

Сдать задание нужно до 9:00 17 декабря 2016г. включительно.

Ссылка на контесты: http://tp-test1.tech-mail.ru/cgi-bin/new-client?contest_id=81 и http://tp-test1.tech-mail.ru/cgi-bin/new-client?contest_id=82

Задача 1. Хеш-таблица (6 баллов)

Реализуйте структуру данных типа “множество строк” на основе динамической хеш-таблицы с открытой адресацией. Хранимые строки непустые и состоят из строчных латинских букв.

Хеш-функция строки должна быть реализована с помощью вычисления значения многочлена методом Горнера.

Начальный размер таблицы должен быть равным 8-ми. Перехеширование выполняйте при добавлении элементов в случае, когда коэффициент заполнения таблицы достигает 3/4.

Структура данных должна поддерживать операции добавления строки в множество, удаления строки из множества и проверки принадлежности данной строки множеству.

1_1. Для разрешения коллизий используйте квадратичное пробирование. i -ая проба $g(k, i) = g(k, i-1) + i \pmod{m}$. m - степень двойки.

1_2. Для разрешения коллизий используйте двойное хеширование.

Формат входных данных

Каждая строка входных данных задает одну операцию над множеством. Запись операции состоит из типа операции и следующей за ним через пробел строки, над которой проводится операция.

Тип операции – один из трех символов:

- + означает добавление данной строки в множество;
- означает удаление строки из множества;
- ? означает проверку принадлежности данной строки множеству.

При добавлении элемента в множество НЕ ГАРАНТИРУЕТСЯ, что он отсутствует в этом множестве. При удалении элемента из множества НЕ ГАРАНТИРУЕТСЯ, что он присутствует в этом множестве.

Формат выходных данных

Программа должна вывести для каждой операции одну из двух строк OK или FAIL, в зависимости от того, встречается ли данное слово в нашем множестве.

| stdin | stdout |
|---------|--------|
| + hello | OK |
| + bye | OK |
| ? bye | OK |

| | |
|---------|------|
| + bye | FAIL |
| - bye | OK |
| ? bye | FAIL |
| ? hello | OK |

Задача 2. Порядок обхода (3 балла)

Дано число $N < 10^6$ и последовательность целых чисел из $[-2^{31}..2^{31}]$ длиной N .

Требуется построить бинарное дерево, заданное наивным порядком вставки.

Т.е., при добавлении очередного числа K в дерево с корнем $root$, если $root \rightarrow Key \leq K$, то узел K добавляется в правое поддерево $root$; иначе в левое поддерево $root$.

2_1. Выведите элементы в порядке in-order (слева направо).

| in | out |
|------------|-------|
| 3 2 1 3 | 1 2 3 |
| 3 1 2 3 | 1 2 3 |
| 3 3 1 2 | 1 2 3 |

2_2. Выведите элементы в порядке pre-order (сверху вниз).

| in | out |
|--------------|---------|
| 3 2 1 3 | 2 1 3 |
| 3 1 2 3 | 1 2 3 |
| 3 3 1 2 | 3 1 2 |
| 4 3 1 4 2 | 3 1 2 4 |

2_3. Выведите элементы в порядке post-order (снизу вверх).

| in | out |
|------------|-------|
| 3 2 1 3 | 1 3 2 |
| 3 1 2 3 | 3 2 1 |
| 3 | 2 1 3 |

| | |
|-------|--|
| 3 1 2 | |
|-------|--|

2_4. Выведите элементы в порядке level-order (по слоям, “в ширину”).

| in | out |
|--------------|---------|
| 3 2 1 3 | 2 1 3 |
| 3 1 2 3 | 1 2 3 |
| 3 3 1 2 | 3 1 2 |
| 4 3 1 4 2 | 3 1 4 2 |

Задача 3. Декартово дерево (4 балла)

Дано число $N < 10^6$ и последовательность пар целых чисел из $[-2^{31}..2^{31}]$ длиной N .

Построить декартово дерево из N узлов, характеризующихся парами чисел $\{X_i, Y_i\}$.

Каждая пара чисел $\{X_i, Y_i\}$ определяет ключ X_i и приоритет Y_i в декартовом дереве.

Добавление узла в декартово дерево выполняйте второй версией алгоритма, рассказанного на лекции:

- При добавлении узла (x, y) выполняйте спуск по ключу до узла P с меньшим приоритетом. Затем разбейте найденное поддерево по ключу x так, чтобы в первом поддереве все ключи меньше x , а во втором больше или равны x . Получившиеся два дерева сделайте дочерними для нового узла (x, y) . Новый узел вставьте на место узла P .

