

פרק 6 – נכונות אלגוריתמים

הצגת הפרק

מטרת הפרק

- בפרק זה משולב ניתוח של תוכניות בשני מובנים :
- בדיקת נכונות של תכנית אשר מטרתה נתונה
- זיהוי מטרת תכנית אשר מטרתה איננה נתונה

בבדיקת נכונות של תכנית יש לוודא שהתכנית אכן משיגה את מטרתה עבור כל קלט אפשרי. הבדיקה מוצגת באמצעות בחינת מהלכי ביצוע של תוכנית עבור דוגמאות קלט מייצגות. מרחב הקלטים האפשריים מחולק בצורה ממצה לקבוצות קלטים אשר להם מאפיינים שונים, ומכל קבוצת קלטים נבחרת דוגמת קלט מייצגת אשר עבורה נבחן מהלך ביצוע של התכנית. בחינת מהלכי הביצוע השונים מאפשרת זיהוי שגיאות ותיקונן. בזיהוי מטרת תכנית אנו מציגים ניתוח של תוכנית נתונה.

מושגים

- אלגוריתם נכון
- דוגמאות קלט מייצגות
- בחירה ממצה של דוגמאות קלט מייצגות
- זיהוי מטרת תוכנית

דגשים ודידקטיקה

- הדגש בפרק זה הוא על שאלות **ניתוח**, ולא על שאלות פיתוח כפי שהיה בפרקים הקודמים. שאלות ניתוח אלו חשובות להבנת חומר הלימוד לא פחות משאלות פיתוח, כיוון שהן מעמיקות בניתוח בעיה ובהבנת אלגוריתם נכון.
- על מנת להדגיש את חשיבות בחירת דוגמאות קלט מייצגות ובחירת באופן ממצה מומלץ להציג את אופן בדיקת שאלה פתורה 1 כאופן הבדיקה הנכון וההכרחי עבור פתרון כל שאלה מעתה והלאה.
- יש להבחין בין **אופן** פעולת התוכנית לבין **מטרת** התוכנית. יש להנחות את התלמידים לצמצם את מטרת התוכנית למשפט אחד ממצה, עד כמה שניתן.
- המיומנות החשובה הנרכשת בפרק זה: התלמיד ידע **לפרק** את מרחב הקלטים לחלקים ולבחור דוגמה אחת שמייצגת את **מכלול** הקלטים בחלק זה.
- מומלץ מפרק זה ואילך לחדד את הנושא **בדיקת נכונות**, ובפרט **בחירה ממצה** של דוגמאות קלט מייצגות עבור כל שאלה שפותרים בכיתה.

פתרונות

שאלה 6.1

נתון הלוח הבא, ובכל משבצת בו מופיע מספר שלם:

1	2
3	4

קטע התוכנית הבא, אשר הקלט שלו הוא שניים מן המספרים המופיעים בלוח, יציג כפלט הודעה.

```
Console.WriteLine("Enter first number: ");
num1 = int.Parse(Console.ReadLine());
Console.WriteLine("Enter second number: ");
num2 = int.Parse(Console.ReadLine());
if (num1 == num2 + 2)
    Console.WriteLine("The numbers are in the same column");
else
    Console.WriteLine("The numbers are not in the same column");
```

א. בחרו שתי דוגמאות קלט, אשר עבור כל אחת מהן תוצג הודעה נכונה אחרת. תארו את המאפיינים של שתי קבוצות הקלטים שהדוגמאות שבחרתם שייכות אליהן.

ב. בחרו דוגמת קלט שעבורה תוצג הודעה שגויה, ותארו את המאפיין של קבוצת הקלטים שעבורם תוצג הודעה שגויה.

ג. שנו את הביטוי הבוליאני שבקטע התוכנית לביטוי בוליאני אחר, שעבורו תוצג תמיד הודעה מתאימה. נסחו את הביטוי החדש כביטוי פשוט.

תשובה 6.1

א. דוגמאות קלט מייצגות המציגות הודעה נכונה:

1 3 .1

1 4 .2

מאפיין קבוצת הקלטים: num1 קטן מ-num2

ב. דוגמת קלט מייצגת המציגה הודעה שגויה:

3 1

מאפיין קבוצת הקלטים: num1 גדול מ-num2 ב-2 בדיוק

ג. `if (Math.Abs(num1 - num2) == 2)`

שאלה 6.2

הקלט לקטע התוכנית הבא הוא מספר שלם כלשהו. מטרת קטע התוכנית הבא היא להציג כפלט ערך שסימנו כסימן המספר שנקלט וגודלו הוא ריבוע המספר שנקלט. למשל עבור הקלט 10 הפלט הנדרש הוא 100, ועבור הקלט 10- הפלט הנדרש הוא -100.

