

מבני נתונים - פרויקט מספר 1 - עץ WAVL

תיאור הפרויקט

עליכם לממש בשפת ג'אווה עץ WAVL, כפי שהוגדר בהרצאה.
בפרט, יהיה עליכם לממש את המחלקות WAVLTree ו-WAVLNode אשר נמצאות בקובץ השלד שבאתר.

המתודות של המחלקה WAVLTree שיש לממש:

empty() - הפונקציה מחזירה ערך TRUE אם ורק אם העץ ריק.

search(k) - הפונקציה מחפשת איבר בעל מפתח k. אם קיים איבר כזה, היא מחזירה את הערך השמור עבורו. אחרת, היא מחזירה null.

insert(k, i) - הכנסת איבר בעל ערך i ומפתח k לעץ. הפונקציה מחזירה את מספר פעולות האיזון שנדרשו בסה"כ בשלב תיקון העץ על מנת להשלים את הפעולה. אם כבר קיים איבר בעל מפתח k בעץ הפונקציה מחזירה 1- ולא מתבצעת הכנסה.

delete(k) - מחיקת איבר בעל המפתח k בעץ. הפונקציה מחזירה את מספר פעולות האיזון שנדרשו בסה"כ בשלב תיקון העץ על מנת להשלים את הפעולה. אם לא קיים איבר בעל המפתח k בעץ הפונקציה מחזירה 1-.

הערה: נגדיר את מספר פעולות האיזון להיות מספר ה rotation + promotion + demotion (double rotation נספר כ- 2 פעולות).

min() - מחזירה את ערכו של האיבר בעץ בעל המפתח המינימלי, או null אם העץ ריק.

max() - מחזירה את ערכו של האיבר בעץ בעל המפתח המקסימלי, או null אם העץ ריק.

keysToArray() - הפונקציה מחזירה מערך ממיון המכיל את כל המפתחות בעץ, או מערך ריק אם העץ ריק.

infoToArray() - הפונקציה מחזירה מערך מחרוזות המכיל את כל הערכים השמורים בעץ, ממוינים על פי סדר המפתחות. כלומר הערך ה j במערך הוא המחרוזת המתאים למפתח שיופיע במיקום ה j במערך הפלט של הפונקציה keysToArray(). גם הפונקציה הזאת מחזירה מערך ריק אם העץ ריק.

size() - הפונקציה מחזירה את מספר האיברים בעץ.

select(i) - הפונקציה מחזירה את הערך של האיבר עם המפתח ה i בגודלו בעץ, או 1- אם יש פחות מ i צמתים בעץ.

getRoot() - מחזיר את השורש של העץ (אובייקט WAVLNode)

המתודות של המחלקה WAVLNode שיש לממש:

getKey - מחזיר את המפתח של הצומת, או 1- אם הצומת הוא חיצוני
getValue - מחזיר את ה info של הצומת או null אם הצומת הוא חיצוני
getLeft - מחזיר את הבן הימני של הצומת, או null אם אין כזה.

getRight - מחזיר את הבן הימני של הצומת, או null אם אין כזה
 isInnerNode - מחזיר כן אם הצומת מייצג צומת פנימי בעץ.
 getSubtreeSize - מחזיר את מספר הצמתים הפנימיים בתת עץ של הצומת. יש לממש בסיבוכיות $O(1)$.

בקובץ השלד מופיעות החתימות של כל המתודות הנ"ל.
 במידת הצורך, ניתן להרחיב את המימוש (למשל להוסיף פונקציות עזר שאינן מופיעות בשלד), אך
 אסור לשנות את חתימות הפונקציות הנתונות. על כל הפונקציות/מחלקות להופיע בקובץ יחיד.

