

Ф.А. Суфьянова

(г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГУЛЯРНОГО РАСКРОЯ ФИГУРНЫХ ЗАГОТОВОК

APPLICATION OF THE SIMULATED ANNEALING METHOD FOR AUTOMATING
REGULAR CUTTING OF SHAPED WORKPIECES

Рассматривается решение задачи регулярного раскроя фигурных заготовок на основе метода имитации отжига. Разработано информационное и математическое обеспечение задачи. Метод имитации отжига модифицирован для решения задачи раскроя фигурных заготовок. Проведено исследование эффективности применения метода имитации отжига для решения задачи раскроя фигурных заготовок.

In this paper, we consider the solution of the problem of regular cutting of shaped blanks based on the method of simulated annealing. Information and mathematical support for the problem has been developed. The method of simulated annealing is modified to solve the problem of cutting shaped blanks. The study of the effectiveness of using the method of simulated annealing to solve the problem of cutting shaped blanks.

Ключевые слова: карта раскроя, упаковка, алгоритм имитации отжига.

Keywords: cutting map, packaging, annealing simulation algorithm.

Исходными данными задачи являются: габариты листа и заготовок. В результате решения будет получена карта раскроя.

Таким образом, задача раскроя фигурных заготовок состоит в том, чтобы оптимально разместить заготовки на листе. [3]

Математически задача сводится к задаче упаковки в контейнеры. Для формализации будем использовать аппарат теории множеств и теории оптимизации.

Так как целевой функцией задачи является минимальная неиспользуемая площадь листа (отходы), формулировка критериев задачи будет следующей:

$$F_1 = \frac{S - \sum_{i=1}^n s_i}{S} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$S = W \cdot L_{\text{исп}}; \quad s_i = w_i \cdot l_i, \quad i = \overline{1, n},$$

где S – израсходованная площадь листа, s_i – площадь i -й размещенной заготовки, W – ширина листа, $L_{\text{исп}}$ – длина использованной части листа, l_k – длина заготовок, расположенных вертикально, w_k – ширина заготовок, расположенных горизонтально, w_i – ширина i -й размещенной заготовки, l_i – длина i -й заготовки, n – количество заготовок для размещения на листе. [1]

Ограничения для данной задачи в совокупности представляют набор условий (2), (3) и (4), выполнение которых означает допустимость упаковки. Условия (2) и (3) означают не пересечение уже размещенных прямоугольников по оси Ox и оси Oy с размещаемым, условие (4) - гарантирует, что размещаемый прямоугольник не выйдет за границы листа.

$$x_i \geq (x_j + l_j) \vee x_j \geq (x_i + l_i) \vee x_i \geq (x_j + w_j) \vee x_j \geq (x_i + w_i), \quad (2)$$

$$y_i \geq (y_j + w_j) \vee y_j \geq (y_i + w_i) \vee y_i \geq (y_j + l_j) \vee y_j \geq (y_i + l_i), \quad (3)$$

$$x_i \geq 0 \wedge y_i \geq 0 \wedge y_i + w_i \leq W \vee y_i + l_i \leq W, \quad (4)$$

для i и $j = \overline{1, n}$.

Для решения данной задачи был выбран алгоритм имитации отжига, основанный на имитации физического процесса, который происходит при кристаллизации вещества, в том числе при отжиге металлов. Является вероятностным методом аппроксимации глобального оптимума заданной функции.

Порядок выполнения алгоритма:

1. Задание начальной температуры.
2. Вычисление целевой функции.
3. Понижение температуры.
4. Проверка условия допустимости.
5. Если условие допустимости соблюдается, то принимается решение о дальнейшем преобразовании, иначе вычисляется критическая величина и случайное число для сравнения. Если критическая величина больше случайной величины, то маршрут принимается, в противном случае - возврат к предыдущему маршруту.
6. Проверка условия окончания.

В общем случае, достоинства алгоритма:

- «Идейная» простота алгоритма.
- Простота реализации.
- Высокая вероятность нахождения решения, близкого к оптимальному.

Недостатки:

- Очень быстро падающая вероятность нахождения оптимального решения с возрастанием N .
- Из-за вероятностной природы есть возможность некорректного решения при нахождении локального минимума[2].

Для решения поставленной задачи алгоритм имитации отжига был использован как часть алгоритма раскладки фигурных заготовок на листе материала.

Пример решения поставленной задачи с использованием метода имитации отжига на листе габаритами 1000×1200 мм²:

Таблица 1. Входные данные

№	Габариты заготовок, мм		Количество, шт.	Площадь, мм ²
	Длина	Ширина		
1	200	150	10	30 000
2	400	300	5	120 000

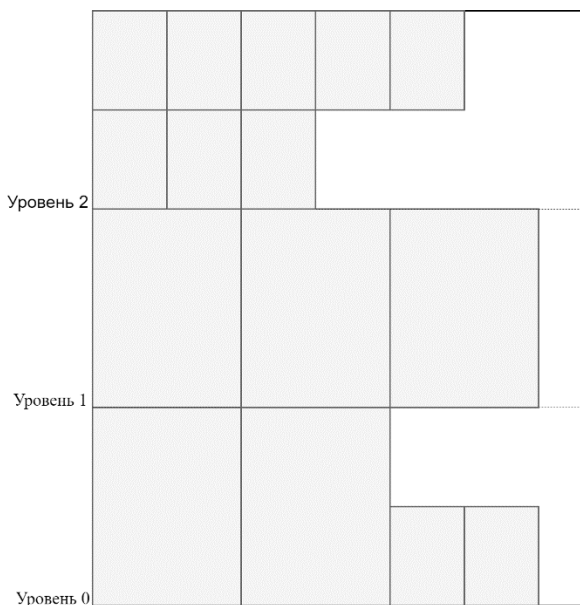


Рис. 1. Результат решения

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что использование алгоритма имитации отжига для решения задачи регулярного раскроя фигурных заготовок реально, но не вполне рационально. Возможно, лучшим выбором для решения данной задачи мог бы быть другой алгоритм, к примеру, метод ветвей и границ.

Список литературы

1. Гиниатуллина, Р.А. Оптимизация раскроя листового материала на прямоугольники различных размеров/ Р.А. Гиниатуллина, Ш.И. Галиев // Электронный сборник статей по материалам XXI студенческой международной заочной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки». – Новосибирск, 2014. – С. 38.
2. Smart Blog. Метод отжига [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://smart-blog.net/post/1773>. - Заглавие с экрана.
3. Планирование и рациональное экономное использование материальных ресурсов [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5270167/page:4/>. - Заглавие с экрана.

Материал поступил в редколлегию 12.10.20.