Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)
Институт № 8 информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №3 по курсу
«Дискретный анализ»

Словарь

Студент: Пермяков Никита Александрович
Группа: М80 – 208Б-19
Вариант: 1
Преподаватель: *Кухтичев Антон Алексеевич*
Оценка: _____
Дата: _____
Подпись: _____

Москва, 2020

Содержание

Постановка задачи

Необходимо создать программную библиотеку, реализующую указанную структуру данных, на основе которой разработать программу словарь. В словаре каждому ключу, представляющему из себя регистронезависимую последовательность букв английского алфавита длиной не более 256 символов, поставлен в соответствие некоторый номер, от 0 до 264.

Тип дерева: AVL-дерево.

Метод и алгоритм решения

АВЛ-дерево — сбалансированное двоичное дерево поиска, в котором справедливо свойство:

- Для любой вершины высота двух поддеревьев различается не более чем на 1.

Данное дерево представлено на основе двух структур *TAvl* и *TAvlNode*.

В структуре дерева хранится только указатель на корень дерева.

Структура узла:

1. Ключ
2. Значение
3. Высоту узла
4. Указатель на левого сына
5. Указатель на правого сына

Балансировка вершины - операция, которая в случае разницы высоты левого и правого поддеревьев $abs(h(L) - h(R)) = 2$, изменяет связи предок-потомок в поддереве данной вершины так, чтобы восстановилось свойство дерева $abs(h(L) - h(R)) < 1$, иначе – связи не меняет.

Типы вращений для балансировки:

1. Малое левое вращение.
2. Малое правое вращение.
3. Большое левое вращение.
4. Большое правое вращение.

Вставка элемента

Добавим ключ *t*. Спускаемся по дереву в поиске ключа t. Если мы стоим в вершине *a* и нам надо идти в поддерево, которого нет, то делаем ключ *t* листом, а вершину *a* его корнем.

Далее поднимаемся вверх по пути поиска и пересчитываем баланс вершин. Если мы поднялись в вершину *i* из левого поддерева, то *diff[i]* увеличивается на единицу, если из правого, то уменьшается на единицу. Если пришли в вершину и её баланс стал равным +2 или -2, то делаем одно из четырёх вращений.

Так как в процессе добавления вершины мы рассматриваем не более, чем *O(h)* вершин дерева, и для каждой делаем балансировку один раз, то суммарное количество операций при включении новой вершины в дерево будет *O(log n)*.

Удаление элемента (рекурсивный алгоритм удаления)

Если вершина — лист, то удалим её, иначе найдём самую близкую по значению вершину *a*, переместим её на место удаляемой вершины и удалим вершину *a*. От удалённой вершины будем подниматься вверх к корню и пересчитывать баланс у вершин. Если мы поднялись в вершину *i* из левого поддерева, то *diff[i]* уменьшается на единицу, если из правого, то увеличивается на единицу. Если баланс стал равным +2 или -2, следует выполнить одно из четырёх вращений.

Удаление вершины и балансировка - *O(h)* операций.

Требуемое количество действий - *O(log n)*.

Также был реализован тип *TVector* для удобной работы с ключами.

Описание программы

Проект состоит из 4 файлов:

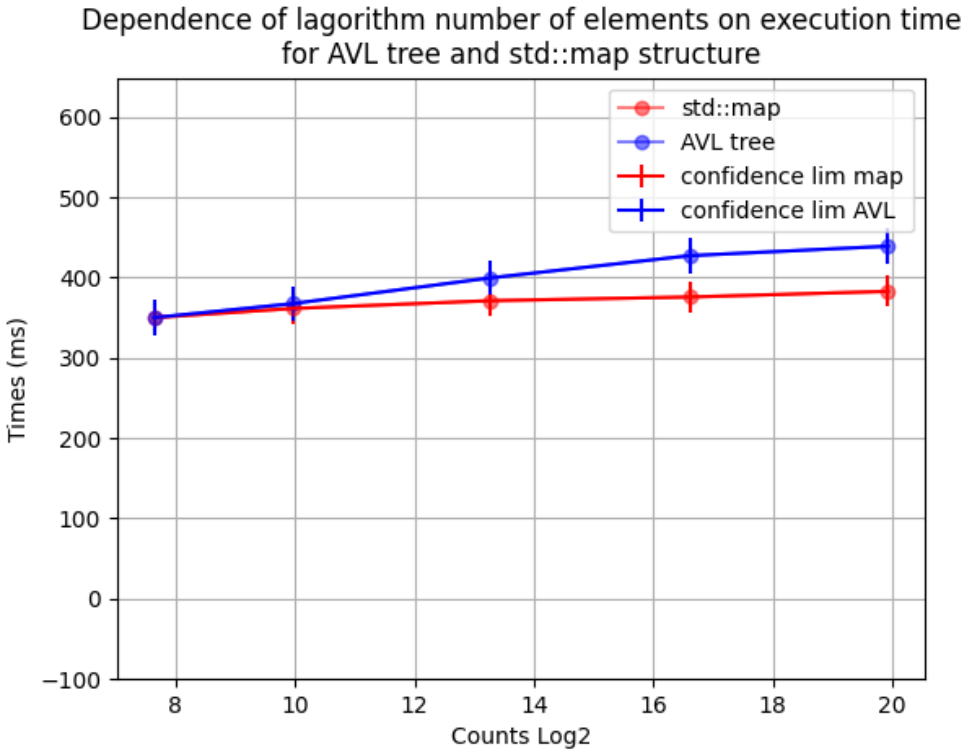
- main.cpp
- TAvl.h - само AVL-дерево
- ActionTAvl.h - операции с AVL-деревом
- TVector.h - реализация строкового типа данных.

Дневник отладки

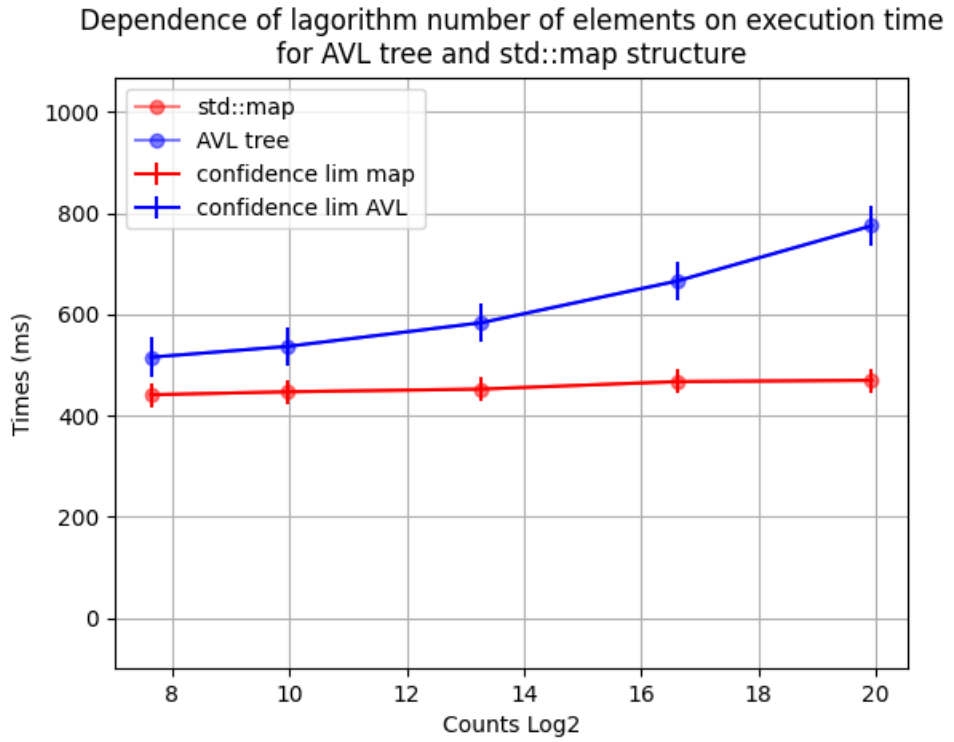
№	Время	Проблема	Описание
1	23:10		Тест принимающей системы
2-6		Утечка ?	Неправильно работали функции вставки и удаления
7		Выход за границу (отрицательное число)	Исправлены типы данных
8			Написание тестов производительности

