

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Фирюлиной Оксаны Сергеевны

«Алгоритмы поиска максимальных независимых множеств графа и экспериментальная оценка их эффективности», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений: в настоящее время большинство математических моделей в нечисловых предметных областях так или иначе используют аппарат теории графов, и задача отыскания максимальных независимых множеств вершин (а также эквивалентная задача отыскания клик) имеет сотни насущных приложений и интерпретаций. Некоторые примеры приложений из области химии и биоинформатики приведены в четвёртой главе диссертации.

Научная новизна диссертации состоит в том, что предложен новый алгоритм решения задачи, не уступающий и в некоторых случаях превосходящий ранее известные алгоритмы. Данная задача интенсивно изучается различными исследователями более полувека, и всякое продвижение в её решении представляет несомненный теоретический и практический интерес. Во второй главе приведён алгоритм, строящий все максимальные независимые множества вершин, а в третьей главе приведена модификация, строящая наибольшее независимое множество вершин. Оба алгоритма относятся к классу алгоритмов поиска с возвратами и реализуют целый ряд остроумных эвристик, уменьшающих высоту дерева поиска и обеспечивающих сокращение перебора.

Достоверность полученных результатов обеспечена, прежде всего, аккуратными доказательствами корректности всех алгоритмов и построений. Кроме того, считаю необходимым подчеркнуть, что каждый из двух защищаемых алгоритмов описан в диссертации пять раз: на псевдокоде, на естественном языке, в виде детально разобранный примера работы, в форме строгого математического обоснования алгоритма и в форме выполнимой программы. Такое описание я не считаю избыточным, напротив, именно так и следует описывать алгоритмы, поскольку перекрёстные описания на разных языках обеспечивают необходимую степень уверенности в отсутствии случайных описок.

Оформление диссертации заслуживает особой похвалы. Текст практически не содержит опечаток, диссертация имеет простую и понятную структуру, формулы соответствуют отечественным традициям набора формул. Особенно привлекательными мне представляются система определений некоторых понятий теории графов и соответствующих обозначений, введённая в первой главе диссертации, и аккуратный стиль, в котором оформлены программы,

приведённые в приложении. В последнее время, к сожалению, диссертации редко оформляются так, чтобы их было можно прочитать от корки до корки без затруднений, поэтому считаю необходимым подчеркнуть, что диссертацию Фирюлиной мне читать было приятно.

Замечания касаются второй части темы диссертации – экспериментальной оценки эффективности – и относятся к параграфу 5 в главе 2, параграфу 4 в главе 3 и, частично, к главе 4. В этих частях диссертации описываются экспериментальные исследования (названные «тестированием») и практические применения разработанных алгоритмов. Целью экспериментов является измерение и сравнение времени работы различных алгоритмов. Сомнения относятся не к самим вычислительным экспериментам, а к способам интерпретации результатов этих экспериментов. Всего имеется три взаимосвязанных замечания в форме развернутых вопросов.

1) Исследуемые алгоритмы применяются к наборам графов с заданными значениями числа вершин и плотности рёбер, по 10 графов в наборе, полученные результаты усредняются и объявляются временем работы алгоритма для заданного числа вершин и плотности рёбер. При этом рёбра графов каждого набора генерируются случайно в заранее заданном количестве. При такой генерации не учитывается возможный изоморфизм графов в одном наборе. Для очень разреженных и очень плотных графов очень многие сгенерированные графы окажутся изоморфными, и эксперименты могут дублировать друг друга, а для графов с большим числом вершин и средней плотностью генерируемые 10 экземпляров, напротив, не составят и малой доли всех возможных графов и не дадут статистически значимой выборки. Возникает вопрос: насколько правомерно усреднение по фиксированному числу экземпляров, равному 10?

2) При анализе зависимости времени выполнения от плотности при фиксированном числе вершин 12 (графики 19, 20, 28, 29) наблюдается очень странная «пилообразная» картина. Граф с 12 вершинами имеет самое большее $12 \cdot 11/2 = 66$ рёбер, и в этих условиях варьирование параметра плотности от 0% до 100% с шагом 1% означает, что для многих пар соседних значений плотности должно генерироваться одинаковое количество рёбер. Возникает вопрос: чем объясняется различие в несколько порядков по скорости работы, причем как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения для соседних или очень близких значений количества рёбер?

3) В конкретных приложениях, как рассмотренных в диссертации, так и в других предметных областях, графы, в которых необходимо отыскивать независимые множества вершин, отнюдь не являются равномерно случайными, а имеют, напротив, существенные ограничения, выделяющие эти графы в особые классы. Например, графы, представляющие органические молекулы, имеют ограниченную степень вершин (валентность) и другие особенности. Возникает вопрос: как учитываются эти особенности при сведении конкретных

задач в предметных областях к общей задаче поиска независимых множеств? В какой степени результаты экспериментов со случайными графами можно распространять на неслучайные графы, возникающие в конкретных предметных областях?

Эти замечания не отменяют положительных результатов диссертации.

Заключение. Считаю, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Фирюлина Оксана Сергеевна – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
старший научный сотрудник,
профессор кафедры «Прикладная математика»
Института прикладной математики и механики
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет»

Новиков Федор Александрович
195251 Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29 И корпус,
кафедра «Прикладная математика»
Тел.: 8 (812) 552-75-25
e-mail: fedornovikov51@gmail.com



/Новиков Ф.А. /

Подпись *Ф.А. Новикова*
работающего в должности *профессора*
ФГБОУ ВПО "СПбГПУ" заверяю
Специалист по кадровой работе *И.А. Шестерина*

30 МАЙ 2014