

Федеральное агентство связи

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра «Математическая кибернетика и информационные технологии»

Лабораторная работа № 3

по дисциплине «Структуры и алгоритмы обработки данных»

Выполнил студент

группы БФИ1902

Чернышов Дмитрий

(Вариант 19)

Москва 2021

Методы поиска подстроки в строке

Задание № 1:

Реализовать методы поиска подстроки в строке. Добавить возможность ввода строки и подстроки с клавиатуры. Предусмотреть возможность существования пробела. Реализовать возможность выбора опции чувствительности или нечувствительности к регистру. Оценить время работы каждого алгоритма поиска и сравнить его со временем работы стандартной функции поиска, используемой в выбранном языке программирования.

Алгоритмы:

1. Кнута – Морриса – Пратта
2. Упрощенный Бойера – Мура

Задание № 2:

Написать программу, определяющую, является ли данное расположение «решаемым», то есть можно ли из него за конечное число шагов перейти к правильному. Если это возможно, то необходимо найти хотя бы одно решение - последовательность движений, после которой числа будут расположены в правильном порядке.

Входные данные: массив чисел, представляющий собой расстановку в порядке «слева направо, сверху вниз». Число 0 обозначает пустое поле. Например, массив [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 0] представляет собой «решенную» позицию элементов.

Выходные данные: если решения нет, то функция должна вернуть пустой массив []. Если решение есть, то необходимо представить решение — для каждого шага записывается номер передвигаемого на данном шаге элемента.

Ниже будет представлен код лабораторной работе

```
import java.util.*;

public class Boyer_Mur {
    public static void main(String[] args) {
        long start = 0;
        long stop = 0;
        Boyer_Mur a = new Boyer_Mur();
        ArrayList<String> names = new ArrayList<>();

        Scanner sc = new Scanner(System.in);
        System.out.println("Введите основную строку:");
        String str = sc.nextLine();
        System.out.println("Введите подстроку строку:");
        String template = sc.nextLine();
        String t = template;
        names.add(str);

        start = System.nanoTime();
        int index1 = str.indexOf(t);
        System.out.println("Мы ищем символы:" + template + " в строке " + str + ".  
Индекс данных символов: " + index1);
        stop = System.nanoTime();
        System.out.println("IndexOf: " + (stop-start));

        a.getFirstEntry(str, template);
    }

    public static int getFirstEntry(String str, String template) {
        long start = 0;
        long stop = 0;
        start = System.nanoTime();
        int sourceLen = str.length();
        int templateLen = template.length();
        if (templateLen > sourceLen) {
            return -1;
        }
        HashMap<Character, Integer> offsetTable = new HashMap<Character, Integer>();
        for (int i = 0; i <= 255; i++) {
            offsetTable.put((char) i, templateLen);
        }
        for (int i = 0; i < templateLen - 1; i++) {
            offsetTable.put(template.charAt(i), templateLen - i - 1);
        }
        int i = templateLen - 1;
        int j = i;
        int k = i;
        while (j >= 0 && i <= sourceLen - 1) {
            j = templateLen - 1;
            k = i;
            while (j >= 0 && str.charAt(k) == template.charAt(j)) {
                k--;
                j--;
            }
            i += offsetTable.get(str.charAt(i));
        }
        System.out.println("Мы ищем символы:" + template + " в строке " + str + ".  
Индекс данных символов: " + (k+1));
        stop = System.nanoTime();
        System.out.println("Boyer - Mur: " + (stop-start));
    }
}
```

```

        if (k >= sourceLen - templateLen) {
            return -1;
        } else {
            return k + 1;
        }
    }
}

```

```

import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.Scanner;

public class KMPSearch {
    public static void main(String[] args) {
        Scanner sc=new Scanner(System.in);
        System.out.println("Введите основную строку:");
        String text = sc.nextLine();
        System.out.println("Введите подстроку для поиска:");
        String sample = sc.nextLine();
        System.out.println("Индекс с которого начинается подстрока в строке:");
        System.out.println(Arrays.toString(KMPSearch(text, sample).toArray()));
    }
    static int[] prefixFunction(String sample) {
        int [] values = new int[sample.length()];
        for (int i = 1; i < sample.length(); i++) {
            int j = 0;
            while (i + j < sample.length() && sample.charAt(j) == sample.charAt(i + j)) {
                values[i + j] = Math.max(values[i + j], j + 1);
                j++;
            }
        }
        return values;
    }

    public static ArrayList<Integer> KMPSearch(String text, String sample) {
        ArrayList<Integer> found = new ArrayList<>();
        long start = 0;
        long stop = 0;
        int[] prefixFunc = prefixFunction(sample);

        int i = 0;
        int j = 0;
        start = System.nanoTime();
        while (i < text.length()) {
            if (sample.charAt(j) == text.charAt(i)) {
                j++;
                i++;
            }
            if (j == sample.length()) {
                found.add(i - j);
                j = prefixFunc[j - 1];
            } else if (i < text.length() && sample.charAt(j) != text.charAt(i)) {
                if (j != 0) {
                    j = prefixFunc[j - 1];
                } else {
                    i = i + 1;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
}
stop = System.nanoTime();
System.out.println("KMPSearch: " + (stop-start));
return found;
}
}

