

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

ОТЧЕТ
по учебной практике
Тема: Поиск мостов в графе

Студент гр. 8304	_____	Масалыкин Д.Р.
Студент гр. 8304	_____	Чешуин Д.И.
Студент гр. 8304	_____	Матросов Д.В.
Руководитель	_____	Размочаева Н.В.

Санкт-Петербург

2020

ЗАДАНИЕ НА УЧЕБНУЮ ПРАКТИКУ

Студент Масалыкин Д.Р. группы 8304

Студент Чешуин Д.И. группы 8304

Студент Матросов Д.В. группы 8304

Тема практики: Поиск мостов в графе

Задание на практику:

Командная итеративная разработка визуализатора алгоритма(ов) на Java с графическим интерфейсом.

Алгоритм: Модифицированный поиск в глубину для поиска мостов в неориентированном графе.

Сроки прохождения практики: 29.06.2020 – 12.07.2020

Дата сдачи отчета: 10.07.2020

Дата защиты отчета: 10.07.2020

Студент	_____	Масалыкин Д.Р.
Студент	_____	Чешуин Д.И.
Студент	_____	Матросов Д.В.
Руководитель	_____	Размочаева Н.В.

АННОТАЦИЯ

Целью работы является получения навыков работы с такой парадигмой программирования, как объектно-ориентированное программирование. Для получения данных знаний выполняется один из вариантов мини-проекта. В процессе выполнения мини-проекта необходимо реализовать графический интерфейс к данной задаче, организовать ввод и вывод данных с его помощью, реализовать сам алгоритм, научиться работать в команде. В данной работе в качестве мини-проекта выступает задача поиска мостов в неориентированном невзвешенном графе. Также при разработке выполняется написание тестирования, для проверки корректности алгоритма.

SUMMARY

The aim of the work is to gain skills in working with such a programming paradigm as object-oriented programming. To obtain this knowledge, one of the mini-project options is performed. In the process of implementing a mini-project, it is necessary to implement a graphical interface to this task, organize the input and output of data with its help, implement the algorithm itself, learn how to work in a team. In this paper, the task of finding bridges in an undirected unweighted graph is a mini-project. Also during development, testing is written to verify the correctness of the algorithm.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1.	Требования к программе	6
1.1.	Исходные требования к программе*	6
1.2.	Уточнение требований после сдачи прототипа	7
2.	План разработки и распределение ролей в бригаде	9
2.1.	План разработки	9
2.2.	Распределение ролей в бригаде	9
3.	Особенности реализации	10
3.1.	Структуры данных	10
3.2.	Основные методы	11
4.	Тестирование	13
4.1	Тестирование алгоритма	13
4.2	Тестирование интерфейса	14
	Заключение	16
	Список использованных источников	17
	Приложение А. Исходный код	18

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель практики – реализация мини-проекта, который является визуализацией алгоритма. В данной работе такой алгоритм – это поиск мостов в неориентированном невзвешенном графе. Для выполнения этой цели были поставлены задачи: разработка GUI к проекту, разработка алгоритма и создание формата файла для хранения графа.

Алгоритм является модифицированным поиском в глубину, который использует время входа в вершину для нахождения мостов. Для ввода графа используется редактор с возможностью добавления и удаления вершины или ребра. Также показывается стек с вершинами. Помимо этого граф можно загрузить из файла, а также сохранить созданный граф в файл. Для этого используется файл с расширением `.graph`.

1 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

1.1 Исходные требования

1.1.1 Требования к входным данным

Для корректной работы алгоритма требуется:

- Имя файла, содержащего граф, корректно записанный
- Ввод графа вручную через редактор

1.1.2 Требования к визуализации

Программа должна обладать простым и интуитивно понятным интерфейсом. Прототип интерфейса представлен на рисунке 1.

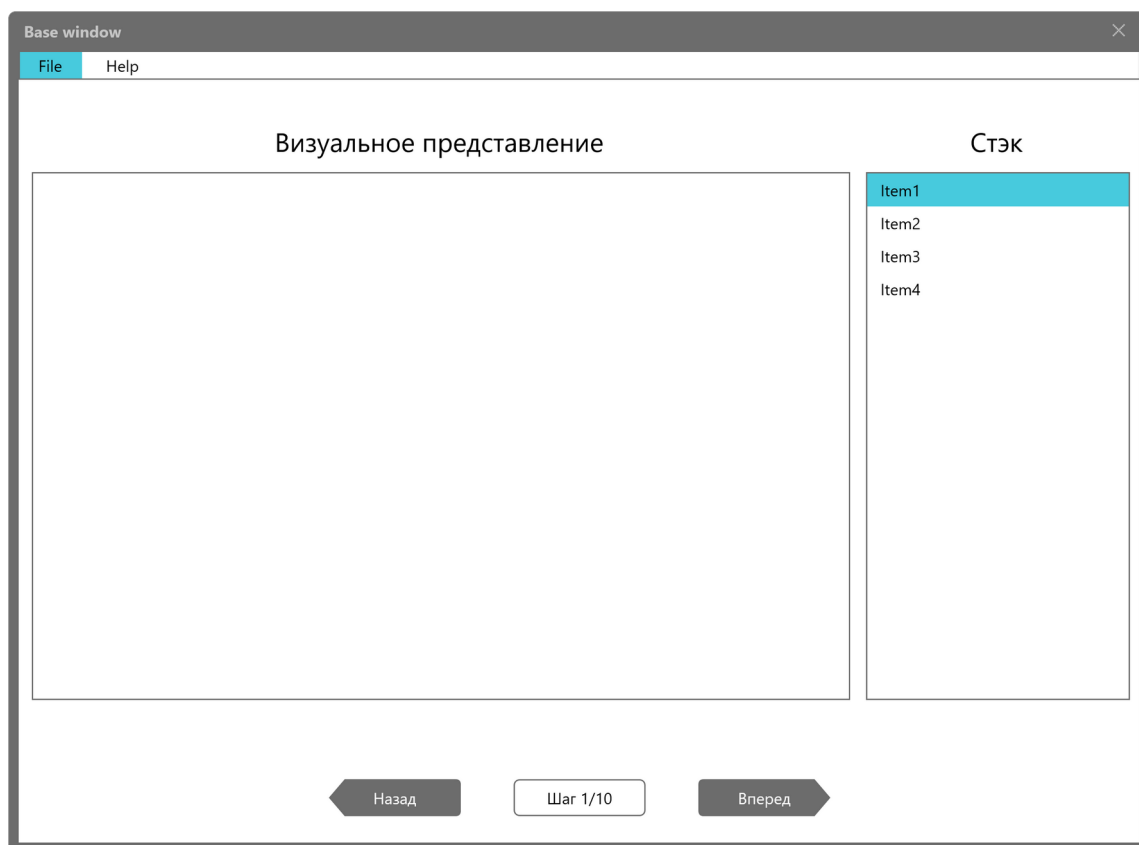


Рисунок 1 – Главное окно.

1.1.3 Требования к алгоритму

Алгоритм обходит весь граф при помощи поиска в глубину и, анализируя время входа в вершину и текущий таймер определяет

мосты. Алгоритм сохраняет пошаговый ход работы для визуального отображения.

1.1.4 Требования к выходным данным

Выходными данными является изображение графа с отмеченными мостами

1.2 Требования к программе после уточнения

1.2.1 Требования к входным данным

Для корректной работы алгоритма требуется:

- Имя файла, содержащего граф, корректно записанный
- Ввод графа вручную через редактор

1.2.2 Требования к визуализации

Измененный интерфейс программы представлен на рисунке

2.

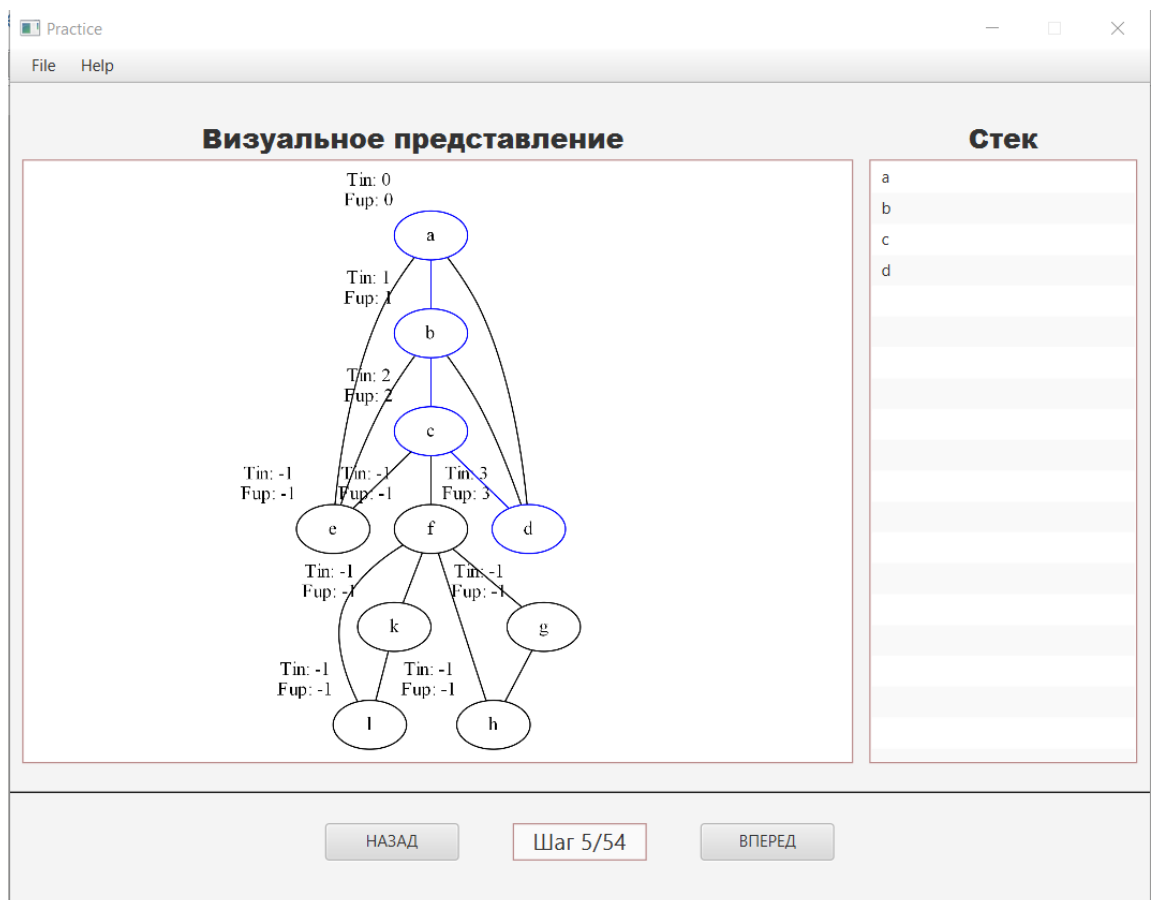


Рисунок 2 – Обновленный интерфейс и графическое отображение графа.

