Национальный исследовательский университет
«Высшая Школа Экономики»
Московский институт электроники и математики им. А. Н. Тихонова

Лабораторная работа №1

Выполнил:
Дёма Иван Романович,
СКБ212

Проверил:
Драчёв Григорий Александрович

Москва, 2024

1. Задание

Реализовать сортировки на примере некоторого класса.

Выбрать 7-10 наборов данных для сортировки засечь время каждой из них.

Для варианты номер 9 необходимо реализовать сортировки:

А) Пузырьком

Б) Шейкер-сортировку

В) Слиянием

В качестве класса использовать массив данных об экспортируемых товарах, состоящий из имени товаров, страны экспорта, количества партии и цены партии.

2. Сравнение сортировок

Для сравнения сортировок были построены графики с применением средств визуализации matplotlib в python в обычной и логарифмической шкале.

График 1:

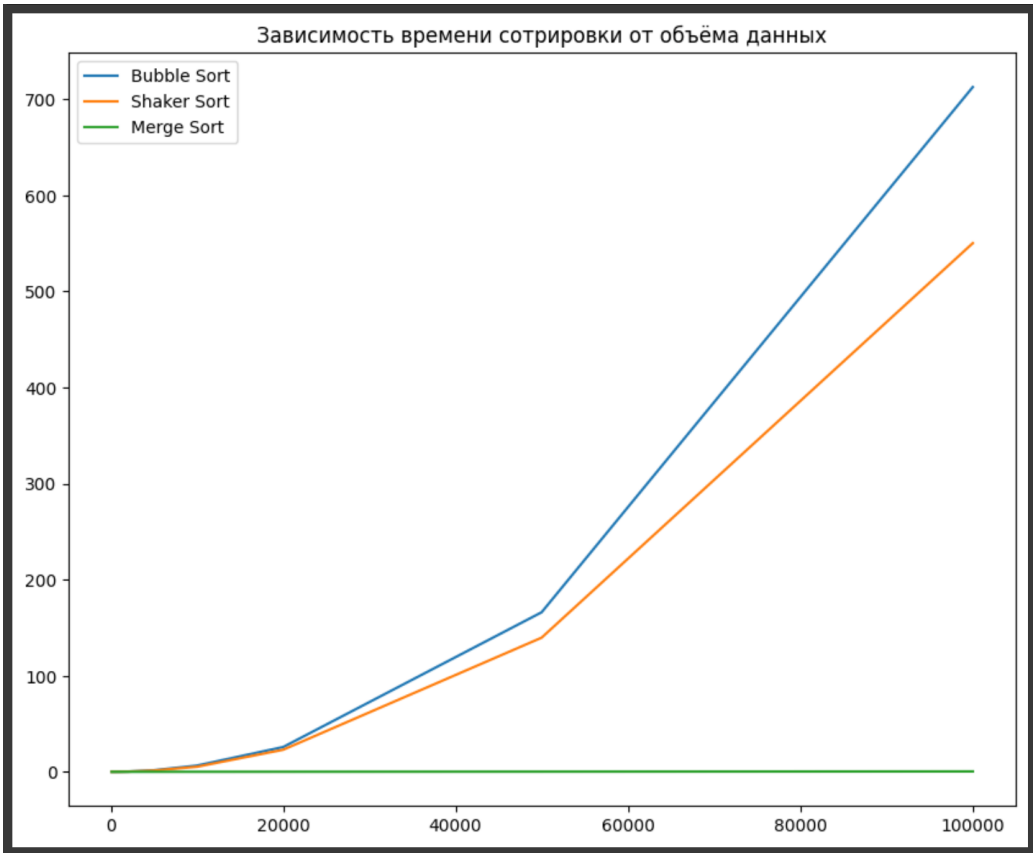
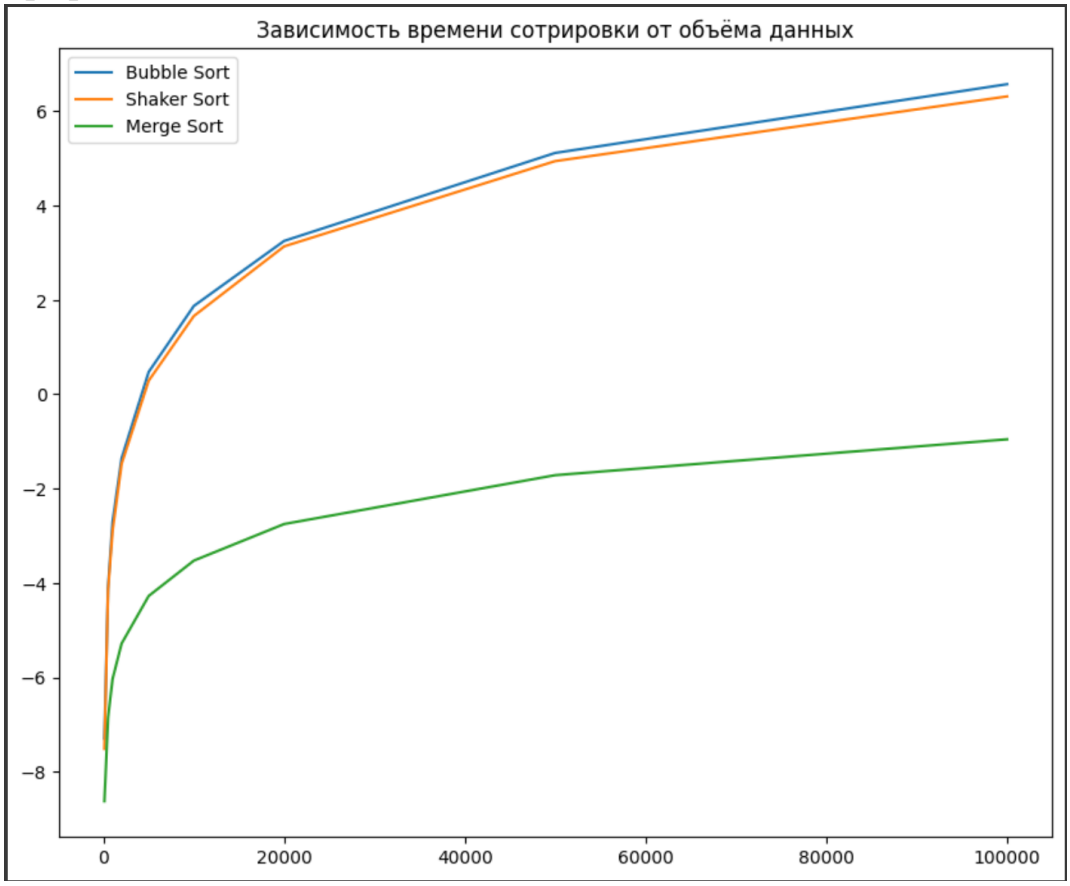


