

Геометрическое моделирование и визуальный анализ графов, отображающих сети взаимодействующих объектов.*

¹М.И. Коломейченко, ²А.М. Чеповский

maxim.kolomeychenko@mail.ru, achipovskiy@hse.ru

Протвино, Россия, ¹Институт физико-технической информатики;

Москва, Россия, ²Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

В работе описывается разработанный программный комплекс, позволяющий хранить, визуализировать и анализировать графы социальных сетей больших размеров. Приводится как общая схема реализованной архитектуры, так и всех ее компонент по отдельности. Большое внимание уделяется разнообразным алгоритмам авторазмещения сетей на плоскости, в том числе базирующихся на основе алгоритма выделения сообществ.

Ключевые слова: граф, авторазмещение графов, визуализация графов, социальные сети

1. Введение

При анализе графов взаимодействующих объектов, социальных сетей возникает задача визуального представления их структур [1-3]. Необходимое для этого программное обеспечение должно предоставлять широкие возможности для визуализации и анализа сетей с большим количеством вершин. Область применения такого программного обеспечения обширна [1, 4] и затрагивает многие смежные дисциплины, такие как социология, психология, политология, маркетинг и т.д.

Существует достаточно много промышленных продуктов [5, 6] для анализа графов. Например, i2 Analyst's Notebook, Sentinel Visualizer, CrimeLink, Xanalis Link Explorer, Gephi, Tom Sawyer Software. Несмотря на некоторые различия в деталях, по предоставляемой функциональности и назначению эти системы визуализации во многом схожи. Данные программные продукты обладают рядом недостатков: невозможность работы с графами больших размеров, отсутствие специализированных хранилищ, не являются кроссплатформенными.

2. Общая архитектура

Разработанный программный комплекс [5, 6] предназначен для построения и анализа графов социальных сетей и автоматизированного размещения вершин и связей в соответствии с задаваемыми изобразительными соглашениями.

Ядро программного комплекса реализовано на языке C++ с использованием открытой графической библиотеки OpenGL для реализации двумерной компьютерной графики и с использованием библиотеки Qt с открытым исходным кодом для реализации элементов графического интерфейса.

Теперь опишем общую работу и взаимодействие модулей разработанной архитектуры (Рис. 1). Ниже приведено краткое описание основных модулей, которые входят в ядро приложения.

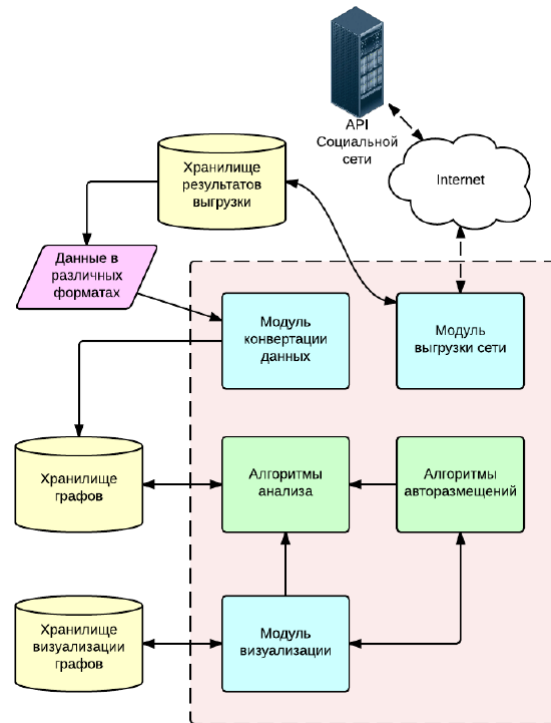


Рис. 1: Общая архитектура программного комплекса.

- Модуль конвертации данных. Предназначен для импорта данных из различных внешних форматов в специализированный единый формат хранения.
- Хранилище графов. Специально разработанное хранилище, позволяющее хранить графы больших размеров и предоставляющее эффективные методы по работе с ними.
- Модуль алгоритмов анализа. Включает в себя разнообразные алгоритмы анализа графов.
- Модуль алгоритмов авторазмещений. Реализовывает базовые размещения, позволяющие проанализировать структурные особенности графов.