1.2.3 Требования к алгоритму

Алгоритм обходит весь граф при помощи поиска в глубину и, анализируя время входа в вершину и текущий таймер определяет мосты. Алгоритм сохраняет пошаговый ход работы для визуального отображения.

1.2.4 Требования к выходным данным

В качестве выходных данных используется пошаговая иллюстрация работы алгоритма (на последнем шаге гарантированно будут подсвечены зеленым все существующие мосты). Пример финального состояния показан на рисунке 3.

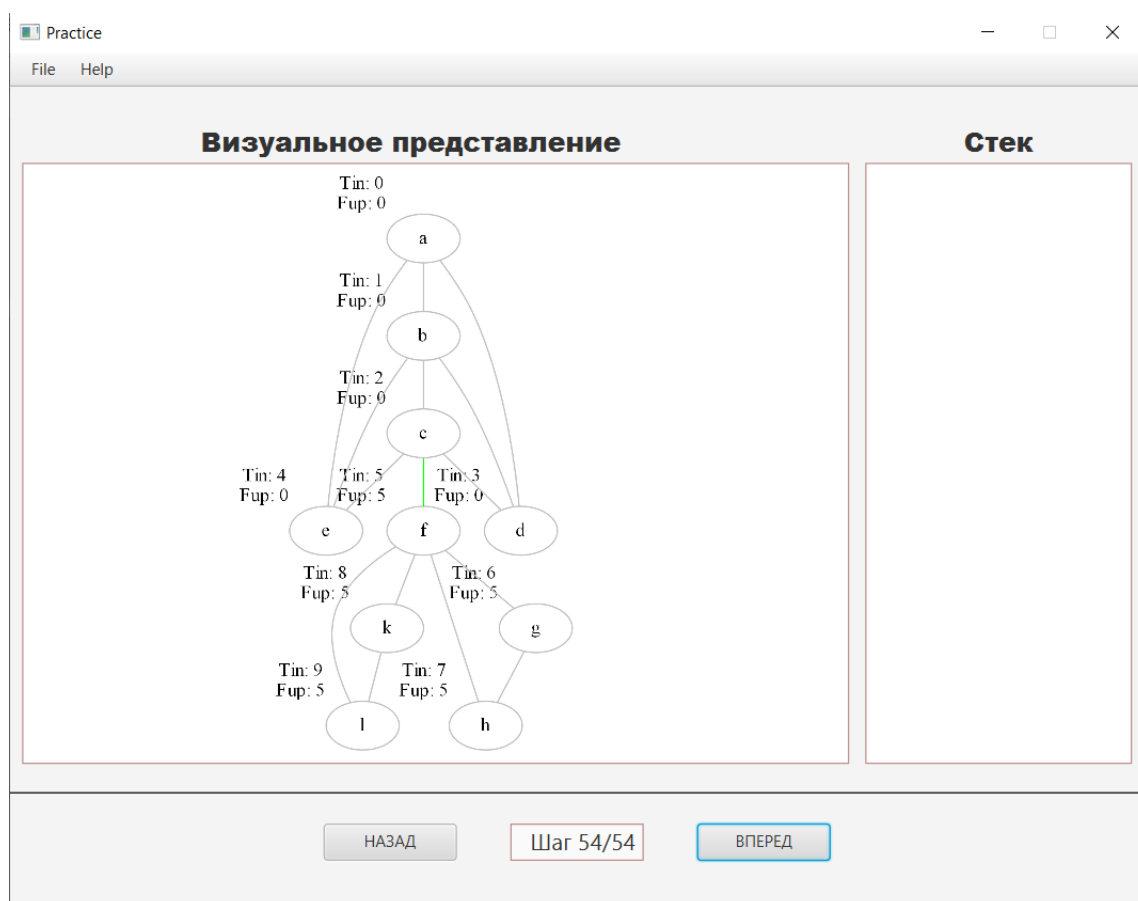


Рисунок 3 – Результат работы программы.

2. ПЛАН РАЗРАБОТКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ В БРИГАДЕ

2.1. План разработки

- Обсудить задание, распределить роли, выбрать необходимые средства разработки и структуры данных – до 03.07
- Создать прототипа приложения – до 04.07
- Создать первую версию приложения – до 05.07
- Доработать первую версию(в том числе с учетом правок) до второй версии – до 07.07
- Создать финальную версию и начать тестирование – до 08.07
- Завершить тестирование программы – до 09.07
- Сдать проект преподавателю – до 10.07

2.2. Распределение ролей в бригаде

- Масалыкин Даниил:
 - Написание алгоритма поиска мостов
 - Реализация ввода из файла и сохранения в файл
 - написание отчета
- Матросов Денис
 - Лидер проекта
 - Написание GUI
 - Проектирование GUI
- Чешуин Дмитрий
 - Проектирование архитектуры программы
 - Написание класса, осуществляющего хранение шагов алгоритма, а также их визуализацию
 - Слияние наработок

3. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

3.1. Структуры данных

Для реализации проекта потребовалось разработать классы Node и Graph. Класс Node хранит информацию о вершине графа и ребрах, исходящих из нее.

Поля класса Node:

- `final private String name` – имя вершины
- `private final HashMap<Node, Node> edges = new HashMap<>()` – ребра данной вершины.

Методы класса Node:

- `Node(String name)` – конструктор класса
- `public boolean equals(Object o)` – проверка на равенство двух объектов
- `public int hashCode()` – получение хэш-кода
- `public String getName()` – получение имени вершины
- `public Set<Node> getEdges()` – получение сета вершин, к которым идут ребра от данной.

Поля класса Graph:

- `private final HashMap<Node, Node> node` – вершины графа.

Методы класса Graph:

- `public void addNode(String name)` – добавление вершины
- `public void deleteNode(String name)` – удаление вершины
- `public boolean addEdge(String from, String to)` – добавление ребра
- `public void deleteEdge(String from, String to)` – удаление ребра
- `public Node getNode(String name)` – получение вершины
- `public Set<Node> getNodes()` – получение вершин
- `public LinkedList<String> nodesToList()` – получение вершин в виде списка
- `public LinkedList<Pair<String, String>> edgesToList()` – получение ребер в виде списка

- `public LinkedList<String> toStringList()` – получение списка строк

3.2. Основные методы

Методы для реализации алгоритма находятся в классе `BridgeFinder`:

- `public void findBridges(Graph graph)` – данный метод инициализирует необходимые переменные(`HashMap used`, `fin`, `fup`) и запускает поиск в глубину для непросмотренных вершин.
- `private void dfs(Graph.Node node, Graph.Node parent)` – непосредственно поиск в глубину. Реализован с помощью рекурсии. Данный метод завершает свою работу и возвращается на предыдущий шаг рекурсии, если все смежные вершины уже просмотрены.

4. ТЕСТИРОВАНИЕ

4.1. Тестирование алгоритма

Для тестирования был запущен только алгоритм без основной программы. Результаты представлены в таблице 1

Таблица 1 – Тестирование алгоритма

Входные данные	Выходные данные
a b c d e f g h k l a b a d a e b a b c b d b e c b c d c e c f d a d b d c e a e b e c f c f g f h f k f l g f	BRIDGE f – c

g h h f h g k f k l l f l k	
b a c d a b c d	BRIDGE a – b BRIDGE c – d
a b c	«» (Ничего не было выведено т. к. нет мостов)
a b c d e f g a b a c a d a g b a b c b d b f c a c b c d c e c f d a d b d c d e d f e c e d e f e g f b	«» (Ничего не было выведено т. к. нет мостов)

f c
f d
f e
f g
g a
g e
g f

4.2. Тестирование GUI и пошагового вывода

Программа была запущена с входными данными из пункта 4.1 и ожидаемый результат совпал с полученным(к примеру последний шаг 4 графа представлен на рисунке 4)

