

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра социальной информатики

РЕШЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЭВОЛЮЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

(автореферат бакалаврской работы)

студента 4 курса 451 группы
направления 09.03.03 - Прикладная информатика
профиль Прикладная информатика в социологии
социологического факультета
Чикарева Дениса Алексеевича

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук,
доцент

_____ М.Г. Плешаков
подпись, дата

Зав. кафедрой
кандидат социологических наук, доцент

_____ И.Г. Малинский
подпись, дата

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

В современную эпоху эффективность и оптимизация логистических процессов выступают ключевыми факторами, обеспечивающими конкурентоспособность предприятий и организаций различных секторов экономики. Решение логистических задач предполагает планирование, управление и контроль за потоками материальных, информационных и финансовых ресурсов с целью сокращения затрат и повышения уровня обслуживания клиентов. В условиях постоянных рыночных изменений и усложнения логистических систем традиционные методы оптимизации зачастую оказываются недостаточно гибкими и результативными.

Одним из перспективных направлений в решении сложных логистических задач является использование методов эволюционных вычислений, которые базируются на моделировании процессов естественного отбора и эволюции. Такие подходы позволяют находить качественные решения в условиях высокой сложности и многомерности задач, а также обеспечивают адаптацию к динамическим изменениям внешней среды.

Актуальность обусловлена возрастающей сложностью современных логистических систем и необходимостью поиска эффективных методов их оптимизации. В условиях динамично меняющейся рыночной ситуации, увеличения объемов грузоперевозок и повышения требований к скорости и качеству обслуживания клиентов традиционные методы планирования и управления часто оказываются недостаточно гибкими и не позволяют достигать оптимальных результатов в кратчайшие сроки.

Эволюционные алгоритмы, основанные на моделировании процессов естественного отбора и генетической эволюции, зарекомендовали себя как мощные инструменты для решения сложных задач оптимизации, особенно в условиях высокой многомерности и нелинейности. Их способность находить приближенные решения в приемлемые сроки делает их особенно актуальными для логистики, где требуется быстрое реагирование на изменения внешней среды и поиск оптимальных маршрутов и распределения ресурсов.

Объектом исследования является система логистического управления.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы эволюционных решений, применяемые для решения логистических задач, в частности, задач улучшения деятельности в сфере здравоохранения.

Цель исследования заключается в применении генетического алгоритма для поиска оптимального варианта нахождения длительности пребывания пациента в больнице.

Для достижения поставленной цели работы были определены следующие **задачи**:

1. Изучить теоретические основы логистики.
2. Изучить эволюционные алгоритмы, применяемые для решения оптимизационных задач.
3. Разработать программу для нахождения длительности пребывания пациента в больнице.

Теоретико-методологические основания исследования содержат наработки в сфере исследования как генетики в принципе, так и кейсов применения продуктов на основании генетических алгоритмов в практике решения логистических задач, в основном.

Эмпирической базой выпускной квалификационной работы является база данных, предоставляемая Analytics Virhya в рамках хакатона «Аналитика здравоохранения II»¹

Теоретическая значимость исследования заключается в возможности использования основных положений и выводов данной работы для дальнейшего изучения выбранной проблематики.

Структура выпускной квалификационной работы представлена введением, тремя разделами, заключением и списком использованных источников.

¹ Janatahack: Healthcare Analytics II\ Analytics Virhya [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.analyticsvidhya.com/datahack/contest/janatahack-healthcare-analytics-ii/#ProblemStatement> / (дата обращения 04.01.2025).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ»

рассмотрено понятие логистики как системы управления потоками товаров, информации и услуг, а также ее роль в современных бизнес-процессах. Проанализированы ключевые компоненты логистической системы, включая планирование, организацию, управление и контроль за движением ресурсов от точки производства до конечного потребителя.

В настоящее время логистика как наука об управлении и оптимизации материальных и сопутствующих (финансовых, информационных и других) потоков приобретает новую окраску, новые черты, свойственные развитию постиндустриального общества. Речь идет о новых парадигмах, связанных с идеологией интегрированного управления логистическими цепями поставок и проблематикой формирования основных приоритетов взаимоотношений и взаимодействия партнеров, обслуживающих материальные и сопутствующие потоки и способствующих их ускоренному продвижению по всей цепи материального производства и реализации готовой продукции. В этих условиях на первое место выдвигаются проблемы системного управления цепями поставок. При этом особенности управления в отдельных звеньях цепи поставок или в обособленных функциональных областях логистики также претерпевают существенные изменения, меняют целевые ориентиры, требуют настройки на достижение глобальных целей интегрированной цепи поставок с учетом субоптимизации управления ее составными частями.