```

```

import java.util.HashSet;
import java.util.Set;

public class Board {
    private int[][] blocks; // Наше поле. пустое место будем обозначать нулем.
    private int zeroX;      // это нам пригодится в будущем - координаты нуля
    private int zeroY;
    private int h; // мера

    public Board(int[][] blocks) {
        int[][] blocks2 = deepCopy(blocks); // копируем, так как нам
        нужно быть уверенными в неизменяемости
        this.blocks = blocks2;

        h = 0;
        for (int i = 0; i < blocks.length; i++) { // в этом цикле
            определяем координаты нуля и вычисляем h(x)
            for (int j = 0; j < blocks[i].length; j++) {
                if (blocks[i][j] != (i*dimension() + j + 1) && blocks[i][j]
!= 0) { // если 0 не на своем месте - не считается
                    h += 1;
                }
                if (blocks[i][j] == 0) {
                    zeroX = (int) i;
                    zeroY = (int) j;
                }
            }
        }
    }

    public int dimension() {
        return blocks.length;
    }

    public int h() {
        return h;
    }

    public boolean isGoal() { // если все на своем месте, значит это
        искомая позиция
        return h == 0;
    }

    @Override
    public boolean equals(Object o) {
        if (this == o) return true;
        if (o == null || getClass() != o.getClass()) return false;

        Board board = (Board) o;
    }
}

```

```

        if (board.dimension() != dimension()) return false;
        for (int i = 0; i < blocks.length; i++) {
            for (int j = 0; j < blocks[i].length; j++) {
                if (blocks[i][j] != board.blocks[i][j]) {
                    return false;
                }
            }
        }

        return true;
    }

    public Iterable<Board> neighbors() { // все соседние позиции
        // меняем ноль с соседней клеткой, то есть всего 4 варианта
        // если соседнего нет (0 может быть с краю), chng(...) вернет null
        Set<Board> boardList = new HashSet<Board>();
        boardList.add(chng(getNewBlock(), zeroX, zeroY, zeroX, zeroY + 1));
        boardList.add(chng(getNewBlock(), zeroX, zeroY, zeroX, zeroY - 1));
        boardList.add(chng(getNewBlock(), zeroX, zeroY, zeroX - 1, zeroY));
        boardList.add(chng(getNewBlock(), zeroX, zeroY, zeroX + 1, zeroY));

        return boardList;
    }

    private int[][] getNewBlock() { // опять же, для неизменяемости
        return deepCopy(blocks);
    }

    private Board chng(int[][] blocks2, int x1, int y1, int x2, int y2) { //
        // в этом методе меняем два соседних поля

        if (x2 > -1 && x2 < dimension() && y2 > -1 && y2 < dimension()) {
            int t = blocks2[x2][y2];
            blocks2[x2][y2] = blocks2[x1][y1];
            blocks2[x1][y1] = t;
            return new Board(blocks2);
        } else {
            return null;
        }
    }

    public String toString() {
        StringBuilder s = new StringBuilder();
        for (int i = 0; i < blocks.length; i++) {
            for (int j = 0; j < blocks[i].length; j++) {
                s.append(String.format("%2d ", blocks[i][j]));
            }
            s.append("\n");
        }
        return s.toString();
    }

    private static int[][] deepCopy(int[][] original) {
        if (original == null) {
            return null;
        }

        final int[][] result = new int[original.length][];
        for (int i = 0; i < original.length; i++) {
            result[i] = new int[original[i].length];
            for (int j = 0; j < original[i].length; j++) {
                result[i][j] = original[i][j];
            }
        }
    }

