

Молостов Д.Д.,

Магистрант,

Казанский национальный исследовательский

технологический университет

Россия, г. Казань

Научный руководитель: Плещинская И.Е.,

Кандидат физико-математических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский

технологический университет

Россия, г. Казань

УПАКОВКА И ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ГРУЗОВ В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

***Аннотация:** В данной статье рассматривается теория упаковки и оптимального расположения объектов в ограниченном пространстве. В частности, в ней обсуждаются проблема бин-пакинга, проблема размещения в контейнере и проблема укладки. Для решения этих проблем используются различные алгоритмы и подходы. В ходе анализа описываются факторы, которые следует учитывать при выборе алгоритма.*

***Ключевые слова:** теория упаковки, оптимальное расположение объектов, контейнер, проблема бин-пакинга, проблема размещения в контейнере, проблема укладки, алгоритмы.*

***Abstract:** This article considers the theory of packing and optimal arrangement of objects in a limited space. In particular, it discusses the bin packing problem, the container loading problem and the packing problem. Various algorithms and approaches are used for solving these problems. The analysis describes factors to be considered when choosing an algorithm.*

***Keywords:** packing theory, optimal arrangement of objects, container, bin packing problem, container loading problem, packing problem, algorithms.*

Теория упаковки и оптимального расположения объектов в ограниченном пространстве является важной областью исследований в прикладной математике. Она изучает способы размещения набора объектов различных форм и размеров внутри контейнера или пространства таким образом, чтобы использовать доступное пространство максимально эффективно. В контексте транспортировки грузов это означает оптимизацию загрузки транспортных средств и уменьшение количества пустот.

Основные проблемы, связанные с упаковкой и оптимальным расположением объектов, включают:

1) Проблема бин-пакинга (Bin Packing Problem, BPP): как разместить объекты различных размеров в минимальном количестве контейнеров (бинов) фиксированного размера так, чтобы минимизировать количество неиспользованного пространства.

2) Проблема размещения в контейнере (Container Loading Problem, CLP): как оптимально разместить набор объектов разных форм и размеров внутри контейнера с учетом ограничений по весу, объему и других транспортных условий.

3) Проблема укладки (Packing Problem): как разместить объекты различных форм и размеров на двумерной плоскости или в трехмерном пространстве, чтобы минимизировать занимаемую площадь или объем.

Для решения этих проблем разработано множество алгоритмов и подходов, такие как:

1) Эвристические алгоритмы:

– First Fit: алгоритм последовательно размещает объекты в контейнерах в порядке поступления, используя первый контейнер, в который объект помещается.

– Best Fit: алгоритм размещает объекты в контейнерах таким образом, чтобы минимизировать неиспользованное пространство в каждом контейнере.

– Next Fit: алгоритм размещает объекты в контейнерах, используя текущий контейнер, до тех пор, пока объект не помещается, после чего переходит к следующему контейнеру.

2) Метод ветвей и границ (Branch and Bound): точный метод, который систематически исследует пространство решений, отсекая подмножества решений, которые не могут привести к оптимальному результату. Этот алгоритм может гарантировать оптимальность, но может быть вычислительно сложным для больших задач.

3) Метаэвристические алгоритмы:

– Генетический алгоритм: использует принципы эволюции для поиска оптимальных решений, такие как селекция, скрещивание и мутация.

– Муравьиный алгоритм: использует механизмы, сходные с поведением муравьев в природе, для решения задач оптимизации, основываясь на коммуникации через феромоны.

– Алгоритм имитации отжига: алгоритм, основанный на аналогии с процессом отжига в металлургии, для поиска оптимальных решений с использованием случайных изменений и контролируемой температуры.

– Метод роя частиц: основан на поведении стаи птиц или рыб, оптимизирует решение с использованием пространства поиска и взаимодействия частиц.

4) Гибридные подходы: комбинации различных алгоритмов и методов, например, точных методов с метаэвристическими или эвристическими алгоритмами с машинным обучением, для достижения более быстрых и точных решений. Примеры гибридных подходов:

– Гибридный генетический алгоритм: комбинация генетического алгоритма с другими эвристическими, метаэвристическими или точными методами для улучшения скорости сходимости и качества решений.