Для решения конкретных проблем, возникающих при анализе и синтезе логистических систем и методов управления на разных экономических уровнях используются более детальные методы: программно-целевое планирование, функционально-стоимостной анализ, методы прогнозирования, методы моделирования и т. п. В ретроспективном периоде были разработаны методологические принципы логистики и SCM, основными из которых являются следующие.

- 1) Системный подход — все элементы логистической системы

рассматриваются во взаимосвязи и взаимодействии для достижения единой цели управления.

2) Принцип тотальных затрат – учет всей совокупности издержек управления материальными и связанными с ними информационным и финансовыми потоками по всей логистической цепи.

3) Принцип глобальной оптимизации – при оптимизации необходимо согласование локальных целей функционирования элементов системы для достижения глобального оптимума.

4) Принцип логистической координации и интеграции – необходимо согласование и интегрированное участие всех звеньев ЛС от ее начала и до конца в управлении потоковыми процессами при реализации целевой функции.

5) Принцип моделирования и информационно-компьютерной поддержки – при проектировании ЛС используются модели и компьютерная поддержка принятия решений.

6) Принцип разработки необходимого комплекса подсистем, обеспечивающих процесс логистического менеджмента, – функциональные – основные и обеспечивающие – подсистемы.

7) Принцип TQM – всеобщего управления качеством – обеспечение надежности и качества работы каждого элемента ЛС для обеспечения общего качества товаров и сервиса, поставленных конечным потребителям.

8) Принцип гуманизации всех функций и технологических решений в логистических системах — соответствие экологическим требованиям по охране окружающей среды, эргономическим, социальным, этическим.

9) Принцип устойчивости и адаптивности – ЛС должна устойчиво работать при отклонении параметров внешней среды. При значительных отклонениях параметров внешней среды ЛС должна автоматически приспосабливаться к новым условиям.

Второй раздел «ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ» посвящен анализу и описанию эволюционных алгоритмов как одного из наиболее эффективных инструментов для решения сложных задач оптимизации. В этом разделе будут рассмотрены основные принципы работы эволюционных алгоритмов, включая механизмы отбора, скрещивания и мутации, а также их применение в различных областях, таких как управление ресурсами, планирование и проектирование. Проведен обзор существующих видов эволюционных алгоритмов, таких как генетические алгоритмы, генетические программирования и дифференциальная эволюция, с акцентом на их преимущества и недостатки. Рассмотрена структура и этапы работы генетического алгоритма, включая формулирование целевой функции, создание начальной популяции, оценку приспособленности особей и процесс итеративного улучшения решений.

В разделе представлено несколько примеров успешного применения эволюционных алгоритмов для решения реальных задач оптимизации в различных сферах, таких как логистика, экономика и экология. В заключение раздела будут обсуждены перспективы дальнейших исследований в области эволюционных методов и их потенциал для решения новых вызовов в управлении общественными ресурсами.

Большинство задач науки и техники относятся к обширному классу проблем поиска оптимальных решений, т. е. к оптимизационным задачам. Часть задач оптимизации относится к классу комбинаторных и они, в большинстве случаев, имеют не одно, а множество решений различного качества. Существует множество алгоритмов для решения таких задач. Ядром всех комбинаторных алгоритмов являются операции полного или сокращенного перебора подмножеств решений. Стратегия комбинаторного перебора в различных алгоритмах реализуется по-разному. Для поиска лучшего решения, как правило, осуществляются направленный, случайный и

комбинированный переборы всевозможных значений параметров задачи. В этой связи разрабатывается большое число точных, переборных и эвристических методов решения этих задач. До последнего времени не существовало эффективного механизма поиска решений на множестве альтернатив, что затрудняло получение качественных результатов за приемлемое время.

Алгоритмы, решающие логистические задачи, разделяют на точные, эвристические и метаэвристические.

Эвристические алгоритмы – это алгоритмы, которые будучи основанными на некоем правиле (эвристике), не всегда следующей из строгих математических принципов, в подавляющем большинстве случаев дают решение, близкое к точному.

Эвристические алгоритмы делятся на:

- 1) двухфазные алгоритмы;
- 2) конструктивные алгоритмы;
- 3) улучшающие алгоритмы.

Метаэвристические алгоритмы, т.е. методы оптимизации, разработанные в соответствии со стратегиями, изложенными в метаэвристической структуре, - как следует из названия, всегда эвристичны по своей природе. Этот факт отличает их от точных методов, которые приходят с доказательством того, что оптимальное решение будет найдено в конечном (хотя и часто непомерно большом) количестве времени. Поэтому метаэвристика разработана специально для того, чтобы найти решение, которое «достаточно хорошо» в вычислительном времени, которое «достаточно мало». В результате они не подвергаются комбинаторному взрыву – явлению, в котором вычислительное время, необходимое для нахождения оптимального решения NP-трудных задач, возрастает как экспоненциальная функция размера задачи.

