



3 Библиотека Максима Мошкова [Электронный ресурс]. – <http://www.lib.ru/> (дата обращения 01.02.2018 г.);

4 Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. – <http://ruscorpora.ru/1grams.top.html> (дата обращения 01.02.2018 г.).

Т. Г. Кудрявцева

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТОПОЛОГИИ ГРАФОВ

(Самарский университет)

Графы являются универсальным средством представления структурированной информации во многих областях науки и применимы для отображения любой информации, которая может быть представлена в виде совокупности объектов и связей между ними. Поэтому визуализация графов является ключевой компонентой во многих приложениях науки и техники.

Для удобного анализа графовых моделей широко применяются различные средства визуализации. Все системы визуализации предоставляют возможность загрузить граф из файла, рассчитать какие-либо его характеристики и построить изображение. Но ни одна из них не позволяет осуществить определение топологии графа, что позволило бы строить более качественные изображения.

Целью работы является решение проблемы визуализации графовых моделей, которая возникает при обработке больших объемов информации и сложных структур данных. Значительное внимание уделяется способам отображения графов в зависимости от их топологии. Анализ топологии графа позволяет определить наиболее оптимальный метод визуализации, учитывающий эстетические критерии для конкретного типа графа.

В работе анализируются следующие основные топологии графов:

6. безмасштабный граф (scale-free) (рисунок 1);
7. геометрический граф (рисунок 2);
8. граф Эрдеша-Реньи (рисунок 3).

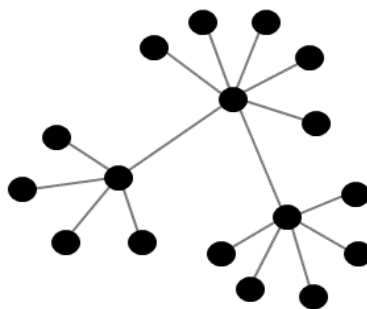


Рисунок 1 – Безмасштабный граф

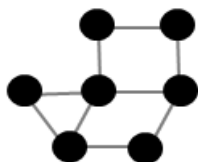


Рисунок 2 – Геометрический граф

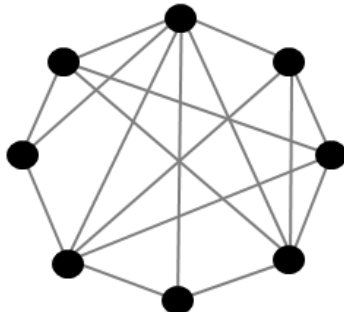


Рисунок 3 – Граф Эрдеша-Реньи

Главная особенность безмасштабных графов – небольшое количество узлов с большим количеством связей, и большое количество узлов с малым количеством связей. Для данной топологии также характерно наличие некоторого количества «тесных миров» – групп вершин, в которых все вершины связаны друг с другом [1].

Геометрический граф, или граф расстояний, – любой граф $G = (V, E)$, у которого $V \subseteq R_n$, $E \subseteq \{\{x, y\} : |x - y| = a\}, a > 0$. Здесь $|x - y|$ – евклидово расстояние между векторами x, y . Коэффициент кластеризации подобного графа всегда примерно равен $c \approx 0,6$ [2].

Граф Эрдеша-Реньи, также называемый графом Радо, строится путем соединения вершин i и j графа с некоторой вероятностью p независимо от всех остальных пар вершин.

Определение топологии графа производится на основе анализа гистограммы распределения степеней вершин. На рисунках 4 и 5 представлены гистограммы распределения степеней вершин для названных выше графов.

