

תרגיל בית מספר 2

נושא: מימוש מונחה-עצמים של משחק הלוח שש-בש (Backgammon)

תאריך הגשה: יום שבת, 24/04/2021, 23:59

הגשה ביחידים

בהצלחה רבה!

תיאור התרגיל

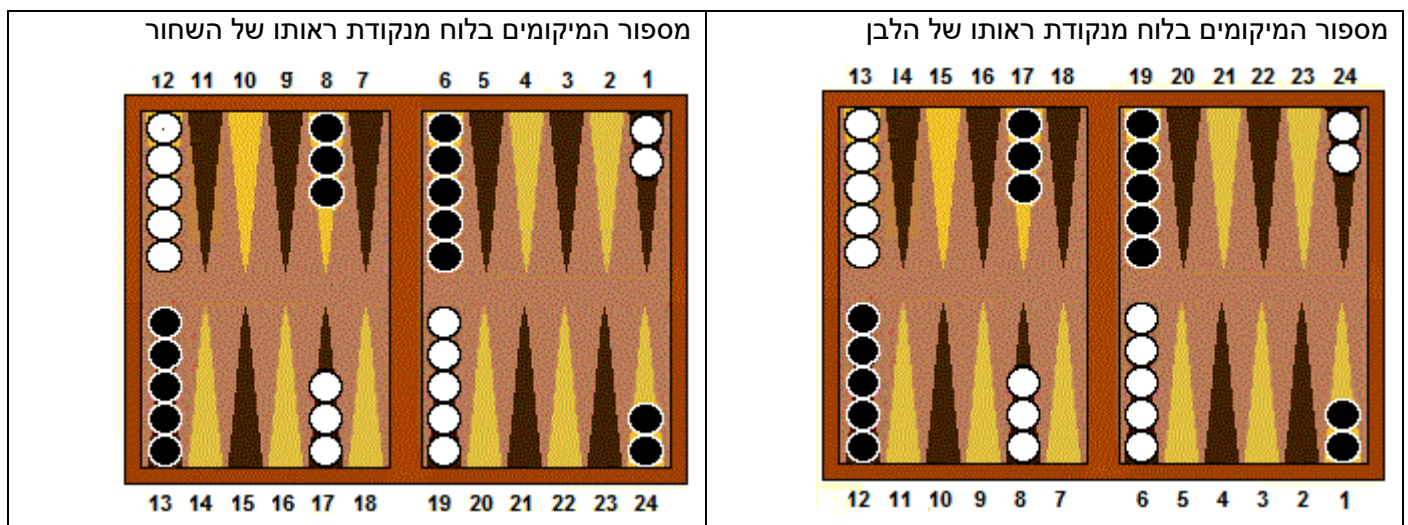
בתרגיל זה תממשו את המשחק שש-בש. התכנית שתבנו תאפשר משחק בין שני שחקנים אנושיים תוך אכיפת חוקיו. מעבר לאתגר התכנותי, המטרה של תרגיל זה הינה תכנות ראשון בקורס בשפת ++C כשפה מונחית עצמים.

להלן הגדרת המשחק. אפשר להעזר גם ב**בויקיפדיה**, או באתרים המאפשרים משחק אונליין, כגון **אתר זה**.

שש-בש: הגדרות משחק

זהו משחק בין שני שחקנים – שחור ולבן, על לוח משחק הכולל 24 מיקומים על הלוח וקוביות. בתחילת המשחק לכל שחקן 15 דיסקיות בצבע שלו.

להלן תרשים מצבו ההתחלתי של הלוח, והאינדקסים לצורך זיהוי המיקומים על הלוח. יש לשים לב לכך שהמיקומים מנקודת ראותו של הלבן ושל השחור שונים, ולכן שאם יש מספר דיסקיות באותו מיקום, הם נערמות אחת מעבר לשנייה ויוצרות טור.



בנוסף ל-24 המיקומים על הלוח, יש עוד שני מיקומים מיוחדים:

- מיקום 25 – בו נמצאות דיסקיות שנישבו על ידי השחקן השני. דיסקיות אלה ממוקמות על ה-"בר", כלומר על החוצץ בין שני חצאי הלוח.

