

הסבר -

מבנה נתונים זה מורכב מהמבנים הבאים:

1. שני עצים אדומים שחורים, האחד בעבור המנויים והשני בעבור הספרים.

כל צומת בעץ המנויים מכילה: מפתח, צבע הצומת, מצביעים לאב ולבנים, מערך (בגודל 10) להכלת 10 מצביעים לצמתי ספרים, שם המנוי, מספר הספרים המקסימלי, מספר הספרים הנוכחי ומצביע לקודקוד המתאים ברשימה מקושרת דו-כיוונית.

המערך ייקרא מעתה - מערך הספרים, בצומת המנוי או מערך מצביעים על ספרים, בצומת המנוי.

כל צומת בעץ הספרים מכילה: מפתח, צבע הצומת, מצביעים לאב ולבנים ומצביע לצומת המנוי אשר משאיל את הספר.

העץ שמכיל את המנויים ייקרא מעתה - עץ המנויים.

העץ שמכיל את הספרים ייקרא מעתה - עץ הספרים.

2. מערך בן 11 תאים, אשר כל תא מכיל רשימה מקושרת דו-כיוונית.

מבנה זה נועד בעיקר לשם השאילתא, המבקשת את כל המנויים אשר משאילים את המספר הרב ביותר של ספרים. בעבור כל מנוי קיים קודקוד, המוכל ברשימה המקושרת, המוכלת באינדקס במערך, אשר הוא מספר הספרים המושאל על ידו.

כלומר: אם רועי השאיל 2 ספרים, אז בעבורו יש קודקוד ברשימה המקושרת שבאינדקס 2, שבמערך הנ"ל. אם רועי מחזיר ספר הקודקוד שלו עובר לרשימה המקושרת שבאינדקס 1 ואם משאיל ספר נוסף הקודקוד עובר לרשימה באינדקס 3.

פעולות ההכנסה והמחיקה מן רשימה הן קבועות, משום שזו דו-כיוונית.

הקודקוד של הרשימה המקושרת הוא חד-חד ערכי, הוא נוצר בעת הכנסת המנוי למבנה הנתונים, מלווה אותו לאורך כל זמן קיום המנוי המבנה ונמחק רק כאשר המנוי נמחק מן המבנה.

הקודקוד וצומת המנוי, מכילים מצביעים הדדיים.

מערך זה ייקרא מעתה - מערך המבנה, שכן הוא המערך היחיד שמוכל ברמת המבנה, יחד עם העצים.

(לא להתבלבל עם המערך המוכל בצומת מנוי, שהוא יהיה מערך הספרים בצומת המנוי).

פעולות -

1.השאלת ספר-

המבנה בודק האם המזהה של אותו המנוי, קיים בעץ המנויים, האם הת.ז תואמת לשם, האם הוא יכול להשאיל ספר נוסף ולא משאיל כרגע 10(המקסימום המותר) ספרים

בנוסף, נבדק האם הוא יכול להשאיל את הספר בו הוא מעוניין ואם זה בכלל קיים בספרייה(בעץ הספרים) .

אם כן, אז מצביע לספר מוכנס למערך בצומת המנוי, המצביע על קודקוד הספר המבוקש, המצביע בקודקוד הספר יצביע על צומת המנוי וערך הספרים המושאלים בצומת המנוי יעלה באחד.

חיפוש והכנסה לעץ המנויים : $O(\log_2 n)$

n הוא מספר המנויים בספרייה.

חיפוש ומציאת הספר, בעץ הספרים : $O(\log_2 m)$

m הוא מספר הספרים בספרייה.

הוספת ספר למערך בצומת המנוי ומחיקה והכנסה למקושרת דו כיוונית : פעולות קבועות.

מכאן,

$$O(\log_2 (\max(n, m)))$$

2.החזרת ספר-

המבנה בודק האם קיים המנוי, האם פרטיו תקינים ותואמים(שם ות.ז) והאם משאיל ספרים כרגע , האם הספר קיים והאם הוא מושאל ע"י המנוי שהוכנס להוראה.

במקרה שהכל תקין, אני מחפש את המצביע לספר המבוקש, במערך בן 10 התאים המוכל בצומת המנוי ומוחק אותו מן המערך הנ"ל. את המצביע בצומת הספר - אני מוחק. מתבצעת מחיקה של הקודקוד המתאים למנוי מן הרשימה המוכלת במערך המבנה(בן 11 התאים- מבנה 2) והעברתו לתא שאינדקסו נמוך באחד ממקומו הקודם. המונה של הספרים, בצומת המנוי קטן באחד.