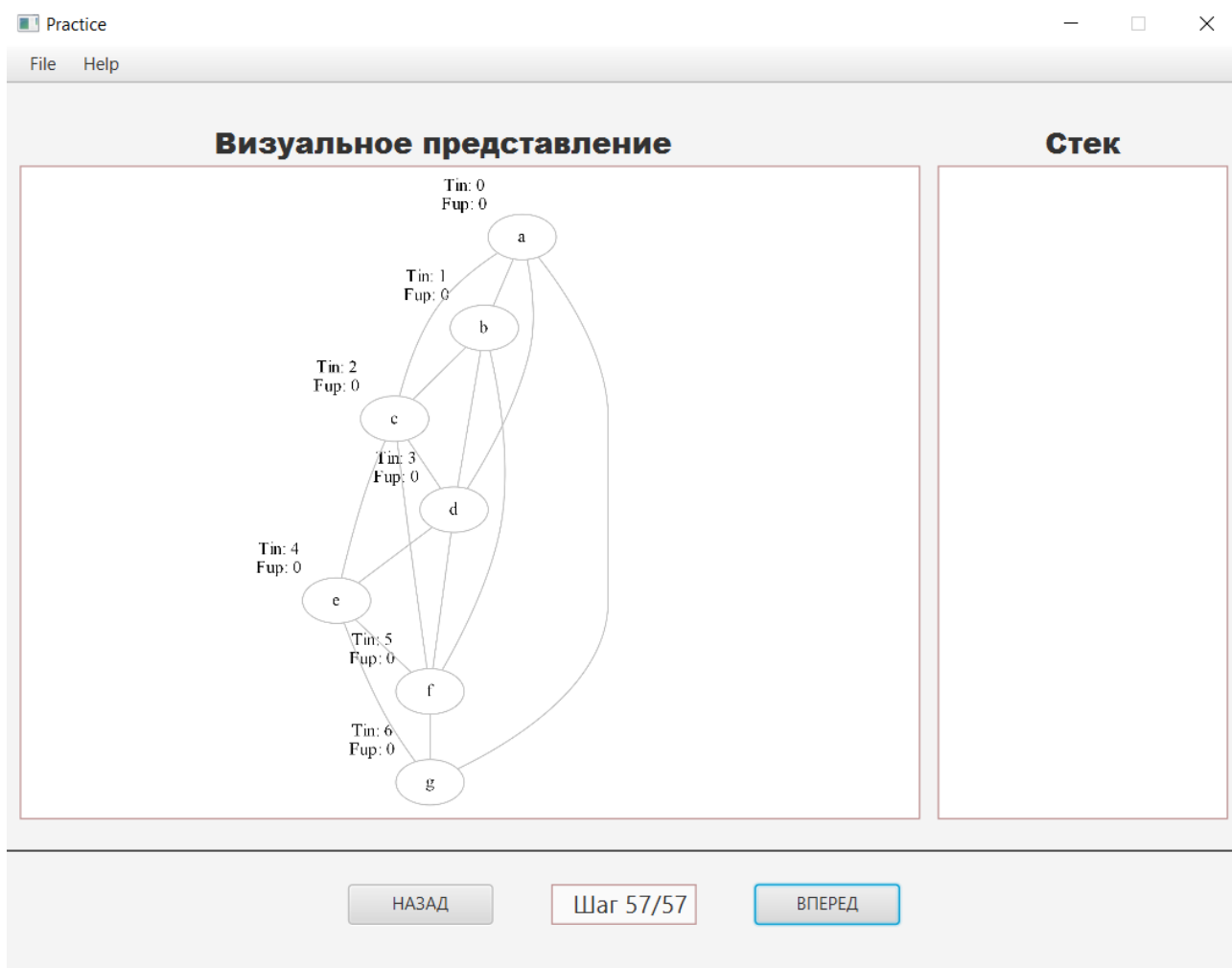


Рисунок 4 – Последний шаг графа.

Для остальных графов также верно пошагово выполнялся алгоритм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка поставленной задачи была выполнена в соответствии с планом. Было спроектировано и запрограммировано приложения для поиска мостов в неориентированном невзвешенном графе. Также был разработан графический интерфейс, визуально отображающий результаты работы алгоритма и позволяющий управлять возможностями приложения. Основной алгоритм и графический интерфейс были протестированы. Поставленные задачи были выполнены полностью.

Таким образом разработка приложения была завершена успешно с полным выполнением плана и реализацией дополнительного функционала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

2. Официальная документация к Java:

<https://docs.oracle.com/en/java/javase/>

3. Java. Эффективное программирование. Блох Джошуа 2014 год

4. Учебный курс по основам Java на Stepik: <https://stepik.org/course/187/>

5. Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

6. <https://ru.stackoverflow.com/>

7. <https://habr.com/ru/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Application.java

```
package application;

import application.algorithm.BridgesFinder;
import application.algorithm.Graph;
import application.algorithm.GraphLoader;
import application.gui.MainWindow;
import application.stepper.Stepper;

import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.IOException;
import java.util.LinkedList;

public class Application {
    public static final Stepper stepper = new Stepper();
    public static Graph graph = new Graph();

    public static void main(String[] args) throws IOException {
        File temp = new File("temp.png");
        temp.delete();
        temp.createNewFile();

        MainWindow.execute(args);
    }

    public static void setNewGraph(Graph graph)
    {
        Application.graph = graph;
        Application.stepper.clear();

        BridgesFinder finder = new BridgesFinder();
        finder.findBridges(graph);
    }

    public static void loadGraphFromFile(String path) throws FileNotFoundException {
        Application.graph = GraphLoader.LoadGraph(path);
        Application.stepper.clear();
    }
}
```

```

        BridgesFinder finder = new BridgesFinder();
        finder.findBridges(graph);
    }

    public static void saveGraphToFile(String path) throws IOException {
        GraphLoader.saveGraph( path, Application.graph);
    }
}

```

Graph.java

```

package application.algorithm;

import javafx.util.Pair;

import java.util.*;

/**
 * Represents an undirected graph that contains many unique nodes.
 * A Node can contain many edges to other nodes.
 */
public class Graph {
    /**
     * Represents an Node of graph with coordinates and set of edges.
     */
    public static class Node
    {
        final private String name;
        private final HashMap<Node, Node> edges = new HashMap<>();

        /**
         * Create a new object of this class..
         * @param name This Node's name.
         */
        Node(String name)
        {
            this.name = name;
        }

        @Override

```

```

public boolean equals(Object o)
{
    if (this == o)
    {
        return true;
    }

    if (o == null || getClass() != o.getClass())
    {
        return false;
    }

    Node node = (Node) o;

    return name.equals(node.name);
}

@Override
public int hashCode()
{
    return Objects.hash(name);
}

/**
 * Return the name of this Node.
 * @return name of this Node.
 */
public String getName()
{
    return name;
}

/**
 * Return the set of edges of this Node.
 * @return Set of edges of this Node.
 */
public Set<Node> getEdges()
{
    return edges.keySet();
}
}

```

```

private final HashMap<Node, Node> nodes = new HashMap<>();

/**
 * Add new node to the graph.
 * @param name new Node's name.
 */
public void addNode(String name)
{
    Node node = new Node(name);
    nodes.putIfAbsent(node, node);
}

/**
 * Delete node from graph.
 * @param name name of Node that we want to delete
 */
public void deleteNode(String name)
{
    Node node = nodes.get(new Node(name));
    if(node != null)
    {
        for (Node toNode : node.edges.keySet())
        {
            toNode.edges.remove(node);
        }

        node.edges.clear();
        nodes.remove(node);
    }
}

/**
 * Add new edge to the graph.
 * @param from first node name.
 * @param to second node name position.
 * @return True, if edge added, and False if error has occurred.
 */
public boolean addEdge(String from, String to)
{
    if(nodes.containsKey(new Node(from)) && nodes.containsKey(new Node(to)))
    {
        Node fromNode = nodes.get(new Node(from));

```

```

        Node toNode = nodes.get(new Node(to));

        fromNode.edges.putIfAbsent(toNode, toNode);
        toNode.edges.putIfAbsent(fromNode, fromNode);

        return true;
    }

    return false;
}

/**
 * Delete edge from graph.
 * @param from first node name.
 * @param to second node name position.
 */
public void deleteEdge(String from, String to)
{
    if(nodes.containsKey(new Node(from)) && nodes.containsKey(new Node(to)))
    {
        Node fromNode = nodes.get(new Node(from));
        Node toNode = nodes.get(new Node(to));

        fromNode.edges.remove(toNode);
        toNode.edges.remove(fromNode);
    }
}

/**
 * Return Node by it's name.
 * @param name name of Node.
 * @return Node, if it is exist and null, if not exist.
 */
public Node getNode(String name)
{
    return nodes.get(new Node(name));
}

/**
 * Return set of Nodes, that graph contains.
 * @return Set of Nodes.
 */

```

```

public Set<Node> getNodes()
{
    return nodes.keySet();
}

public LinkedList<String> nodesToList()
{
    LinkedList<String> list = new LinkedList<>();

    for(Node node : getNodes())
    {
        list.add(node.name);
    }

    return list;
}

public LinkedList<Pair<String, String>> edgesToList()
{
    HashSet<Pair<String, String>> edges = new HashSet<>();

    for (Node node : getNodes())
    {
        for(Node edge : node.edges.keySet()) {
            Pair<String, String> dEdge = new Pair<>(node.name, edge.name);
            Pair<String, String> rEdge = new Pair<>(edge.name, node.name);

            if (!edges.contains(dEdge) && !edges.contains(rEdge))
            {
                edges.add(new Pair<>(node.name, edge.name));
            }
        }
    }

    return new LinkedList<>(edges);
}

public LinkedList<String> toStringList()
{
    LinkedList<String> list = new LinkedList<>();

```

```

for(Node node : getNodes())
{
    list.add(node.name);
}

HashSet<Pair<String, String>> edges = new HashSet<>();

for (Node node : getNodes())
{
    for(Node edge : node.edges.keySet()) {
        Pair<String, String> dEdge = new Pair<>(node.name, edge.name);
        Pair<String, String> rEdge = new Pair<>(edge.name, node.name);

        if (!edges.contains(dEdge) && !edges.contains(rEdge))
        {
            edges.add(new Pair<>(node.name, edge.name));
        }
    }
}

for(Pair<String, String> edge : edges)
{
    list.add(edge.getKey() + " -- " + edge.getValue());
}

return list;
}
}

```

BridgeFinder.java

```

package application.algorithm;

import application.Application;
import application.stepper.*;

import java.util.*;

public class BridgesFinder{
    private final HashMap<String, Boolean> used = new HashMap<>();

```



```

private int timer;
private final HashMap<String, Integer> tin = new HashMap<>();
private final HashMap<String, Integer> fup = new HashMap<>();

private void dfs(Graph.Node node, Graph.Node parent){
    used.put(node.getName(), true);
    tin.put(node.getName(), timer);
    fup.put(node.getName(), timer);

    timer += 1;

    for (Graph.Node edge : node.getEdges()) {
        if (edge == parent) continue;
        if (used.get(edge.getName())) {
            Application.stepper.newStep(null,
                new EdgeAction(EdgeAction.Action.EDGE_STARTED, edge, node));

            int newFup = Math.min(fup.get(node.getName()), tin.get(edge.getName()));

            NodeAction fupUpdate = new NodeAction(NodeAction.Action.TIME_UPDATED,
                node, tin.get(node.getName()), newFup, tin.get(node.getName()),
                fup.get(node.getName()));

            fup.put(node.getName(), newFup);

            Application.stepper.newStep(fupUpdate,
                new EdgeAction(EdgeAction.Action.EDGE_FINISHED_COMMON, edge, node));
        }
        else {
            Application.stepper.newStep(new NodeAction(NodeAction.Action.NODE_STARTED,
                edge, timer, timer, -1, -1),
                new EdgeAction(EdgeAction.Action.EDGE_STARTED, edge, node));

            dfs(edge, node);
            int newFup = Math.min(fup.get(node.getName()), fup.get(edge.getName()));

            NodeAction fupUpdate = new NodeAction(NodeAction.Action.TIME_UPDATED,
                node, tin.get(node.getName()), newFup, tin.get(node.getName()),
                fup.get(node.getName()));

            fup.put(node.getName(), newFup);
            if (fup.get(edge.getName()) > tin.get(node.getName())) {

