

## תרגיל בתכנות פונקציונלי בפייתון – 2

הערה חשובה מאוד לכל תרגיל הבית הזה: בכיתה למדנו על העקרונות הבסיסיים של התפישה הפונקציונלית לתכנות. בכל השאלות שבתרגיל הזה, אתם נדרשים לכתוב פונקציות למיניהן – כל הפונקציות האלו (פרט לאלו שחייבות להיות באינטראקציה עם המשתמש) חייבות להיות כתובות כפונקציות טהורות; כלומר, פונקציות ללא תופעות לוואי:

(א) הערך המוחזר ע"י הפונקציה תלוי רק בערכי הקלט – הוא יהיה תוצאה של טרנספורמציה מתאימה של ערכי הקלט.  
(ב) פונקציה מסוג זה היא stateless.

(ג) שינויי המצב, אם יש, יבואו לידי ביטוי אך ורק בתוך הסביבה הפנימית של הפונקציה, מה שגורם שלא תהיינה השפעות על הסביבה החיצונית, פרט לערך שמוחזר לקורא.

אם יהיו מקרים שקשה להגיע לפונקציות stateless, תצמצם את שינויי המצב למינימום האפשרי, תוך כתיבת פונקציות עזר שתממשנה פתרונות טהורים לתת-בעיות של הבעיה הכוללת.

חשוב לציין שבפתרונות לשאלות שבתרגיל הזה אסור להשתמש במבנים לא פונקציונליים, כגון לולאות for ולולאות while, אלא אם מצויין אחרת בכל תרגיל ספציפי.

1. מספרים הנקראים "penta numbers" מוגדרים על ידי הנוסחה הבאה:

$$\frac{n(3n-1)}{2} \text{ for each } n = 1, 2, \dots$$

- א. כתבו פונקציה pentaNumRange(n1,n2) שמחזירה את רשימת כל ה-penta numbers בין n1 ל-n2 (לא כולל n2). על מנת לחשב כל penta number בטווח [n1,n2], תיצרו משתנה בשם getPentaNum לוקאלי ל-pentaNumRange, שערכו אובייקט פונקציונלי שנוצר ע"י ביטוי lambda שמבטא את הנוסחה הנ"ל.
- ב. כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש להכניס שני מספרים שלמים וחיוביים, n1 ו-n2 (n2 > n1), ומדפיסה את כל המספרים מסדרת ה-penta numbers מ-n1 ל-n2, עשר בשורה. תממשו את אופן ההדפסה הזאת בשתי דרכים: (1) תוך שימוש בלולאת for, ו-(2) תוך שימוש בכלים הפונקציונליים שלמדנו בשיעור.

2. כתבו פונקציה שמקבלת מספר שלם (חיובי או שלילי) n, ומחזירה את סכום הספרות שלו.

- א. כתבו גרסה ראשונה sumDigits1(n) של הפונקציה הנדונה תוך הפעלת הפונקציה sum על רשימת הספרות של n. רשימת הספרות הנ"ל תיבנה על ידי פונקציה שתפרק את המספר תוך הפעלה חזרתית של אופרטור החילוק ואופרטור המודולו, תוך שמירת הסדר המקורי של הספרות במספר.
- ב. כתבו גרסה שנייה sumDigits2(n) שמממשת את הפונקציה הנדונה תוך הפעלת הפונקציה sum (הבנויה בשפה) על רשימת הספרות של n. רשימת הספרות הנ"ל תיבנה על ידי פונקציה שתשתמש בפונקציות str, abs, list, int (הבנויות בשפה) וכלים פונקציונליים בלבד.
- ג. כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש להכניס מספר שלם (חיובי או שלילי), קוראת לשתי הגרסאות של sumDigits, בנפרד, ומדפיסה, בשתי שורות נפרדות, את הערכים ששתיהן מחזירות.

