

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.42+519.17

Тарасенко
Владислав Александрович

Средства наглядной визуализации графовых структур
различного вида

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-31 80 10 «Теоретические основы
информатики»

Научный руководитель
Сердюков Р. Е.
кандидат технических наук,
доцент

Минск 2020

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Визуализация графовых структур используется в самых разных сферах науки. Наглядность отображения необходимой информации упрощает последующий анализ. Методы и средства визуализации графов и графовых моделей широко используются в таких областях, как информационные системы и программное обеспечение, искусственный интеллект, биологические науки, компьютерное обучение, анализ финансовой информации и многие другие. В зависимости от предметной области и целей анализа требования для их графического отображения могут различаться и быть специфичными.

Существует большое количество методов визуализации графовых структур. Сами структуры также могут быть разного размера и типа. Алгоритмы визуализации разрабатываются с начала 60-х годов. Наиболее активно область рисования графов начала развиваться с появлением методов, основанных на физических аналогиях. Существует множество алгоритмов в этой области, а также их модификации и оптимизации. Разные алгоритмы подходят для разных типов графа. Поэтому при неверном выборе алгоритма визуализации графа или при использовании лишь одного определенного алгоритма, могут возникать проблемы наглядности и удобства отображения. Например, если в графе имеются компоненты сильной связанности, то данную графовую структуру надо отобразить так, чтобы избежать излишней кучности вершин. В противном случае становится невозможным различать его элементы и их взаимосвязи.

Поэтому было решено провести анализ данной предметной области, попытаться спроектировать и реализовать инструмент, который позволял бы наглядно визуализировать графовые структуры, независимо от их вида.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи работы. Целью данной магистерской диссертации является увеличение наглядности визуализации графовых структур различного вида.

Для достижения поставленной цели в рамках диссертации необходимо выполнить следующие задачи:

- анализ существующих подходов к визуализации графовых структур;
- анализ существующих инструментов визуализации;
- проектирование библиотеки визуализации;
- реализация библиотеки визуализации;
- оценка результатов работы библиотеки.

Объектом исследования являются средства наглядной визуализации графовых структур различного вида.

Предметом исследования являются модели и методы визуализации графовых структур различного вида.

Все результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем самостоятельно на основе изучения литературы, моделей, средств и методов визуализации графовых структур. Вклад научного руководителя Р. Е. Сердюкова связан с постановкой цели, задач исследования, анализом возможных путей решения и оценкой результатов.

Результатами магистерской диссертации является библиотека визуализации графовых структур на языке TypeScript, позволяющая отображать требуемый граф на основе шаблона визуализации, заданного пользователем данного программного решения. Главным отличием разработанной библиотеки от существующих решений с похожей функциональностью стала проверка соответствия заданного пользователем шаблона относительно заранее определенных правил, представляющих собой ограничения при комбинировании алгоритмов. В ходе проектирования также были выделены предметные области компьютерных и социальных сетей, сформированы онтологии описания графовых структур и алгоритмов, использующихся в предметных областях выше.

Результаты данной работы отображены в следующих публикациях и докладах на конференциях:

- «Сравнение JavaScript-библиотек для визуализации графовых структур» [1] – публикация и доклад на конференции;
- «Проектирование библиотеки визуализации графовых структур на основе требований пользователя» [2] – публикация и доклад на конференции.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, двух приложений. Общий объем работы составляет 68 страниц, включая 36 рисунков, 23 листинга, библиографический список из 41 наименования на 4 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы.

В первой главе были проанализированы существующие методы визуализации графовых структур, существующие инструменты визуализации, а также форматы в которых описываются графовые структуры для последующего отображения. По итогам анализа был выделен ряд проблем, оставшихся нерешенными, и принято решение сфокусироваться на проблеме визуализации графов, зависимой от конкретной предметной области. Произведена постановка задачи по созданию программного средства визуализации с помощью которого специалист в своей конкретной предметной области смог визуализировать требуемую структуру на основе описания своих требований отображения на некотором декларативном языке.

