

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Позднякова Сергея Николаевича на диссертацию Азимова Рустама Шухратулловича на тему «Решение задач поиска путей в графе с заданными контекстно-свободными ограничениями с использованием методов линейной алгебры», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

В работе исследуются различные вычислительные аспекты применения методов линейной алгебры к решению задач теории графов, связанных с достижимостью и поискам путей, на которые налагаются условия, описываемые контекстно-свободными грамматиками.

Актуальность работы определяется развитием библиотек алгоритмов линейной алгебры, что открывает возможность построения новых алгоритмов для вышеуказанных задач теории графов, превосходящих существующие как по времени, так и по затрачиваемой памяти.

Представленный в диссертации обзор литературы содержит актуальные результаты по исследуемой проблеме, а в совокупности с приведенными в работе обоснованиями корректности разработанных алгоритмов и проведенными инженерными экспериментами по проверке их эффективности на реальных задачах обеспечивает исследованию научную обоснованность и достоверность.

Научная новизна работы состоит в новых результатах, связанных с поиском путей в графе с ограничениями в форме контекстно-свободных грамматик, а именно, в новом подходе, базирующемся на методах линейной алгебры и новых алгоритмах, предложенных в рамках этого подхода. Предложенные алгоритмы позволяют перенести методы оптимизации, разработанные для решения задач линейной алгебры, на задачи поиска путей в графе с КС-ограничениями, в том числе распараллеливать вычисления при решении задач этого класса. Научный интерес также представляет разработанный автором алгоритм, не требующий нормализации КС-грамматики.

Теоретическая ценность проведенного исследования состоит, наряду с упомянутой выше разработкой нового подхода и конкретных алгоритмов, в формальном доказательстве завершаемости, корректности и оценок временной сложности разработанных алгоритмов. Следует отметить важность разрабатываемого подхода для преподавания базовых математических курсов в университете. Интеграция методов линейной алгебры в теорию графов создает основу для расширения внутрипредметных связей классического базового курса линейной алгебры в технических вузах с курсом дискретной математики, включающего теорию графов.

Практическая ценность проведенного исследования имеет два аспекта: возможность непосредственного использования разработанных алгоритмов и потенциальная возможность использования результатов в прикладных областях. К первому аспекту можно отнести интеграцию разработанных реализаций алгоритмов с графовыми базами данных, что позволит расширить языки запросов к этим базам данных. Ко второму — перспективному — аспекту можно отнести построение компактных, переносимых и высокопроизводительных реализаций предложенных алгоритмов на различных параллельных вычислительных системах и

использование платформы на основе предлагаемых реализаций для статического анализа программ, сетевого анализа и в биоинформатике.

Диссертация хорошо структурирована, теоретические выкладки сопровождаются примерами, практически нет грамматических ошибок или опечаток.

В то же время есть ряд замечаний по представлению результатов:

- 1) На стр. 32 в Листинге 1 (алгоритм Форда-Беллмана) пропущен заголовок цикла по ребрам графа;
- 2) На стр. 31-32 (и далее) непривычное использование термина “матрица смежности” для матрицы весов рёбер графа, в то время как в графовой интерпретации термин “функция весов ребер” используется;
- 3) На стр. 46 написано “Стоит отметить, что функция `transitiveClosure` также может быть реализована с использованием методов линейной алгебры, а именно через серию возведений передаваемой булевой матрицы во вторую степень”. Видимо предполагается использование бинарного алгоритма возведения в степень (`exponentiation by squaring`). На стр. 51 написано: “Такое транзитивное замыкание может быть вычислено с использованием известной техники [71], в которой производится серия умножений матрицы смежности на себя”. Видимо и здесь предполагается использование того же алгоритма, однако определенная небрежность в этих отсылках вынуждает читателя придавать тот или иной смысл этим предложениям;
- 4) В продолжение предыдущего замечания следует отметить, что ссылки на работы вида “может быть вычислено с использованием известной техники [71]” должны сопровождаться номерами страниц, без чего читателю трудно проверить корректность ссылки;
- 5) На стр. 47 (и аналогичное замечание к стр. 23) в Листинге 3 неудачное обозначение переменной s , которая используется в двух разных смысловых значениях в одной формуле: как индекс для стартового состояния (s - start): “ $q_s \leftarrow$ начальное состояние конечного автомата $F2$, описывающего регулярный язык”, так и для обозначения произвольного состояния: “`for i, j, s | M* [(i, qs), (j, s)] = 1 do`”;
- 6) На стр. 101 и далее приводятся ответы на вопросы, которым в тексте на с. 97 даны идентификаторы [B1], [B2] и т.д. В то же время, после прочтения пяти и более страниц постановка вопросов забывается, но автор даже вкратце их не повторяет, что заставляет читателя заниматься обратным перелистыванием страниц; особенно это удивляет, когда автор ссылаясь на метрику указывает её идентификатор [M1], определенный пятью страницами ранее, хотя эта метрика определяется всего тремя словами “[M1] - время работы реализаций”. Использование фраз типа “В соответствии с [M1] среднее время работы в секундах рассматриваемых реализаций...” делает текст без нужды формализованным и не соответствует правилам русского языка (если заменить [M1] на его определение получится “В соответствии с временем работы реализаций среднее время работы в секундах рассматриваемых реализаций...”).

Сделанные замечания не относятся к содержательным аспектам выполненного исследования и не умаляют важности полученных результатов.

Диссертация Азимова Рустама Шухратулловича на тему: «Решение задач поиска путей в графе с заданными контекстно-свободными ограничениями с использованием методов линейной алгебры» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Азимов Рустам Шухратуллович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор педагогических наук, доцент

Зав. каф. алгоритмической математики Санкт-Петербургского государственного
электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

01.03.2023

Поздняков С.Н.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧАЛЬНИК ОДС
Т.Л. РУСЯЕВА