```

```

        Application stepper.newStep(fupUpdate,
            new EdgeAction(EdgeAction.Action.EDGE_FINISHED_BRIDGE, edge, node));

        System.out.println("BRIDGE: " + edge.getName() + " -- " + node.getName());
    }
    else
    {
        Application stepper.newStep(fupUpdate,
            new EdgeAction(EdgeAction.Action.EDGE_FINISHED_COMMON, edge, node));
    }
}
}

Application stepper.newStep(new NodeAction(NodeAction.Action.NODE_FINISHED,
    node, tin.get(node.getName()), fup.get(node.getName()),
    tin.get(node.getName()), fup.get(node.getName()), null);
}

public void findBridges(Graph graph){
    timer = 0;

    for(Graph.Node node : graph.getNodes()){
        used.put(node.getName(), Boolean.FALSE);
    }

    for(Graph.Node node : graph.getNodes()){
        if(!used.get(node.getName())) {
            Application stepper.newStep(new NodeAction(NodeAction.Action.NODE_STARTED,
                node, timer, timer, -1, -1), null);
            dfs(node, null);
        }
    }
}
}
}

```

GraphLoader.java

```

package application.algorithm;

import java.io.*;

```

```

import java.util.Iterator;
import java.util.Scanner;

public class GraphLoader {

    public static Graph LoadGraph(String path) throws FileNotFoundException {
        Graph graph = new Graph();
        Scanner scanner = new Scanner(new BufferedReader(new InputStreamReader(new FileInputStream(path))));
        String currString;
        scanner.useDelimiter("\n");
        currString = scanner.next();
        String[] subStr;
        while (!currString.equals("")) {
            graph.addNode(currString);
            currString = scanner.next();
        }
        while (scanner.hasNext()) {
            String dst, src;
            currString = scanner.next();
            subStr = currString.split(" ");
            if(subStr[0].equals(""))
                break;
            src = subStr[0];
            dst = subStr[1];
            System.out.println(src + " " + dst);
            System.out.println(graph.addEdge(src, dst));
        }
        scanner.close();
        return graph;
    }

    public static void saveGraph(String path, Graph graph) throws IOException {
        FileWriter writer = new FileWriter(path, false);
        Iterator<Graph.Node> i = graph.getNodes().iterator();
        while(i.hasNext()){
            Graph.Node curr = i.next();
            writer.write(curr.getName() + "\n");
        }
        writer.write("\n");
        i = graph.getNodes().iterator();
        while(i.hasNext()){
            Graph.Node curr = i.next();

```

```

        for (Graph.Node node : curr.getEdges()) {
            writer.write(curr.getName() + " " + node.getName() + "\n");
        }
    }
    writer.close();
}
}

```

GraphViz.java

```
package application.graphviz;
```

```
// GraphViz.java - a simple API to call dot from Java programs
```

```
/*$Id$*/
```

```
/*
```

```
*****
```

```
*                                     *
```

```
*          (c) Copyright Laszlo Szathmary          *
```

```
*                                     *
```

```
* This program is free software; you can redistribute it and/or modify it *
```

```
* under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by *
```

```
* the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or *
```

```
* (at your option) any later version. *
```

```
*                                     *
```

```
* This program is distributed in the hope that it will be useful, but *
```

```
* WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY *
```

```
* or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU Lesser General Public *
```

```
* License for more details. *
```

```
*                                     *
```

```
* You should have received a copy of the GNU Lesser General Public License *
```

```
* along with this program; if not, write to the Free Software Foundation, *
```

```
* Inc., 675 Mass Ave, Cambridge, MA 02139, USA. *
```

```
*                                     *
```

```
*****
```

```
*/
```

```
import java.io.BufferedReader;
```

```
import java.io.DataInputStream;
```

```
import java.io.File;
```

```
import java.io.FileInputStream;
```

```
import java.io.FileOutputStream;
```

```

import java.io.FileWriter;
import java.io.InputStreamReader;
import java.nio.file.Path;
import java.nio.file.Paths;

/**
 * <dl>
 * <dt>Purpose: GraphViz Java API
 * <dd>
 *
 * <dt>Description:
 * <dd> With this Java class you can simply call dot
 *      from your Java programs.
 * <dt>Example usage:
 * <dd>
 * <pre>
 *   GraphViz gv = new GraphViz();
 *   gv.addln(gv.start_graph());
 *   gv.addln("A -> B;");
 *   gv.addln("A -> C;");
 *   gv.addln(gv.end_graph());
 *   System.out.println(gv.getDotSource());
 *
 *   String type = "gif";
 *   String representationType="dot";
 *   File out = new File("out." + type); // out.gif in this example
 *   gv.writeGraphToFile( gv.getGraph(gv.getDotSource(), type, representationType), out );
 * </pre>
 * </dd>
 *
 * </dl>
 *
 * @version v0.6.1, 2016/04/10 (April) -- Patch of Markus Keunecke is added.
 * The eclipse project configuration was extended with the maven nature.
 * @version v0.6, 2013/11/28 (November) -- Patch of Olivier Duploux is added. Now you
 * can specify the representation type of your graph: dot, neato, fdp, sfdp, twopi, circo
 * @version v0.5.1, 2013/03/18 (March) -- Patch of Juan Hoyos (Mac support)
 * @version v0.5, 2012/04/24 (April) -- Patch of Abdur Rahman (OS detection + start subgraph +
 * read config file)
 * @version v0.4, 2011/02/05 (February) -- Patch of Keheliya Gallaba is added. Now you
 * can specify the type of the output file: gif, dot, fig, pdf, ps, svg, png, etc.
 * @version v0.3, 2010/11/29 (November) -- Windows support + ability to read the graph from a text file

```

```

* @version v0.2, 2010/07/22 (July) -- bug fix
* @version v0.1, 2003/12/04 (December) -- first release
* @author Laszlo Szathmary (<a href="mailto:jabba.laci@gmail.com">jabba.laci@gmail.com</a>)
*/

public class GraphViz
{
    /**
     * Detects the client's operating system.
     */
    private final static String osName = System.getProperty("os.name").replaceAll("\\s", "");

    /**
     * The image size in dpi. 96 dpi is normal size. Higher values are 10% higher each.
     * Lower values 10% lower each.
     *
     * dpi patch by Peter Mueller
     */
    private final int[] dpiSizes = {46, 51, 57, 63, 70, 78, 86, 96, 106, 116, 128, 141, 155, 170, 187, 206, 226, 249};

    /**
     * Define the index in the image size array.
     */
    private int currentDpiPos = 16;

    /**
     * Increase the image size (dpi).
     */
    public void increaseDpi() {
        if ( this.currentDpiPos < (this.dpiSizes.length - 1) ) {
            ++this.currentDpiPos;
        }
    }

    /**
     * Decrease the image size (dpi).
     */
    public void decreaseDpi() {
        if (this.currentDpiPos > 0) {
            --this.currentDpiPos;
        }
    }
}

```

```

public int getImageDpi() {
    return this.dpiSizes[this.currentDpiPos];
}

/**
 * The source of the graph written in dot language.
 */
private StringBuilder graph = new StringBuilder();

private String tempDir;

private String executable;

/**
 * Convenience Constructor with default OS specific pathes
 * creates a new GraphViz object that will contain a graph.
 * Windows:
 * executable = c:/Program Files (x86)/Graphviz 2.28/bin/dot.exe
 * tempDir = c:/temp
 * MacOS:
 * executable = /usr/local/bin/dot
 * tempDir = /tmp
 * Linux:
 * executable = /usr/bin/dot
 * tempDir = /tmp
 */
public GraphViz() {
    if (GraphViz.osName.contains("Windows")) {
        this.tempDir = "C:\\temp";
        this.executable = "C:\\Users\\danma\\Desktop\\Graphviz2.38\\bin\\dot.exe";
    } else if (GraphViz.osName.equals("MacOSX")) {
        this.tempDir = "/tmp";
        this.executable = "/usr/local/bin/dot";
    } else if (GraphViz.osName.equals("Linux")) {
        this.tempDir = "/tmp";
        this.executable = "/usr/bin/dot";
    }
}

/**
 * Configurable Constructor with path to executable dot and a temp dir
 *

```

```

    * @param executable absolute path to dot executable
    * @param tempDir absolute path to temp directory
    */
    public GraphViz(String executable, String tempDir) {
        this.executable = executable;
        this.tempDir = tempDir;
    }

    /**
     * Returns the graph's source description in dot language.
     * @return Source of the graph in dot language.
     */
    public String getDotSource() {
        return this.graph.toString();
    }

    /**
     * Adds a string to the graph's source (without newline).
     */
    public void add(String line) {
        this.graph.append(line);
    }

    /**
     * Adds a string to the graph's source (with newline).
     */
    public void addln(String line) {
        this.graph.append(line + "\n\r");
    }

    /**
     * Adds a newline to the graph's source.
     */
    public void addln() {
        this.graph.append("\n");
    }

    public void clearGraph(){
        this.graph = new StringBuilder();
    }

    /**

```



```

* Returns the graph as an image in binary format.
* @param dot_source Source of the graph to be drawn.
* @param type Type of the output image to be produced, e.g.: gif, dot, fig, pdf, ps, svg, png.
* @param representationType Type of how you want to represent the graph:
* <ul>
*     <li>dot</li>
*     <li>neato</li>
*     <li>fdp</li>
*     <li>sfdp</li>
*     <li>twopi</li>
*     <li>circo</li>
* </ul>
* @see http://www.graphviz.org under the Roadmap title
* @return A byte array containing the image of the graph.
*/

```

```

public byte[] getGraph(String dot_source, String type, String representationType)
{
    File dot;
    byte[] img_stream = null;

    try {
        dot = writeDotSourceToFile(dot_source);
        if (dot != null)
        {
            img_stream = get_img_stream(dot, type, representationType);
            if (dot.delete() == false) {
                System.err.println("Warning: " + dot.getAbsolutePath() + " could not be deleted!");
            }
            return img_stream;
        }
        return null;
    } catch (java.io.IOException ioe) { return null; }
}

```

```

/**
* Writes the graph's image in a file.
* @param img A byte array containing the image of the graph.
* @param file Name of the file to where we want to write.
* @return Success: 1, Failure: -1
*/