Во второй главе описаны задачи в рамках проектирования средства визуализации, выделены предметные области компьютерных и социальных сетей, сформированы онтологии описания графовых структур и алгоритмов в рамках предметных областей. Также были определены ограничения при использовании и комбинации алгоритмов в рамках онтологии, принцип работы программного средства, описание языка построения шаблона визуализации, на основе которого программное средство смогло бы визуализировать графовую структуру, а также процесс построения визуализации, описанный блок-схемой.

В третьей главе был определен стек технологий, на основе которых была построена библиотека, а также библиотеки, содержащие реализации требуемых алгоритмов, использующиеся в качестве основы визуализации. Разработана библиотека визуализации, реализованная на языке TypeScript.

В четвертой главе было проведено тестирование разработанной библиотеки визуализации. Тестирование было сфокусировано на уровне модулей (юнит-тестирование) и уровне системы. Также были описаны направления дальнейшего развития разработанной библиотеки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была исследована предметная область визуализации графовых структур. Анализ был проведен на основе работ, находящихся в открытых источниках и написанных на русском, а также английском языках. По итогам анализа стало ясно, что существует еще множество проблем, оставшихся нерешенными, например, такие как: противоречие эстетических критериев друг другу и невозможность визуализации с учетом всех критериев, визуализация графов, зависящая от конкретной предметной области. Из-за многообразия сфер применения графовых структур и их визуализации, было решено сфокусироваться на последней проблеме. Для попытки ее решения, были выбраны две предметные области, наиболее часто использующие графовые структуры: предметная область компьютерных сетей, а также предметная область социальных сетей. Разобрав данные предметные области, а именно: выделив ряд алгоритмов, которые наиболее часто используются и покрывают основные потребности визуализации, определив возможность их комбинирования друг с другом, стало бы возможным спроектировать программное средство визуализации.

В рамках задачи проектирования средства визуализации для возможности последующей реализации необходимо было определиться с тем, какие сущности в рамках предметных областей могут быть визуализированы, какие алгоритмы могут быть использованы, выделить параметры данных алгоритмов, описать схему входных данных, которые необходимо будет визуализировать. Поэтому были выделены соответствующие онтологии. Для возможности выделения данных онтологий были проанализированы различные конкретные примеры визуализации графовых структур, а также рассмотрены разные обзорные работы, предоставляющие информацию о частоте использования тех или иных алгоритмов и сущностей. Также одними из критериев выбора конкретных алгоритмов была новизна и исправление недостатков более ранних алгоритмов.

В рамках задачи реализации определен стек технологий, описана структура библиотеки визуализации, определен формат входных данных для нее. Конечным продуктом непосредственно стала сама библиотека визуализации, реализованная на языке TypeScript.

Каждое качественное программное решение должно быть протестировано. В связи с этим последней задачей стало тестирование разработанной библиотеки визуализации. Здесь тестирование было сфокусировано на уровне модулей (юнит-тестирование) и уровне системы. В рамках модульного тестирования была проверена функциональность публичных методов. Для возможности системного тестирования было создано базовое React-приложение, где разработанная библиотека была установлена в виде модуля-зависимости. Было использовано несколько графовых структур

разных предметных областей и рассмотрены результаты их визуализации в случаях с успешным соблюдением правил использования и комбинирования алгоритмов, а также в случаях, когда те или иные правила не соблюдались. Также были описаны направления дальнейшего развития разработанной библиотеки.

Подводя итоги работы над магистерской диссертацией, можно отметить, что поставленная цель достигнута: была увеличена наглядность визуализации графовых структур различного вида.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Тарасенко, В. А. Сравнение JavaScript-библиотек для визуализации графовых структур / В. А. Тарасенко // 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: материалы конференции по направлению 2: Информационные технологии и управление, Минск, 22–26 апреля 2019 г. / редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. — Минск: БГУИР, 2019. — С. 17.

[2] Тарасенко, В. А. Проектирование библиотеки визуализации графовых структур на основе требований пользователя / В. А. Тарасенко // 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: материалы конференции по направлению 2: Информационные технологии и управление, Минск, 21–24 апреля 2020 г. / редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. — Минск: БГУИР, 2020. — С. 20.

Библиотека БГУИР