שימו ♥: בקטע התוכנית נעשה שימוש בפעולת החזקה Pow של המחלקה המתמטית Math. הפעולות המתמטיות הוצגו בפרק 4.

```
num = int.Parse(Console.ReadLine());
s = Math.Pow(num, 2);
Console.WriteLine(s);
```

קטע התוכנית שגוי.

א. תנו דוגמת קלט מייצגת שעבורה יתקבל הפלט הדרוש.

א. תנו דוגמת קלט מייצגת שעבורה לא יתקבל הפלט הדרוש.

- ב. תארו את קבוצת הקלטים שעבורם לא יתקבל הפלט הדרוש.
ג. תקנו את קטע התוכנית, כך שעבור כל קלט יתקבל הפלט הדרוש.

תשובה 6.2

- א. 7
ב. -7
ג. מספרים שליליים
ד.

```
num = int.Parse(Console.ReadLine());  
s = Math.Pow(num, 2);  
if (num < 0)  
    s *= -1;  
Console.WriteLine(s);
```

שאלה 6.3

נתון קטע התוכנית הבא אשר הקלט שלו הוא ארבע אותיות לועזיות גדולות.

```
letter1 = char.Parse(Console.ReadLine());  
letter2 = char.Parse(Console.ReadLine());  
letter3 = char.Parse(Console.ReadLine());  
letter4 = char.Parse(Console.ReadLine());  
if ((letter1 == letter2) && (letter3 == letter4))  
    Console.WriteLine("All letters are equal");  
else  
    Console.WriteLine("Not all letters are equal");
```

- א. תנו שתי דוגמאות קלט שונות אשר עבור כל אחת מהן תתקבל הודעה שגויה.
ב. תארו את קבוצת הקלטים שעבורם תתקבל הודעה שגויה.
ג. שנו את הביטוי הבוליאני שבקטע התוכנית כך שעבור כל קלט תתקבל הודעה נכונה.

תשובה 6.3

א. שתי דוגמאות קלט עבורן תתקבל הודעה שגויה:

1. a a b b
2. d d f f

ב. הודעה שגויה תתקבל עבור קלטים בהם שתי האותיות הראשונות זהות, ושתי האותיות האחרונות זהות.

ג. `(letter1==letter2) && (letter1==letter3) && (letter1==letter4)`

שאלה 6.4

לפניכם תוכנית בשפת C#. התוכנית קולטת תו כקלט. מטרת התוכנית היא לבדוק האם התו מייצג מספר. אם כן, יוצג המספר הבא אחריו כפלט. אחרת תוצג הודעה כי התו אינו מספר. הראו שלוש דוגמאות קלט מייצגות לתוכנית זו והסבירו עבור כל דוגמה איזו קבוצה היא מייצגת. מצאו את השגיאה בתוכנית ותקנו אותה.

```
/*
התוכנית קולטת תו
אם התו מייצג מספר, התוכנית מציגה את המספר הבא אחריו
בכל מקרה אחר מוצגת ההודעה "לא מספר"
*/
using System;
public class NextNumber
{
    public static void Main()
    {
        // הגדרת משתנים
        char character; // תו הקלט
        // קלט
        Console.WriteLine("Enter a character: ");
        character = char.Parse(Console.ReadLine());
        // פלט
        if (character >= '0' && character <= '9')
            Console.WriteLine( (char)(character + 1) );
        else
            Console.WriteLine("Not a number");
    } // Main
} // class NextNumber
```

תשובה 6.4

שלוש דוגמאות מייצגות:

a – מייצגת תו שאינו מייצג מספר. פלט נכון.

2 – מייצגת תו שמייצג מספר, התו הבא אחריו גם כן מייצג מספר. פלט נכון.

9 – מייצגת תו שמייצג מספר, התו הבא אחריו אינו מייצג מספר. פלט שגוי.

תיקון התוכנית:

```
if (character >= '0' && character < '9')
    Console.WriteLine ((char)(character + 1));
else
{
    if (character == '9')
        Console.WriteLine (10);
    else
        Console.WriteLine ("Not a number");
}
```

שאלה 6.5

נתון קטע התוכנית הבא שהקלט שלו הוא מספר לא שלילי, והמשתנים בו הם מטיפוס ממשי. **שימו** ♥: בקטע התוכנית נעשה שימוש בפעולות `sqrt` ו-`floor` של המחלקה המתמטית `Math` שהוצגה בפרק 4. הפעולה `Floor` מקבלת מספר ממשי ומחזירה את החלק השלם שלו (למשל, ערך הביטוי `Math.Floor(5.8)` שווה ל-5.0)

```
num = double.Parse(Console.ReadLine());
sqrtNum = Math.Sqrt(num);
fraction = sqrtNum - Math.Floor(sqrtNum);
if (fraction > 0)
    Console.WriteLine("1");
else
    Console.WriteLine("0");
```

- תנו דוגמת קלט שעבורה יהיה הפלט 1.
- תנו דוגמת קלט שעבורה יהיה הפלט 0.
- תארו את מטרת קטע התוכנית וחלקו את הקלטים האפשריים לשתי קבוצות. תארו את הפלט עבור הקלט בכל קבוצה.

