מבנה הנתונים

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Data Strucure | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Teams | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | Aces | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | Students | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | an AVL tree holding references to 'Team' objects, sorted by id | | | | | | | |  |  |  |  | an AVL tree holding references to 'Student' objects, sorted by Power | | | | | | | |  |  |  |  | an AVL tree holding references to 'Student' objects, sorted by id | | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Student | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Id | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Id | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | an AVL tree holding references to 'Student' objects' sorted by Power | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Students | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Grade | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Power | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | pointing to the team the student is in | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Team | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

תיאור המבנה :

* - עץ מאוזן המחזיק מצביעים לאובייקטים מסוג , ממוינים לפי ת"ז.
* - עץ מאוזן המחזיק מצביעים לאובייקטים מסוג , ממוינים לפי העוצמה, ומיון משני לפי ת"ז.
* - עץ מאוזן המחזיק מצביעים לאובייקטים מסוג , ממוינים לפי ת"ז.

כל עץ שומר מצביעים ו- לאובייקטים המקסימלי והמינימלי בעץ, בהתאמה. שדות אלו מתעדכנים עם כל הוצאה והכנסה לעץ בזמן ולכן פעולות ההכנסה ההוצאה והחיפוש בעץ הן בזמן כפי שנלמד במסגרת הקורס.

* האובייקט מייצג סטודנטים בבית הספר, כאשר כל אובייקט מכיל:
* - תעודת זהות
* - כיתת הסטודנט
* - עוצמת הסטודנט
* האובייקט מייצג צוות סטודנטים בבית הספר, כאשר כל אובייקט מכיל:
* - תעודת זהות
* - מייצג את כל הסטודנטים ששייכים לצוות. עץ מאוזן המחזיק מצביעים לאובייקטים מסוג ממוינים לפי העוצמה, ומיון משני לפי ת"ז.

תיאור פעולות :

* : הפעולה תאתחל שלושה עצי ריקים כאשר אתחול כל עץ יהיה בזמן . סך זמן ריצת הפעולה יהיה כנדרש.
* : הפעולה תאתחל אובייקט חדש בזמן ותבצע הכנסה שלו לעץ בזמן כאשר הוא מספר הסטודנטים במבנה. אם אובייקט עם זהה כבר נמצא בעץ, תמחק הפעולה את האובייקט החדש בזמן ותסיים את ריצתה עם הודעה על שגיאה. אחרת, הפעולה תבצע הכנסה שלו גם לעץ בזמן ותסיים את ריצת עם הודעה על הצלחה. סך זמן ריצת הפעולה יהיה כנדרש.
* : הפעולה תאתחל אובייקט חדש עם עץ ריק, בזמן ותבצע הכנסה שלו לעץ בזמן כאשר הוא מספר הצוותים במבנה. אם אובייקט עם זהה כבר נמצא בעץ, תמחק הפעולה את האובייקט החדש בזמן ותסיים את ריצתה עם הודעה על שגיאה, אחרת תסיים עם הודעה על הצלחה. סך זמן ריצת הפעולה יהיה כנדרש.
* : הפעולה תבצע חיפוש בעץ כדי למצוא סטודנט בעל ה הנתון, בזמן כאשר הוא מספר הסטודנטים במבנה. לאחר מכן הפעולה תבצע חיפוש בעץ כדי למצוא צוות בעל ה הנתון, בזמן כאשר הוא מספר הצוותים במבנה. אם הסטודנט או הצוות לא נמצאו תסיים הפעולה את ריצתה עם הודעה על שגיאה. אחרת תבדוק הפעולה אם הסטודנט בעל המזהה נמצא כבר בצוות כלשהו ותסיר אותו ממנו במידת הצורך. הסרת הסטודנט מהצוות תהיה בזמן . הפעולה תוסיף את הסטודנט לעץ של הצוות בעל המזהה בזמן ותעדכן את השדה של הסטודנט לצוות החדש. הפעולה תסיים את ריצתה עם הודעה על הצלחה. סך זמן ריצת הפעולה יהיה כנדרש.
* : אם ה שהתקבל שלילי, תחזיר הפעולה את האובייקט בעץ אשר מוצבע על ידי השדה של העץ, בזמן . אחרת, תבצע הפעולה חיפוש בעץ עבור הצוות בעל ה הנתון בזמן כאשר הוא מספר הצוותים במבנה. אם הצוות לא נמצאו תסיים הפעולה את ריצתה עם הודעה על שגיאה. אחרת, תחזיר הפעולה את האובייקט בעץ של הצוות אשר מוצבע על ידי השדה של העץ, בזמן . אם האחד העצים או עץ הסטודנטים של הצוות ריקים תחזיר הפעולה . סך זמן ריצת הפעולה יהיה אם התקבל שלילי או אם התקבל של צוות.
* : הפעולה תסיר את הסטודנט בעל ה הנתון מהעץ ומהעץ תוך שמירה על מצביע לצוות הסטודנט, אם אכן שייך לצוות. זמן הסרת הסטודנט מהעצים יהיה לכל אחד, כאשר הוא מספר הסטודנטים במבנה. אם הסטודנט לא נמצא תסיים הפעולה את ריצתה עם הודעה על שגיאה. לאחר מכן, אם הסטודנט היה שייך לצוות, תיגש הפעולה לצוות בזמן לצוות ותסיר את הסטודנט מעץ הסטודנטים של הצוות בזמן . לבסוף תמחק הפעולה את הסטודנט בזמן . סך זמן ריצת הפעולה יהיה כנדרש.
* : אם ה שהתקבל שלילי, תאתחל הפעולה מערך ריק בגודל , כאשר הוא מספר הסטודנטים במבנה בזמן . הפעולה תזין את כל תעודות הזהות של הסטודנטים למערך במעבר על העץ , תוך הזנה למערך מסופו להתחלה, כדי לקבל מיון בסדר יורד. המעבר על העץ ובניית המערך יהיו בזמן . אחרת, תבצע הפעולה חיפוש בעץ עבור הצוות בעל ה הנתון בזמן כאשר הוא מספר הצוותים במבנה. אם הצוות לא נמצאו תסיים הפעולה את ריצתה עם הודעה על שגיאה. הפעולה תאתחל מערך ריק בגודל , כאשר הוא מספר הסטודנטים בצוות בעל המזהה בזמן . הפעולה תזין את כל תעודות הזהות של הסטודנטים למערך במעבר על עץ הסטודנטים של הצוות, תוך הזנה למערך מסופו להתחלה, כדי לקבל מיון בסדר יורד. המעבר על העץ ובניית המערך יהיו בזמן . הפעולה תחזיר את המערך המוקצה החדש. סך זמן ריצת הפעולה יהיה עבור שלילי או אם התקבל של צוות.
* : הפעולה תאתחל שני מערכים, אחד יכיל את כל הסטודנטים שבכיתה הנתונה והשני יכיל את הסטודנטים שאינם בכיתה. בניית המערכים תהיה על ידי מעבר על העץ ולכן בזמן , כאשר הוא מספר הסטודנטים במבנה. הפעולה תעדכן את עוצמת כל הסטודנטים שאינם שייכים לצוות, בזמן . במעבר על עץ הפעולה תיגש לכל צוות ותבצע עדכון על הסטודנטים בצוות שבכיתה הנתונה על ידי האלגוריתם הבא:
* חלוקת כל הסטודנטים שבעץ הסטודנטים של הצוות לשני מערכים, אחד שיכיל את כל הסטודנטים שבכיתה הנתונה והשני יכיל את הסטודנטים שאינם בכיתה על ידי מעבר , בזמן .
* עדכון עוצמת כל הסטודנטים שבכיתה בתוספת הנתונה, בזמן .
* איחוד שני המערכים למערך ממוין תוך איחוד שני מערכים ממוינים, בזמן .
* בניית עץ ממויין מהמערך (על ידי בניית עץ כמעט שלם בגודל הנתון), במעבר , בזמן .