- מיקום 0 – בו נמצאות הדיסקיות אשר סיימו את המשחק. בדרך כלל דיסקיות אלה ממוקמות מחוץ ללוח.

המספור של שני המיקומים המיוחדים 0, 25 אינו תלוי בנקודת הראות של השחקן (לבן או שחור).

מטרת המשחק הינה להוציא את כל הדיסקיות מהלוח, והשחקן הראשון שעושה זאת מנצח. במשחק משתמשים בשתי קוביות בעלות 6 צדדים כל אחת.



המשחק מתבצע בתורות פעם השחור, ופעם הלבן. על מנת לקבוע מי השחקן הפותח, כל שחקן מטיל קובייה אחת ומי שמקבל מספר גבוה יותר מתחיל. אם יש תיקו, שני השחקנים מטילים שוב את הקוביות, עד הפעם הראשונה שאין תיקו.

חוקי המשחק הינם כדלקמן:

- השחקן אשר זה תורו מטיל זוג קוביות ומשחק את שני הערכים המתקבלים. אם מתקבל דאבל, כלומר אם שתי הקוביות יצאו עם ערך זהה, אז השחקן ישחק ערך זה 4 פעמים.
- כאשר משחקים ערך של קובייה, בוחרים דיסקית בצבע של השחקן, ומקדמים אותה בכון המספרים הנמוכים לפי ערך הקובייה (מספר מ-1 עד 6).
- אסור לקדם דיסקה למיקום בו יש יותר מדיסקית אחת של היריב.
- אם מקדמים דיסקה למיקום בו יש בדיוק דיסקה אחת של היריב, אז דיסקית היריב נופלת בשבי (עוברת למיקום 25).
- אם לשחקן יש דיסקות בשבי, השחקן חייב להוציא אותם מהשבי (למשל עם ערך קובייה של 3, אפשר לקדם את הדיסקה ממיקום 25 למיקום 22). עד אשר כל הדיסקות של השחקן יצאו מהשבי, השחקן לא יכול לקדם אף דיסקה אחרת.
- על מנת להוציא דיסקה מהלוח, צריך שכל הדיסקיות של השחקן יהיו "בבית", כלומר במיקומים 0 עד 6.
- ניתן להוציא דיסקה מהלוח אם כל הדיסקיות כבר בבית, ואם הערך בקובייה מתאים למיקום הדיסקה. למשל, אפשר להוציא דיסקה במיקום 3 (להעביר אותה לאפס) אם יצא 3 בקובייה.
- אם יצא ערך בקובייה, וכל הדיסקיות הנוותרות לשחקן בערכים קטנים יותר, יש להוציא את הדיסקית. למשל, אם יצא 6, וכל הדיסקיות במיקומים 4 ומטה, יש להוציא דיסקית במיקום 4.
- אם אין אף מהלך אפשרי לשחקן, קופצים על תורו.

דרישות מימוש

עליכם לממש את המשחק, לפי החוקים המתוארים, באמצעות תכנות מונחה עצמים בשפת C++. התכנית תבצע את הפעולות הבאות:

1. תקלוט seed מהמשתמש עבור איתחול מחולל המספרים האקראיים. יש להשתמש במחולל המתואר בנספח.
2. תטיל קוביות עבור שני השחקנים (קובייה עבור כל שחקן) עד ההכרעה מי השחקן הפותח (השחקן עם הערך הגבוה).
3. תדפיס את מצב הלוח בפורמט שיתואר. עם מספור מיקומים המתאים לשחקן הנוכחי.
4. תטיל את זוג הקוביות.
5. תקלוט מהשחקן את מהלך from to (תזוזת דיסקית מ-from ל-to).
6. אם המהלך אינו חוקי, תפלוט הודעת שגיאה מתאימה, ותבקש קלט חדש (תחזור לשלב 5).
7. תבצע את המהלך, ואם השחקן ניצח, תוציא הודעה ותסיים את המשחק.
8. תחזור על שלב 5 פעמיים או ארבע פעמים בהתאם להטלת הקוביות (אם יצא דאבל).
9. תחליף את השחקן (שחור <- לבן, לבן <- שחור) ותחזור לשלב 3.

