**מבני נתונים – תרגיל בית 2**

נמרוד קדיש ואלכס לבגודרסקי

4.5.17

**חלק יבש**

**1 תיאור מבנה הנתונים**

כללי:

מבנה הנתונים הראשי יקרא Xmen. מבנה הנתונים יהיה מורכב משלושה עצי AVL עיקריים. בעצים אלו ישמרו אובייקטים שטיפוסם יהיה צוות או סטודנט שיתוארו בהמשך.

\*מצורף שרטוט של מבנה הנתונים בסוף החלק היבש.

* אובייקט סטודנט:

אובייקט זה מייצג סטודנט במערכת Xmen. הוא יכיל את השדות הבאים:

- ID מזהה הסטודנט במערכת.

- GRADE הכיתה שבה נמצא הסטודנט

- PWR כוחו של הסטודנט

- מצביע לאובייקט צוות שאליו הוא שייך בעץ הavl של הצוותים שממוין לפי מס' צוות.

* אובייקט צוות:

אובייקט זה מייצג צוות במערכת Xmen. הוא יכיל את השדות הבאים:

- ID – מס' צוות, מזהה הצוות במערכת.

- ID וPOWER של הסטודנט החזק ביותר בצוות.

- מצביע לעץ של כל הסטודנטים הנמצאים בצוות ממוין לפי POWER (ואז ID).

* עץ AVL צוותים(ממוין לפי מס' צוות):

עץ זה יכיל את כל הצוותים הקיימים במערכת ממויינים על פי מס' הצוות שלהם.

* עץ AVL סטודנטים(ממוין לפי ID):

עץ זה יכיל את כל הסטודנטים הקיימים במערכת ממויינים על פי STUDENTID.

* עץ AVL סטודנטים (ממוין לפי POWER ואז ID):

עץ זה יכיל את כל הסטודנטים הקיימים במערכת ממויינים על פי ה POWER שלהם.

* תא סטודנט הכי חזק:

תא זה יחזיק בכל שלב את הid ואת הpower של הסטודנט הכי חזק הנמצא במערכת כעת.

**2 תיאור הפעולות**

Init:

1. יצירה ואתחול של שלושת עצי הavl העיקריים. לוקח O(1) (יצירת צומת שורש ריק בכל עץ)
2. הקצאה ואתחול של תא הסטודנט החזק ביותר גם לוקח O(1).

ולכן בסה"כ פעולת אתחול מבנה הנתונים לוקחת O(1).

AddStudent:

1. ניצור ונאתחל אובייקט סטודנט, אתחול זה לוקח O(1) פעולות (אתחול מס' קבוע של תאי זיכרון)

ונוסיף כאיבר חדש לעץ הסטודנטים הממוינים על פי ID (פעולה זו לוקחת O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת).

1. נאתחל אובייקט סטודנט נוסף זהה ונוסיף כאיבר חדש לעץ הסטודנטים הממוינים על פי POWER (פעולה זו לוקחת O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת).
2. נבדוק את תא הסטודנט הכי חזק הכללי ונעדכן אותו בהתאם(כלומר אם הסטודנט שהוספנו בעל POWER גדול יותר אזי נחליף את הערכים המתאימים). פעולות אלה לוקחות O(1).

לסיכום, מספר הפעולות שנבצע הוא במקרה הגרוע O(log(n)) כנדרש.

AddTeam:

1. ניצור ונאתחל אובייקט צוות, אתחול זה לוקח O(1) פעולות (אתחול מס' קבוע של תאי זיכרון ואתחול עץ AVL)

ונוסיף כאיבר חדש לעץ הצוותים הממוינים לפי ID של הצוות (פעולה זו לוקחת O(log(k)) כאשר K הוא מס' הצוותים במערכת.)

לסיכום, מספר הפעולות שנבצע הוא במקרה הגרוע O(log(k)) כנדרש.

MoveStudentToTeam:

1. תחילה נחפש את הסטודנט על פי הID בעץ הסטודנטים הממוין לפי ID. (פעולה זו לוקחת O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת).
2. ניגש למצביע לצוות שלו ונבדוק האם הוא NULL:

- אם כן – הרי שאין לו צוות עדיין וניתן להקצות אותו לצוות החדש מבלי להעבירו.

- אם לא – צריך להעבירו מהצוות הישן לצוות החדש.

