

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Коновалова Анатолия Владимировича на диссертационную работу Григорьева Алексея Михайловича «Некоторые задачи маршрутизации с ограничениями и функциями стоимости, зависящими от списка заданий», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Григорьева А.М. посвящена вопросам применения параллельных методов для решения задач маршрутизации перемещений, осложненных условиями предшествования и с функциями стоимости, учитывающими их зависимость от списка невыполненных заданий на текущий момент времени. Отметим, что в обычной постановке, в которой рассматривается классическая задача коммивояжера, эти задачи, как и другие слабо осложненные задачи типа коммивояжера хорошо изучены. Главной особенностью данной работы является то, что в ней исследуется комплекс вопросов, связанных с применением параллельных алгоритмов для решения задач маршрутизации, ориентированных на инженерные приложения, связанные с атомной энергетикой. Это задачи, связанные со снижением облученности персонала атомных электростанции (АЭС) и специалистов аварийно-спасательных формирований при ликвидации аварийных ситуаций, возникающих на АЭС, а также задачи о демонтаже энергоблока АЭС, выведенного из эксплуатации. Поскольку снизить облученность персонала можно не только с помощью различных защитных сооружений, но и за счет оптимальной организации последовательности выполняемых операций, то разработанные в диссертации подходы и алгоритмы решения задачи маршрутизации представляют не только теоретический, но и серьезный практический интерес в плане снижения радиационного воздействия на исполнителей операций по работе с радиационно опасными объектами. Таким образом, тематика данной работы безусловно является актуальной.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 113 наименований. Общий объем работы составляет 114 стр., включая 13 рисунков.

Во введении дано обоснование темы диссертационной работы, сформулированы актуальность и степень разработанности темы, цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Описаны методология и

методы исследования, степень достоверности результатов, апробация работы и сведения о личном вкладе автора в работу.

В первой главе рассматривается решение задачи последовательного обхода мегаполисов с условиями предшествования и внутренними работами, связанными с посещением мегаполисов. Данная задача является обобщением задачи коммивояжера с условиями предшествования (GTSP-PC) и включает на уровне постановки функции стоимости, зависящие от списка невыполненных (на текущий момент) заданий. Это определено, тем, что работник в каждый момент времени находится под воздействием тех и только тех источников излучения, которые не демонтированы на данный момент. На основе метода динамического программирования (ДП) строится параллельный алгоритм для нахождения оптимального решения. При этом для снижения вычислительной сложности активно используются условия предшествования. Выполнен вычислительный эксперимент с использованием суперкомпьютера, убедительно подтверждающий работоспособность предлагаемых автором алгоритмов.

Вторая глава посвящена вопросу локального улучшения эвристических решений в задачах «большой» размерности при последовательном обходе мегаполисов с условиями предшествования и функциями стоимости, допускающими зависимость от списка заданий. Данное улучшение выполняется параллельным алгоритмом, реализуемым в рамках построения специальной оптимизирующей мультивставки с использованием метода ДП в каждой вставке, являющейся элементом мультивставки. Проведен вычислительный эксперимент на супервычислителе, показывающий значительное улучшение исходного эвристического решения в части снижения реальной дозовой нагрузки работника при выполнении демонтажа большого числа излучательных элементов.

В третьей главе исследуются задачи оптимизации маршрута перемещения персонала при проведении работ в нестационарных радиационных полях с учётом обхода возможных препятствий. Описывается метод построения карты радиационного фона на плоскости по заранее измеренным значениям уровня радиации в ряде точек на этой плоскости. Рассматривается также параллельная реализация метода ДП в задаче об оптимальном распределении заданий. Данная задача в перспективе может использоваться в совокупности с решениями маршрутных задач для целей распределения работ, связанных с демонтажем радиационно опасных объектов в интересах большей оперативности и, как следствие, снижения совокупного радиационного воздействия на персонал.