```

```

    }
    return result;
}
}

```

```

import java.util.*;

public class Solver {    // наш "решатель"

    private Board initial;    //
    private List<Board> result = new ArrayList<Board>();    // этот лист -
    // цепочка ходов, приводящих к решению задачи

    private class ITEM{    // Чтобы узнать длину пути, нам нужно помнить
    // предыдущие позиции (и не только поэтому)
        private ITEM prevBoard;    // ссылка на предыдущий
        private Board board;    // сама позиция

        private ITEM(ITEM prevBoard, Board board) {
            this.prevBoard = prevBoard;
            this.board = board;
        }

        public Board getBoard() {
            return board;
        }

    }

    public Solver(Board initial) {
        this.initial = initial;

        if(!isSolvable()) return;    // сначала можно проверить, а решаем ли
        // задача?

        // очередь. Для нахождения приоритетного сравниваем меры
        PriorityQueue<ITEM> priorityQueue = new PriorityQueue<ITEM>(10, new
        Comparator<ITEM>() {
            @Override
            public int compare(ITEM o1, ITEM o2) {
                return new Integer(measure(o1)).compareTo(new
                Integer(measure(o2)));
            }
        });

        // шаг 1
        priorityQueue.add(new ITEM(null, initial));

        while (true){
            ITEM board = priorityQueue.poll();    // шаг 2

            // если дошли до решения, сохраняем весь путь ходов в лист
            if(board.board.isGoal()) {
                itemToList(new ITEM(board, board.board));
                return;
            }

            // шаг 3
            Iterator iterator = board.board.neighbors().iterator();    // соседи
            while (iterator.hasNext()){

```

```

        Board board1 = (Board) iterator.next();

        //оптимизация. Очевидно, что один из соседей - это позиция
        // которая была ходом раньше. Чтобы не возвращаться в
состояния,

        // которые уже были делаем проверку. Экономим время и память.
        if(board1!= null && !containsInPath(board, board1))
            priorityQueue.add(new ITEM(board, board1));
    }

}

// вычисляем f(x)
private static int measure(ITEM item){
    ITEM item2 = item;
    int c= 0;    // g(x)
    int measure = item.getBoard().h(); // h(x)
    while (true){
        c++;
        item2 = item2.prevBoard;
        if(item2 == null) {
            // g(x) + h(x)
            return measure + c;
        }
    }
}

// сохранение
private void itemToList(ITEM item){
    ITEM item2 = item;
    while (true){
        item2 = item2.prevBoard;
        if(item2 == null) {
            Collections.reverse(result);
            return;
        }
        result.add(item2.board);
    }
}

// была ли уже такая позиция в пути
private boolean containsInPath(ITEM item, Board board){
    ITEM item2 = item;
    while (true){
        if(item2.board.equals(board)) return true;
        item2 = item2.prevBoard;
        if(item2 == null) return false;
    }
}

public boolean isSolvable() {
    return true;
}

public int moves() {
    if(!isSolvable()) return -1;
    return result.size() - 1;
}

// все ради этого метода - чтобы вернуть result
public Iterable<Board> solution() {

```



```

        return result;
    }
}

```

```

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[][] blocks = new int[][]{{1, 2, 3, 0}, {5, 6, 7, 8}, {9, 10, 11, 12}, {13, 14, 15, 4}};
        Board initial = new Board(blocks);
        Solver solver = new Solver(initial);
        System.out.println("Minimum number of moves = " + solver.moves());
        for (Board board : solver.solution())
            System.out.println(board);
    }
}

```

Ниже будет представлен результат выполнения работы на рисунках 1 - 4

The screenshot shows an IDE with the following components:

- Editor:** Displays the `Boyer_Mur.java` file. The code includes a `main` method that takes user input for a string and a template, and a `getFirstEntry` method that implements the Boyer-Mur algorithm. The code is as follows:


```

import java.util.*;

public class Boyer_Mur {
    public static void main(String[] args) {
        long start = 0;
        long stop = 0;
        Boyer_Mur a = new Boyer_Mur();
        ArrayList<String> names = new ArrayList<>();

        Scanner sc = new Scanner(System.in);
        System.out.println("Введите основную строку:");
        String str = sc.nextLine();
        System.out.println("Введите подстроку строку:");
        String template = sc.nextLine();
        String t = template;
        names.add(str);

        start = System.nanoTime();
        int index1 = str.indexOf(t);
        System.out.println("Мы ищем символы: "+ template+ " в строке " + str + ". Индекс данных символов: " + index1);
        stop = System.nanoTime();
        System.out.println("IndexOf: " + (stop-start));

        a.getFirstEntry(str, template);
    }

    public static int getFirstEntry(String str, String template) {

```
- Run Console:** Shows the output of the program. The user input is "something" for the main string and "thing" for the template. The output is:


```

C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_261\bin\java.exe ...
Введите основную строку:
something
Введите подстроку строку:
thing
Мы ищем символы:thingв строке something . Индекс данных символов: 4
IndexOf: 563101
Мы ищем символы:thingв строке something . Индекс данных символов: 4
Boyer - Mur: 1511400
Process finished with exit code 0

```
- Bottom Bar:** Indicates that the build completed successfully in 8 seconds and 530 milliseconds.