График 2:



3. Выводы

Bubble sort – самая не эффективная, но простая для написания и удобная в некоторых случая сортировка. Во всех случаях имеет сложность O(n^2). Не требует дополнительной памяти. Обладает устойчивостью.

Удобная для небольших массивов, которые нужно быстро и без мороки отсортировать. Очень эффективна, в случае, когда заранее известно, что часть элементов (стоящая левее) практически отсортирована.

Shaker sort – улучшенная версия пузырьковой сортировки, более универсальная и не менее удобная. Имеет сложность O(n^2). Не требует дополнительной памяти. Обладает устойчивостью.

Более универсальная сортировка, но при этом эффективна только на массивах небольшой длинны (или на уже частично отсортированных)

Merge sort – достаточно быстрая и эффективная сортировка. Позволяет быстро отсортировать данные, если практически ничего не известно о структуре данных. Во всех случаях имеет сложность O(nlogn). Использует дополнительную память (равную размеру массива). Обладает устойчивостью.

Самая эффективная сортировка из предложенных, подходящая для массивов больших размеров. Может стать палочкой-выручалочкой, когда нет возможности выгрузить весь массив в оперативную память. Подходит, когда в программе используется распараллеливание.

4. Документацию кода

Репозиторий:
https://github.com/ThomasYed/Sorting_algos_lab1/tree/main

Список файлов

Файлы

Полный список файлов.