```

```

public int writeGraphToFile(byte[] img, String file)
{

```

```

    File to = new File(file);
    return writeGraphToFile(img, to);
}

/**
 * Writes the graph's image in a file.
 * @param img A byte array containing the image of the graph.
 * @param to A File object to where we want to write.
 * @return Success: 1, Failure: -1
 */
public int writeGraphToFile(byte[] img, File to)
{
    try {
        FileOutputStream fos = new FileOutputStream(to);
        fos.write(img);
        fos.close();
    } catch (java.io.IOException ioe) { return -1; }
    return 1;
}

/**
 * It will call the external dot program, and return the image in
 * binary format.
 * @param dot Source of the graph (in dot language).
 * @param type Type of the output image to be produced, e.g.: gif, dot, fig, pdf, ps, svg, png.
 * @param representationType Type of how you want to represent the graph:
 * <ul>
 * <li>dot</li>
 * <li>neato</li>
 * <li>fdp</li>
 * <li>sfdp</li>
 * <li>twopi</li>
 * <li>circo</li>
 * </ul>
 * @see http://www.graphviz.org under the Roadmap title
 * @return The image of the graph in .gif format.
 */
private byte[] get_img_stream(File dot, String type, String representationType)
{
    File img;
    byte[] img_stream = null;

```

```

try {
    img = File.createTempFile("graph_", "." + type, new File(this.tempDir));
    Runtime rt = Runtime.getRuntime();

    // patch by Mike Chenault
    // representation type with -K argument by Olivier Duploux
    String[] args = { executable, "-T" + type, "-K" + representationType, "-Gdpi=" + dpiSizes[this.currentDpiPos],
dot.getAbsolutePath(), "-o", img.getAbsolutePath() };

    Process p = rt.exec(args);
    p.waitFor();

    FileInputStream in = new FileInputStream(img.getAbsolutePath());
    img_stream = new byte[in.available()];
    in.read(img_stream);
    // Close it if we need to
    if( in != null ) {
        in.close();
    }

    if (img.delete() == false) {
        System.err.println("Warning: " + img.getAbsolutePath() + " could not be deleted!");
    }
}
catch (java.io.IOException ioe) {
    System.err.println("Error:  in I/O processing of tempfile in dir " + tempDir + "\n");
    System.err.println("    or in calling external command");
    ioe.printStackTrace();
}
catch (java.lang.InterruptedException ie) {
    System.err.println("Error: the execution of the external program was interrupted");
    ie.printStackTrace();
}

return img_stream;
}

/**
 * Writes the source of the graph in a file, and returns the written file
 * as a File object.
 * @param str Source of the graph (in dot language).
 * @return The file (as a File object) that contains the source of the graph.
 */

```

```

private File writeDotSourceToFile(String str) throws java.io.IOException
{
    File temp;
    try {
        temp = File.createTempFile("graph_", ".dot.tmp", new File(tempDir));
        FileWriter fout = new FileWriter(temp);
        fout.write(str);
        fout.close();
    }
    catch (Exception e) {
        System.err.println("Error: I/O error while writing the dot source to temp file!");
        return null;
    }
    return temp;
}

/**
 * Returns a string that is used to start a graph.
 * @return A string to open a graph.
 */
public String start_graph() {
    return "graph G {";
}

/**
 * Returns a string that is used to end a graph.
 * @return A string to close a graph.
 */
public String end_graph() {
    return "}";
}

/**
 * Takes the cluster or subgraph id as input parameter and returns a string
 * that is used to start a subgraph.
 * @return A string to open a subgraph.
 */
public String start_subgraph(int clusterid) {
    return "subgraph cluster_" + clusterid + " {";
}

/**

```

```

    * Returns a string that is used to end a graph.
    * @return A string to close a graph.
    */
    public String end_subgraph() {
        return "}";
    }

    /**
     * Read a DOT graph from a text file.
     *
     * @param input Input text file containing the DOT graph
     * source.
     */
    public void readSource(String input)
    {
        StringBuilder sb = new StringBuilder();

        try
        {
            FileInputStream fis = new FileInputStream(input);
            DataInputStream dis = new DataInputStream(fis);
            BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(dis));
            String line;
            while ((line = br.readLine()) != null) {
                sb.append(line);
            }
            dis.close();
        }
        catch (Exception e) {
            System.err.println("Error: " + e.getMessage());
        }

        this.graph = sb;
    }

} // end of class GraphViz

```

Proba.java

```

package application.graphviz;

```

```

import java.io.File;
import java.util.LinkedList;

public class Proba
{
    /**
     * Construct a DOT graph in memory, convert it
     * to image and store the image in the file system.
     */
    public static String makeGraph(LinkedList<String> param)
    {
        GraphViz gv = new GraphViz();
        gv.addln(gv.start_graph());
        for (String Var : param)
        {
            gv.addln(Var + ";");
        }
        gv.addln(gv.end_graph());
        //System.out.println(gv.getDotSource());

        gv.increaseDpi(); // 106 dpi

        String type = "png";
        // String type = "gif";
        // String type = "dot";
        // String type = "fig"; // open with xfig
        // String type = "pdf";
        // String type = "ps";
        // String type = "svg"; // open with inkscape
        // String type = "png";
        // String type = "plain";

        String representationType= "dot";
        // String representationType= "dot";
        // String representationType= "neato";
        // String representationType= "fdp";
        // String representationType= "sfdp";
        // String representationType= "twopi";
        // String representationType= "circo";

        String path = "temp" + "." + type;
    }
}

```

```

        File out = new File(path);
        gv.writeGraphToFile( gv.getGraph(gv.getDotSource(), type, representationType), out );

        return path;
    }
}

```

Stepper.java

```

package application.stepper;

import application.Application;
import application.algorithm.Graph;
import application.graphviz.Proba;
import javafx.util.Pair;

import java.util.ArrayList;
import java.util.HashMap;
import java.util.LinkedList;

public class Stepper {
    private final ArrayList<HashMap<String, NodeInfo>> nodeSteps = new ArrayList<>();
    private final ArrayList<HashMap<Pair<String, String>, EdgeInfo>> edgeSteps = new ArrayList<>();
    private final ArrayList<ArrayList<String>> stackSteps = new ArrayList<>();
    private int cursor = -1;

    private static class NodeInfo
    {
        private final String name;
        private final String color;
        private final String label;

        public NodeInfo(String name, String color, int tin, int fup) {
            this.name = name;
            this.color = color;
            this.label = "Tin: " + Integer.toString(tin) + "\n" + "Fup: " + Integer.toString(fup);
        }
    }

    public String toStr()
    {

```

```

        return name + " [color=\"" + color + "\"" + ", xlabel=\"" + label + "\"" + "]\n";
    }
}

private static class EdgeInfo
{
    private final String from;
    private final String to;
    private final String color;

    public EdgeInfo(String from, String to, String color) {
        this.from = from;
        this.to = to;
        this.color = color;
    }

    public String toString()
    {
        return from + " -- " + to + " [color=\"" + color + "\"\n";
    }
}

public void newStep(NodeAction nodeAction, EdgeAction edgeAction)
{
    HashMap<String, NodeInfo> nodeStep = new HashMap<>(nodeSteps.get(nodeSteps.size() - 1));
    HashMap<Pair<String, String>, EdgeInfo> edgeStep = new HashMap<>(edgeSteps.get(edgeSteps.size() - 1));
    ArrayList<String> stackStep = new ArrayList<>(stackSteps.get(stackSteps.size() - 1));

    if (nodeAction != null)
    {
        switch (nodeAction.getAction())
        {
            case TIME_UPDATED:
                nodeStep.put(nodeAction.getNode().getName(), new NodeInfo(nodeAction.getNode().getName(),
                    "yellow", nodeAction.getTin(), nodeAction.getFup()));
                break;
            case NODE_STARTED:
                nodeStep.put(nodeAction.getNode().getName(), new NodeInfo(nodeAction.getNode().getName(),
                    "blue", nodeAction.getTin(), nodeAction.getFup()));

                stackStep.add(nodeAction.getNode().getName());
                break;

```



```

        case NODE_FINISHED:
            nodeStep.put(nodeAction.getNode().getName(),
                new NodeInfo(nodeAction.getNode().getName(),
                    "grey", nodeAction.getTin(), nodeAction.getFup()));

            stackStep.remove(stackStep.size() - 1);
            break;
        }
    }

    if (edgeAction != null)
    {
        Pair<String, String> dEdge = new Pair<>(edgeAction.getParent().getName(),
            edgeAction.getNode().getName());
        Pair<String, String> rEdge = new Pair<>(edgeAction.getNode().getName(),
            edgeAction.getParent().getName());
        Pair<String, String> edge = null;
        if(edgeStep.containsKey(dEdge))
        {
            edge = dEdge;
        }
        else if(edgeStep.containsKey(rEdge))
        {
            edge = rEdge;
        }

        if(edge != null) {
            switch (edgeAction.getAction()) {
                case EDGE_STARTED:
                    edgeStep.put(edge,
                        new EdgeInfo(edge.getKey(), edge.getValue(), "blue"));
                    break;
                case EDGE_FINISHED_COMMON:
                    edgeStep.put(edge,
                        new EdgeInfo(edge.getKey(), edge.getValue(), "grey"));
                    break;
                case EDGE_FINISHED_BRIDGE:
                    edgeStep.put(edge,
                        new EdgeInfo(edge.getKey(), edge.getValue(), "green"));
                    break;
            }
        }
    }

```

```

    }

    nodeSteps.add(nodeStep);
    edgeSteps.add(edgeStep);
    stackSteps.add(stackStep);
}

private void activeStep(int step)
{
    if (cursor < stackSteps.size() && cursor >= 0) {
        LinkedList<String> markup = new LinkedList<>();

        for (EdgeInfo edge : edgeSteps.get(step).values())
        {
            markup.push(edge.toStr());
        }

        for (NodeInfo node : nodeSteps.get(step).values())
        {
            markup.push(node.toStr());
        }

        Proba.makeGraph(markup);
    }
}

private void fromGraph(Graph graph)
{
    HashMap<String, NodeInfo> nodeStep = new HashMap<>();
    HashMap<Pair<String, String>, EdgeInfo> edgeStep = new HashMap<>();
    ArrayList<String> stackStep = new ArrayList<>();

    for(Pair<String, String> edge : graph.edgesToList())
    {
        edgeStep.put(edge, new EdgeInfo(edge.getKey(),edge.getValue(), "black"));
    }

    for(String node : graph.nodesToList())
    {
        nodeStep.put(node, new NodeInfo(node, "black", -1, -1));
    }
}