Построить также наивное дерево поиска по ключам X_i методом из задачи 2.

3_1. Вычислить разницу глубин наивного дерева поиска и декартового дерева. Разница может быть отрицательна.

| in | out |
|---|-----|
| 10 5 11 18 8 25 7 50 12 30 30 15 15 20 10 22 5 40 20 45 9 | 2 |
| 10 38 19 | 2 |

| | |
|--|--|
| 37 5 47 15 35 0 12 3 0 42 31 37 21 45 30 26 41 6 | |
|--|--|

3_2. Вычислить количество узлов в самом широком слое декартового дерева и количество узлов в самом широком слое наивного дерева поиска. Вывести их разницу. Разница может быть отрицательна.

| in | out |
|---|-----|
| 10 5 11 18 8 25 7 50 12 30 30 15 15 20 10 22 5 40 20 45 9 | 1 |
| 10 38 19 37 5 47 15 35 0 12 3 0 42 31 37 21 45 30 26 41 6 | 1 |

Задача 4. Использование AVL-дерева (6 баллов)

4_1. Солдаты. В одной военной части решили построить в одну шеренгу по росту. Т.к. часть была далеко не образцовая, то солдаты часто приходили не вовремя, а то их и вовсе приходилось выгонять из шеренги за плохо начищенные сапоги. Однако солдаты в процессе прихода и ухода должны были всегда быть выстроены по росту – сначала самые высокие, а в конце – самые низкие. За расстановку солдат отвечал прапорщик, который заметил интересную особенность – все солдаты в части разного роста. Ваша задача состоит в том, чтобы помочь прапорщику правильно расставлять солдат, а именно для каждого приходящего солдата указывать, перед каким солдатом в строю он должен становится. Требуемая скорость выполнения команды - $O(\log n)$.

Формат входных данных.

Первая строка содержит число N – количество команд ($1 \leq N \leq 30\,000$). В каждой следующей строке содержится описание команды: число 1 и X если солдат приходит в строй (X – рост солдата, натуральное число до 100 000 включительно) и число 2 и Y если солдата, стоящим в строю на месте Y надо удалить из строя. Солдаты в строю нумеруются с нуля.

Формат выходных данных.

На каждую команду 1 (добавление в строй) вы должны выводить число K – номер позиции, на которую должен встать этот солдат (все стоящие за ним двигаются назад).

| in | out |
|-------|-----|
| 5 | 0 |
| 1 100 | 0 |
| 1 200 | 2 |
| 1 50 | 1 |
| 2 1 | |
| 1 150 | |

4_2. Порядковые статистики. Дано число N и N строк. Каждая строка содержит команду добавления или удаления натуральных чисел, а также запрос на получение k -ой порядковой статистики. Команда добавления числа A задается положительным числом A , команда удаления числа A задается отрицательным числом “- A ”. Запрос на получение k -ой порядковой статистики задается числом k . Требуемая скорость выполнения запроса - $O(\log n)$.

| in | out |
|-------|-----|
| 5 | 40 |
| 40 0 | 40 |
| 10 1 | 10 |
| 4 1 | 4 |
| -10 0 | 50 |
| 50 2 | |

Задача 5. Алгоритм сжатия данных Хаффмана (6 баллов и более)

Написать реализацию функций:

```
void compress_string(const std::string &source, std::string &compressed);
void decompress_string(const std::string &compressed, std::string &result);
```

Обязка из main проверяет контрольную сумму и совпадение исходных данных с результатом сжатия-расжатия. Если хотя бы на одном тесте результат не совпадает с исходником, задача не проходит. В качестве тестовых данных используются 50 случайных листингов кода из 33 контекста. Решения, прошедшие все тесты попадают в лидерборд.

http://tp-test1.tech-mail.ru:82/huffman_2016_autumn/

Данные на доске почета обновляются раз в 30 секунд.

Тестирующая программа выводит размер сжатого файла.

В лидерборде решения ранжируются по возрастанию суммарного размера сжатых

файлов.

Для получения 6 баллов требуется средняя степень сжатия $K_c \leq 0.5$. Лучшие 3 решения с $K_c \leq 0.5$ из каждой группы оцениваются в 15 баллов.

Пример минимального решения:

```
void compress_string(const std::string &source, std::string &compressed) {  
    compressed = source;  
}  
void decompress_string(const std::string &compressed, std::string &result)  
{  
    result = compressed;  
}
```