תשובה 6.5

- 10
 - 9
 - התוכנית תציג 1 אם למספר הנקלט יש שורש שלם, ו-0 אחרת.
- 2 קבוצות לקלטים האפשריים: עבור מספרים בעלי שורש שלם יתקבל הפלט 0, ועבור קלטים בעלי שורש שאינו שלם יתקבל הפלט 1.

שאלה 6.6

נתון קטע התוכנית הבא, שהקלט שלו הוא ארבעה מספרים שלמים שונים. כל המשתנים בקטע התוכנית הם מטיפוס שלם.

```
num1 = int.Parse(Console.ReadLine());
num2 = int.Parse(Console.ReadLine());
num3 = int.Parse(Console.ReadLine());
num4 = int.Parse(Console.ReadLine());
if (num1 > num2)
    max1 = num1;
else
    max1 = num2;
if (num3 > num4)
    max2 = num3;
else
    max2 = num4;
if (max1 > max2)
    Console.WriteLine(max1);
else
    Console.WriteLine(max2);
```

- מהו הפלט עבור כל אחת מדוגמאות הקלט הבאות: 10 20 30 40 ו-20 30 40 50.
- תנו שלוש דוגמאות קלט שונות של מספרים חיוביים שהפלט עבורן הוא 5.
- מהי מטרת קטע התוכנית?

תשובה 6.6

א. 40 ו-50.

ב. 2 1 5 3 , 1 5 2 4 , 2 3 4 5

ג. התוכנית תחשב ותציג את המספר הגדול מבין ארבעת הקלטים.

שאלה 6.7

לפניכם תוכנית בשפת C#:

```
/*
התוכנית קולטת שלושה מספרים שלמים
*/
using System;
public class What
{
    public static void Main()
    {
        // הגדרת משתנים
        int num1, num2, num3; // משתני הקלט
        int temp;           // משתנה עזר
        // קלט
        Console.WriteLine("Enter first number: ");
        num1 = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter second number: ");
        num2 = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter third number: ");
        num3 = int.Parse(Console.ReadLine());
        if (num1 > num2)
        {
            temp = num1;
            num1 = num2;
            num2 = temp;
        }
        if (num2 > num3)
        {
            temp = num2;
            num2 = num3;
            num3 = temp;
        }
        // פלט
        Console.WriteLine("{0},{1},{2}", num1, num2, num3);
    } // Main
} // What
```

א. כתבו במשפט אחד מהי לדעתכם מטרת התוכנית.

ב. הציעו חלוקה ממצה של הקלטים האפשריים לקבוצות.

ג. בחרו דוגמאות קלט מייצגות על-פי החלוקה שהצעתם בסעיף א', וציינו את הפלט עבור כל אחת מהן.

ד. האם התוכנית משיגה את מטרתה? אם כן, הסבירו מדוע; אם לא, תקנו אותה.

תשובה 6.7

- א. מטרת התוכנית היא להדפיס את מספרי הקלט בסדר עולה.
- ב. חלוקה ממצה של הקלטים האפשריים ל 3 קבוצות:
1. המספר הקטן ביותר מופיע ראשון
 2. המספר הקטן ביותר מופיע שני
 3. המספר הקטן ביותר מופיע שלישי
- ניתן לחלק כל קבוצה לשתי תתי קבוצות נוספות על פי מיקום המספר הגדול ביותר.
- ג. דוגמאות קלט מייצגות לכל קבוצה (משמאל לימין) והפלט עבורן:
1. 1 2 3 , 1 3 2 , פלט: 1 2 3 (הפלט נכון)
 2. 1 2 3 , 2 1 3 , פלט: 1 2 3 (הפלט נכון)
 3. 2 1 3 , 2 3 1 , פלט: 2 1 3 (הפלט שגוי)
- ד. התוכנית אינה משיגה את מטרתה. יש להוסיף משפט תנאי **שלישי** (לאחר משפט התנאי השני):

```
if (num1 > num2)
{
    temp = num1;
    num1 = num2;
    num2 = temp;
}
```