```

```

        nodeSteps.add(nodeStep);
        edgeSteps.add(edgeStep);
        stackSteps.add(stackStep);

        cursor = -1;

        nextStep();
    }

    public ArrayList<String> nextStep()
    {
        if (cursor + 1 < stackSteps.size())
        {
            cursor += 1;
            activeStep(cursor);
            return stackSteps.get(cursor);
        }
        else
        {
            return new ArrayList<>();
        }
    }

    public ArrayList<String> prevStep()
    {
        if (cursor > 0)
        {
            cursor -= 1;
            activeStep(cursor);
            return stackSteps.get(cursor);
        }
        else
        {
            return new ArrayList<>();
        }
    }

    public int getStepCount()
    {
        return stackSteps.size();
    }

```

```

public void clear()
{
    nodeSteps.clear();
    edgeSteps.clear();
    stackSteps.clear();

    fromGraph(Application.graph);
}

}

```

NodeAction.java

```

package application.stepper;

import application.algorithm.Graph;

public class NodeAction
{
    public Action getAction() {
        return action;
    }

    public Graph.Node getNode() {
        return node;
    }

    public int getTin() {
        return tin;
    }

    public int getFup() {
        return fup;
    }

    private final Action action;
    private final Graph.Node node;
    private final int tin;
    private final int fup;
    private final int oldTin;
    private final int oldFup;
}

```

```

public NodeAction(Action action, Graph.Node node, int tin, int fup, int oldTin, int oldFup) {
    this.action = action;
    this.node = node;
    this.tin = tin;
    this.fup = fup;
    this.oldTin = oldTin;
    this.oldFup = oldFup;
}

public NodeAction back()
{
    return new NodeAction(Action.back(action), node, oldTin, oldFup, tin, fup);
}

public enum Action
{
    NONE,
    BASE,
    TIME_UPDATED,
    NODE_STARTED,
    NODE_FINISHED;

    public static Action back(Action action)
    {
        switch (action)
        {
            case NODE_STARTED : {
                return BASE;
            }
            case NODE_FINISHED : {
                return NODE_STARTED;
            }
            case TIME_UPDATED : {
                return TIME_UPDATED;
            }
            case NONE : {
                return NONE;
            }
            default : throw new IllegalStateException("Unexpected value: " + action);
        }
    }
}

```

```
}  
}
```

EdgeAction.java

```
package application.stepper;
```

```
import application.algorithm.Graph;
```

```
public class EdgeAction
```

```
{
```

```
    public Action getAction() {
```

```
        return action;
```

```
    }
```

```
    public Graph.Node getNode() {
```

```
        return node;
```

```
    }
```

```
    public Graph.Node getParent() {
```

```
        return parent;
```

```
    }
```

```
    private final Action action;
```

```
    private final Graph.Node node;
```

```
    private final Graph.Node parent;
```

```
    public EdgeAction(Action action, Graph.Node node, Graph.Node parent) {
```

```
        this.action = action;
```

```
        this.node = node;
```

```
        this.parent = parent;
```

```
    }
```

```
    public EdgeAction back()
```

```
    {
```

```
        return new EdgeAction(Action.back(action), node, parent);
```

```
    }
```

```
    public String getEdge() { return node.getName() + " -- " + parent.getName(); };
```

```
    public enum Action
```

```

{
    NONE,
    BASE,
    EDGE_STARTED,
    EDGE_FINISHED_COMMON,
    EDGE_FINISHED_BRIDGE;

    public static Action back(Action action)
    {
        switch (action)
        {
            case EDGE_STARTED : {
                return BASE;
            }
            case EDGE_FINISHED_COMMON :
            case EDGE_FINISHED_BRIDGE : {
                return EDGE_STARTED;
            }
            case NONE : {
                return NONE;
            }
            default : throw new IllegalStateException("Unexpected value: " + action);
        }
    }
}

```

HelpController.java

```

package application.gui;

import javafx.fxml.FXML;
import javafx.scene.control.Button;
import javafx.stage.Stage;

public class HelpController {

    @FXML
    private Button closeButton;

```

```

@FXML
void Close(){
    Stage stage = (Stage)closeButton.getScene().getWindow();
    stage.close();
}
}

```

Help.fxml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

```

<?import javafx.geometry.Insets?>
<?import javafx.scene.control.Accordion?>
<?import javafx.scene.control.Button?>
<?import javafx.scene.control.ButtonBar?>
<?import javafx.scene.control.Tab?>
<?import javafx.scene.control.TabPane?>
<?import javafx.scene.layout.AnchorPane?>
<?import javafx.scene.text.Font?>
<?import javafx.scene.text.Text?>

```

```

<AnchorPane prefHeight="427.0" prefWidth="550.0" xmlns="http://javafx.com/javafx/11.0.1"
xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1" fx:controller="application.gui.HelpController">
    <children>
        <ButtonBar layoutY="387.0" prefHeight="40.0" prefWidth="600.0" style="-fx-background-color: BC8F8F;">
            <buttons>
                <Button fx:id="closeButton" maxHeight="-Infinity" mnemonicParsing="false" onAction="#Close"
prefHeight="15.0" text="Заккрыть" />
            </buttons>
            <padding>
                <Insets right="6.0" />
            </padding>
        </ButtonBar>
        <Accordion layoutX="98.0" layoutY="80.0" />
        <TabPane layoutX="-2.0" prefHeight="400.0" prefWidth="600.0" tabClosingPolicy="UNAVAILABLE">
            <tabs>
                <Tab text="Информаци о программе">
                    <content>
                        <AnchorPane minHeight="0.0" minWidth="0.0" prefHeight="346.0" prefWidth="600.0">
                            <children>

```



```

        <Text layoutX="13.0" layoutY="27.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0"
text="Визуализатор с графическим интерфейсом алгоритма нахождения мостов в неориентированном
графе(модификацией поиска в глубину) на языке Java." textAlignment="JUSTIFY"
wrappingWidth="573.3367691040039">
        <font>
        <Font name="Times New Roman" size="16.0" />
        </font>
    </Text>
</children>
</AnchorPane>
</content>
</Tab>
<Tab text="Руководство пользователя">
    <content>
        <AnchorPane minHeight="0.0" minWidth="0.0" prefHeight="358.0" prefWidth="606.0">
            <children>
                <Text layoutX="14.0" layoutY="27.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="Тыкайте на
все кнопки, авось заработает!" />
            </children></AnchorPane>
        </content>
    </Tab>
    <Tab text="Информация о разработчиках">
        <content>
            <AnchorPane minHeight="0.0" minWidth="0.0" prefHeight="180.0" prefWidth="200.0">
                <children>
                    <Text layoutX="15.0" layoutY="40.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="Матросов
Денис - qwerty_19200@mail.ru:" wrappingWidth="579.7367324829102">
                        <font>
                            <Font size="14.0" />
                        </font>
                    </Text>
                    <Text layoutX="15.0" layoutY="66.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="* Лидер
проекта" wrappingWidth="241.33673858642578" />
                    <Text layoutX="15.0" layoutY="83.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Проектирование GUI" wrappingWidth="232.53668975830078" />
                    <Text layoutX="15.0" layoutY="100.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Написание GUI" wrappingWidth="235.73670196533203" />
                    <Text layoutX="15.0" layoutY="117.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Тестирование GUI" wrappingWidth="227.73673248291016" />
                    <Text layoutX="16.0" layoutY="149.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="Масалыкин
Даниил - dan.masalikin2017@gmail.com:">
                        <font>

```

```

        <Font size="14.0" />
    </font>
</Text>
    <Text layoutX="15.0" layoutY="174.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Написание реализации алгоритма" />
    <Text layoutX="15.0" layoutY="191.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Тестирование алгоритма" />
    <Text layoutX="15.0" layoutY="208.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Написание ввода/вывода графа из файла" />
    <Text layoutX="14.0" layoutY="250.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="Чешуин
Дмитрий - makotozeros@gmail.com:">
    <font>
        <Font size="14.0" />
    </font>
</Text>
    <Text layoutX="14.0" layoutY="278.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Проектирование архитектуры программы" />
    <Text layoutX="14.0" layoutY="295.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="*
Написание класса, осуществляющего хранение шагов алгоритма, а также их визуализацию" />
    <Text layoutX="14.0" layoutY="312.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="* Слияние
наработок" />
    <Text layoutX="14.0" layoutY="329.0" strokeType="OUTSIDE" strokeWidth="0.0" text="* Общее
тестирование программы" />
</children>
</AnchorPane>
</content>
</Tab>
</tabs>
</TabPane>
</children>
</AnchorPane>

```

MainWindow.java

```

package application.gui;

import javafx.application.Application;
import javafx.fxml.FXMLLoader;
import javafx.scene.Parent;
import javafx.scene.Scene;
import javafx.stage.Stage;

```

```

public class MainWindow extends Application {

    @Override
    public void start(Stage primaryStage) throws Exception{
        Parent root = FXMLLoader.load(getClass().getResource("MainWindow.fxml"));
        primaryStage.setTitle("Practice");
        primaryStage.setResizable(false);
        primaryStage.setScene(new Scene(root, 850, 640));
        primaryStage.show();
    }

    public static void execute(String[] args) {
        launch(args);
    }
}

```

MainWindow.fxml

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<?import javafx.scene.control.Button?>
<?import javafx.scene.control.Label?>
<?import javafx.scene.control.ListView?>
<?import javafx.scene.control.Menu?>
<?import javafx.scene.control.MenuBar?>
<?import javafx.scene.control.MenuItem?>
<?import javafx.scene.control.SeparatorMenuItem?>
<?import javafx.scene.image.ImageView?>
<?import javafx.scene.layout.AnchorPane?>
<?import javafx.scene.layout.BorderPane?>
<?import javafx.scene.layout.Pane?>
<?import javafx.scene.layout.VBox?>
<?import javafx.scene.shape.Line?>
<?import javafx.scene.text.Font?>

<VBox prefHeight="600.0" prefWidth="850.0" xmlns="http://javafx.com/javafx/11.0.1"
xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1" fx:controller="application.gui.MainWindowController">
    <children>
        <MenuBar VBox.vgrow="NEVER">
            <menus>
                <Menu mnemonicParsing="false" text="File">

```

