

ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ФИГУРНОГО РАСКРОЯ УПАКОВКИ

Яблонский Д.А.

*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
г.Москва*

Ключевые слова: задача раскроя упаковки, геометрический объект, регулярный раскрой, нерегулярный раскрой.

Аннотация. Проведен обзор существующих методов и подходов решения задач фигурного раскроя упаковки при размещении деталей сложной формы.

Одной из актуальных и современных задач для любой сферы человеческой деятельности на протяжении всего времени является экономия ресурсов. При решении задачи раскроя (компоновки) целью является создание карт раскроя, при которых получается максимальное количество заготовок деталей и, таким образом, достигается минимизация отходов материалов. Такая задача называется задачей раскроя-упаковки. Причина растущего интереса к задачам такого типа состоит в их принадлежности к NP-трудным (Nondeterministic polynomial) проблемам, а также в широкой применимости результатов в различных предметных областях. В частности выделяют одномерные, двумерные и трехмерные задачи Р-У.

Для фигурных задач Р-У можно использовать геометрические объекты (ГО) сложных форм: выпуклой, вогнутой и выпукло-вогнутой.

Задачи данного типа подразделяются на задачи регулярного и нерегулярного размещения. Регулярное размещение обеспечивается параллельными переносами размещаемых геометрических объектов в пространстве на некоторую константу, причем все группы объектов одинаково расположены по отношению к краю листа, во всех остальных случаях рассматриваются задачи нерегулярного размещения объектов.

Также задачи делятся на гильотинный раскрой и прямоугольную упаковку. В обоих случаях необходимо разделить большой прямоугольник на малые так, чтобы их стороны были параллельны сторонам большого. Эти задачи отличаются технологией разделения. Гильотинность предполагает возможность только сквозных резов, параллельных кромкам раскраиваемого материала, которые исходят из одномерного раскроя. В прямоугольном негильотинном раскрое нужно перебирать всё множество допустимых решений. Для таких задач методы улучшенного перебора объединены в «метод ветвей и границ». В 1986 г. Ю.Г. Стоян и С.В. Яковлев описали общую схему метода и привели основные алгоритмы.

Несмотря на многообразие различных подходов к созданию точных алгоритмов размерность (число уравнений) этих решаемых задач редко превосходит 20. Это связано с тем, что пока не найдено способа определения эффективной нижней границы, и для доказательства оптимальности приходится перебирать все возможные варианты.

Задача регулярного размещения довольно хорошо изучена. Для ее решения в совокупности применяется точный метод аппроксимации и декомпозиции, сводящий проблему к последовательному решению ряда алгоритмически простых задач. Данный метод считают универсальным в решении фигурных задач, но применять его в нерегулярном раскрое нецелесообразно, т.к. алгоритм эффективен только при небольшом количестве ГО, примерно похожих по форме. При увеличении количества ГО такой метод не позволяет формировать подходящую карту раскроя и может отвечать требованиям работы.

Решить задачи фигурного нерегулярного раскроя точными методами практически невозможно. Сложность их решения заключается как в конфигурации геометрических объектов, так и в сложности достижения точного результата. При решении таких задач требуется использовать очень сложный математический аппарат, при этом требуемая точность решения не может быть гарантированно достигнута. Поэтому задача поиска эффективных алгоритмов решения задачи нерегулярного размещения геометрических объектов в настоящее время остаётся актуальной.

Для получения примерного результата методом нерегулярного фигурного раскроя нередко применяются эвристические методы. Среди таких методов наиболее популярны: имитация отжига, генетический алгоритм, поиск с запретами. Имитация отжига и поиск с запретами характеризуются «прокладыванием» маршрута в пространстве поиска, который является последовательностью решений, где каждое решение является соседним для предыдущего относительно некоторой окрестности. В генетическом алгоритме для нахождения очередного нового решения используются процедуры скрещивания и целенаправленных мутаций (изменений, происходящих случайным образом).

Наиболее приемлемым подходом к решению задачи раскроя-упаковки является группировка гетерогенных геометрических объектов и объединение сформированных таким образом блоков для последующего размещения на рассматриваемой плоскости. Такой подход является малоизученным и новым в разработке алгоритмов для задачи раскроя упаковки и гарантирует максимально возможное плотное размещение гетерогенных деталей. Тем не менее, разработка новых методов решения задачи нерегулярного раскроя по-прежнему остается важным направлением оптимизации производства и решения практических задач экономии ресурсов.

Список литературы

1. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. - Киев. : Наук.думка, 1986. - 286с.
2. Верхотуров М.А. Задача нерегулярного размещения геометрических объектов // Современное состояние методов решения – 2000. – №5. – С. 37-2.
3. Roberto Baldacci , Marco A. Boschetti, Maurizio Ganovelli, Vittorio Maniezzo. Algorithms for nesting with defects.
4. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Буркова А.В. Основные методы решения задачи фигурной нерегулярной укладки плоских деталей [Электронный ресурс] – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2043>

5. Петунин А.А., Мухачева Э.А., Филиппова А.С. Метод прямоугольной аппроксимации для решения задач нерегулярного фигурного раскроя упаковки // Информационные технологии. – 2008. – № 1. – С. 28-1.
6. Верхотуров М.А., Логинов Е.В., Лохматов О.В., Петренко С.В. // Об одной реализации автоматизированной системы нерегулярного раскроя листового материала на заготовки сложных форм // Международная конференция ИСТ'2003. [Электронный ресурс] - URL: <http://ermak.cs.nstu.ru/ist2003/papers/verhoturov.pdf>
7. Месягутов М. А. Задача двумерной ортогональной упаковки: поиск нижней границы на базе решения одномерной продолженной упаковки // Информационные технологии. – 2010. – №6. – С. 13-23.

Сведения об авторе:

Яблонский Дмитрий Анатольевич – магистрант МГТУ "СТАНКИН", г.Москва.

OVERVIEW OF METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF FIGURE CUTTING AND PACKAGING

Yablonsky D.A.

Keywords: cutting and packing problem, geometric object, regular cutting problem, irregular cutting problem.

Abstract. Review of existing methods and approaches to solving problems of figure cutting and packing when placing parts of complex shapes.