

.4

לפניך הגדרה של חמיש פועלות הפעולות על מבנה נתונים כלשהו.

שים לב: שמות הפעולות שלפניך אינם כתובים בـ Java או בـ C# .

insert(x) — פעולה המכניתה למבנה איבר שערכו א מטיפוס שלם.

showMin() — פעולה המחזיר את הערך הנמוך ביותר במבנה, בלי לשנות את המבנה.

getMax() — פעולה המחזיר את האיבר שערכו הוא הגדול ביותר במבנה, ומוציאו אותו

מן המבנה. אם יש יותר מאייר אחד כזה, הפעולה תחזיר ותוציא את זה שופיע

ראשון.

— פעולה בוליאנית המחזיר true אם האיבר שערכו x קיים במבנה. אחרת — exists(x)

הפעולהמחזירה false.

— פעולה בוליאנית המחזיר true אם קיים במבנה איבר שערכו מחלק ב- 7

בלי שארית. אחרת — הפעולהמחזירה false.

נרצה להציג מבני נתונים העומדים בדרישות סיבוכיות שונות למימוש פועלות מתווך

חמש הפעולות שהוגדרו.

דוגמה: רוצים להציג מבנה נתונים שאפשר לבצע עליו את הפעולות showMin , insert ,

בසיבוכיות O(1) , ואת הפעולות exists , getMax בבסיבוכיות O(n) . לשם כך נגידר את

מבנה הנתונים ונסביר כיצד ימומשו הפעולות.

שים לב: במבנה זה אין צורך להתייחס לפועלה div7 .

מבנה נתונים מתאימים מורכב מ-:

- רשיימה מקוشرת דרכיוונית, $1st$ מטיפוס שלם.
- מצביע על האיבר המינימלי שהוכנס לרשיימה, min .

הפעולות יוצגו כ-:

הפעולה	הסבר כיצד תוממש	نימוק מדוע המימוש עומד בדרישות הסביבות
insert(x)	— הכנסת האיבר x בראש הרשיימה — — אם הוכנס איבר שקטן מן המינימום: עדכון המצביע לאיבר המינימלי — — אם הוכנס איבר ראשון — הכנסה לראש הרשיימה ב- $O(1)$ ועדכון המצביע לאיבר הראשון שהוא גם המינימלי. — סך הכל — $O(n)$.	— הכנסת איבר לראש הרשיימה — — אם הוכנס איבר שקטן מן המינימום: עדכון המצביע לאיבר קטון — — אם המינימום עד כה, עדכון המצביע min כך שיצביע על האיבר החדש.
showMin()	הזרת הערך — $O(1)$.	הזרת הערך של האיבר שעליו מצביע min .
exists(x)	במקרה הגורע — מעבר על כל הרשיימה — $O(n)$.	מעבר על הרשיימה $1st$ וחיפוש האיבר שערכו x .
getMax()	— חיפוש האיבר שערכו מקסימלי $O(n)$. — הוצאתו מן הרשיימה $O(1)$.	מעבר על הרשיימה $1st$, חיפוש האיבר שערכו מקסימלי והוא מתוך הרשיימה.

לפניך שני סעיפים א-ב. בעבור כל אחד מן הסעיפים عليك להציג מבנה נתונים מתאים העומד בדרישות המפורחות בסעיף. המבנה יכול להיות מורכב משילוב של כמה מבנים וטיפוסים שלמדת. כל אחת מן הפעולות הסבר כיצד תמשח אותה, ונמק מדוע המימוש עומד בדרישות (כפי שהוצע בטבלה שבדוגמה). אין צורך למשח את הפעולות.

- ביצוע הפעולות $exists$, $insert$, $showMin$, $getMax$, $insert$ בסביבות (n) , וביצוע הפעולות $getMax$, $insert$ בסביבות (1) .
- ביצוע הפעולות $getMax$, $insert$ בסביבות (n) , וביצוע הפעולה 7 div בסביבות (1) .