Классы

Класс Goods

Класс продуктов, поставляемых на экспорт
#include <exportGoods.h>

Открытые члены

- **Goods** ()
  Стандартный конструктор без параметров

- **Goods** (const **Goods** &good)=default
  Стандартный конструктор копирования

- **Goods** (std::string name, std::string country, int quant, int price)
  Стандартный конструктор с параметрами

- **~Goods** ()=default
  Стандартный деструктор

- std::string **getName** () const
  Get-тер для значения поля prod_name.

- std::string **getCountry** () const
  Get-тер для значения поля export_country.

- int **getQuant** () const
  Get-тер для значения поля quant.

- int **getPrice** () const
  Get-тер для значения поля price.

- bool **operator<** (const **Goods** &good) const
  Оператор сравнения <.

- bool **operator>** (const **Goods** &good) const
  Оператор сравнения >

- bool **operator>=** (const **Goods** &good) const
  Оператор сравнения >=.

- bool **operator<=** (const **Goods** &good) const
  Оператор сравнения <=.

- **Goods** & **operator=** (const **Goods** &good)=default
  Стандартный оператор =.

Подробное описание

Класс продуктов, поставляемых на экспорт

Класс, объекты которого будут подвергнуты различным сортировкам в соответствии с заданием. Класс имеет следуюшие поля:

Параметры шаблона

prod_name	- Название товара
export_country	- Страна, в которую экспортируются товары
quant	- Количество товаров
price	- Цена за партию товара

Конструктор(ы)

Goods::Goods ()

Стандартный конструктор без параметров

Проставляет всем полям класса "нулевые" значения

Goods::Goods (const Goods & *good*)[default]

Стандартный конструктор копирования

Все поля good копируются в новый объект класса Good

Аргументы

good	- объект подлежащий копированию

Goods::Goods (std::string *name*, std::string *country*, int *quant*, int *price*)

Стандартный конструктор с параметрами

Аргументы

name	- имя товара
country	- страна экспорта
quant	- количество товара

price	- цена товара

Goods::~Goods ()[default]

Стандартный деструктор

Методы

std::string Goods::getCountry () const[inline]

Get-тер для значения поля export_country.

Возвращает

Значение поля export_country - страну экспорту

std::string Goods::getName () const[inline]

Get-тер для значения поля prod_name.

Возвращает

Значения поля prod_name - название товара

int Goods::getPrice () const[inline]

Get-тер для значения поля price.

Возвращает

Значения поля price - цену товара

int Goods::getQuant () const[inline]

Get-тер для значения поля quant.

Возвращает

Значения поля quant - количество товара

bool Goods::operator< (const Goods & *good*) const

Оператор сравнения <.

Сравнивает по полям: название товара, его количество, страна экспорта Сравнение происходит по убыванию приоритета

Аргументы

good	- правый операнд

Возвращает

true либо false в зависимости от результата сравнения

bool Goods::operator<= (const Goods & *good*) const

Оператор сравнения <=.

Сравнивает по полям: название товара, его количество, страна экспорта Сравнение происходит по убыванию приоритета

Аргументы

good	- правый операнд

Возвращает

true либо false в зависимости от результата сравнения

Goods & Goods::operator= (const Goods & *good*)[default]

Стандартный оператор =.

Позволяет присваивать объекта класса друг к другу (копировать)

bool Goods::operator> (const Goods & *good*) const

Оператор сравнения >

Сравнивает по полям: название товара, его количество, страна экспорта Сравнение происходит по убыванию приоритета

Аргументы

good	- правый операнд

Возвращает

true либо false в зависимости от результата сравнения

bool Goods::operator>= (const Goods & *good*) const

Оператор сравнения >=.

Сравнивает по полям: название товара, его количество, страна экспорта Сравнение происходит по убыванию приоритета

Аргументы

good	- правый операнд

Возвращает

true либо false в зависимости от результата сравнения

Объявления и описания членов классов находятся в файлах: exportGoods.hexportGoods.cpp

Файлы

Файл exportGoods.cpp

#include "exportGoods.h"

Функции

- std::ostream & **operator<<** (std::ostream &out, const **Goods** &good)
  Перегруженный оператор вставки потока <<.

Функции

std::ostream & operator<< (std::ostream & *out*, const Goods & *good*)

Перегруженный оператор вставки потока <<.