על התכנית להדפיס את מצב הלוח בהתחלה, ולאחר כל תור. פורמט ההדפסה יהיה כנראה בצורה:

	12	11	10	9	8	7		6	5	4	3	2	1	
	+-----+-----+-----+-----+													
+	W				B		+	+	B				W	+
+	W				B		+	+	B				W	+
+	W				B		+	+	B					+
+	W						+	+	B					+
+	W						+	+	B					+
+							+	+						+
+	B						+	+	W					+
+	B						+	+	W					+
+	B				W		+	+	W					+
+	B				W		+	+	W				B	+
+	B				W		+	+	W				B	+
	+-----+-----+-----+-----+													
	13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	

כלומר:

- שורה עליונה ותחתונה עם מיספור המיקומים המתאים לשחקן הנוכחי.
- לאחריהן מלמעלה ולמטה שורות קבועות המהוות את הדופן העליונה והתחתונה של הלוח.
- לאחריהן לפחות 5 חמש שורות מלמעלה ומלמטה, המראות את מצב הלוח (אם יש מיקום בו יש יותר מ-5 דיסקיות, מגדילים את מספר השורות בצד הרלוונטי – למעלה או למטה).
- באמצע יש תמיד שורה קבועה אחת של רווח.
- אם יש דיסקיות בשבי (מיקום 25) הן נראות בעמודה האמצעית (הדופן) כפי שרואים בדוגמא:

	12	11	10	9	8	7		6	5	4	3	2	1		
	+-----+						+	+	-----+						+
+	W			W	B		+	+	B					+	
+	W			W	B		+	+	B					+	
+	W				B		+	+	B					+	
+	W						+	+	B					+	
+	W						+	+	B					+	
+							+	+						+	
+	B						+	+						+	
+	B						+	+						+	
+	B						+	+	W					+	
+	B						+	+	W					+	
+	B				W		+	+	W		W			+	
+	B				W		+	B	+	W		W		+	
	+-----+						+	+	-----+						+
	13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24		

יש לשים לב לכך שדיסקיות לבנות בשבי תמיד בחצי העליון של הלוח, ושדיסקיות שחורות תמיד בחצי התחתון. אם יש יותר מ-5 דיסקיות שחורות או לבנות בשבי, מספר השורות בחצי המתאים צריך לגדול על מנת שאפשר יהיה לראות את כולן.

הנחות עבודה והודעות שגיאה

בכל תור של השחקן, יש להדפיס את הלוח, לגלגל את הקוביות ולהדפיס את תוצאת הקוביות לפי הדוגמאות הבאות "Black rolls 5-6", או "White rolls 1-1". לאחר מכן, עד אשר מוצו תוצאות הקוביות (2 או 4 תוצאות אם יצא דאבל), יש לבצע את השלבים הבאים:

תכנות בשפת ++C, אביב 2021

1. אם אין שום מסע חוקי לשחקן, יש להציא הודעה "No possible move for PPP" כאשר PPP הינו השחקן – Black או White.
2. אחרת, יש לבקש מהשחקן להקליד את המסע שלו "Enter PPP move:" ולקרוא מהקלט שני מספרים, from, to.
3. אם קריאת הקלט נכשלה, יש להדפיס "Missing user input - quitting game." ולסיים את התוכנית.
4. אם המסע אינו חוקי, יש להוציא הודעת שגיאה מתאימה, ולחזור לשלב 2.
5. אם המסע חוקי, יש לבצע אותו.
6. אם השחקן ניצח, יש להדפיס "PPP player wins!"
7. אם יש עדיין תוצאת קובייה שלא מוצתה, יש לחזור לשלב 1, אחרת הסתיים התור.

כל ההדפסות, כולל הודעות השגיאה הינן ל-stdout.

הודעות השגיאה הינן לפי הסדר הבא (אם יש מספר שגיאות, רק ההודעה הראשונה תודפס):

1. אם from אינו בתחום 1..25, או to אינו ב-0..24 או אם from-to אינו ב-1..6, אז תודפס הודעת השגיאה הבאה (FFF, TTT) הם מיקומי from, to בהתאמה).