Тесты производительности

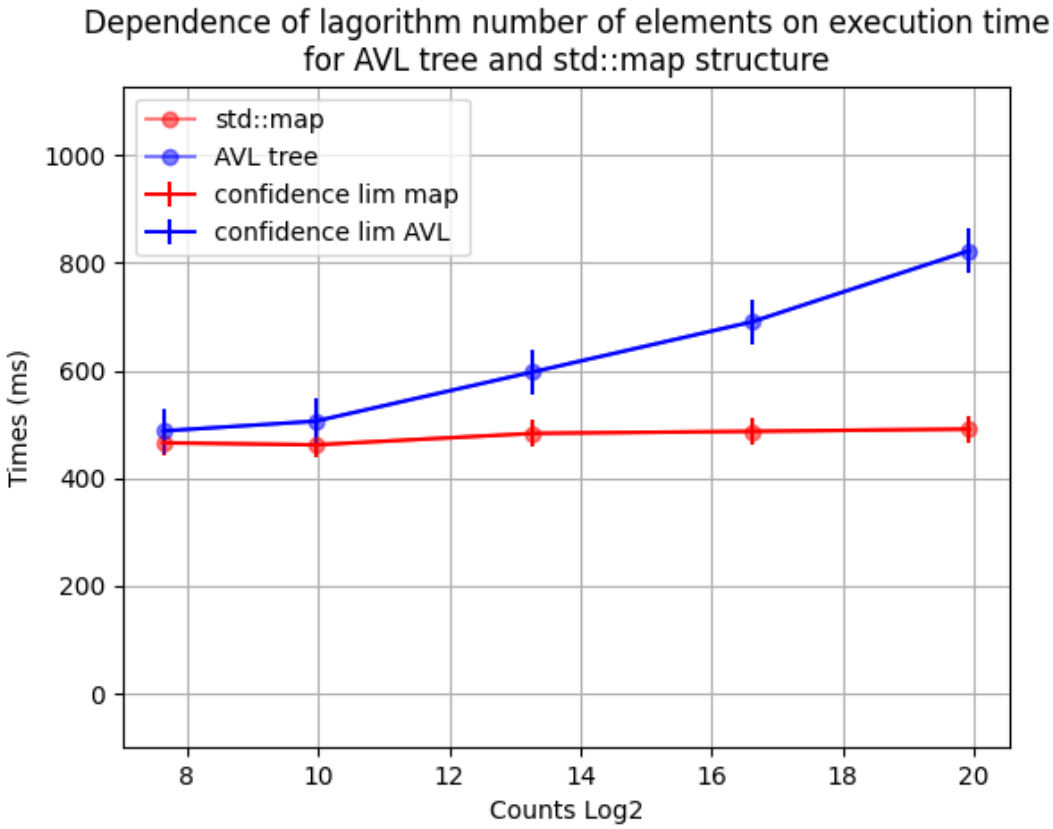
testFind.cpp – тестирование функции поиска



testInsert.cpp – тестирование функции вставки



testRemove.cpp – тестирование функции удаления



graph.py – скрипт формирования графиков

Выводы

В лабораторной работе была реализована структура данных AVL-дерево.

Сложность вставки, поиска и удаления O(log(n)).

AVL-дерево применяется реже, чем хэш-таблица, где те же операции работают за O(1). Они требуют дополнительных затрат на поддержание сбалансированности при вставке или удалении узлов. Если в дереве постоянно происходят вставки и удаления элементов, эти операции могут значительно снизить быстродействие. С другой стороны, если данные превращают бинарное дерево поиска в вырожденное, то теряется поисковая эффективность и тогда используется AVL-дерево.

Для AVL-дерева не существует наихудшего случая, так как оно является почти полным бинарным деревом.