

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЛОВЫХ ОТХОДОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЛОТНОЙ УКЛАДКИ

И.С. Кущева¹, Е.С. Хухрянская¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается возможность использования обрезных элементов в проектировании модульной геометрической укладки. Определены критерии деловых отходов, по которым элементы можно сохранять для дальнейшего использования. Приведен алгоритм выборки детали по требуемым характеристикам.

Ключевые слова: геометрическое моделирование, автоматизация проектирования, оптимизация, размещение объектов, выбор объектов, плотная упаковка.

USING BUSINESS WASTE IN DENSE STACKING DESIGN

I.S. Kushcheva¹, E.S. Khukhryanskaya¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers the possibility of using edged elements in the design of modular geometric packaging. Business waste criteria have been defined for which items can be saved for future use. The part selecting algorithm for according to the required characteristics is given.

Keywords: geometric modelling, design automation, optimization, objects placement, objects selecting, dense stacking.

Введение

Геометрическая укладка/упаковка элементов в виде регулярного рисунка в рамках плоского контейнера является сложной задачей [1], требующей существенных затрат временных и сырьевых ресурсов, поэтому в современном производстве, где возможно, происходит переход к модульному проектированию [2]. Основной идеей такого современного и технологичного подхода является разбиение общего решения на изотетичные блоки, в которых располагается единственный раппорт орнамента $\overline{Wr}$, а укладка происходит путем компоновки таких

блоков способом шип-паз или замок, при этом снижается сложность разработки и реализации задуманного проекта. Так, в проектировании напольных покрытий получил распространение модульный паркет, с одной стороны обладающий качеством наборного, а с другой стороны имеющий достаточно простую укладку. Для массового производства модуля/щита использование обрезных деталей в соседних модулях имеет рациональное значение [3, 4].

Особенности хранения и извлечения обрезных элементов в проектировании укладки

Деловые отходы можно рассматривать как нестандартные элементы [5], что приводит к двум подзадачам: хранение и извлечение.

При определении необходимости хранения обрезанного элемента d_i , $i=1,...,n$ для дальнейшего использования в будущих проектных решениях следует в первую очередь руководствоваться размером, анализируемого остатка, согласно условию

$$S_d \geq S_{\min},$$

где S_d – площадь, рассматриваемого элемента; $S_{\min}$ – площадь наименьшего элемента проекта, не является константой, ее величина зависит от номенклатуры проектных решений.

Площадь, как критерий, является основным, т.е. нецелесообразно оставлять элементы, не удовлетворяющие этому условию. Поверхность элементов раппорта может дополнительно иметь орнамент или особенности строения материала, поэтому важную роль в возможности дальнейшего использования обрезной детали d_i в последующих работах играет ее ориентация. Для определения ориентации элемента окно видимости $\overline{W}_{vis}$, соответствующее модулю с раппортом орнамента, дополняется подобластями ($k=1...8$), получаемыми продлением границ $\overline{W}_{vis}$ (рис. 1).

Необходимость обрезки детали проверяется по адаптированному к задаче алгоритму отсечения Кируса-Бека [6]. В зависимости от того, по границе какого из октантов было произведено усечение d_i , $i=1,...,n$, в соответствующий бит заносится единица: в первый – точка левее окна, во второй – точка правее окна, в третий – точка ниже окна, в четвертый – точка выше окна. В остальные разряды заносится нуль, таким образом, отсутствие единиц в коде соответствует полной

видимости объекта. В угловых сегментах 5-8 будет присутствовать наложение смежных областей, следовательно, код получается побитовым сложением.

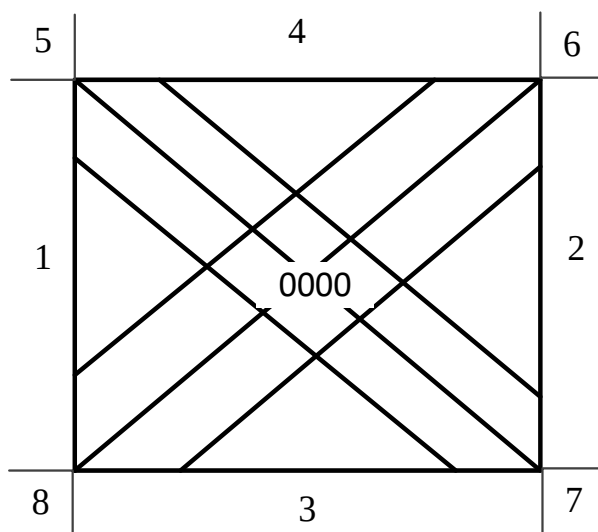


Рисунок 1 – Схема определения кода ориентации объекта

Таким образом, каждому усеченному элементу соответствует уникальный четырехразрядный битовый код, по которому происходит выбор объекта из хранилища. При поиске нужно учитывать возможность применения элемента с частично совпадающей ориентацией, при этом (рис. 1) усеченные элементы после зеркального отображения по вертикали, могут быть использованы с противоположной стороны модуля.

