

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра Математического обеспечения и применения ЭВМ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №4
по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»
Тема: Сортировка

Студент гр. 9382

Сорокумов С. В.

Преподаватель

Фирсов М. А.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы.

Реализовать сортировку Шелла, разобраться в её работе, а также изучить её положительные и отрицательные стороны.

Задание.

Вариант 18. Сортировка Шелла.

Описание алгоритма.

Изначально программа запрашивает у пользователя откуда он хочет подать данные из файла или из консоли, после чего происходит считывание данных и запись их в массив, затем программа создает вектор, который дублирует массив для сортировки шелла, это необходимо для стандартной сортировки, которая будет выполнена уже после сортировки Шелла. После считывания информации, вызывается сортировка Шелла, затем выводится результат её работы. Аналогично происходит со стандартной сортировкой.

Идея сортировки Шелла заключается в сравнение разделенных на группы элементов последовательности, находящихся друг от друга на некотором расстоянии. Изначально это расстояние равно d или $N/2$, где N — общее число элементов. На первом шаге каждая группа включает в себя два элемента расположенных друг от друга на расстоянии $N/2$; они сравниваются между собой, и, в случае необходимости, меняются местами. На последующих шагах также происходят проверка и обмен, но расстояние d сокращается на $d/2$, и количество групп, соответственно, уменьшается. Постепенно расстояние между элементами уменьшается, и на $d=1$ проход по массиву происходит в последний раз.

Сортировка Шелла во многих случаях медленнее, чем быстрая сортировка, она имеет ряд преимуществ:

- отсутствие потребности в памяти под стек;

- отсутствие деградации при неудачных наборах данных — быстрая сортировка легко деградирует до $O(n^2)$, что хуже, чем худшее гарантированное время для сортировки Шелла.

В лучшем случае сортировка Шелла выполнится за $O(n \log(n))$, тогда как в худшем случае только за $O(n^2)$.

Выбор длин промежутков.

Среднее время работы алгоритма зависит от длин промежутков — d , на которых будут находиться сортируемые элементы исходного массива ёмкостью N на каждом шаге алгоритма. Существует несколько подходов к выбору этих значений:

Первоначально используемая Шеллом последовательность длин промежутков: $d_1 = N/2$, $d_i = d_{(i-1)}/2$, $d_k = 1$ в худшем случае, сложность алгоритма составит $O(N^2)$;

Предложенная Хиббардом последовательность: все значения $2^i - 1 \leq N$; такая последовательность шагов приводит к алгоритму сложностью $O(N^{3/2})$;

Предложенная Седжвиком последовательность: $d_i = 9 \cdot 2^i - 9 \cdot 2^{(i/2)} + 1$, если i четное и $d_i = 8 \cdot 2^i - 6 \cdot 2^{(i+1)/2} + 1$, если i нечетное. При использовании таких приращений средняя сложность алгоритма составляет: $O(N^{7/6})$, а в худшем случае порядка $O(N^{4/3})$.

Описание функций алгоритма.

`void shell(std::vector<int>& data)` – Функция сортировки методом Шелла, принимает на вход:

`std::vector<int>& data` – массив, который необходимо отсортировать

`bool is_digits(const std::string &str)` – Функция проверяющая все ли элементы строки числа. Принимает на вход:

`const std::string &str` – Строку из стандартной библиотеки.

`bool cmp(int a, int b)` - функция сравнения двух чисел, принимает на вход: `int a, int b` – целочисленные переменные

Тестирование.

Таблица 1 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	После сортировки Шелла	После стандартной сортировки
1.	3 3 2 1	1 2 3	1 2 3
2.	1 1	1	1
3.	10 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4	0 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	Некорректная длина	
5	10 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	-10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1	-10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1
6	10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
7	7 5 7 3 99 56 43 81	3 5 7 43 56 81 99	3 5 7 43 56 81 99
8	10 85 354 999 0 6 5 7 9 55 100	0 5 6 7 9 55 85 100 354 999	0 5 6 7 9 55 85 100 354 999
9	a 1 2 3	Data is incorrect	
10	4 1 2 f 5	Data is incorrect	

Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы была реализована сортировка Шелла, так же было приведено ее описание и положительные и отрицательные стороны.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.cpp

```
#include <windows.h>
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <ctime>
#include <cstdio>
#include <typeinfo>

/*
 * функция сравнения двух чисел
 */
bool cmp(int a, int b){
    std::cout << "Compare " << a << " and " << b << std::endl;
    if (a > b){
        return true;
    }
    return false;
}

void shell(std::vector<int>& data)
{
    int step, i, j;
    unsigned int time1 = clock();

    for (step = data.size() / 2; step > 0; step /= 2)
    {
        std::cout << "Current step: " << step << '\n';
        // Перечисление элементов, которые сортируются на определённом
шаге
        for (i = step; i < data.size(); i++) {
            // Перестановка элементов внутри подсписка, пока i-тый не будет
отсортирован
            for (j = i - step; j >= 0 && cmp(data[j], data[j + step]); j
-= step)
            {
                std::cout << "Change elem " << data[j] << " and " <<
data[j+step] << std::endl;
                std::swap(data[j], data[j + step]);
                std::cout << "Array after change: ";
                for (auto& k : data)
                {
                    std::cout << k << " ";
                }
                std::cout << std::endl;
            }
        }
    }
}
```

```

        }
    }
    std::cout << "Array after step: ";
    for (auto& k : data)
    {
        std::cout << k << " ";
    }
    std::cout << std::endl << std::endl;
}

unsigned int time2 = clock();

    std::cout << "Time : " << (time2 - time1) / 1000.0 << "s\n"; // Подсчет
длительности выполнения
}

/*
 * Функция проверки строки на число
 */
bool is_digits(const std::string &str)
{
    return str.find_first_not_of("0123456789") == std::string::npos;
}

//главная функция

int main(){
    SetConsoleOutputCP(CP_UTF8);
    int n;
    std::cout << "Write f - if reading from file, any other - if console"
<< std::endl;
    std::vector<int> arrayForShell;
    std::vector<int> arrayForStdSort;
    char symbol;
    std::string numb;
    std::cin >> symbol;
    /*
     * Считывания данных из файла
     */
    if (symbol == 'f'){
        std::cout << "Enter the path to the file:" << std::endl;
        std::string input;
        std::cin >> input;
        std::ifstream fin;
        fin.open(input);
        if (!fin){
            std::cout << "file error" << std::endl;
            fin.close();
            system("pause");
            std::cout << "To continue the program, press any key ...";
            std::cin.get();
        }
    }
}

```

```

        exit(1);
    }
    fin >> numb;
    if (is_digits(numb)){
        n = std::atoi(numb.c_str());
    } else{
        std::cout << "Incorrect length" << std::endl;
        system("pause");
        std::cout << "To continue the program, press any key ...";
        std::cin.get();
        exit(1);
    }
}
for (int i = 0; i < n; i++){
    fin >> numb;
    if (is_digits(numb)) {
        arrayForShell.push_back(std::atoi(numb.c_str()));
    } else{
        std::cout << "Data is incorrect" << std::endl;
        system("pause");
        std::cout << "To continue the program, press any key ...";
        std::cin.get();
        exit(1);
    }
}
std::cout << "Input array: ";
for(auto i: arrayForShell){
    std::cout << i << " ";
}
std::cout << std::endl;
/*
 * Считывание данных из консоли
 */
} else{
    std::cout<<"Array size > " ;
    std::cin >> numb;
    std::cout << std::endl;
    if (is_digits(numb)){
        n = std::atoi(numb.c_str());
    } else{
        std::cout << "Incorrect length" << std::endl;
        system("pause");
        std::cout << "To continue the program, press any key ...";
        std::cin.get();
        exit(1);
    }
}
for (int i = 0; i < n; i++){
    std::cout<<i+1<<" item > " << std::endl;
    std::cin >> numb;
    if (is_digits(numb)) {
        arrayForShell.push_back(std::atoi(numb.c_str()));
    } else{

```



```

        std::cout << "Data is incorrect" << std::endl;
        system("pause");
        std::cout << "To continue the program, press any key ...";
        std::cin.get();
        exit(1);
    }
}

/*
 * Занесение элементов в массив для стандартной сортировки
 */
for (int i = 0; i < n; i++){
    arrayForStdSort.push_back(arrayForShell[i]);
}

std::cout << std::endl << "Shell sort call" << std::endl << std::endl;
shell(arrayForShell); //Вызов сортировки Шелла

/*
 * Вывод отсортированного массива
 */
std::cout<<"Resulting array: ";
for (int i=0; i<n; i++) {
    std::cout<<arrayForShell[i]<<" "; //вывод массива
}
std::cout << std::endl;
std::cout << std::endl << "Calling the standard sort " << std::endl;
std::sort(arrayForStdSort.begin(), arrayForStdSort.end()); //Вызов
стандартной сортировки
std::cout<<"Array after standard sort: ";
for (int i=0; i<n; i++) {
    std::cout<<arrayForStdSort[i]<<" "; //вывод массива
}
std::cout << std::endl;
system("pause");
// std::cout << "To continue the program, press any key ...";
std::cin.get();
return 0;
}

```