

## מבני נתונים – פרויקט מס. 2.

### ערמה d-ארית

#### מבוא

במטלה זו תממשו ערמת d-ארית.

#### הדרישות

עליכם לממש ערימה d-ארית (d-ary heap). לכל צומת לכל היותר d ילדים. כל הרמות מלאות, חוץ אולי מהאחרונה, שמלאה מצד שמאל. הערימה מיוצגת באמצעות מערך. השורש של הערימה במקום 0. ילדים של צומת במקום i, נמצאים באינדקסים  $di+1, \dots, di+d$ . הערימה שקולה לערימה בינארית עבור  $d=2$ .

כל השאר הפעולות (insert, get-min, del-min, decrease-key, delete), כמו שנלמדו בכיתה לערימה בינארית.

האיברים בערמה הם מסוג DHeap\_Item ומכילים 3 שדות:

1. מפתח key, מספר שלם לא ייחודי (כלומר אותו מספר יכול לחזור מספר פעמים).
2. ערך name, מסוג מחרוזת.
3. מיקום pos מסוג int, שמצביע למיקום של האיבר במערך של הערימה.

שימו-לב, שבפעולות השונות תצטרכו לעדכן את שדה pos של DHeap\_Item בהתאם לתזוזת האיבר בערימה. לא ניתן לשנות הגדרה של מחלקה זו.

בערימה יש ארבעה data members (ניתן להוסיף עוד אם צריך). אחד array מערך מסוג DHeap\_Item ועוד size, שמחזיק את מס' האיברים בערימה ו-max\_size, שהוא מספר האיברים המקסימלי. d הוא הפרמטר של הערימה. נניח כי לא נעבור את מס' האיברים המקסימלי. ה Constructor כבר ניתן לכם בקובץ השלד.

המימוש צריך להיות מבוסס על קובץ השלד המופיע באתר הקורס ולהסתמך על כל ההנחות שרשומות שם. הפעולות שמופיעות בקובץ הן:

מחזירה את מספר האיברים בערימה – getSize()

הפונקציה מקבלת מערך מסוג DHeap\_Item - arrayToHeap(array1) ובונה ערימה חדשה מהמערך (יש להתעלם ממה שהיה קודם בערימה)

הפונקציה מחזירה ערך TRUE אם ורק אם הערמה המיוצגת במערך חוקית – isHeap()

מחזיר את המיקום במערך של ההורה של הצומת במיקום i במערך – parent(i)

מחזיר את המיקום של ילד מספר k של הצומת במיקום i – child(i, k)

מכניס את איבר item לערימה – insert(item)

delete\_Min() – מחיקת איבר המינימום של הערמה

Get\_min() – הפונקציה מחזירה את איבר המינימום של הערימה

Decrease\_Key(item, delta) – מקטין את הערך של הרשומה בדלתא

Delete(item) – מוחקת את האיבר מהערימה

DHeapSort(int[] array) – מחזיר מערך ממויין של המספרים במערך הקלט. מיון ע"י ערימה.

בקובץ השלד מופיעים ה-header-ים של כל הפונקציות. המימוש יבוצע על ידי מילוי קובץ השלד. במידת הצורך ניתן להרחיב את המימוש (למשל להוסיף פונקציות עזר שלא מופיעות בשלד או data members נוספים למחלקה), אך אסור לשנות את ההגדרות של הפונקציות לעיל. אסור לשנות את קובץ ה-Item.

### סיבוכיות

יש לתעד את סיבוכיות זמן הריצה (במקרה הגרוע) של כל פונקציה, כתלות במספר האיברים בעץ ובפרמטר d.

עליכם להשיג סיבוכיות זמן ריצה הטובה ביותר מבחינת זמן ריצה אסימפטוטי.

### פלט

אין צורך באף פלט למשתמש.

### בדיקות

התרגילים יבדקו באמצעות תוכנת טסטר שקוראת לפונקציות המפורטות למעלה, ומוודאת את נכונות התוצאות. קובץ הטסטר שלנו לא יפורסם לפני הבדיקות.

עליכם לבדוק את המימוש בעצמכם! בפרט, כדאי מאד לממש טסטר, כדי לבדוק את נכונות ותקינות המימוש.

בקובץ שתגישו לא תהיה פונקציית main. אם הצלחתם לקמפל את הפרויקט לבדו, ללא טסטר, זה סימן שמשוהו לא נכון במימוש.

בנוסף, קוד המקור ייבדק ידנית. בפרט, חשוב להקפיד על תיעוד.

### מדידות

כתבו תוכנית (אין צורך להגיש אותה) שתפעיל את הפעולות שמימשתם. וענו בעזרתה על השאלה הבאה.

הכינו מערך עם m מספרים רנדומיים שלמים מפוזרים אחיד בין 0 ל-1000. הכניסו את הערכים לערימה בעזרת arrayToHeap (המחרוזת של ה-Item לא משנה). כעת, בצעו מיון על-ידי הפונקציה DHeapSort. ספרו כמה השוואות יתבצעו בכל המיון (עליכם להתחשב גם בפעולה של arrayToHeap), כלומר כמה פעמים היו השוואות בין שני איברים במיקומים שלהם במערך (תזכורת: ההשוואות מתבצעות בפעולת מחיקה במהלך heapify-down).

בצעו את הספירה עבור  $m = 1,000, 10,000, 100,000$  ועל כל אחד עבור  $d=2, 3, 4$ . הציגו את התוצאות. כמו כן, נתחו מה מספר ההשוואות האסימפטוטי בחסם הדוק (חסם תטא) במקרה הגרוע כתלות במספר האיברים  $n$  ובפרמטר  $d$ .

כעת, בצעו את התהליך הבא: הכינו מערך רנדומי זהה כמו קודם (הפעם עם 100,000 איברים) והכניסו את האיברים לערימה. בצעו Decrease-Key על כל האיברים לפי סדר הכנסתם לערימה. בצעו Decrease-Key עם דלתא בערך  $x$ . ספרו כמה השוואות התבצעו בכל פעולות ה-Decrease-Key.

בצעו את הספירה עבור  $x = 1, 100, 1000$  ועל כל אחד עבור  $d=2, 3, 4$ . הציגו את התוצאות. כמו כן, נתחו מה מספר ההשוואות האסימפטוטי בחסם הדוק (חסם תטא) במקרה הגרוע כתלות במספר האיברים  $n$  ובפרמטר  $d$ .

עבור כל מדידה – בצעו אותה 10 פעמים. הציגו את הממוצע של 10 המדידות.

### הגשה

הגשת התרגיל תתבצע באופן אלקטרוני באתר הקורס במודל.

הגשת התרגיל היא בזוגות בלבד!

כל זוג ייבחר נציג אחד ויעלה תחת שם המשתמש שלו את קבצי התרגיל למודל. על ההגשה לכלול שני קבצים: קובץ המקור (הרחבה של קובץ השלד DHeap.java), ומסמך תיעוד חיצוני, המכיל גם את תוצאות המדידות. את המסמך יש להגיש באחד הפורמטים הבאים: pdf, doc, docx, rtf או txt.

בתוכן הקבצים יש לציין את שמות המשתמש, תעודות הזהות ושמות המגישים (בכותרת המסמך ובשורת הערה בקובץ המקור).

הגשת שיעורי הבית באיחור - באישור מראש בלבד. הגשה באיחור ללא אישור תגרור הורדת נקודות מהציון.

הגשת התרגיל היא חובה לשם קבלת ציון בקורס.