```

<items>
  <MenuItem fx:id="newButton" mnemonicParsing="false" onAction="#initNewFileWindow" text="New" />
  <MenuItem fx:id="openFileButton" mnemonicParsing="false" onAction="#initOpenFileWindow"
text="Open..." />
  <MenuItem fx:id="saveButton" mnemonicParsing="false" onAction="#initSaveFileWindow" text="Save As..."
/>

  <SeparatorMenuItem mnemonicParsing="false" />
  <MenuItem fx:id="quitButton" mnemonicParsing="false" onAction="#handleCloseButtonAction" text="Quit" /
>
</items>
</Menu>
<Menu mnemonicParsing="false" text="Help">
  <items>
    <MenuItem fx:id="helpButton" mnemonicParsing="false" onAction="#initNewHelpWindow" text="About
program" />
  </items>
</Menu>
</menus>
</MenuBar>
<AnchorPane fx:id="anchorPane" maxHeight="600.0" maxWidth="850.0" minHeight="600.0" minWidth="850.0"
prefHeight="600.0" prefWidth="850.0" VBox.vgrow="NEVER">
  <children>
    <Button fx:id="nextStepButton" layoutX="515.0" layoutY="552.0" minHeight="28.0" minWidth="100.0"
mnemonicParsing="false" onAction="#nextstep" text="ВПЕРЕД" />
    <Button fx:id="prevStepButton" layoutX="235.0" layoutY="552.0" minHeight="28.0" minWidth="100.0"
mnemonicParsing="false" onAction="#prevstep" text="НАЗАД" />
    <Label layoutX="143.0" layoutY="27.0" text="Визуальное представление" textAlignment="CENTER">
      <font>
        <Font name="Arial Black" size="20.0" />
      </font>
    </Label>
    <Label layoutX="715.0" layoutY="27.0" text="Стек" textAlignment="CENTER">
      <font>
        <Font name="Arial Black" size="20.0" />
      </font>
    </Label>
    <Label fx:id="stepNumberField" layoutX="375.0" layoutY="552.0" prefHeight="28.0" prefWidth="100.0"
style="-fx-background-color: fafafa; -fx-border-color: BC8F8F;" text=" Шаг 1/10">
      <font>
        <Font size="17.0" />
      </font>
    </Label>

```

```

        <ListView fx:id="stackList" layoutX="641.0" layoutY="57.0" prefHeight="450.0" prefWidth="200.0" style="-
fx-background-color: ffffff; -fx-border-color: BC8F8F;" />
        <BorderPane layoutX="101.0" layoutY="139.0" prefHeight="200.0" prefWidth="200.0" />
        <Line endX="735.4000244140625" layoutX="115.0" layoutY="529.0" startX="-115.00000762939453" />
        <Pane fx:id="graphPane" layoutX="9.0" layoutY="57.0" minHeight="-Infinity" minWidth="-Infinity"
prefHeight="450.0" prefWidth="620.0" style="-fx-background-color: ffffff; -fx-border-color: BC8F8F;">
            <children>
                <ImageView fx:id="GraphView" fitHeight="440.0" fitWidth="306.0" layoutX="159.0" layoutY="4.0"
pickOnBounds="true" preserveRatio="true" />
            </children></Pane>
        </children>
    </AnchorPane>
</children>
</Vbox>

```

MainWindowController.java

```

package application.gui;

import application.Application;
import application.graphviz.Proba;

import application.stepper.EdgeAction;
import application.stepper.NodeAction;
import javafx.collections.FXCollections;
import javafx.collections.ObservableList;
import javafx.fxml.FXML;
import javafx.fxml.FXMLLoader;
import javafx.scene.Parent;
import javafx.scene.Scene;
import javafx.scene.control.Button;
import javafx.scene.control.Label;
import javafx.scene.control.ListView;
import javafx.scene.control.MenuItem;
import javafx.scene.image.Image;
import javafx.scene.image.ImageView;
import javafx.scene.layout.AnchorPane;
import javafx.scene.layout.Pane;
import javafx.stage.Modality;
import javafx.stage.Stage;

```

```

import java.io.FileInputStream;
import java.io.IOException;
import java.util.ArrayList;
import java.util.LinkedList;

public class MainWindowController {

    int countOfStep = 10;
    int currentStep = 1;

    @FXML
    public MenuItem newButton;

    @FXML
    public MenuItem openFileButton;

    @FXML
    public MenuItem saveButton;

    @FXML
    public MenuItem quitButton;

    @FXML
    public MenuItem helpButton;

    @FXML
    public AnchorPane anchorPane;

    @FXML
    public Button nextStepButton;

    @FXML
    public Button prevStepButton;

    @FXML
    public Label stepNumberField;

    @FXML
    public ListView<String> stackList;

    @FXML
    public Pane graphPane;

```

```

@FXML
private ImageView GraphView;

void setCountOfStep(){
    this.countOfStep = Application.stepper.getStepCount() + 1;
}

@FXML
void initialize(){
    setCountOfStep();
    currentStep = 1;
    stepNumberField.setText(" IIIar " + currentStep + "/" + (countOfStep - 1));
    try {
        printImg();
    } catch (IOException e){
        e.printStackTrace();
    }
}

void reInit(){
    stepNumberField.setText(" IIIar " + currentStep + "/" + (countOfStep - 1));
    try {
        printImg();
    } catch (IOException e){
        e.printStackTrace();
    }
}

@FXML
void initNewFileWindow(){
    Parent root;
    try {
        root = FXMLLoader.load(getClass().getResource("NewFile.fxml"));
        Stage stage = new Stage();
        stage.setTitle("New file");
        stage.setResizable(false);
        stage.initModality(Modality.WINDOW_MODAL);
        stage.initOwner((Stage)graphPane.getScene().getWindow());
        stage.setScene(new Scene(root, 800, 600));
        stage.show();
        stage.setOnHiding( event -> {

```

```

        initialize();
    });
}
catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
}

```

@FXML

```

void initNewHelpWindow(){
    Parent root;
    try {
        root = FXMLLoader.load(getClass().getResource("Help.fxml"));
        Stage stage = new Stage();
        stage.setTitle("Help");
        stage.setResizable(false);
        stage.initModality(Modality.WINDOW_MODAL);
        stage.initOwner((Stage)graphPane.getScene().getWindow());
        stage.setScene(new Scene(root, 600, 425));
        stage.show();
    }
    catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

@FXML

```

void initOpenFileWindow(){
    Parent root;
    try {
        root = FXMLLoader.load(getClass().getResource("OpenFile.fxml"));
        Stage stage = new Stage();
        stage.setTitle("Open file");
        stage.setResizable(true);
        stage.initModality(Modality.WINDOW_MODAL);
        stage.initOwner((Stage)graphPane.getScene().getWindow());
        stage.setScene(new Scene(root, 400, 150));
        stage.show();
        stage.setOnHiding( event -> {
            initialize();
        });
    }
}

```



```

        catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

@FXML

```

void initSaveFileWindow(){
    Parent root;
    try {
        root = FXMLLoader.load(getClass().getResource("SaveFile.fxml"));
        Stage stage = new Stage();
        stage.setTitle("Open file");
        stage.setResizable(false);
        stage.initModality(Modality.WINDOW_MODAL);
        stage.initOwner((Stage)graphPane.getScene().getWindow());
        stage.setScene(new Scene(root, 400, 150));
        stage.show();
    }
    catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

@FXML

```

void handleCloseButtonAction(){
    Stage stage = (Stage)graphPane.getScene().getWindow();
    stage.close();
}

```

```

public static String reverseString(String inputString) {
    int stringLength = inputString.length();
    String result = "";
    for (int i = 0; i < stringLength; i++) {
        result = inputString.charAt(i) + result;
    }
    return result;
}

```

@FXML

```

void nextstep(){
    if (currentStep < (countOfStep - 1)){
        currentStep = currentStep + 1;
    }
}

```

```

        ArrayList<String> stack = Application.stepper.nextStep();

        ObservableList<String> observableStack = FXCollections.observableArrayList(stack);
        stackList.setItems(observableStack);
    }
    reInit();
}

@FXML
void prevstep(){
    if (currentStep > 1){
        currentStep = currentStep - 1;
        ArrayList<String> stack = Application.stepper.prevStep();

        ObservableList<String> observableStack = FXCollections.observableArrayList(stack);
        stackList.setItems(observableStack);
    }
    reInit();
}

public void printImg() throws IOException{
    FileInputStream inputstream;
    inputstream = new FileInputStream("temp.png");
    Image img = new Image(inputstream);
    GraphView.setImage(img);
}
}

```

NewFileController.java

```

package application.gui;

import application.Application;
import application.algorithm.Graph;
import application.graphviz.Proba;
import javafx.fxml.FXML;
import javafx.scene.control.Button;
import javafx.scene.control.TextField;
import javafx.scene.image.Image;
import javafx.scene.image.ImageView;
import javafx.scene.layout.Pane;

```

```

import javafx.stage.Stage;

import java.io.FileInputStream;
import java.io.IOException;

public class NewFileController {
    private final Graph graph = new Graph();

    @FXML
    private Button firstTool;

    @FXML
    private Button secondTool;

    @FXML
    private Button thirdTool;

    @FXML
    private Button cancelButton;

    @FXML
    private Button okButton;

    @FXML
    private Pane workSpace;

    @FXML
    private ImageView Image;

    @FXML
    private TextField node1;

    @FXML
    private TextField node2;

    @FXML
    private Button addButton;

    @FXML
    private Button deleteButton;

    @FXML

```

```

private TextField nodeField;

@FXML
private Button addNodeButton;

@FXML
private Button deleteNodeButton;

private static boolean isOnlyDigits(String str) {
    return str.matches("[a-zA-я]");
}

@FXML
void addNode() {
    String node = nodeField.getText();
    if(isOnlyDigits(node)){
        graph.addNode(node);
    }
    try {
        printImg();
    } catch (IOException e){
        //do nothing
    }
    nodeField.clear();
}

@FXML
void deleteNodeEdge() {
    String node = nodeField.getText();
    if(isOnlyDigits(node)){
        graph.deleteNode(node);
    }
    try {
        printImg();
    } catch (IOException e){
        //do nothing
    }
    nodeField.clear();
}

@FXML
void addEdge() {

```

```

String node = node1.getText();
String parrent = node2.getText();
boolean f1 = isOnlyDigits(node);
boolean f2 = isOnlyDigits(parrent);
if(f1 && f2){
    graph.addNode(node);
    graph.addNode(parrent);
    graph.addEdge(node, parrent);
}
try {
    printImg();
} catch (IOException e){
    //do nothing
}
node1.clear();
node2.clear();
}