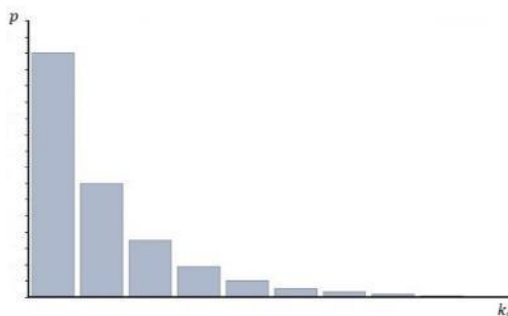


Рисунок 4 – Гистограмма распределения степеней вершин безмасштабного графа

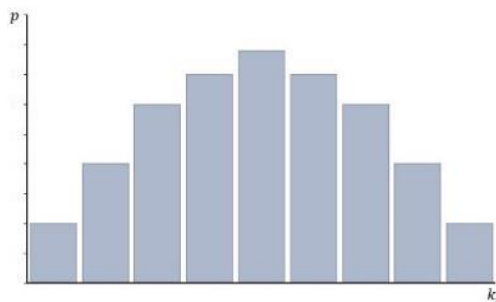


Рисунок 5 – Гистограмма распределения степеней вершин геометрического графа и графа Эрдеша-Реньи

Если распределение степеней вершин графа не удовлетворяет ни одному из указанных видов, то будем считать отображаемый граф графом Эрдеша-Реньи.

Наиболее гибкими алгоритмами визуализации графов являются пружинные алгоритмы. Их сущность заключается в следующем. Вершины графа рассматриваются как шары, соединенные пружинами. Между каждой парой вершин действует сила отталкивания, а между смежными вершинами – сила притяжения. Для системы вводится функция энергии, при этом задача поиска лучшей укладки графа сводится к поиску минимума энергии.

Для изображения геометрических и безмасштабных графов была выбрана одна из модификаций базового пружинного алгоритма – алгоритм Фрюхтермана-Рейнголда. Вершины, связанные ребром, располагаются на одинаковом расстоянии, задаваемом «идеальной» длиной ребра. Сила пружины вычисляется как сумма сил притяжения и отталкивания. В этом алгоритме также используется понятие «температуры», которая убывает в процессе работы алгоритма и управляет перемещениями вершин [3].

В рамках выполнения научно-исследовательской работы был разработан программный комплекс, осуществляющий визуализацию графов. На вход подается модель графа в одном из двух форматов – GraphML, основанный на языке XML, или Full Matrix, содержащий матрицу смежности графа. Затем рассчитываются основные характеристики графа: число вершин, плотность, средний коэффициент кластеризации и средняя степень вершин, после чего строится гистограмма распределения степеней вершин, определяется предполагаемый тип графа и строится его изображение.

На рисунках 6 и 7 представлены результаты работы системы при визуализации безмасштабного и геометрического графов соответственно.

