

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Воронежский
Государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф.Морозова»
д.э.н., профессор

Морковина С.С.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова» на диссертацию Белых Михаила Алексеевича на тему «Эволюционные алгоритмы для адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы исследования

Актуальность темы диссертационного исследования определяется несколькими основными аспектами.

Задача многокритериальной оптимизации встречается в различных сферах деятельности, в том числе в логистике. Решение данной задачи позволяет наиболее эффективно распределить имеющиеся ресурсы (расходы, время и т. д.) с минимальными потерями. При этом сама задача является сложной, поскольку требуется учитывать ряд критериев (требований и ограничений), которые нередко могут идти вразрез друг с другом.

Эволюционные алгоритмы, такие как генетические алгоритмы, алгоритм муравьиной и пчелиной колоний и др., являются современными инструментами, которые часто используются при решении задач оптимизации. Общей характеристикой данных алгоритмов является то, что они предлагают квазиоптимальные решения, при этом имеют свои особенности в настройке, работе и ситуациях применения.

Существующие программные решения, в которых используются эволюционные алгоритмы и которые применяются при решении задач оптимизации, имеют ряд существенных недостатков. К таковым относятся, к примеру, узкая специализация программ, наличие одного расчетного алгоритма, невозможность оперативного внесения в него модификаций и отсутствие механизмов отслеживания состояния решения, чтобы исключить попадание в локальный оптимум или зависание алгоритма.

Все это подводит к необходимости разработки адаптивной системы, которая имеет в составе несколько эволюционных алгоритмов, использует механизмы адаптации по отношению к ним и позволяет отслеживать состояние решения, чтобы обеспечить наибольшую скорость в получении предельно близкого к оптимальному решения.

Таким образом, тему диссертационного исследования следует признать актуальной.

Содержание работы

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы из 125 наименований и приложения. Основная часть изложена на 128 страницах с 42 рисунками и 6 таблицами. В приложениях приводятся акты внедрения результатов диссертационной работы, в том числе в учебный процесс, и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертации, формулируются цель и задачи, объект и предмет исследований. Также выделены научная новизна, практическая значимость и основные положения защищаемой работы.

В первой главе произведен системный анализ методов решения задач многокритериальной оптимизации с использованием эволюционных алгоритмов. Произведен общий анализ проблематики, рассматривается задача поиска оптимального маршрута, осуществлена систематизация эволюционных алгоритмов, обзор современных средств решения задач оптимизации, а также поставлены задачи исследования.

Во второй главе выполнена формализация многокритериальной задачи оптимизации и описываются механизмы модификации эволюционных алгоритмов. Сформулирована многокритериальная транспортная задача с временными ограничениями. Рассмотрены модификации для каждого эвристического алгоритма. Также в данной главе приведены схемы контроля и обработки результатов проверки текущего решения.

В третьей главе представлена структура адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации. Приведено описание каждого модуля из входящих в состав адаптивной системы. Описаны правила базы знаний для взаимодействия с данными. Приведен пример структурной схемы работы модулей эволюционных алгоритмов. Представлены макеты и созданное на их основе рабочее пространство пользователя для адаптивной системы поддержки принятия решений.

В четвертой главе выполнена апробация адаптивной системы поддержки принятия решений на многокритериальной транспортной задаче оптимизации без ограничений, с маршрутными ограничениями и с временными ограничениями. Приведено обсуждение полученных результатов. Представлены перспективы дальнейшего возможного развития адаптивной системы поддержки принятия решений.

В заключении приведен краткий обзор достигнутых в диссертационной работе результатов.

Автореферат корректно и предельно полно отражает содержание диссертации.

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует научной специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» по следующим пунктам:

п.5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

п.9. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.

Основные научные результаты и их новизна

1. Разработано специализированное математическое описание многокритериальной транспортной задачи оптимизации с временными ограничениями, позволяющее применять адаптивный механизм поиска решения и отличающееся использованием модифицированных эволюционных алгоритмов.

2. Спроектирован механизм модификации эволюционных алгоритмов (генетический, муравьиной колонии, пчелиной колонии), позволяющий ускорить процесс решения многокритериальных задач оптимизации (посредством варьирования правил скрещивания и мутаций, отбора, формирования новых популяций, изменения феромона и т. д.) и отличающийся учетом результатов предыдущих решений.