```

@FXML

```

void deleteEdge() {
    String node = node1.getText();
    String parrent = node2.getText();
    if(isOnlyDigits(node) && isOnlyDigits(parrent)){
        graph.deleteEdge(node, parrent);
    }
    try {
        printImg();
    } catch (IOException e){
        //do nothing
    }
    node1.clear();
    node2.clear();
}

```

```

public void printImg() throws IOException {
    Proba.makeGraph(graph.toStringList());
    FileInputStream inputstream;
    inputstream = new FileInputStream("temp.png");
    javafx.scene.image.Image img = new Image(inputstream);
    Image.setImage(img);
}

```

```

@FXML
void Confirm(){
    Stage stage = (Stage)okButton.getScene().getWindow();

    Application.setNewGraph(graph);

    stage.close();
}

@FXML
void Cancel(){
    Stage stage = (Stage)cancelButton.getScene().getWindow();
    stage.close();
}
}

```

NewFile.fxml

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<?import javafx.geometry.Insets?>
<?import javafx.scene.control.Button?>
<?import javafx.scene.control.ButtonBar?>
<?import javafx.scene.control.Label?>
<?import javafx.scene.control.TextField?>
<?import javafx.scene.image.ImageView?>
<?import javafx.scene.layout.AnchorPane?>
<?import javafx.scene.layout.Pane?>
<?import javafx.scene.text.Font?>

<AnchorPane prefHeight="600.0" prefWidth="800.0" xmlns="http://javafx.com/javafx/11.0.1"
xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1" fx:controller="application.gui.NewFileController">
    <children>
        <ButtonBar layoutY="566.0" prefHeight="40.0" prefWidth="800.0" style="-fx-background-color: BC8F8F;">
            <buttons>
                <Button fx:id="cancelButton" mnemonicParsing="false" onAction="#Cancel" text="OTMEHA" />
                <Button fx:id="okButton" mnemonicParsing="false" onAction="#Confirm" text="OK" />
            </buttons>
            <padding>
                <Insets right="8.0" />
            </padding>
        </ButtonBar>
    </children>

```

```

        </padding>
    </ButtonBar>
    <Pane fx:id="workSpace" layoutY="121.0" prefHeight="446.0" prefWidth="800.0" style="-fx-background-color:
ffffff; -fx-border-color: BC8F8F;">
        <children>
            <ImageView fx:id="Image" fitHeight="412.0" fitWidth="771.0" layoutX="14.0" layoutY="20.0"
pickOnBounds="true" preserveRatio="true" />
        </children></Pane>
    <Pane layoutX="7.0" prefHeight="118.0" prefWidth="783.0">
        <children>
            <TextField fx:id="node1" layoutX="551.0" layoutY="68.0" prefHeight="25.0" prefWidth="35.0" />
            <TextField fx:id="node2" layoutX="601.0" layoutY="68.0" prefHeight="25.0" prefWidth="35.0" />
            <Button fx:id="addButton" layoutX="650.0" layoutY="43.0" mnemonicParsing="false" onAction="#addEdge"
prefWidth="100.0" text="Добавить" />
            <Button fx:id="deleteButton" layoutX="650.0" layoutY="80.0" mnemonicParsing="false"
onAction="#deleteEdge" prefWidth="100.0" text="Удалить" />
            <TextField fx:id="nodeField" layoutX="63.0" layoutY="68.0" prefWidth="35.0" />
            <Label layoutX="559.0" layoutY="14.0" text="Редактирование ребер">
                <font>
                    <Font name="Arial Black" size="14.0" />
                </font>
            </Label>
            <Label layoutX="40.0" layoutY="14.0" text="Редактирование вершин">
                <font>
                    <Font name="Arial Black" size="14.0" />
                </font>
            </Label>
            <Button fx:id="addNodeButton" layoutX="118.0" layoutY="43.0" mnemonicParsing="false"
onAction="#addNode" prefWidth="100.0" text="Добавить" />
            <Button fx:id="deleteNodeButton" layoutX="118.0" layoutY="80.0" mnemonicParsing="false"
onAction="#deleteNodeEdge" prefWidth="100.0" text="Удалить" />
        </children>
    </Pane>
</children>
</AnchorPane>

```

OpenFileController.java

```

package application.gui;

import application.Application;

```

```

import javafx.fxml.FXML;
import javafx.scene.control.Button;
import javafx.scene.control.TextField;
import javafx.stage.FileChooser;
import javafx.stage.Stage;

import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;

public class OpenFileController {

    @FXML
    private Button cancelButton;

    @FXML
    private Button confirmButton;

    @FXML
    private TextField textField;

    @FXML
    void Confirm(){
        Stage stage = (Stage)confirmButton.getScene().getWindow();
        if(!textField.getText().isBlank()) {
            try {
                Application.loadGraphFromFile(textField.getText());
            } catch (FileNotFoundException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        stage.close();
    }

    @FXML
    void Cancel(){
        Stage stage = (Stage)cancelButton.getScene().getWindow();
        stage.close();
    }

    @FXML
    void ChooseFile(){

```



```

final FileChooser fileChooser = new FileChooser();
fileChooser.getExtensionFilters().addAll(
    new FileChooser.ExtensionFilter("Graph", "*.graph"));
textField.clear();
File file = fileChooser.showOpenDialog((Stage)textField.getScene().getWindow());
if (file != null) {
    textField.setText(file.getAbsolutePath());
}
}
}

```

OpenFile.fxml

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<?import javafx.geometry.Insets?>
<?import javafx.scene.control.Button?>
<?import javafx.scene.control.ButtonBar?>
<?import javafx.scene.control.Label?>
<?import javafx.scene.control.TextField?>
<?import javafx.scene.layout.AnchorPane?>
<?import javafx.scene.text.Font?>

<AnchorPane maxHeight="-Infinity" maxWidth="-Infinity" minHeight="-Infinity" minWidth="-Infinity"
prefHeight="150.0" prefWidth="400.0" xmlns="http://javafx.com/javafx/11.0.1" xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1"
fx:controller="application.gui.OpenFileController">
    <children>
        <ButtonBar layoutY="116.0" prefHeight="40.0" prefWidth="400.0" style="-fx-background-color: BC8F8F;">
            <buttons>
                <Button fx:id="cancelButton" mnemonicParsing="false" onAction="#Cancel" text="OTMEHA" />
                <Button fx:id="confirmButton" mnemonicParsing="false" onAction="#Confirm" text="OK" />
            </buttons>
            <padding>
                <Insets right="7.0" />
            </padding>
        </ButtonBar>
        <Label layoutX="14.0" layoutY="14.0" text="Введите путь до файла">
            <font>
                <Font name="Arial Black" size="16.0" />
            </font>
        </Label>
    </children>

```

```

</Label>
<TextField fx:id="textField" layoutX="14.0" layoutY="62.0" prefHeight="26.0" prefWidth="338.0" />
<Button fx:id="choose" layoutX="360.0" layoutY="62.0" mnemonicParsing="false" onAction="#ChooseFile"
prefHeight="26.0" prefWidth="29.0" text="Button" />
</children>
</AnchorPane>

```

SaveFileController.java

```

package application.gui;

import application.Application;
import javafx.fxml.FXML;
import javafx.scene.control.Button;
import javafx.scene.control.TextField;
import javafx.stage.FileChooser;
import javafx.stage.Stage;

import java.io.File;
import java.io.IOException;

public class SaveFileController {

    @FXML
    private Button cancelButton;

    @FXML
    private Button confirmButton;

    @FXML
    private TextField textField;

    @FXML
    void Confirm(){
        Stage stage = (Stage)confirmButton.getScene().getWindow();
        if(!textField.getText().isBlank()) {
            try {
                Application.saveGraphToFile(textField.getText());
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    stage.close();
}

```

@FXML

```

void Cancel(){
    Stage stage = (Stage)cancelButton.getScene().getWindow();
    stage.close();
}

```

@FXML

```

void ChooseDirectory(){
    final FileChooser fileChooser = new FileChooser();
    textField.clear();

    fileChooser.getExtensionFilters().addAll(
        new FileChooser.ExtensionFilter("Graph", "*.graph"));

    File file = fileChooser.showSaveDialog((Stage)textField.getScene().getWindow());
    if (file != null) {
        textField.setText(file.getPath());
    }
}
}

```

SaveFile.fxml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

```
<?import javafx.geometry.Insets?>
```

```
<?import javafx.scene.control.Button?>
```

```
<?import javafx.scene.control.ButtonBar?>
```

```
<?import javafx.scene.control.Label?>
```

```
<?import javafx.scene.control.TextField?>
```

```
<?import javafx.scene.layout.AnchorPane?>
```

```
<?import javafx.scene.text.Font?>
```

```
<AnchorPane maxHeight="-Infinity" maxWidth="-Infinity" minHeight="-Infinity" minWidth="-Infinity"
```

```
prefHeight="150.0" prefWidth="400.0" xmlns="http://javafx.com/javafx/11.0.1" xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1"
```

```
fx:controller="application.gui.SaveFileController">
```

```
<children>
```

```

<ButtonBar layoutY="116.0" prefHeight="40.0" prefWidth="400.0" style="-fx-background-color: BC8F8F;">
    <buttons>
        <Button fx:id="cancelButton" mnemonicParsing="false" onAction="#Cancel" text="ОТМЕHA" />
        <Button fx:id="confirmButton" mnemonicParsing="false" onAction="#Confirm" text="OK" />
    </buttons>
    <padding>
        <Insets right="7.0" />
    </padding>
</ButtonBar>
<Label layoutX="14.0" layoutY="22.0" text="Введите путь к файлу">
    <font>
        <Font name="Arial Black" size="16.0" />
    </font>
</Label>
<TextField fx:id="textField" layoutX="14.0" layoutY="62.0" prefHeight="26.0" prefWidth="334.0" />
<Button fx:id="choose" layoutX="359.0" layoutY="62.0" mnemonicParsing="false"
onAction="#ChooseDirectory" prefHeight="26.0" prefWidth="26.0" text="Button" />
</children>
</AnchorPane>

```

module-info.java

```

open module Practice.Cheshuin.Matrosov.Masalykin {
    requires javafx.graphics;
    requires javafx.controls;
    requires javafx.media;
    requires javafx.base;
    requires javafx.web;
    requires javafx.swing;
    requires javafx.fxml;
}

```