תיעוד

קובץ המקור ייבדק גם באופן ידני. חשוב להקפיד על תיעוד לכל פונקציה, וכמות סבירה של הערות.
 הקוד צריך להיות קריא, בפרט הקפידו על בחירת שמות משתנים ועל אורך השורות.
 לקוד המקור יצורף מסמך תיעוד חיצוני, בפורמט pdf. המסמך יכלול את תיאור המחלקה שמומשה,
 ואת תפקידו של כל חבר במחלקה. עבור כל מתודה במחלקה יש לפרט מה היא עושה, כיצד היא
 פועלת ומה סיבוכיות זמן הריצה שלה. בפרט, אם פונקציה קוראת לפונקציית עזר, יש להתייחס גם
 לפונקציית העזר בניתוח.

בדיקות

התרגילים ייבדקו באמצעות תוכנת טסטר שקוראת לפונקציות המפורטות בקובץ השלד, ומוודאת
 את נכונות התוצאות. קובץ הטסטר שלנו **לא יפורסם** לפני הבדיקות. עליכם לבדוק את המימוש
 בעצמכם! בפרט, כדאי מאוד לממש טסטר, כדי לבדוק את תקינות ונכונות המימוש.

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

הקוד ייבדק על מחשבי בית הספר על גירסא Java8.

הנחיות להשמת סביבת העבודה בבית (ג'אוה+אקליפס):

<http://courses.cs.tau.ac.il/software1/1415b/misc/workenv.pdf>

מדריך לעבודה עם Eclipse (סעיפים 5-9, 15):

<http://www.vogella.com/>

הנחיות לפתיחת חשבון מחשב, למי שמעוניין/ת לעבוד במעבדת בית הספר:

<http://cs.tau.ac.il/system/accounts0>

שימוש בג'אוה 8 במעבדות האוניברסיטה:

<http://courses.cs.tau.ac.il/software1/1415b/misc/lab-eclipse.pdf>

מידות

בסעיף זה נספור את מספר פעולות האיזון שנדרשו בהכנסה ומחיקה של איברים מן העץ.

נגדיר ניסוי כסדרה של פעולות insert עבור $n=i*10,000$ איברים אקראיים שונים ולאחר מכן
 מחיקת כל האיברים בעץ, כאשר סדר המחיקה הוא מהאיבר הקטן לגדול. כתבו תוכנית (אין צורך
 להגיש אותה) שתריץ 10 ניסויים עם ערכי i בין 1 ל 10. (כלומר 10,000 איברים, 20,000 איברים
 וכו').

בכל ניסוי סיפרו את מספר פעולות האיזון שהתבצעו בסה"כ במהלך ההכנסה, ומספר פעולות האיזון
 שהתבצעו בסה"כ במהלך המחיקה, וחשבו את הממוצע לפי מספר ההכנסות \ מחיקות שבוצעו בעץ
 ואת המקסימום.

רשמו את התוצאות בטבלה הבאה:

מספר סידורי	מספר פעולות	מספר פעולות האיזון הממוצע לפעולת insert	מספר פעולות האיזון הממוצע לפעולת delete	מספר פעולות האיזון המקסימלי לפעולת insert	מספר פעולות האיזון המקסימלי לפעולת delete
1	10,000				

				20,000	2
					...

פרטו מהן התוצאות שציפיתם לקבל בטבלה על סמך ההסבר התיאורטי של עצי WAVL שנלמד בכיתה, והאם התוצאות שקיבלתם בפועל תואמות את הציפיות. הסבירו את משמעות המדידות שביצעתם.

הגשה

הגשת התרגיל תתבצע באופן אלקטרוני באתר הקורס במודל.

הגשת התרגיל היא בזוגות בלבד!

כל זוג יבחר נציג **אחד** ויעלה תחת שם המשתמש שלו את קבצי התרגיל למודל. על ההגשה לכלול שני קבצים: קובץ המקור (הרחבה של קובץ השלד שניתן), ומסמך תיעוד חיצוני, המכיל גם את תוצאות המדידות.

שמות הקבצים צריכים לכלול את שמות המשתמש האוניברסיטאיים של **שני המגישים** (לדוגמה, WAVLTree_username1_username2.java). 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.

בהצלחה!