Illegal move: From/to out of bounds (from=FFF, to=TTT).

2. אחרת אם יש לשחקן דיסקיות שביות ו-from אינו 25 אז תודפס ההודעה הבאה:

Illegal move: Player still has captured piece(s).

3. אחרת אם אין דיסקיות ב-from אז תודפס ההודעה הבאה:

Illegal move: No pieces at from location FFF.

4. אחרת אם יש יותר מדיסקית אחת של השחקן השני במיקום to אז תודפס ההודעה הבאה:

Illegal move: Cannot capture more than one piece at location TTT.

5. אחרת אם to הינו אפס, אבל לא כל הדיסקיות בבית (מיקומים קטנים שווים לשש) אז תודפס ההודעה הבאה:

Illegal move: Cannot bear off while not all pieces at home.

6. אחרת אם לא נותר ערך מתאים בקובייה אז תודפס ההודעה הבאה:

Illegal move: No value of VVV in dice roll

דוגמא

להלן דוגמא לפלט (בשחור) וקלט (באדום) של מספר התורות הראשונים במשחק. הקבצים המלאים מצורפים למסמך הגדרה זה.

```
Enter seed
3
White player casts 1, black player casts 2
Black plays first.
12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
+-----+-----+
```

תכנות בשפת C++, אביב 2021

```

+ W | | | B | + + B | | | | W +
+ W | | | B | + + B | | | | W +
+ W | | | B | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+      + +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | B +
+ B | | | W | + + W | | | | B +
+-----+
  13 14 15 16 17 18      19 20 21 22 23 24

```

Black rolls 5-6.

Enter Black move:

24 18

Enter Black move:

18 13

```

  13 14 15 16 17 18      19 20 21 22 23 24
+-----+-----+
+ W | | | B | + + B | | | | W +
+ W | | | B | + + B | | | | W +
+ W | | | B | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+      + +
+ B | | | | | + + | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | B +
+-----+-----+
  12 11 10  9  8  7      6  5  4  3  2  1

```

White rolls 3-4.

Enter White move:

24 20

Enter White move:

20 17

Illegal move: Cannot capture more than one piece at location 17.

Enter White move:

24 21

```

  12 11 10  9  8  7      6  5  4  3  2  1
+-----+-----+
+ W | | | B | + + B W W | | | +
+ W | | | B | + + B | | | | | +
+ W | | | B | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+      + +
+ B | | | | | + + | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | | | | B +
+-----+-----+
  13 14 15 16 17 18      19 20 21 22 23 24

```

Black rolls 6-5.

Enter Black move:

24 18

תכנות בשפת C++, אביב 2021

Enter Black move:

18 13

13	14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24			
+	W				B		+	+	B	W	W				+
+	W				B		+	+	B						+
+	W				B		+	+	B						+
+	W						+	+	B						+
+	W						+	+	B						+
+							+	+							+
+	B						+	+							+
+	B						+	+							+
+	B						+	+	W						+
+	B						+	+	W						+
+	B				W		+	+	W						+
+	B				W		+	+	W						+
+	B				W		+	+	W						+
+							+	+							+
12	11	10	9	8	7		6	5	4	3	2	1			

White rolls 4-2.

Enter White move:

8 4

Enter White move:

5 3

Illegal move: No pieces at from location 5.

Enter White move:

6 4

	12	11	10	9	8	7		6	5	4	3	2	1	
+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	
+	W				B		+	+	B	W	W			+
+	W				B		+	+	B					+
+	W				B		+	+	B					+
+	W						+	+	B					+
+	W						+	+	B					+
+							+	+						+
+	B						+	+						+
+	B						+	+						+
+	B						+	+						+
+	B						+	+	W					+
+	B						+	+	W					+
+	B				W		+	+	W		W			+
+	B				W		+	+	W		W			+
+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	

13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Black rolls 3-6.

Enter Black move:

13 6

Illegal move: From/to out of bounds (from=13, to=6).