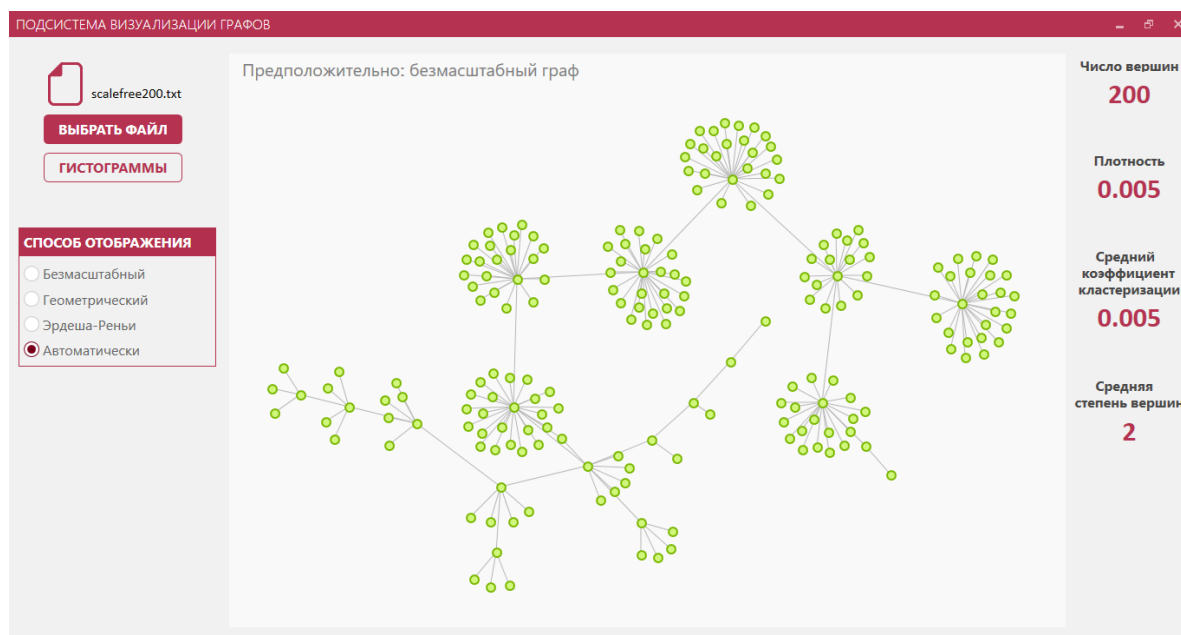


Рисунок 6 – Результат визуализации безмасштабного графа

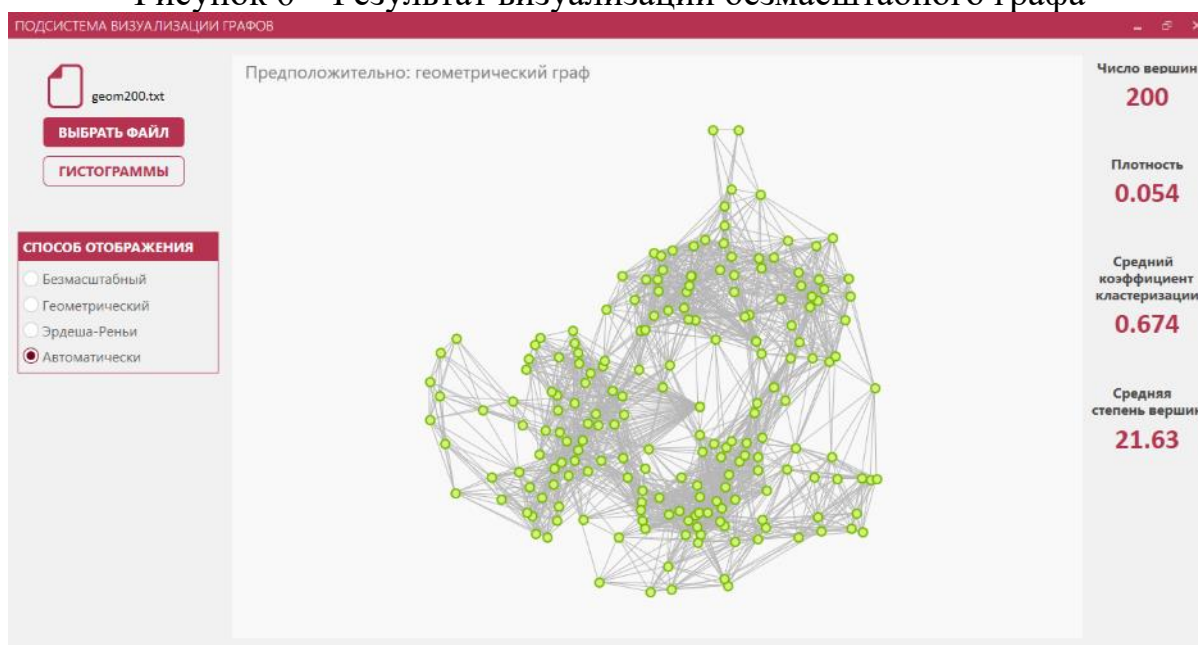


Рисунок 7 – Результат визуализации геометрического графа

Литература

1. Климентьев, К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста [Текст]. – М.: ДМК-Пресс, 2013. -656 с.
2. Звонарев, А.В. О дистанционных графах с большим хроматическим и малым кликовым числами [Текст]/А.В. Звонарев, А.М. Райгородский //Труды московского физико-технического института – Московский физико-технический институт (государственный университет). - 2012. - №1. - С. 122-126
3. Апанович, З.В. Современные силовые алгоритмы для визуализации информации большого объема [Текст]/З.В. Апанович //Проблемы управления и