**מבנה הנתונים הפנימי**

השתמשנו בעץ Splay כמבנה הנתונים הבסיסי שלנו בתרגיל. כתבנו אותו כעץ גנרי.

**שדות העץ:**

צמתי העץ הם Nodeים, הכוללים מצביעים לבנים הימני והשמאלי(גם הם Node) ומצביע לאב (גםNode ), ומידע גנרי (בעזרת טמפלייטים). לNode בנאי ריק, בנאי המקבל מידע והורס.

בשביל שהעץ יעבוד כראוי דרושים אופרטורי השוואה למידע.

השדה היחיד של העץ עצמו הוא Node השורש.

**המתודות הפרטיות של העץ:**

* Zig: מקבלת מצביע לצומת בעץ ומבצעת את גלגול הZig עליו, כפי שנלמד בכיתה, הסיבוכיות של הפעולה היא O(1) כי נעשות רק החלפות מצביעים.
* Zag: מקבלת מצביע לצומת בעץ ומבצעת את גלגול Zag עליו, כפי שנלמד בכיתה, הסיבוכיות של הפעולה היא O(1) כי נעשות רק החלפות מצביעים.
* Splay: מקבלת מצביע לצומת בעץ ומעבירה אותו לשורש העץ בעזרות גלגולי Zig וZag כפי שנלמד בכיתה, ולפי אותם תנאים (מבצעת הרכבות של גלגולי zig וzag לקבלת גלגולים מורכבים כמו ZigZag או ZigZig), תוך כדי השמירה על תכונות של עץ חיפוש. הסיבוכיות היא ---
* GetSize: מקבלת מצביע לשורש העץ ומחזירה את גודל העץ, פונק' רקורסיבית שקוראת לעצמה על תת העץ השמאלי והימני. סיבוכיות זמן O(log n) משוערך (כמו find כפי שנלמד בכיתה וכתוב בתרגיל), כנ"ל סיבוכיות מקום O(log n) משוערך, מאותן סיבות.
* FindMax: פונקציית עזר, מקבלת מצביע לשורש העץ ומחזירה מצביע למידע של הצומת המקסימלי, על ידי "הליכה" ימינה כל הדרך, בגלל שהעץ הוא עץ חיפוש. סיבוכיות זמן O(log n) משוערך.
* GenericInorder: פונקציית עזר, מקבלת מצביע לשורש העץ, ומופע של מחלקה בעלת אופרטור (). עוברת על העץ בInorder ומפעילה את אופרטור הסוגריים על המידע בכל צומת של העץ. סיבוכיות זמן O(n) בגלל שעוברים על כל הצמתים בעץ. סיבוכיות מקום O(log n) משוערך, לפי עומק העץ, בגלל שהפונקציה רקורסיבית.
* FillInorder: פונקציית עזר, מקבלת מצביע לשורש העץ, מערך מאותו סוג של המידע שנמצא בעץ, ואינדקס, ממלאת את העץ Inorder לפי סדר האיברים במערך (לכן אם המערך ממוין נקבל עץ תקין). סיבוכיות זמן O(n) בגלל שעוברים על כל הצמתים בעץ. סיבוכיות מקום O(log n) משוערך, לפי עומק העץ, בגלל שהפונקציה רקורסיבית.
* RecCopy: פונקצית עזר לבנאי העתקה, מקבלת מצביע לצומת שהוא שורש העץ שנרצה להעתיק, ומצביע לצומת האב של הצומת הנוכחית שמעתיקים (כך נוכל לסדר את האבות בזמן המעבר), הפונק' יוצרת צומת חדשה לפי הצומת הנוכחית ואז על כל תת-עץ עושה אותו דבר, וקח בצורה רקורסיבית נקבל העתק של העץ שקבלנו את שורשו. סיבוכיות זמן O(n) בגלל שמעתיקים את כל הצמתים בעץ. סיבוכיות מקום O(n) כי יוצרים עץ חדש עם n צמתים.