Если d_i , $i = 1, \dots, n$ по критериям площадь и ориентация соответствует запросу, то в дальнейшем происходит проверка совпадения линейных размеров.

Отметим, что возможно неполное совпадение по всем параметрам, для таких деталей может анализироваться целесообразность дальнейшей подгонки с учетом технологических ограничений.

Заключение

Таким образом, при хранении в базе данных остатки должны упорядочиваться и отбираться по следующим критериям [7]: площади, ориентации и линейным размерам. Алгоритм отбора по шагам выглядит следующим. На первом шаге происходит выбор элементов из хранилища по совпадению площади. На втором шаге в полученной выборке выполняется сверка ориентации детали. На третьем шаге проверяется эквивалентность конфигурации.

Список литературы

1. Бугаев, Ю. В. Анализ моделей и алгоритмов оптимизации раскроя одномерных лесоматериалов / Ю. В. Бугаев, Л. А. Коробова, И. Ю. Шурупова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 4. – С. 23-31. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-23-31. – EDN MRHWHP.
2. Сумин, В. И. Использование ситуационного моделирования в разработке систем принятия решений для сложных организационных систем / В. И. Сумин, А. С. Кравченко, А. В. Толкачев // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 71-79. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-69-77. – EDN FBVHJO.
3. Кущева, И. С. Проблемы ресурсосбережения с учетом специфики некоторых задач двумерного размещения / И. С. Кущева, Е. С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14. – № 1. – С. 32-38.
4. Smirnov, A. Development of methodological provisions for rational material cutting in lean manufacturing at mechanical engineering enterprises / A. Smirnov, V. Kobzev, Ch. Nuralieva // Sustainable Development and Engineering Economics. – 2022. – № 4 (6). – С. 78-94.
5. Мезенцев, А.С. Интерпретация данных о деталях для алгоритмов решения задач двумерного раскроя-упаковки / А.С. Мезенцев, В.С. Шилов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. - 2013. - № 8. - С. 137-143.
6. Cyrus, M. Generalized two- and three-dimensional clipping / M. Cyrus, J. Beck// Computers & Graphics. –1978. – V. 3 (1) – P. 23–28.
7. Панюкова, Т. А. Оптимизация использования ресурсов при технологической подготовке процессов раскроя / Т. А. Панюкова // Прикладная информатика. – 2012. – № 3(39). – С. 82-94.

References

1. Bugaev, Yu.V. Analysis of models and algorithms for optimizing the cutting of one-dimensional timber / Yu.V. Bugaev, L.A. Korobova, I.Y. Shurupova // Modeling of systems and processes. – 2024. – V. 17, No 4. – P. 23-31. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-4-23-31. – EDN MRHWHP.
2. Sumin, V.I. The use of situational modeling in the development of decision-making systems for complex organizational systems / V.I. Sumin, A.S. Kravchenko ,

A.V. Tolkachev // Modeling of systems and processes.. – 2024. – V. 17, No 3. – P. 71-79. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-69-77. – EDN FBBHJO.

3. Kushcheva, I.S. The resource saving problems saving considering specifics of several 2d placement tasks / I.S. Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of systems and processes. – 2021. – V. 14. – No 1. – P. 32-38.

4. Smirnov, A. Development of methodological provisions for rational material cutting in lean manufacturing at mechanical engineering enterprises / A. Smirnov, V. Kobzev, Ch. Nuralieva // Sustainable Development and Engineering Economics. – 2022. – No 4 (6). – P. 78-94.

5. Mezentsev, A.S. Interpretation of shape data for algorithms of solving two-dimensional layout tasks / A.S. Mezentsev, V.S. Shilov// PNRPU Bulletin. Electrical engineering, information technology, control systems. - 2013. - No 8. - P. 137-143.

6. Cyrus, M. Generalized two- and three-dimensional clipping / M. Cyrus, J. Beck// Computers & Graphics. –1978. – V. 3 (1) – P 23–28.

7. Panyukova, T.A. Optimization of resources usage for technological preprocessing of cutting process / T.A. Panyukova // Journal of Applied Informatics. – 2012. – No 3(39). – P. 82-94.