Позволяет эффективно выводить все поля класса ввиде форматированной строки

Файл exportGoods.h

#include <iomanip>
#include <iostream>
#include <string>

Классы

class **Goods***Класс продуктов, поставляемых на экспорт*

Функции

- std::ostream & **operator<<** (std::ostream &out, const **Goods** &good)
  Перегруженный оператор вставки потока <<.

Функции

std::ostream & operator<< (std::ostream & *out*, const Goods & *good*)

Перегруженный оператор вставки потока <<.

Позволяет эффективно выводить все поля класса ввиде форматированной строки

exportGoods.h

См. документацию.

```
1 #ifndef EXPORTGOODS_H
2 #define EXPORTGOODS_H
5 #include <iomanip>
6 #include <iostream>
7 #include <string>
8
20 class Goods {
21    private:
22     std::string prod_name;
23     std::string export_country;
24     int quant, price;
25
26    public:
31     Goods();
32
38     Goods(const Goods& good) = default;
39
46     Goods(std::string name, std::string country, int quant, int price);
47
49     ~Goods() = default;
50
55     std::string getName() const { return prod_name; }
56
60     std::string getCountry() const { return export_country; }
61
66     int getQuant() const { return quant; }
67
72     int getPrice() const { return price; }
73
81     bool operator<(const Goods& good) const;
82
90     bool operator>(const Goods& good) const;
91
99     bool operator>=(const Goods& good) const;
100
108     bool operator<=(const Goods& good) const;
109
114     Goods& operator=(const Goods& good) = default;
115 };
116
121 std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const Goods& good);
122
123 #endif  // EXPORTGOODS_H
```

Файл main.cpp

#include <ctime>
#include <fstream>
#include "exportGoods.h"
#include "sortingmethods.h"

Макросы

- #define **N** 100050
  Устанавливает количество строк, которые будут прочитаны из файла

- #define **cycle** 9
  Устанавливает, сколько измерений необходимо прозвести (число от 0 до 9)

Функции

- int **main** ()
  Основная функция в программе

Макросы

#define cycle 9

Устанавливает, сколько измерений необходимо прозвести (число от 0 до 9)

#define N 100050

Устанавливает количество строк, которые будут прочитаны из файла

Функции

int main ()

Основная функция в программе

Здесь выполняются все необходимые по заданию операции: происходит чтение файла, состоящего из 100050 строк. Затем, проводится 9 измерений времени (с разным количеством сортируемых элементов) для разных сортировок.

Возвращает

ноль, если программа завершилась успешно

В начале программы создаётся вектор data, в который считается весь файл.

```
std::vector<Goods> data;
```

Стоит обратить внимание, что данные помещаются в вектор с помощью emplace_back, дабы избежать излишнего копирования

```
data.emplace_back(name, country, quant, price);
```

Для проведения измерений задаётся статически массив, в котором написано количество элементов, которые будут учавствовать в сортировке на каждом конкретном замере

```
int sizes[9] = {100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000, 100050};
```

До начала замеров, открывается файл datagraph.txt на запись, в который запишутся данные для дальнейшего построения графиков некоторыми средствами визуализации данных

```
std::ofstream graph("datagraph.txt");
```

Файл sortingmethods.h

#include <vector>

Функции

- template<typename T > void **bubblesort** (std::vector< T > *a, int const size)
  Функция сортировка массива "Пузырьком".

- template<typename T > void **shakersort** (std::vector< T > *a, int const size)
  Функция сортировка массива "Шейкер".

- template<typename T > void **merge** (std::vector< T > *a, int left, int mid, int right)
  Функция Слияния двух массивов

- template<typename T > void **mergesort** (std::vector< T > *a, int begin, int end)
  Функция сортировка массива "Слиянием".

Функции

template<typename T > void bubblesort (std::vector< T > * *a*, int const *size*)

Функция сортировка массива "Пузырьком".

Стандартная сортировка, просматривающая массив с конца и перемещающая наименьший элемент в начало.

Параметры шаблона

T	- определяет тип, сортируемых объектов

Аргументы

a	- массив (вектор) значений
size	- размер массива

template<typename T > void merge (std::vector< T > * *a*, int *left*, int *mid*, int *right*)

Функция Слияния двух массивов

Сливает два небольших массива (в качестве параметра передаётся один массив и место разбиения его на два) в один по некоторому правилу, которое делает сливаемый массив отсортированным.