נשים לב כי בשלב זה עוצמת כל הסטודנטים שבכיתה הנתונה התעדכן. לאחר מכן הפעולה תאחד את שני המערכים של כל הסטודנטים למערך ממוין תוך איחוד שני מערכים ממוינים, בזמן , ותבנה את העץ מחדש במעבר , בזמן . כמו כן, מעבר על כל הקבוצות יהיה בזמן , כאשר הוא מספר הסטודנטים בצוות ה- . מתקיים כי סך הסטודנטים בכל הצוותים חסום על ידי סך הסטודנטים במבנה ולכן מתקיים כי .

סך זמן ריצת הפעולה: כנדרש.

* : הפעולה תקצה שני מערכים כדוגל עץ הסטודנטים ועץ הקבוצות ובמעברי תכניס את כל הסטודנטים וצוותים בהתאמה למערכים, בזמן . לאחר מכן תמחק בזה אחר זה הפעולה את כל הסטודנטים ואת כל הצוותים בזמן . לבסוף תמחק הפעולה את שלושת העצים בזמן ותסיים את ריצתה. סך זמן ריצת הפעולה יהיה כנדרש.

סיבוכיות מקום וזמן :

* ניתן לראות שסיבוכיות זמן הריצה של כל פונקציה מתאימה לדרישות המפורטות בתרגיל, להתבסס על העובדה כי פעולות ההכנסה, ההוצאה והחיפוש על עץ הן זמן כפי שנלמד במסגרת הקורס.
* בכל שלב המבנה מחזיק מבנה יחיד בלבד לכל סטודנט ולכל צוות, כאשר כל המבנים מחזיקים מצביעים לאובייקטים אלו. מספר המצביעים לכל אובייקט חסום עלי ידי מספר קבוע ולכן סיבוכיות המבנה הינה כאשר הוא מספר הסטודנטים ו- הוא מספר הצוותים.