– Адаптивный алгоритм (на базе муравьиного алгоритма) упаковки: использует машинное обучение для анализа и адаптации эвристических алгоритмов, чтобы учитывать различные характеристики задачи упаковки и оптимального расположения объектов.

– Многоагентный алгоритм: использование различных агентов или подходов, которые работают совместно, чтобы найти оптимальное решение. Эти агенты могут включать комбинации эвристик, мета-эвристик и точных методов.

При выборе алгоритма оптимизации и расчета оптимального заполнения, учитываются следующие факторы:

– Размер и сложность задачи: для небольших и средних задач эвристики и мета-эвристики могут дать приемлемые решения, в то время как для больших и сложных задач могут потребоваться точные методы или гибридные подходы.

– Требования к точности решений: если оптимальность решения является критическим фактором, используют точные методы или гибридные подходы, которые могут гарантировать оптимальность.

– Время на решение задачи.

– Наличие экспертного знания и ресурсов: применение некоторых алгоритмов может потребовать значительных знаний и опыта, а также вычислительных ресурсов для их реализации и настройки.

Использование современных алгоритмов оптимизации и расчета оптимального заполнения может значительно улучшить эффективность процессов транспортировки и упаковки изделий. Они могут помочь предприятиям:

– Минимизировать затраты на транспортировку и складирование: оптимизация загрузки транспортных средств и использование доступного пространства позволяют снизить общие расходы на транспортировку и хранение.

– Улучшить планирование и логистику: алгоритмы оптимального заполнения позволяют более точно планировать потребности в транспортных средствах, контейнерах и складских помещениях.

– Сократить время простоя и повысить производительность: оптимальная организация грузов в транспортных средствах ускоряет процессы погрузки и разгрузки, что в свою очередь сокращает время простоя транспорта и увеличивает производительность логистических операций.

– Улучшить безопасность и уменьшить риск повреждений: оптимальное расположение изделий в транспортных средствах и контейнерах уменьшает риск их повреждения во время транспортировки и складирования.

– Снизить экологическое воздействие: оптимизация загрузки транспортных средств приводит к сокращению количества необходимых поездок и, следовательно, к снижению выбросов загрязняющих веществ и потребления топлива.

Выбор подходящего алгоритма оптимизации и расчета оптимального заполнения основывается на характеристиках конкретной задачи и требованиях предприятия. Важно также учитывать возможность адаптации и масштабирования алгоритма для обработки различных видов изделий и изменений в их характеристиках и объемах. Такой подход позволяет создать гибкую и эффективную систему управления логистикой и транспортировкой, которая будет способствовать успешному развитию предприятия в условиях конкурентной борьбы.

Использованные источники:

1. Луцан М.В., Нужнов Е.В. Трехмерная упаковка прямоугольных объектов с определением последовательности их погрузки // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным системам «IS-IT'11». Научное издание в 4-х томах. Т. 3. – М.: Физматлит, 2011. – С. 285-291.
2. Луцан М.В., Нужнов Е.В. Разработка методов трехмерной упаковки // X Всероссийская научная конференция молодых ученых аспирантов и студентов «Информационные технологии, системный анализ и управление». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – Т. 1. – С. 95-97.
3. Нужнов Е.В., Луцан М.В. Информационная среда поддержки автоматизированного грузового терминала на основе использования интеллектуальных агентов // Интеллектуальные системы. Коллективная монография. Вып. 6 / Под ред. В.М. Курейчика. – М.: Физматлит, 2013. – С. 227-242.
4. Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И. Теория эволюционных вычислений. – М.: Физматлит, 2013.
5. Нужнов Е.В., Барлит А.В. Трехмерная упаковка несвязных элементов на основе эвристических процедур. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. – 23 с.
6. Берёза А.Н., Стороженко А.С. Комбинированный многопопуляционный муравьиный генетический алгоритм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 9 (86). – С. 24-31.
7. Илесалиев, Д.И. Анализ существующих методов перегрузки тарноштучных грузов / И.Д. Илесалиев, Е.В. Коровяковский // Современные проблемы транспортного комплекса России. Серия «Технология и организация перевозок». – 2015 – Выпуск 1 – №6 – С. 38–42.