Параметры шаблона

T	- определяет тип объектов массива

Аргументы

a	- массив (вектор) значений
left	- левая граница масива, который нужно слить
mid	- место разбиения массива (вместе с left определяют первый массив)
right	- права граница массива (вместе с mid определяют второй массив)

template<typename T > void mergesort (std::vector< T > * *a*, int *begin*, int *end*)

Функция сортировка массива "Слиянием".

Ускоренная сортировка, делящая массива на две части много раз, которые затем сливаются в сортированные массивы

Параметры шаблона

T	- определяет тип, сортируемых объектов

Аргументы

a	- массив (вектор) значений массива
begin	- индекс начала массива для сортировки
end	- индекс конца массива для сортировки

template<typename T > void shakersort (std::vector< T > * *a*, int const *size*)

Функция сортировка массива "Шейкер".

Улучшенная "пузырьковая" сортировка, просматривающая массив и с конца, и с начала по очереди.

Параметры шаблона

T	- определяет тип, сортируемых объектов

Аргументы

a	- массив (вектор) значений
size	- размер массива

sortingmethods.h

См. документацию.

```
1 #ifndef SORTINGMETHODS_H
2 #define SORTINGMETHODS_H
3 #include <vector>
4
14 template <typename T>
15 void bubblesort(std::vector<T>* a, int const size) {
16     T x;
17     for (int i = 0; i < size; i++) {
18         for (int j = size - 1; j > i; --j)
19             if ((*a)[j] < (*a)[j - 1]) {
20                 x = (*a)[j - 1];
21                 (*a)[j - 1] = (*a)[j];
22                 (*a)[j] = x;
23             }
24     }
25 }
26
36 template <typename T>
37 void shakersort(std::vector<T>* a, int const size) {
38     int k = size - 1;
39     int lb, rb = size - 1;
40     T x;
41
42     do {
43         // from bottom to top passage
44         for (int i = rb; i > 0; i--) {
45             if ((*a)[i - 1] > (*a)[i]) {
46                 x = (*a)[i - 1];
47                 (*a)[i - 1] = (*a)[i];
48                 (*a)[i] = x;
49                 k = i;
50             }
51         }
52         lb = k + 1;  // all ellements from the start sorted
53
54         // passage from top to bottom
55         for (int j = 1; j <= rb; j++) {
56             if ((*a)[j - 1] > (*a)[j]) {
57                 x = (*a)[j - 1];
58                 (*a)[j - 1] = (*a)[j];
59                 (*a)[j] = x;
60                 k = j;
61             }
62         }
63         rb = k - 1;  // all elements to the end sorted
64     } while (lb < rb);
65 }
66
79 template <typename T>
80 void merge(std::vector<T>* a, int left, int mid, int right) {
81     std::vector<T> b(right + 1 - left);
82     int i = 0;
83     int first = left, second = mid + 1;  // h ; j
84     // Merges the two array's into b[] until the first one is finish
85     while ((first <= mid) && (second <= right)) {
86         if ((*a)[first] <= (*a)[second]) {
87             b[i] = (*a)[first];
88             first++;
89         } else {
90             b[i] = (*a)[second];
91             second++;
92         }
93         i++;
94     }
95     // Completes the array filling in it the missing values
96     if (first > mid) {
97         for (int k = second; k <= right; k++) {
98             b[i] = (*a)[k];
99             i++;
100         }
101     } else {
102         // if second > right
```

```
103         for (int k = first; k <= mid; k++) {
104             b[i] = (*a)[k];
105             i++;
106         }
107     }
108     for (int k = 0; k <= right - left; k++) {
109         (*a)[k + left] = b[k];
110     }
111 }
112
124 template <typename T>
125 void mergesort(std::vector<T>* a, int begin, int end) {
126     if (begin < end) {
127         int mid = (begin + end) / 2;
128         mergesort(a, begin, mid);
129         mergesort(a, mid + 1, end);
130         merge(a, begin, mid, end);
131     }
132 }
133
134 #endif  // SORTINGMETHODS_H
```