**מתודות הממשק של העץ:**

* בנאי ריק: מאפס את השורש להיות NULL, סיבוכיות של O(1).
* בנאי העתקה: מקבל רפרנס לעץ, וקורא לRecCopy שיוצרת העתק של העץ ומחזירה אותו. סיבוכיות זמן O(n) בגלל שמעתיקים את כל הצמתים בעץ. סיבוכיות מקום O(n) כי יוצרים עץ חדש עם n צמתים.
* GetRoot: הפונקציה מחזירה מצביע לשורש העץ (לא צריך להעביר לשורש, הוא כבר שם). סיבוכיות של O(1).
* Insert: מקבלת רפרנס למידע, הפונקציה יוצרת צומת חדש עם המידע הזה ומכניסה אותו לעץ כמו שנלמד בכיתה על עץ חיפוש רגיל במקומו, לאחר מכן מבצעת Splay, ומעבירה את הצומת החדש שהוכנס לשורש. הפונקציה מחזירה האם ההכנסה הצליחה או לא. הסיבוכיות זמן היא O(log n) משוערך, כי לפי ההנחה בתרגיל זאת הסיבוכיות של ההכנסה, וזאת גם הסיבוכיות של Splay.
* Find: מקבלת רפרנס למידע שנרצה למצוא את הצומת שלו (המפתח כלול במידע ולכן ההתאמה היא ייחודית), מבצעת חיפוש כפי שנלמד בכיתה בעץ חיפוש, אם הוא נמצא מחזירה מצביע אליו ובעזרת Splay מעבירה אותו לשורש, אחרת מחזירה NULL. הסיבוכיות זמן היא O(log n) משוערך, כי לפי ההנחה בתרגיל זאת הסיבוכיות של החיפוש, וזאת גם הסיבוכיות של Splay.
* GenericInorder: מקבלת ומופע של מחלקה בעלת אופרטור (). קוראת לפונקציית עזר בעלת אותו שם עם השורש של העץ ועם מופע המחלקה. סיבוכיות זמן O(n) בגלל שעוברים על כל הצמתים בעץ. סיבוכיות מקום O(log n) משוערך, לפי עומק העץ, בגלל שהפונקציה קוראת לפונקציה רקורסיבית.
* FillInorder: מקבלת מערך מאותו סוג של המידע שנמצא בעץ. קוראת לפונקציית העזר בעלת אותו שם עם המערך, שורש העץ ו0 (האינדקס הראשון במערך). סיבוכיות זמן O(n) בגלל שעוברים על כל הצמתים בעץ. סיבוכיות מקום O(log n) משוערך, לפי עומק העץ, בגלל שהפונקציה קוראת לפונקציה רקורסיבית.
* FindMax: קוראת לפונקציית העזר בעלת אותו שם ומחזירה את אותו ערך החזרה. סיבוכיות זמן O(log n) משוערך.
* ConvertToArray: מקבלת מערך מאותו סוג של המידע שנמצא בעץ, גודל המערך, מצביע לשורש העץ, אינדקס (בשביל המערך) ומופע של מחלקה בעלת אופרטור סוגריים המחזיר ערך בוליאני. הפונקציה באופן רקורסיבי עוברת Inorder על העץ, וממלאת את המערך (באינדקסים המתאימים, כך שיצא בצורה ממוינת) בכל המידע של הצמתים שעליהם אופרטור הסוגריים מחזיר ערך אמת. המערך הוקצה כבר בחוץ. הפונקציה מחזירה גם את הגודל האמיתי של המערך (כמה תאים מילאנו). סיבוכיות זמן O(n) כי עוברים על כל צמתי העץ.
* GetData: מקבלת רפרנס למידע, ומחזירה מצביע למידע של הצומת עם אותו מידע, אם הוא לא נמצא מחזירה NULL. סיבוכיות זמן O(log n) משוערך, כמו find.
* GetSize: קוראת לפונקציית העזר בעלת אותו שם עם שורש העץ ומחזירה את אותו ערך החזרה. סיבוכיות זמן O(log n) משוערך, כנ"ל סיבוכיות מקום O(log n) משוערך, מאותן סיבות.
* הורס: בצורה רקורסיבית מוחק את כל העץ.