В заключении приводятся итоги исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Научная новизна результатов определяется разработкой и доведением до компьютерной реализации новых параллельных алгоритмов решения задач маршрутизации перемещений и распределения заданий между участниками на основе метода ДП и схемы независимых вычислений в условиях возможного перекрытия потоков данных вычислительной процедуры. При этом автором впервые реализована схема распараллеливания на вычислительном кластере метода ДП, реализующая сквозные вычисления на вычислительных узлах без обмена данными между узлами при последовательном расчёте слоев функции Беллмана.

Важно отметить, что оптимальные решения удалось получить в задаче, которая в своей полной общности представляется исключительно сложной задачей дискретной оптимизации, включающей ограничения и функции стоимости с зависимостью от списка заданий.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, и их достоверность. При анализе предметной области и в процессе написания работы автор опирается на работы отечественных и зарубежных исследователей. Достоверность и обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, подтверждается теоретическими положениями, разработанными автором и его соавторами в большой серии журнальных статей, а также убедительным подтверждением этих положений при проведении компьютерных вычислительных экспериментов.

Полученные результаты неоднократно докладывались и обсуждались на российских и международных научных конференциях.

Автором по теме диссертации опубликовано 13 статей, из них 4 статьи изданы в журналах и в трудах конференций, рекомендованных ВАК, 9 статей - в журналах и в трудах конференций, индексируемых системами WoS и Scopus.

Практическая ценность работы. Построенные новые параллельные алгоритмы могут быть использованы при решении актуальных прикладных инженерных задач:

- минимизации степени облучения персонала АЭС при ликвидации чрезвычайных ситуаций на АЭС или демонтаже выводимого из эксплуатации оборудования;
- маршрутизации, имеющих большую размерность, например, управление инструментом при листовой резке деталей на машинах с ЧПУ;
- распределения заданий.

Замечания по работе. По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. При изложении в первой главе методов и подходов решения рассматриваемых в работе задач не приведено сравнение хотя бы на идейном уровне с вариантом ДП, являющимся развитием подхода Хелда и Карпа, который широко используется в дискретной оптимизации.
2. Имело смысл дополнить тестирование алгоритмов автора экспериментами по решению обобщенной задачи коммивояжера с условиями предшествования на экземплярах задач библиотеки PCGTSP.
3. Хотелось бы предложить автору провести исследования в области задачи оптимизации, включающей в виде своих компонентов маршрутизацию и распределение заданий (в настоящем варианте они рассматриваются отдельно). Возможное применение данной постановки может быть связано, как представляется, с действиями бригады работников при проведении демонтажа радиационно опасных объектов. Данное направление, ввиду сложности возникающей совокупной задачи, имело бы смысл развивать, по крайней мере, на первых порах, с применением эвристик.

Заключение по работе

Сделанные замечания не оказывают влияния на общую положительную оценку работы, ее основные выводы и положения, выносимые на защиту. Текст диссертации Григорьева А.М. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную самостоятельно на актуальную тему и на высоком уровне, написанную логически последовательно. Текст диссертации изложен грамотным языком, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора или источник заимствования. Актуальность темы не вызывает сомнений. Публикации по теме диссертации не содержат результатов научных работ, выполненных в соавторстве, без ссылок на соавторов. Автореферат диссертации соответствует диссертационной работе по всем признакам: по цели, задачам, основным положениям, определения актуальности, научной значимости, новизны и др. Результаты, полученные в процессе исследования, опубликованы и с исчерпывающей полнотой отражают существо рецензируемой работы.

Диссертация в полном объеме соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук. Тематика и содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности

05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

По объему, актуальности тематики, достоверности и новизне полученных результатов, ценности для науки и практики диссертационная работа Григорьева Алексея Михайловича «Некоторые задачи маршрутизации с ограничениями и функциями стоимости, зависящими от списка заданий», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Григорьев Алексей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией механики деформаций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения Уральского отделения Российской академии наук (ИМАШ УрО РАН).

Адрес организации: 620049, Россия, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, 34.

Телефон: +7 (343) 362-30-11. E-mail: avk@imach.uran.ru.

Ав

Коновалов Анатолий Владимирович

08.11.2021г.

Подпись Коновалова Анатолия Владимировича заверяю,

Ученый секретарь ИМАШ УрО РАН, к.т.н.

А.М. Поволоцкая