3. Разработан адаптивный механизм проверки текущего решения, отличающийся учетом скорости на каждой итерации результатов для последующей обработки и внесения оперативных корректировок в системе поддержки принятия решений.

4. Спроектирована структура адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи, позволяющей производить ускоренный поиск и оптимизацию и отличающейся использованием базы знаний, содержащей данные о полученных ранее решениях.

Достоверность и обоснованность результатов

Достоверность результатов обусловлена корректным использованием теоретических методов исследования, строгостью применяемого математического аппарата и подтверждена результатами сравнительного анализа данных вычислительных экспериментов, а также практическим внедрением в ряд компаний и в учебный процесс.

Значимость полученных результатов

Теоретическая значимость заключается в разработке методов системного анализа для построения адаптивной системы, которая имеет в составе несколько эволюционных алгоритмов (генетический алгоритм, алгоритм муравьиной колонии и алгоритм пчелиной колонии), использует механизмы адаптации по отношению к ним и позволяет отслеживать состояние решения, чтобы обеспечить наибольшую скорость в получении предельно близкого к оптимальному решения.

Практическая значимость характеризуется применением результатов диссертационного исследования при разработке программного обеспечения компаниями «Киинай», «Девелоперс» и «АйТи Комфорт», что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Публикации и апробация работы

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на различных научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в числе которых 4 публикации в изданиях списка ВАК РФ категорий К-1 и К-2.

Все результаты диссертационной работы получены Белых М.А. лично.

Рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, будут полезны как для транспортных компаний, которым требуются эффективные системы решения логистической транспортной задач оптимизации, так и для

компаний-разработчиков программного обеспечения в качестве фундамента при проектировании адаптивных систем поддержки принятия решений.

Также полученные в диссертации результаты могут быть основой для дальнейшего исследования в области решения задач многокритериальной оптимизации.

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертации могут быть связаны с расширением спектра алгоритмов адаптивной системы (в том числе не входящих в состав эволюционных алгоритмов), использованием облачных вычислений и внедрением нейросетевых технологий.

Замечания

1. В разделе 1.2.1 диссертации рассматривается и описывается задача коммивояжера с временными ограничениями как более сложная вариация классической задачи коммивояжера. Но в дальнейшем эта задача и ее математическое описание не фигурирует.

2. В разделе 1.2.3 работы после рассмотрения парето-оптимизации приводятся в пример многоцелевое программирование Сена, достижение скаляризирующих задач Вержбицкого и скаляризация Чебышева как более сложные варианты скаляризации. Возможно, стоило бы остановиться на этих примерах поподробнее, привести их краткое описание.

3. В разделе 1.3 диссертации приводится описание эволюционных алгоритмов как инструмента решения задач оптимизации, рассматриваются три используемых в дальнейшем алгоритма: генетический алгоритм, алгоритм муравьиной колонии и алгоритм пчелиной колонии. Однако видов эволюционных алгоритмов больше (например, дифференциальная эволюция и нейроэволюция), стоило также затронуть и их, а также указать причину, почему они не были отобраны.

4. В разделе 3.4 работы приводится содержимое результирующего файла-обработчика. Представленное изображение содержит очень мелкие детали, возможно, стоило привести его в другой, более удобный для обозревания вид.

Приведенные замечания не влияют на итоговую значимость диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

Заключение

Диссертационная работа Белых Михаила Алексеевича «Эволюционные алгоритмы для адаптивной системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации транспортной задачи» представляет собой законченное научное исследование. Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, паспорту специальности ВАК 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а ее автор Белых Михаил Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв был рассмотрен на заседании института цифровых и интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет», протокол № 1 от «20» января 2025 года.

На заседании присутствовало 12 сотрудников, из них 7 докторов наук (по специальности 2.3.1 – 3 доктора наук).

Директор института цифровых
и интеллектуальных систем
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет»,
д.т.н., профессор

 В.К. Вальников В.К.

Адрес: 394087, Россия, Воронежская обл.
г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет»,
Сайт: <https://vgltu.ru/>
Телефон: +7 (473) 253-78-47
e-mail: vglta@vglta.vrn.ru