3. כתבו פונקציה שמקבלת מספר שלם (חיובי או שלילי) n, ומחזירה את המספר ההפוך שלו (בעל אותם ספרות בדיוק, אבל בסדר הפוך).

- א. כתבו גרסה reverseNum1(n) שמממשת את הפונקציה הנדונה תוך הרכבה מתאימה של פונקציות הבנויות בשפה (כגון str, abs, int) ותוך שימוש ב-slice המבטא היפוך של מחרוזת.
- ב. כתבו גרסה שנייה reverseNum2(n) של הפונקציה הנדונה תוך הפעלת הפונקציה reversed על רשימת הספרות של n. רשימת הספרות הנ"ל תיבנה על ידי אחת הפונקציות שכתבתם בשאלה מס' 2 דלעיל.
- ג. כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש להכניס מספר שלם (חיובי או שלילי), קוראת לשתי הגרסאות של reverseNum בנפרד, ומדפיסה, בשתי שורות נפרדות, את הערכים ששתיהן מחזירות.

4. כתבו פונקציה בוליאנית isPalindrome(n) שמקבלת מספר שלם (חיובי או שלילי) n, ומחזירה True אם המספר הוא palindrome, ו-False אם לא.

רמז: כדי לממש את הפונקציה הנדונה, השתמשו באחת הגרסאות של הפונקציה reverseNum שכתבתם בשאלה מס' 3 דלעיל.

כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש מספר שלם (חיובי או שלילי) n, קוראת לפונקציה הנ"ל, ומדפיסה "It is a palindrome" או "It is not a palindrome" בהתאם לערך הבוליאני שהיא מחזירה.

5. כתבו פונקציה  $m(n)$  שמקבלת מספר שלם וחיובי  $n$ , ומחזירה את הערך של

$$\sum_{i=1}^n \frac{i}{(i+1)}$$

- א. כתבו גרסה שמממשת את הפונקציה הנדונה תוך הפעלת הפונקציה `sum` על רשימת ערכי החישוב של  $i/(i+1)$  לכל ערכי  $i$  השלמים שבטווח  $[1, n]$ . רשימה זו תיבנה ותוחזר על ידי פונקציית עזר מסוימת. לצורך חישוב ערך הנוסחה  $i/(i+1)$  לכל ערך של  $i$  בטווח  $[1, n]$ , תפעילו פונקציה אנונימית (ביטוי `lambda`) שמבטאת את הנוסחה הזאת. חייבים להשתמש בכלים פונקציונליים, מאלה שלמדנו בשיעור, בלבד.
- ב. כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש מספר שלם וחיובי  $n$ , קוראת לפונקציה הנ"ל, ומדפיסה בכל שורה את הערכים של  $i$  ושל  $m(i)$ , לכל ערך שלם של  $i$  בטווח  $[1, n]$ .

6. כתבו פונקציה  $pi(n)$  שמקבלת מספר שלם וחיובי  $n$ , ומחזירה קירוב של ערך המספר  $\pi$  לפי הנוסחה הבאה:

$$pi(n) = 4 \left( \sum_{i=1}^n \frac{(-1)^{i+1}}{2i-1} \right)$$

- א. כתבו גרסה שמממשת את הפונקציה הנדונה תוך הפעלת הפונקציה `sum` על רשימת ערכי החישוב של הנוסחה  $(-1)^{i+1}/(2i-1)$  לכל ערכי  $i$  השלמים שבטווח  $[1, n]$ . רשימה זו תיבנה על ידי פונקציית עזר שתחזיר אותה. לצורך חישוב ערך הנוסחה  $(-1)^{i+1}/(2i-1)$  לכל ערך של  $i$  בטווח  $[1, n]$ , תפעילו פונקציה אנונימית (ביטוי `lambda`) שמבטאת את הנוסחה הזאת. חייבים להשתמש בכלים פונקציונליים, מאלה שלמדנו בשיעור, בלבד.
- ב. כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש מספר שלם וחיובי  $n$ , קוראת לפונקציה הנ"ל, ומדפיסה בכל שורה את הערכים של  $i$  ושל  $pi(i)$ , לכל ערך שלם של  $i$  בטווח  $[1, n]$ .
7. שני מספרים ראשוניים נקראים `twin primes` אם ההפרש ביניהם הוא 2.
- א. כתבו פונקציה `twinp(n)` שמקבלת מספר שלם וחיובי  $n$  ומחזירה מילון שהמפתח הוא מספר ראשוני והערך המשוך לו הוא ה-`twin` שלו, כולם בטווח  $[1, n]$ . על מנת לחשב את רשימת המספרים הראשוניים שבטווח  $[1, n]$ , תייבאו את המודול `eratosthenes` שמופיע במצגת שלמדנו בכיתה, ותשתמשו בפונקציה `napa` המופיעה במודול הזה. תזכורת: אחת השיטות ליצירת מילון היא כדלקמן:

```
>>> dict(zip(['a','b','c'],[3,4,5]))
{'a':3, 'b':4, 'c':5}
```

- ב. כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש מספר שלם וחיובי  $n$ , קוראת לפונקציה הנ"ל, ומדפיסה בכל שורה זוג של `twin primes` שהפונקציה מצאה בטווח  $[1, n]$ .

8. כתבו פונקציה `add3dicts(d1,d2,d3)` שמקבלת שלושה מילונים ומחזירה מילון חדש שייבנה באופן הבא: כל מפתח משותף לכל מילוני הקלט יהיה מפתח במילון החדש, והערך המשוך לאותו מפתח יהיה רשומה (`tuple`) המכילה את כל הערכים (ללא כפילויות!) המשוכים לאותו מפתח, בשלושת מילוני הקלט. כל מפתח שלא עונה לתנאי הנ"ל, יועבר למילון החדש ביחד עם הערך המשוך אליו, כמות שהו.

רמז: תכתבו פונקציות עזר מבוססות ביטויי `lambda` שמבטאים פעולות על קבוצות (`sets`), שמחשבות את קבוצת המפתחות המשותפים, ובנפרד, את קבוצת המפתחות הזרים. דוגמת הרצה:

```
>>> d1 = dict([(1,'a'),(3,'d'),(5,'e')])
>>> d2 = dict([(1,'b'), (3,(11,22)), (7,'f'), (4,'q')])
>>> d3 = dict([(2,'c'), (3,'x'), (4,'t'), (8,'g')])
>>> add3dicts(d1,d2,d3)
{1:('a','b'), 2:'c', 3:('d',(11,22),'x'), 4:('q','t'), 5:'e', 7:'f', 8:'g'}
```

כתבו פונקציה שתבקש מהמשתמש להכניס את שלושת המילונים, תפעיל את הפונקציה `add3dicts`, ותדפיס את מה שהפונקציה `add3dicts` החזירה לה.

9. כתבו תכנית ראשית לכל תרגיל הבית הזה. למשתמש יוצג תפריט שכל אופציה בו מתייחסת לאחת הפונקציות שכתבתם בשמונה השאלות הקודמות. לצורך ניהול הפעלת הפונקציות, בהתאם לתפריט, תיצרו מילון שכל מפתח בו הוא מספר מזוהה עם אופציה בתפריט, והערך המשוך למפתח הוא אובייקט פונקציונלי של הפונקציה המתאימה לאותה אופציה בתפריט. התכנית תפעיל את הפונקציה המתאימה, והפונקציה הזאת תקבל את הקלטים המתאימים ותדפיס את הפלטים המתאימים. אופציה 0 תציין יציאה מלולאת התכנית.

התנהגות התפריט כלפי המשתמש תהיה דומה למה שכבר עשיתם בתרגיל הבית מס' 1. אתם בהחלט יכולים להשתמש בקוד של התפריט ההוא כבסיס לתפריט הזה.