

בחינה במבנה נתונים - מועד ב' תשנ"ח

5 steps

מרצה: דר. אילן נוימן, מתרגלת: גב' אסתי שטיין.

משך הבחינה 3 שעות

חומר עזר: מותר כל חומר עזר.

יש לענות על כל 4 השאלות. כל השאלות שוות בערך.

$(0, x)$ או $(x, 1)$, דהיינו קצה כל קטע הוא 0 או 1 ו- x הוא מטפוס float.

1. שאלה זו עוסקת במבנה נתונים לנהול מידע על קטעים פתוחים בקטע $[0, 1]$. כל קטע הוא מהצורה $(0, x)$ או $(x, 1)$, דהיינו קצה כל קטע הוא 0 או 1 ו- x הוא מטפוס float.

בכל אחד מהסעיפים הבאים עליך להציע מבנה נתונים לממוש הפעולות הנדרשות בסיבוכיות הנתונה (ולאן דוקא אותו מבנה נתונים בכל סעיף). עליך לתאר במדויק! את כל מבני הנתונים בהם אתה משתמש, לתאר במילים כיצד תתבצע הפעולה ולנתח את סיבוכיות המקום והזמן באלגוריתם שהצעת.

(א) קבוצת הקטעים היא קבועה, נתונה מראש, ומכילה n קטעים וכלומר הנך רשאי לעשות פעולות הכנה מראש. הפעולות הנדרשות הן:

- $contain(x)$, מקבלת כקלט $x \in [0, 1]$ ומחזירה כפלט את מספר הקטעים המכילים את x . סבוכיות נדרשת $O(\log n)$.
- $check(i)$ מקבלת כקלט i ומחזירה כפלט '1' אם קיימת נקודה המוכלת בלפחות i קטעים ו-'0' אחרת. סבוכיות נדרשת $O(1)$.

(ב) בסעיף זה הקבוצה היא דינמית, דהיינו ניתן להוסיף ולמחוק קטעים. הפעולות הנדרשות:

- $contain(x)$, כמו בסעיף קודם. סבוכיות $O(\log n)$.
- $check(i)$, כמו בסעיף קודם. סבוכיות $O(1)$.
- $insert, delete$ מחיקה והוספת קטע ואתה יכול כאן לבחור כיצד מעברים הפרמטרים). סבוכיות $O(k + \log n)$ כאשר k הוא מספר הקטעים הנחתכים עם הקטע אותו מחקים או מוסיפים.

2. במערך בגודל n של זוגות, $A[n][2]$, לכל i , $A[i, 0]$ הוא פוינטר לנתון ואילו $A[i, 1]$ הוא מפתח המקבל ערך 0 או 1. כתוב קוד לאלגוריתם הממין את האיברים בתוך המערך לפי ערך המפתח שלהם (דהיינו כל האיברים בעלי מפתח 0 ישבו לפני

האיברים בעלי מפתח 1

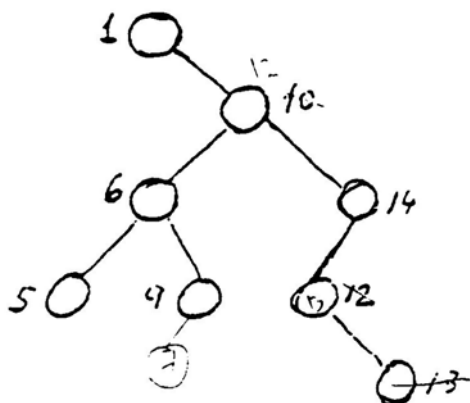
כל האיברים בעלי מפתח 1. על האלגוריתם לרוץ בזמן לניארי ב- n , ולהשתמש במקום נוסף של $O(1)$.

בנוסף - האם הינך רואה דרך לעשות זאת עם ערכי מפתחות $\{0, 1, \dots, k\}$ בזמן $O(k + n)$ ומקום נוסף של $O(k)$ - חשוב על $k = 3$.

3. רוצים לממש קבוצה עם פעולות $search, insert, delete$ ע"י $hashing$ תוך שמוש ב- $chaining$. גדל המערך שבו משתמשים הוא m , אולם במקום להקצות מקום נוסף (מתוך המערך) לצורך שמירת הרשימות, רוצים לנצל את התאים הפנויים במערך עצמו: הצע כיצד ניתן לבצע נהול של הרשימות במערך עצמו ע"י יצירת רשימה (אף היא תוך שמוש בתאי המערך) המחזיקה את התאים הפנויים. הנה שכל תא במערך יכול לאכסן $flag$ וכן או נתון ופוינטר או שני פוינטרים. כל הפעולות צריכות לרוץ בזמן ממוצע של $O(1)$. עליך לכתוב פסאדו-קוד להכנסה והוצעה של איבר. האם הרשימה של המקומות הפנויים יכולה להיות חד-כוונתית או שמה עליה להיות דו-כוונתית ?

4.

(א) עבור עץ החפוש הבינארי הבא. בצע את הפעולה $insert(7)$ ואחר כך $delete(10)$ תאר במילים איך האלגוריתם עובד עבור פעולות אלו ותאר את העצים המתקבלים לאחר כל שלב.



(ב) עץ בינארי נתון באופן הבא: בכל צומת v יש פוינטר לבן שמאלי/ ימני (או null) וכן מספר הצמתים בנות העץ של v ושדה של נתון, דהיינו: כל צומת מוגדרת.

```

struct node
    string name
    node *pl /* pointer to left son
    node *pr /* pointer to right son
    int size /* size of subtree
  
```

עליך לכתוב פונקציה $inorder(r, T)$ המקבלת פוינטר לעץ T ומספר r ומחזירה את הצומת ה- r בסדר Inorder על העץ T . על הפונקציה לרוץ בזמן $O(depth(T))$.