Список из самых часто используемых метаэвристических алгоритмов:

- 1) муравьиный алгоритм (Ant Algorithm);
- 2) детерминированный отжиг (Deterministic Annealing);
- 3) генетические алгоритмы (Genetic Algorithms);
- 4) поиск с запретами (Tabu Search).

Третий раздел «РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБ УПРАВЛЕНИИ ОБЩЕСТВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА» посвящен разработке алгоритма и программе, использующая данный алгоритм с дополнительными условиями, подводятся результаты работы разработанного алгоритма.

Язык программирования является формальным языком, который указывает на набор инструкций, которые могут быть использованы для производства различных видов продукции. Языки программирования обычно состоят из инструкций для компьютера. Языки программирования могут использоваться для создания программ, реализующих определенные алгоритмы. Для разработки алгоритмов для решения задач маршрутизации транспорта применяются различные языки программирования.

Рассмотрим основные из них:

Java — высокоуровневый, объектно-ориентированный язык программирования.

Преимущества Java:

1. возможность использования объектно-ориентированных парадигм;
2. богатая библиотека;
3. относительная простота языка;
4. большая безопасность;
5. мультиплатформность;
6. имеет множество удобных инструментов для автоматизации сборок.

Недостатки Java:

1. ресурсоемкость.

C++ – высокоуровневый язык программирования.

Преимущества C++:

1. поддерживает различные стили и технологии;
2. возможность применения шаблонов для написания обобщенных контейнеров;
3. возможность имитации расширения языка для поддержки парадигм, которые не поддерживаются компиляторами напрямую;
4. имеется возможность работы на низком уровне с памятью, адресами.

Недостатки C++:

1. сложность и избыточность.

Matlab – высокоуровневый язык программирования, предназначенный для технических расчетов.

Преимущества Matlab:

1. прост для изучений;
2. упрощенная разработка новых алгоритмов;
3. ежегодные обновления модулей;
4. наличие готовых модулей для работы с нейронными сетями различных типов.

Недостатки Matlab:

1. низкая вычислительная производительность;
2. перегруженность операторами и функциями.

Первой и наиважнейшей стадией при разработке эволюционного алгоритма является конструирование наиболее пригодного представления генотипа – структуры решений. Структура решений должна быть спроектирована таким образом, чтобы генотип решения мог быть раскодирован максимально однозначно в решение поставленной задачи с целью оценки его качества и валидности (при наличии ограничений). При этом, важно, чтобы генотип был удобен для реализации эволюционных операторов и позволял осуществлять полноценный поиск по пространству решений без усложнения размерности задачи и излишних вычислительных затрат. В общем можно выделить следующие типы представления решений:

бинарные, целочисленные, вещественнозначные, комбинаторные и древовидные. Например, решения задачи обучения параметров искусственной нейронной сети очевидно могут быть закодированы в виде вектора вещественных чисел. В данном случае, вектор параметров является генотипом, а сама нейронная сеть, построенная на этом векторе значений, будет являться фенотипом.

К достоинствам эволюционных алгоритмов и мотивации для их применения относят:

- возможность представления решаемой задачи в формате оптимизации «чёрного ящика»;
- возможность изменять важность оптимизационных критериев или решать многокритериальную задачу без изменения в структуре самого алгоритма и кодировки решения;
- итеративность и возможность получения текущего результата в любой момент времени;
- возможность получения интуитивно неожиданного решения;
- возможность динамической адаптации к изменяемой среде;
- интерес с точки зрения использования природных концепций и автоматического нахождения решений без использования специфики предметной области.

В настоящее время создано множество программных средств и фреймворков для упрощения разработки эволюционных алгоритмов и улучшения их производительности за счёт параллелизации вычислительных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены основные аспекты логистики как важной составляющей эффективного управления современными организациями, в том числе медицинскими учреждениями. Анализ теоретических основ логистики позволил выявить ключевые принципы и методы, применяемые для оптимизации процессов и повышения их

эффективности.

Во втором разделе была проведена обзор эвристических алгоритмов, которые представляют собой мощные инструменты для решения сложных задач оптимизации, особенно в условиях ограниченного времени и ресурсов. Рассмотренные методы работы с эвристическими алгоритмами показали свою универсальность и способность находить качественные решения в многомерных пространствах.

Использование генетического алгоритма в улучшение эффективности работы больницы позволило разработать решение, способное минимизировать затраты времени и ресурсов при планировании работы учреждения. Реализованный подход демонстрирует перспективность применения эвристических методов в сфере здравоохранения и может служить основой для дальнейших исследований и внедрения автоматизированных систем управления.