Рисунок 1 – Алгоритм Бойера – Мура

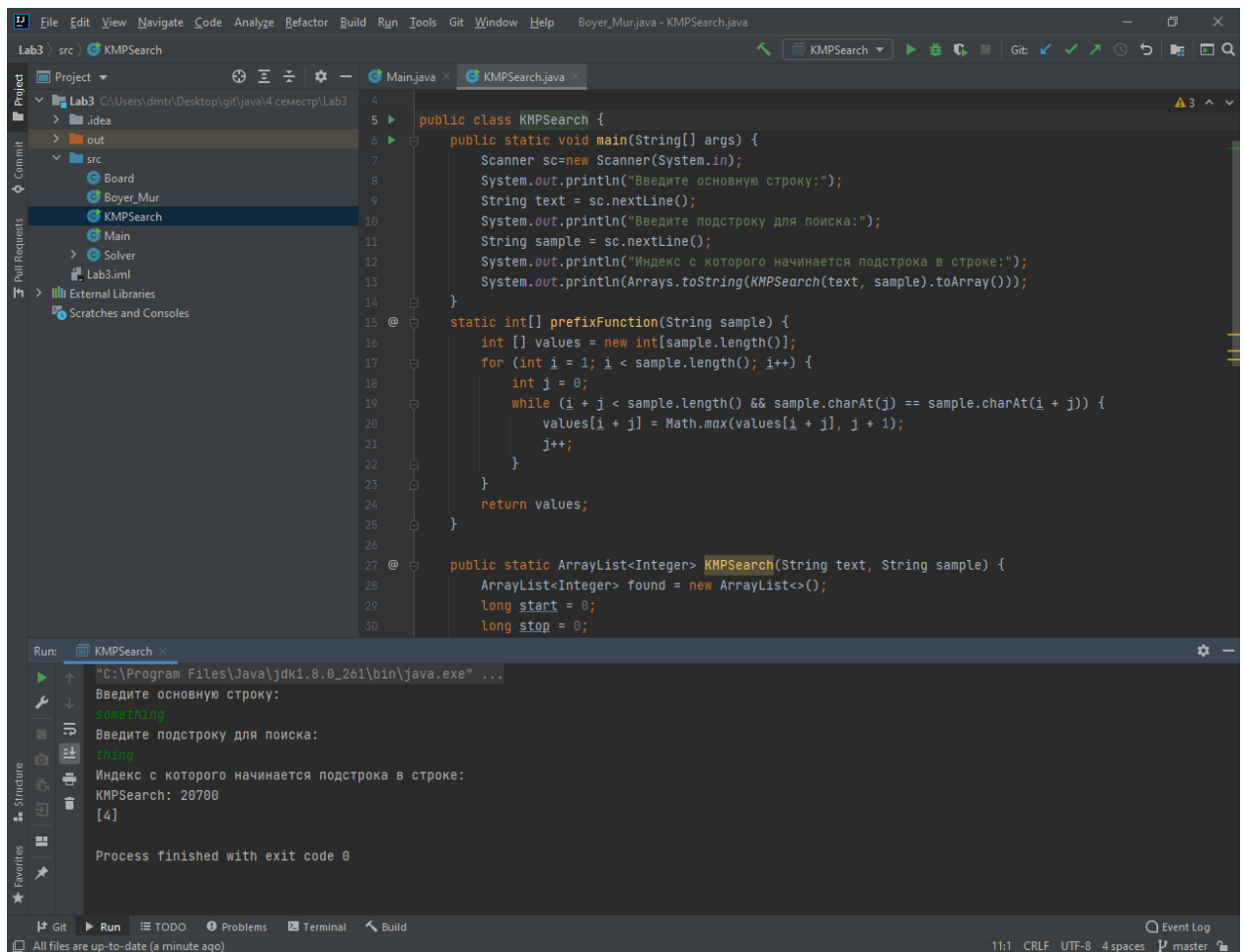


Рисунок 2 – Алгоритм Кнута – Морриса – Пратта

```
Lab3 src Main
Project
Run: Main
"C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_261\bin\java.exe" ...
Minimum number of moves = 19
1 2 3 0
5 6 7 8
9 10 11 12
13 14 15 4

1 2 0 3
5 6 7 8
9 10 11 12
13 14 15 4

1 2 7 3
5 6 0 8
9 10 11 12
13 14 15 4

1 2 7 3
5 6 8 0
9 10 11 12
13 14 15 4

1 2 7 3
5 6 8 12
9 10 11 0
13 14 15 4

1 2 7 3
5 6 8 12
9 10 11 4
13 14 15 0

1 2 7 3
5 6 8 12
9 10 11 4
13 14 0 15

1 2 7 3
5 6 8 12
9 10 11 4
13 14 0 15
```