חיפוש בעץ המנויים : $O(\log_2 n)$

חיפוש בעץ הספרים : $O(\log_2 m)$

מחיקה והכנסה לרשימה מקושרת דו-כיוונית : $O(1)$.

מחיקה ממערך הספרים שבצומת המנוי : $O(1)$.

מכאן,

$$O(\log_2 (\max(n, m)))$$

3. פתיחת מנוי -

מתבצע חיפוש על המזהה הייחודי של המנוי (ת.ז) , נבדק האם אינו קיים במבנה כרגע, נבדק האם המזהה תקין ומורכב רק מספרות.

במקרה שהכל תקין, מוכנס צומת לעץ המנויים, מאותחל המערך בצומת המנוי, מוכנס קודקוד לרשימה מקושרת, לרשימה באינדקס 0, במערך המבנה ומאותחלים כל השדות בצומת המנוי.

חיפוש והכנסה לעץ המנויים : $O(\log_2 n)$. מתבסס על הניתוחים של השגרות, בספר. הרחבה בסוף. אתחולים שונים : $O(1)$. במערך הספרים שבצומת המנוי ובמונה שבצומת.

4. סגירת מנוי-

מתבצע חיפוש על המזהה הייחודי של המנוי (ת.ז) , נבדק האם תואם לשם שהוכנס בהוראה, האם אינו משאיל ספרים כרגע.

במקרה שהכל תקין, נמחק הקודקוד התואם ברשימה המקושרת באינדקס 0, במערך המבנה.

נמחקת צומת המנוי, מעץ המנויים.

חיפוש ומחיקה מעץ המנויים : $O(\log_2 n)$. ניתוחי השגרות בספר. בדיקות שונות: פעולות קבועות.

מכאן,

$$O(\log_2 n)$$

שאלות-

1. כמה ספרים אצל מנוי כלשהו - (026503151)?

מתבצע חיפוש בעץ המנויים, באם הכל תקין. מדפיס את כל הספרים אשר המנוי השאיל עד כה.

(המערך שבצומת המנוי, פשוט נסרק ומדפיס כל ספר שמוכל בו)

חיפוש בעץ המנויים: $O(\log_2 n)$

ההדפסה היא קבועה וכן מערך הספרים הוא של מצביעים והוא מכיל מספר סופי וקטן (10) של תאים, לכן אלו הן פעולות קבועות.

מכאן,

$$O(\log_2 n)$$

2. איזה מנוי משאיל את ספר - ()

חיפוש בעץ הספרים, בדיקה שקוד הספר תקין ושצומת הספר מצביעה על מנוי כלשהו.

חיפוש בעץ הספרים: $O(\log_2 m)$

מן צומת הספר יש מצביע לצומת המנוי, כך שזוהי פעולה קבועה.

מכאן,

$$O(\log_2 m)$$

3. מיהם הלקוחות שמחזיקים, כרגע, במספר הרב ביותר של ספרים- (!?)

ריצה במערך המבנה, בן 11 התאים, מהתא באינדקס הגבוה ביותר ועד לנמוך ביותר.

עצירה התא הראשון, שמכיל קודקוד מנוי כלשהו. הדפסת הרשימה המקושרת המוכלת בו.

מכאן, $O(L)$.

כאשר L , הוא מספר המנויים שמחזיקים כרגע במספר הרב ביותר של ספרים.

כאשר במקרה הגרוע אלו כל המנויים ולכן,

$$O(n)$$

הרחבות לגבי אלגוריתמי ההכנסה וההוצאה מן העצים -

אלגוריתמי ההכנסה, המחיקה והתיקון לאחר שתי הפעולות הללו, נלקחו ישירות מהספר בעמודים 236 , 242. שם מתואר ניתוח מלא של שגרות אלה, שבהן אני עושה שימוש במבנה נתונים זה.

אלגוריתמי החיפוש, העוקב והמינימלי, גם הם נלקחו ישירות מהספר ולכן ניתוח מלא שלהם יהיה בעמודים : 216 , 218 , 217 , בהתאמה.

שם מתואר ניתוח מלא של שגרות אלה.

הערה :

במבנה יש שיטות נוספות, כגון הוספת ספר למבנה, מחיקת ספר מהמבנה, הדפסת עץ וכדומה.

הן לא התבקשו ע"י ולכן לא הרחבתי עליהן. הן שם רק בכדי להקל על בדיקת המבנה.

מובן מאליו, שהן גם יעילות, ככל הניתן.