- Модуль визуализации. Реализовывает богатую функциональность по отображению различных элементов графов социальных сетей.
- Хранилище визуализации графов. Позволяет хранить различные визуальные представления исследуемых графов.
- Модель скачивания графов из социальных сетей.

3. Алгоритмы авторазмещений

При анализе социальных сетей возникает задача визуального представления их структур. Размещение узлов и связей на сетевой схеме является нетривиальной задачей и в ручном режиме может требовать значительных временных затрат уже для схем с количеством узлов порядка десяти.

В настоящее время в разрабатываемом программном продукте реализованы следующие алгоритмы авторазмещений:

- Случайное размещение
- Круговое размещение
- Круговое покомпонентное размещение
- Размещение, основанное на оценке связности
- Размещение «вершина в центре»
- Размещение «павлиний хвост»
- Многополосные размещения [7] (одна и две линии темы)
- Круговое покомпонентное размещение на основе выделенных сообществ
- Размещение на базе метода физических аналогий с использованием алгоритма выделения сообществ

4. Алгоритмы анализа

Разработаны следующие аналитические инструменты позволяют проводить разнообразные исследования графа и его структуры:

- Поиск и выделение вершин и связей по заданным атрибутам
- Подсчет метрик центральности для всех вершин и связей
- Реализован алгоритм поиска близнецов в графе по заданному набору фильтров
- Анализ кратчайших путей между любой парой вершин в сети
- Подсчет коэффициента кластеризации
- Извлечение подграфов на основе поисков в ширину и на заданную в запросе глубину от заданной вершины, на основе используемых в запросах фильтров по атрибутам, на базе выделения кластеров
- Осуществление поиска объектов по заданным параметрам атрибутов в соответствии с различными фильтрами
- Объединение и пересечения графов
- Алгоритм выделения сообществ [8]

5. Заключение

Разработана оригинальная архитектура программного комплекса для работы с графами, опирающаяся на специализированные хранилища графов, и модули визуализации и анализа графов.

Реализован набор методов автоматического размещения объектов графа при визуализации, предназначенный для эффективного визуального анализа графа.

Предложен и реализован оригинальный алгоритм построения многополосного размещения объектов на плоскости, который может использоваться для визуализации связей выделенного множества объектов семантической сети.

Разработан и реализован метод, с помощью которого можно эффективно выделять сообщества взаимодействующих объектов, применимый для выделения групп общения в социальных сетях.

Создан кроссплатформенный программный комплекс для визуального анализа графов взаимодействующих объектов, который предоставляет широкую функциональность при работе с графами очень больших размеров в несколько миллионов вершин и связей.

Литература

- [1] Борисенко В.В., Лахно А.П., Чеповский А.М. Специальное представление графов и визуализация семантических сетей // *Фундаментальная и прикладная математика*, 2010. Т. 16. № 8. С. 27–35.
- [2] Kaufmann, Wagner. *Drawing Graphs* // Springer. 2001. PP. 1-274.
- [3] Battista, Tamassia, Tollis. *Graph Drawing : Algorithms for the Visualization of Graphs.* // Springer. 1999. PP. 1-430.
- [4] Newman. *Networks: An Introduction.* // Oxford, UK: Oxford University Press. 2010. PP. 1-784.
- [5] Коломейченко М. И., Золотых А. А., Поляков И. В., Чеповский А. М. Программный комплекс для анализа и визуализации графов. // *Моделирование и анализ информационных систем*. 2014. Т. 21. № 6. С. 155 - 168.
- [6] Коломейченко М. И., Чеповский А. М. Визуализация и анализ графов больших размеров. // *Бизнес-информатика*. 2014. № 4(30). С. 7 – 16
- [7] Коломейченко М. И. Алгоритм многополосного размещения сети // В кн.: *Труды Международной научной конференции Resilience2014 Международного Центра по ядерной безопасности Института физико-технической информатики*. М., Протвино: Институт физико-технической информатики, 2015. С. 135-138.
- [8] Коломейченко М.И., Чеповский А. А., Чеповский А. М. Выделение сообществ в графе взаимодействующих объектов // *Фундаментальная и прикладная математика*. 2016. Т. 21. Вып 1. С. 13- 22.