Рисунок 3 – Пятнашки

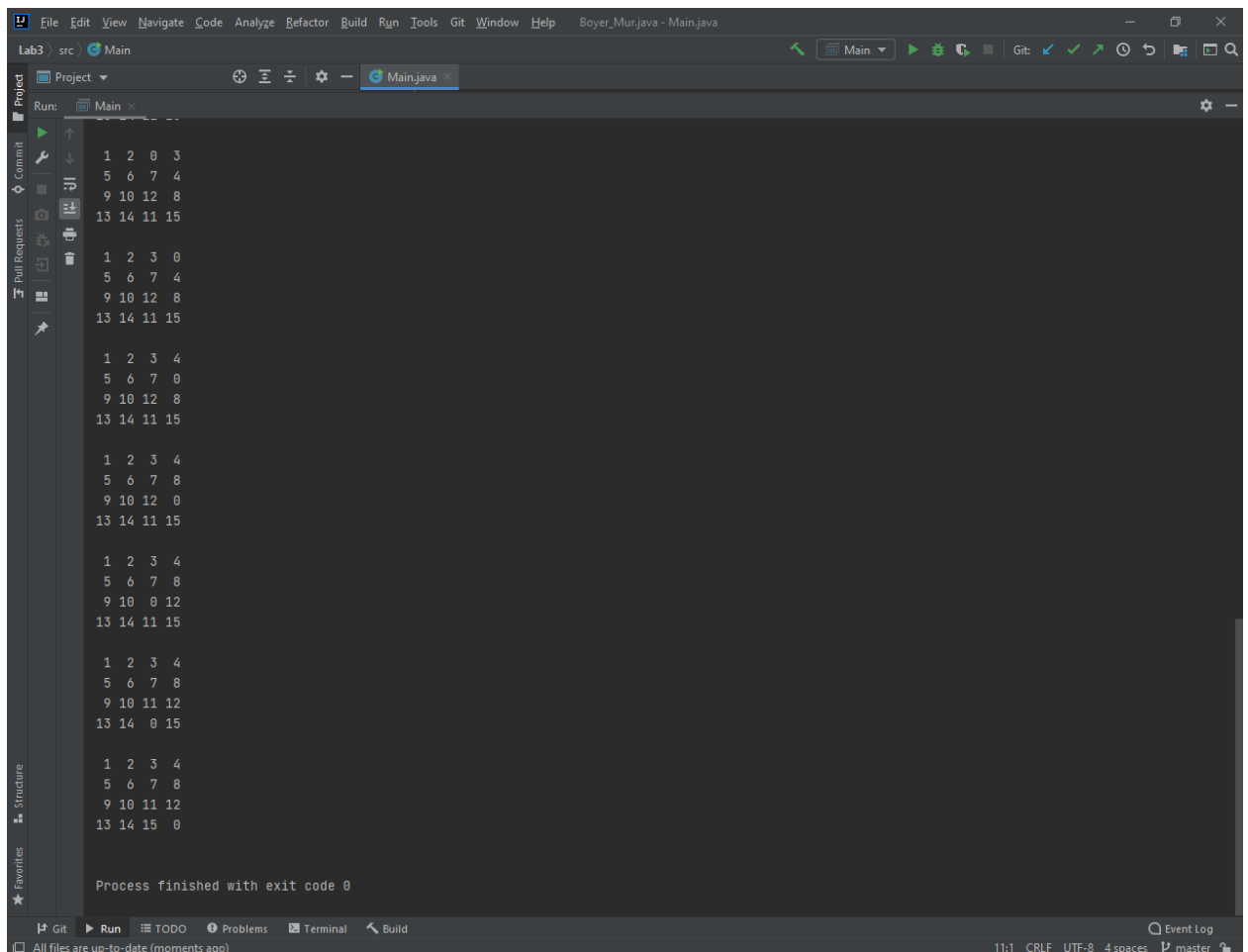


Рисунок 4 - Пятнашки

Вывод

В данной лабораторной работе были изучены основные методы поиска подстроки в строке и выполнена их программная реализация на языке Java.