Лабораторная работа № 2 по курсу дискртного анализа: сбалансированные деревья

Выполнил студент группы М8О-208Б-20 *Ядров Артем*.

Условие

Кратко описывается задача:

1. 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 $2^{64} - 1$. При этом разным словам может быть поставлен в соответствие один и тот же номер.

2. Вариант задания: 1. Реализация с использованием АВЛ-дерева.

Метод решения

АВЛ-дерево – это бинарное дерево поиска, близкое к идеально сбалансированному из-за того, что для любого узла выполнятся условие: модуль разности высот левого и правого поддеревьев не боьльше единицы.

Для того чтобы дерево было сбалансированым его нужно балансировать. В АВЛ-дереве это происходит на основе баланс-фактора.

Баланс фактор узла – это разница высот правого и левого педдеревьев этого узла. Возможны два пути: хранить сам баланс-фактор либо хранить высоты поддеревьев и вычислять баланс-фактор по мере надобности.

Для балансировки применяется две вспомогательных процедуры: левый и правый повороты дерева. Через них можно выразить так же и большие левый и правый повороты дерева, описанные в литературе.

Вставка осуществляется так же как и в простое бинарное дерева, но после этого происходит процедура балансировка.

Удаление как и в обычном бинарном дереве, но далее следует балансировка дерева.

Поиск аналогичен поиску в бинарном дереве.

Далее реализованное АВЛ-дерево используется в качетве словаря, над которым производятся операции добавления, удаления, поиска, записи в файл или чтения из файла в зависимости от команд пользователя.

Словарь хранит пары ключ-значение. Ключом выступает строка (не более 256 значащих символов), значением беззнаковое 8-ми байтовое целое.

Описание программы

Программа состоит из 2-х файлов.

В первом (avl.hpp) реализован класс АВЛ-дерева и присущие ему методы вставки, удаления, поиска, вспомогательные скрытые методы для балансировки, поиска наименьшего элемента и т д. Также реализованы дополнительные методы: для ввода и вывода дерева в поток и из потока.

Название методов класса говорит само за себя. Все функции еализованы согласно определениям и алгоритмам, описанным в литературе по алгоритмам.

Во втором (main.cpp) описана основная логика работы программы: «общение» с пользователем, чтение/запись словаря в файл и обработка ошибок.

Дневник отладки

1. 26.10 21:56:16 WA на 7 тесте.

   Решение: удаление проверки на открытие файла. Решение обвенчалось успехом.