* אם המצביע הוא NULL:

1. נחפש את הצוות שאליו ברצוננו להוסיף את הסטודנט בעץ הצוותים הממוין לפי ID של הצוותים. (פעולה זו לוקחת O(log(k)) כאשר K הוא מס' הצוותים במערכת).
2. ניגש לעץ שמחזיק את האובייקט של הצוות שמצאנו ונוסיף בו את הסטודנט (פעולה זו לוקחת O(log(m)=O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת, וm מס' הסטודנטים ששייכים לצוות המסויים שמצאנו).
3. נשנה את המצביע כעת כך שיצביע על אובייקט הצוות החדש שלו, ואת המצביעים של הסטודנט בעצי הסטודנטים כך שיצביעו על הצוות החדש (חיפוש ושינוי המצביעים לוקח O(logn) במקרה הגרוע.)
4. בנוסף נבדוק את תא הסטודנט החזק ביותר בצוות החדש ונעדכן בהתאם (אם הסטודנט שהוכנס כרגע בעל POWER גדול יותר, אז הוא יהיה כעת הסטודנט החזק ביותר ונשנה את ערכי התא בהתאם – O(1))

* אם המצביע שונה מNULL:

1. ניגש לצוות שאליו מצביע המצביע ונסיר מעץ הסטודנטים של הצוות הנ"ל את הסטודנט שברצוננו להעביר (פעולה זו לוקחת O(log(m)=O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת, וm מס' הסטודנטים ששייכים לצוות המסויים שמצאנו).

\*אם הוא היה הסטודנט החזק ביותר בצוות, ניגש לעץ הסטודנטים של הצוות הנוכחי שממוין לפי POWER לאיבר התחתון הימני ביותר ונרשום בתא הסטודנט החזק ביותר בצוות את נתוני הסטודנט שנמצא בו. O(log(m))=O(log(n)) כנ"ל.

1. נחפש את הצוות שאליו ברצוננו להוסיף את הסטודנט בעץ הצוותים הממוין לפי ID של הצוותים. (פעולה זו לוקחת O(log(k)) כאשר K הוא מס' הצוותים במערכת).
2. ניגש לעץ שמחזיק את האובייקט של הצוות שמצאנו ונוסיף בו את הסטודנט (פעולה זו לוקחת O(log(m)=O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת, וm מס' הסטודנטים ששייכים לצוות המסויים שמצאנו).
3. נשנה את המצביע כעת כך שיצביע על אובייקט הצוות החדש שלו, ואת המצביעים של הסטודנט בעצי הסטודנטים כך שיצביעו על הצוות החדש (חיפוש ושינוי המצביעים לוקח O(logn) במקרה הגרוע.)
4. בנוסף נבדוק את תא הסטודנט החזק ביותר בצוות הנוכחי ונעדכן בהתאם(אם הסטודנט שהוכנס כרגע בעל POWER גדול יותר, אז הוא יהיה כעת הסטודנט החזק ביותר ונשנה את ערכי התא בהתאם – O(1))

לסיכום, סיבוכיות העברת הסטודנט הינה O(log(n)+log(k)) כנדרש.

GetMostPowerful:

לפונקציה זו 2 אופני פעולה שונים התלויים בקלט teamID:

* במידה וteamID קטן מ-0 נחזיר את ה-ID של הסטודנט החזק ביותר במערכת, השמור בתא הזיכרון, ונסיים. (O(1))
* אחרת, נחפש את הצוות בעץ הצוותים בעזרת הteamID שלו. פעולה זו לוקחת O(log(k)) כאשר K הוא מס' הצוותים במערכת). ניגש אל הצומת של העץ שמצאנו, נחזיר את מזהה הסטודנט החזק ביותר בצוות הנוכחי – (אם לא מאותחל – כלומר אין סטודנטים בעץ אז נחזיר 1- ואחרת נחזיר על פי ערך התא השמור באובייקט (O(1))

לסיכום, סיבוכיות מציאת הסטודנט החזק ביותר בקבוצה מסויימת הוא O(1) או O(log(k)) כנדרש.

RemoveStudent:

1. תחילה נמצא את הסטודנט בעזרת הID שלו בעץ הסטודנטים הממוין לפי הID. (פעולה זו לוקחת O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת). נשמור בצד את המצביע לצוות שבו הוא נמצא ואת עצמתו.
2. נסיר את האובייקט מעץ הסטודנטים הממוין לפי ID ולאחר מכן נסירו מן העץ הממויין לפי POWER. כל אחת מפעולות ההסרה לוקחת O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת.
3. ניגש לצוות שבו נמצא הסטודנט(על פי המצביע ששמרנו קודם\אם אין לו צוות נדלג על שלב זה) – גישה כזאת תעשה בO(1). נסיר מן העץ את הסטודנט הרלוונטי (פעולה זו לוקחת O(log(m)=O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת, וm מס' הסטודנטים ששייכים לצוות המסויים שמצאנו).
4. לבסוף, נבדוק האם הסטודנט הנ"ל הוא הסטודנט החזק ביותר במערכת, במידה ולא נסיים. אחרת, ניגש לעץ הסטודנטים הממויין לפי POWER ונלך "ימינה" עד הסוף בעץ עד שנגיע לעלה, מכיוון שהעץ הוא עץ AVL ובפרט עץ חיפוש זהו הסטודנט החזק ביותר כעת, נשמור אותו בתא הסטודנט החזק ביותר. המסלול הנ"ל הוא במקרה הגרוע ביותר באורך O(log(n)) כפי שהוכח בהרצאה.
5. נבצע פעולה דומה לשלב 4 בעץ הסטודנטים שבצוות שמצאנו, אם הסטודנט אינו הסטודנט החזק ביותר נסיים. אחרת נלך בעץ הסטודנטים שנמצאים בצוות "ימינה" עד הסוף, וכעת זהו הסטודנט החזק ביותר בצוות, נעדכן את הסטודנט החזק ביותר בצוות ונסיים. (פעולה זו לוקחת O(log(m)=O(log(n)) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת, וm מס' הסטודנטים ששייכים לצוות המסויים שמצאנו).

לסיכום, מספר הפעולות שנעשה במקרה הגרוע ביותר הוא O(log(n)) .

GetAllStudentsByPower:

1. לפונקציה זו שני אופני פעולה שונים התלויים בקלט teamID:

* אם ערך זה שלילי אז:

נלך לעץ הסטודנטים הממויין לפי POWER ונבצע סיור inorder הפוך, כך נקבל את הסטודנטים ממויינים כנדרש. פעולה זו לוקחת O(n) כאשר n הוא מס' הסטודנטים במערכת.

* אחרת:

נחפש את הצוות בעץ הצוותים הממויין (פעולה זו לוקחת O(log(k))) . נבצע סיור inorder הפוך בעץ הסטודנטים של הצוות שמצאנו וכך נקבל את היצורים ממוינים כנדרש. (פעולה זו לוקחת O(m) כאשר m הוא מס' הסטודנטים בצוות TEAMID ) ולכן במקרה זה סיבוכיות הפעולה היא O(log(k)+m) כנדרש.

IncreaseLevel:

1. תחילה ניצור ונאתחל 2 מערכים בגודל n. נעבור בinorder על עץ הסטודנטים הממויין לפי ID ונכניס את כל הסטודנטים ממויינים למערך הראשון (פעולה זו תיקח O(n)).
2. נעבור שוב על המערך הראשון ועבור כל סטודנט שנמצא בתא, אם הgrade שלו הוא הgrade כמו בקלט (נעבירו למערך השני) – פעולה זו תיקח O(n).
3. נעבור על המערך השני שקיבלנו( נשים לב כי הוא ממויין מעץ סיור הinorder וסיור על המערך משמאל לימין) , ונעלה עבור כל סטודנט את הGRADE בתוספת שקיבלנו בקלט. (O(n) במקרה הגרוע).

Quit:

\*נציין שמחיקת עץ AVL בעל n איברים לוקחת O(n) מכיוון שנדרש מעבר על כל האיברים שבעץ.

1. תחילה נמחק את עץ הסטודנטים הממויינים לפי הID. פעולה זו לוקחת O(n) כאשר n הוא מס' הסטודנטים(כל מחיקה של צומת בעץ גם מוחקת את האובייקט המשוייך אליו – פעולה זו במקרה של אובייקט סטודנט תיקח O(1) ).

2. נמחק את עץ הסטודנטים הממויינים לפי POWER. פעולה זו לוקחת O(n) כאשר n הוא מס' הסטודנטים(כל מחיקה של צומת בעץ גם מוחקת את האובייקט המשוייך אליו – פעולה זו במקרה של אובייקט סטודנט תיקח O(1) ).

3. בנוסף נמחק את עץ הצוותים. מחיקת צומת בעץ הצוותים גוררת את מחיקת הצוות, ומחיקה של כל הסטודנטים בעץ הסטודנטים של הצוות(מחיקת סטודנט בצוות לוקחת O(1) פעולות. נשים לב שבסה"כ לכל הצוותים יחד יש n סטודנטים ולכן מעבר על כל הצוותים ועל כל הסטודנטים שלהם יקח O(n+k).

4. לבסוף נמחק את תא הסטודנט החזק ביותר במערכת. ( פעולה זו לוקחת O(1)).

לסיכום, בסה"כ סיבוכיות הפעולה היא O(n+k) כנדרש.