

УРОВНЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ УПАКОВКИ ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ В НЕСКОЛЬКО ПОЛОС

А.А. Белых, М.В. Баркова

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова

СО РАН

ab200000@mail.ru, mbarkova@icc.ru

Задача упаковки прямоугольников в полубесконечные полосы (Multiple Strip Packing Problem) – это геометрическая задача, которая для двумерного случая может быть сформулирована следующим образом. Дан набор прямоугольников, для каждого из которых определена ширина и высота, а также конечное число полос с фиксированной шириной и бесконечной высотой. Требуется найти ортогональную упаковку без перекрытий данного набора прямоугольников в полосы так, чтобы высота размещения была минимальной. Любые вращения прямоугольников запрещены. Эта задача возникает в различных сферах, например, области планирования и управления вычислительными ресурсами SPARK-систем. Другим примером является область промышленного производства, где прямоугольные элементы необходимо вырезать из листа материала (например, ткани или бумаги), который имеет фиксированную ширину, но бесконечную длину, таким образом, чтобы минимизировать потери материала.

Рассматриваемая задача упаковки может быть сформулирована как задача целочисленного программирования. Известно, что эта задача является NP-трудной, поэтому использование точных методов решения на практике зачастую затруднено. В данной работе вместо исходной задачи ищется решение ее частного случая, в котором прямоугольники размещаются на так называемых уровнях («полках»). Уровень представляет собой горизонтальную линию, проведенную вдоль верхней грани первого (и как следствие, самого высокого) прямоугольника предыдущего уровня.

Для решения данной задачи были разработаны алгоритмы NFDH (Next Fit Decreasing Height) и FFDH (First Fit Decreasing Height), являющиеся обобщениями известных жадных алгоритмов для задачи упаковки в одну полосу. В предложенных алгоритмах прямоугольники сортируются в порядке невозрастания высот и упаковываются слева направо вдоль основания текущего уровня, пока это возможно. В алгоритме NFDH, когда на текущем уровне становится недостаточно места для размещения следующего прямоугольника, упаковка на этом уровне прекращается. В этот момент определяется полоса с минимальной текущей высотой упаковки. На этой полосе открывается новый уровень, на котором продолжается упаковка. В алгоритме FFDH каждый следующий прямоугольник, который должен быть упакован, размещается на первом в порядке открытия уровне, на котором достаточно места. Новый уровень открывается на полосе с минимальной текущей высотой упаковки только в том случае, если места для размещения нет ни на одном из предыдущих уровней. Предложенные алгоритмы реализованы на языке Python. Проведено сравнение работы двух алгоритмов на реальных тестовых данных.

1. Vasilyev I.L., Ushakov A.V., Barkova M.V., Zhang D., Ren J., Chen J. Fast Heuristic Algorithms for the Multiple Strip Packing Problem // CCIS. 2021. V. 1476. P. 284–297.