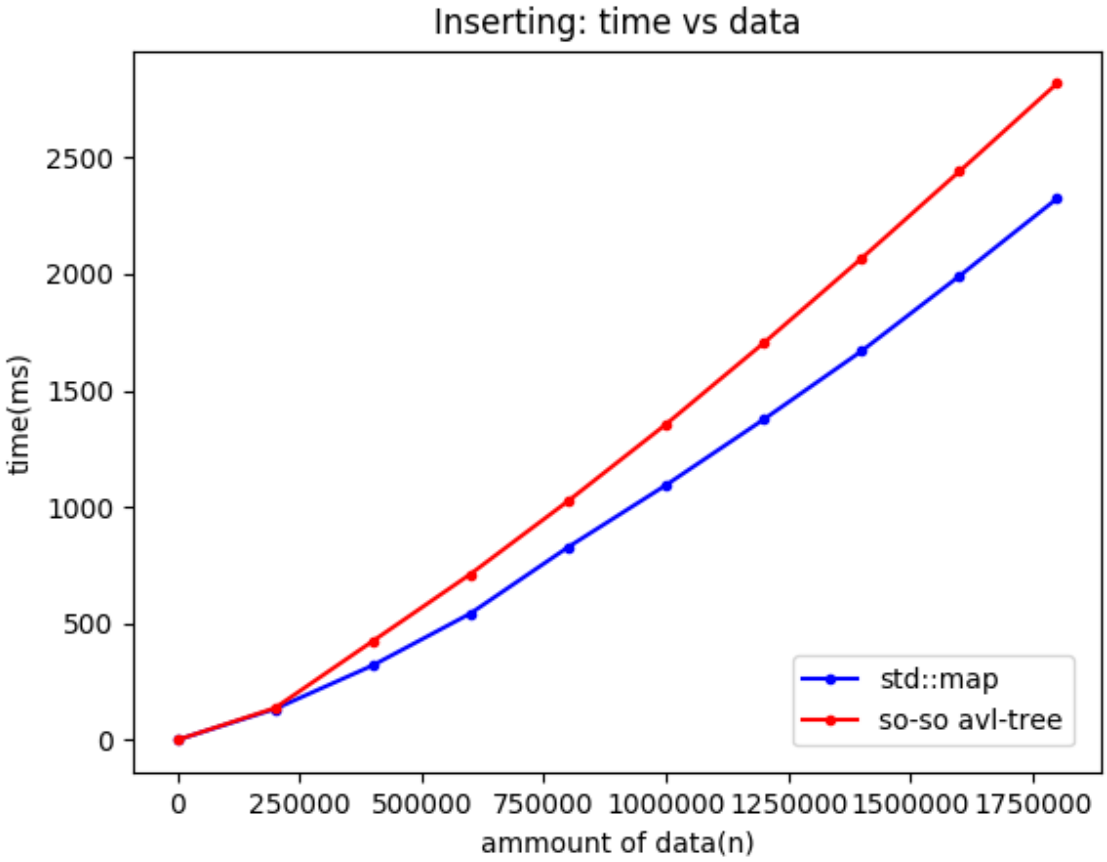
Тест производительности

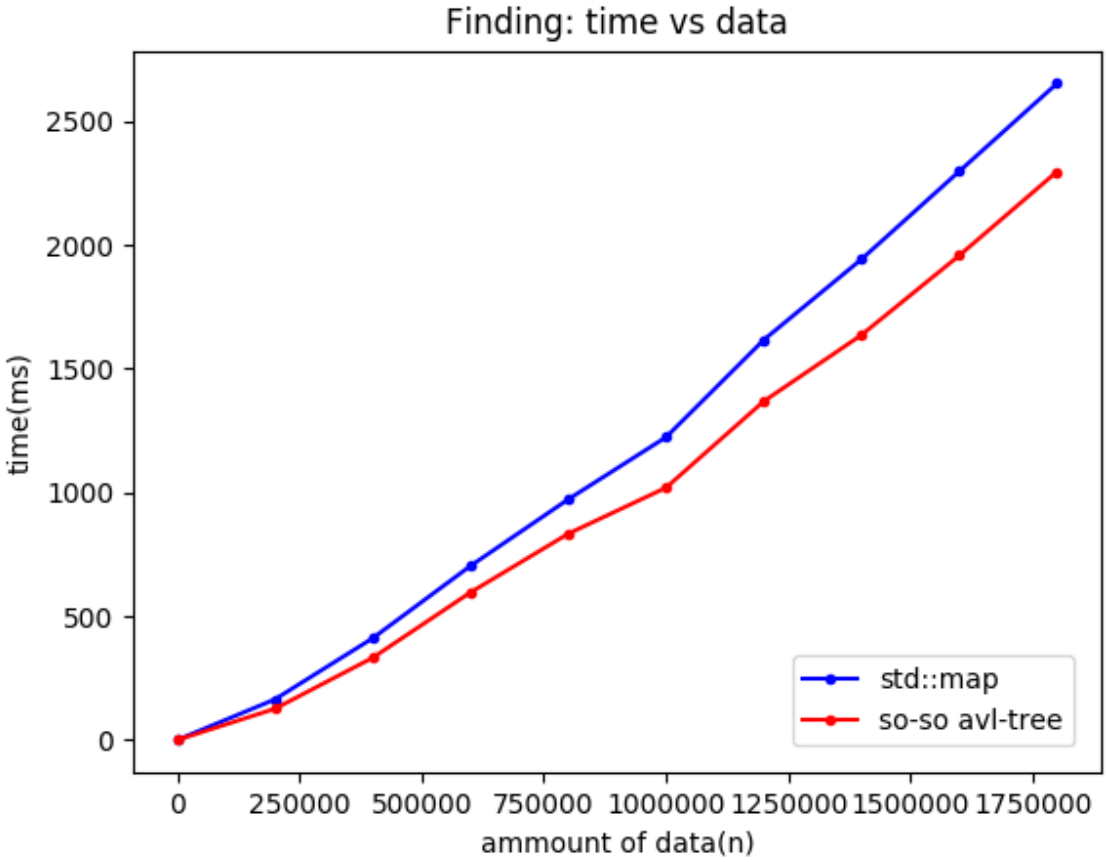
Созданное в результате выполнения АВЛ-дерево сравнивалось со стандартным контейнером `std::map`. Это имеет смысл так как в его основе лежит красно-черное дерево, которое тоже является сбалансированным. Замеры производительности проводились на операциях вставки/поиска/удаления 4-х байтовых целочисленных значений.