Enter Black move:

13 7

Enter Black move:

7 4

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
+							+	+				+
+ W				B		+W+	B	W	B			
+ W				B		+ +	B					
+ W				B		+ +	B					
+ W						+ +	B					
+ W						+ +	B					
+							+	+				+
+ B						+ +						

תכנות בשפת C++, אביב 2021

```
+ B | | | | | + + | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | W | | | | +
+ B | | | W | + + W | W | | | | +
+-----+-----+
12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
```

White rolls 1-1.

Enter White move:

25 24

Enter White move:

24 23

Enter White move:

23 22

Enter White move:

22 21

```
12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
+-----+-----+
+ W | | | B | + + B W W | | | +
+ W | | | B | + + B | | | | | +
+ W | | | B | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+ W | | | | | + + B | | | | | +
+
+ B | | | | | + + | | | | | +
+ B | | | | | + + | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | | | + + W | | | | | +
+ B | | | W | + + W | W | | | | +
+ B | | | W | +B+ W | W | | | | +
+-----+-----+
13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
```

נספח – חילול מספרים מקריים

שיטת המימוש בה נשתמש הינה Linear congruential generator, כמתואר [בערך המתאים בוויקיפדיה](#) לפי הסטנדרט של ANSI C.

- למחולל משתנה מצב X מטיפוס unsigned int ברוחב 32 ביט אשר ערכו ההתחלתי הינו ה-seed המתקבל בעת האתחול.

- חישוב מספר מקרי, מבוצע על ידי הפרוצדורה הבאה:

```
const unsigned int a = 22695477;
const unsigned int c = 1;
X = a*X + c;
return (X & 0x7fffffff) >> 16;
```

- לחילול הטלת קובייה מיקרית, יש לקחת את המספר המיקרי שהתקבל R, ולבצע $(R \% 6) + 1$.

על מנת לבדוק שהמחולל יוצר זריקות קובייה נכונות, להלן הטלות הקובייה הניתנות אם עבור seed=3 (הטלות הקובייה ניתנות לפי הסדר משמאל לימין):

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

דגשים

- יש לתכנן מראש את מבנה התכנית, להקפיד על תיאור מונחה-עצמים, ולהגדיר בהתאם את המרכיבים איתם תעבדו.
- יש לתכנת באמצעות רכיבי C++ ולא באמצעות פונקציות C.
- בתרגיל בית זה אין להשתמש בספריית STL; מבני הנתונים והאלגוריתמים צריכים להיות ממומשים על-ידיכם.

תכנות בשפת C++, אביב 2021

- עליכם לוודא כי התכנית עוברת קומפילציית g++ התואמת את הקומפיילר שעל שרת החוג ללא כל שגיאות או אזהרות כלשהן, ורצה בהצלחה.
- עליכם לתעד את הקוד באמצעות הערות המתארות בקצרה את המחלקות והפונקציות השונות.
- יש להריץ את הבודק האוטומטי על שרת החוג בטרם ההגשה בכדי לוודא תאימות ונכונות של ההגשה: `hwcheck`

הגשה

- עליכם להגיש במערכת Moodle קובץ ארכיב מטיפוס zip בלבד, ששמו כולל את קוד הקורס ('32'), שם התרגיל ('ex2') ותעודת הזהות של הסטודנט/ית המגיש/ה, מופרדים בקו תחתי בפורמט הבא:
`32_ex2_studID.zip`
- על ארכיב zip זה להכיל את כל קבצי המקור (ממשק/מימוש) הנדרשים לקומפילציה, והוא רשאי להכיל תיעוד טקסטואלי; מבחינת טיפוס קבצים, עליו לכלול רק קבצים עם סיומות `*.txt`, `*.h`, `*.cpp`
- לדוגמה: על סטודנט שמספר הזיהוי שלו הינו 012345678 להגיש ארכיב בשם `32_ex2_012345678.zip` הכולל את כל קבצי המקור של הפרוייקט, ללא תיקיות כלשהן, ורשאי להכיל קובץ טקסטואלי לתיעוד.

אי-הקפדה על ההנחיות, כולל פורמט ההגשה הדיגיטלי, תגרור הורדה בציון התרגיל.
לא תתקבלנה הגשות באיחור!