחר בהדפסת מפה מספר 1:

"Please enter MAP number: " 1

בהצלחה!