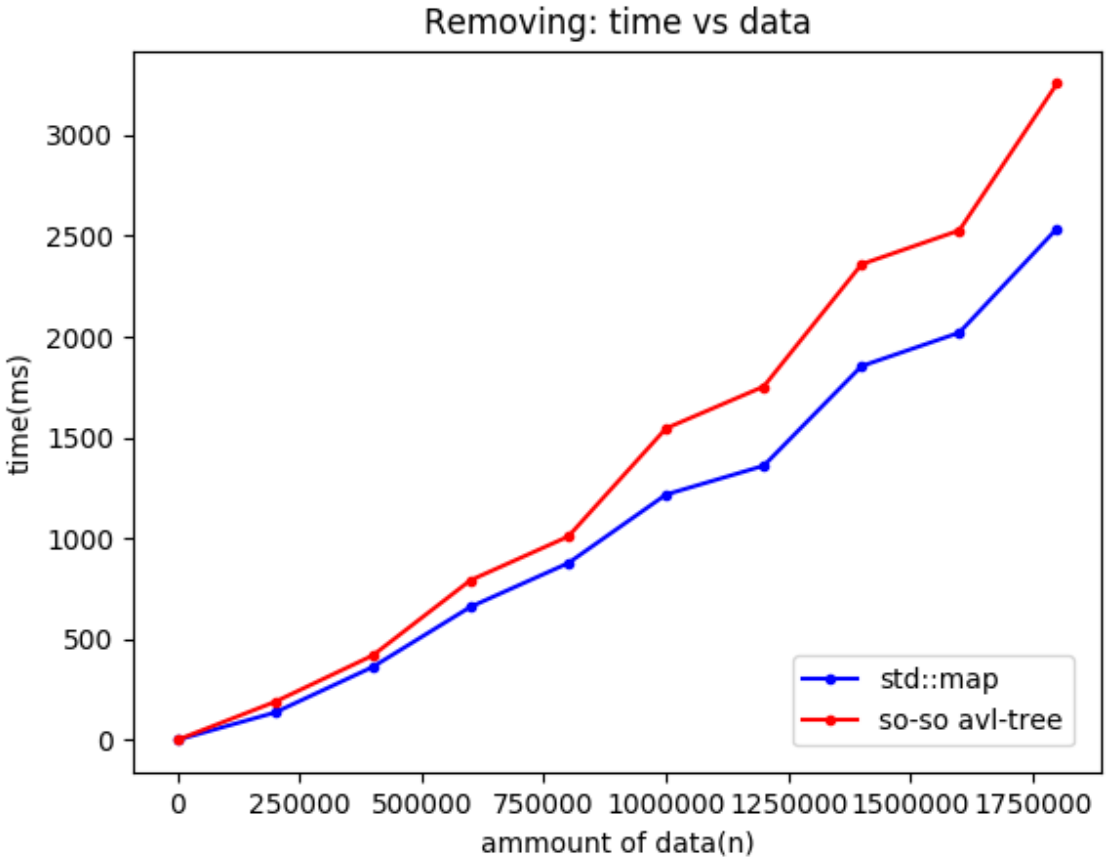
Из графиков видно, что, как и ожидалось, АВЛ-дерево проигрывает красно-черному в операциях вставки/удаления и выигрывает на операции поиска.

Это происходит в силу различий в алгоритмах балансировки: в красно-черных деревьях она происходит гораздо реже, чем в АВЛ. Как следствие вставка и удаление происходит быстрее Но при этом и высота красно-черного дерева больше высоты соответствующего АВЛ дерева. Отсюда вытекает большее время поиска.

Также, несомненно, повлияло то, что дерево было написано мной, а не нормальным программистом.


Inserting: time vs data
time(ms)
2500
2000
1500
1000
500
0
0
250000
500000
750000
1000000
1250000
1500000
1750000
ammount of data(n)
std::map
so-so avl-tree


Finding: time vs data
time(ms)
2500
2000
1500
1000
500
0
0
250000
500000
750000
1000000
1250000
1500000
1750000
ammount of data(n)
std::map
so-so avl-tree



Не логарифмическая зависимость на графиках, по моему мнению, получается из-за довольно частых выделений/освобождений памяти на кучи, а это, как известно, не дешевая в плане времени операция. К тому же графики имеют очень похожую форму, что говорит об асимптотически одинаковой скорости роста времени выполнения операций. А уж в `stl` сомневаться не приходится.

Недочёты

Программа работает не так быстро, как хотелось бы, хотя и прошла тестирование на чекере.

Выводы

Данная стркутура данных может быть применена как вспомогательная для решения большей задачи, например, в качестве словаря, множества, мультимножества(с доработками) и подобных этим абстрактным типам данных. Так же, весьма вероятно, в реализации простейших БД.

Первый раз реализовывать данную структуру было довольно сложно. Возможно, при повторном написании, получится сделать это быстрее и алгоритм получится оптимальнее.

Основные проблемы при написании возникли при реализации удаления из AVL-дерева из-за неполного понимания. Почему-то думалось, что балансировать нужно только дерево-родитель удаляемого узла, а, как оказалось, это не так.