

Применение генетического алгоритма для решения одной оптимизационной задачи

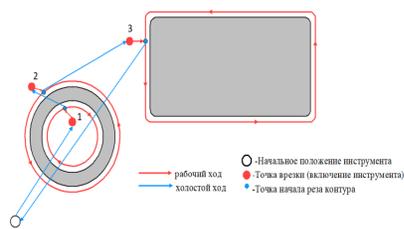
Е.Н. Шипачева¹, А.А. Петунин¹, И. М. Березин², ¹Уральский Федеральный Университет, ²Институт машиноведения УрО РАН

Задача оптимизации пути режущего инструмента

В процессе подготовки управляющих программ для машин термической резки с ЧПУ возникает задача оптимизации холостого хода режущего инструмента.

При резке листовых материалов обычно используют стандартную технику резки «по замкнутому контуру», при которой для каждого замкнутого контура предусмотрена одна точка врезки и одна точка выключения инструмента.

Пример схемы резки двух заготовок «по замкнутому контуру»



Исходные данные

Исходными данными при решении задачи является полученная ранее раскройная карта

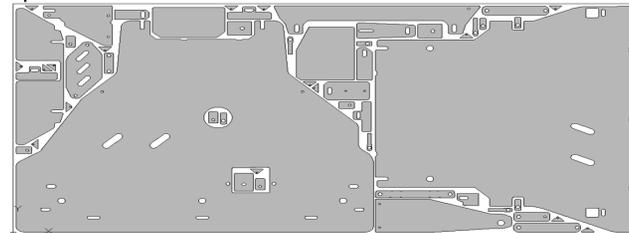


Рисунок 2. Пример раскройной карты, сформированной в САПР T-Flex Раскрой

Для решения задачи используется некоторый вариант генетического алгоритма

Особенности технологии резки на машинах с ЧПУ

- Перед началом вырезки необходимо врезаться в материал. При резке «по замкнутому контуру» для каждого контура предусмотрена одна точка врезки и одна точка выключения инструмента;
- Каждый контур имеет несколько потенциальных точек врезки и выключения;
- Условия предшествования: контур вырезается только тогда, когда вырезаны все контуры, вложенные в него;

Дискретная модель задачи по постановке аналогична обобщенной задаче коммивояжера (**Generalized Traveling Salesman Problem (GTSP)**) с ограничениями в виде условий предшествования, обусловленных технологическими особенностями резки.

Формализация задачи минимизации холостого хода для нескольких точек врезки

Пусть N – количество внешних и внутренних замкнутых контуров на карте раскрой

k^i – число возможных точек врезки (и, соответственно, точек выключения инструмента) в контуре i ($1 \leq i \leq N$);

$L(i^s, j^t)$ – расстояние между точкой выключения инструмента с номером s для контура i и точкой врезки с номером t для контура j ($s=1, \dots, k^i; t=1, \dots, k^j$).

Длина холостого хода определяется функцией вида:

$$L_{off}(R) = L(0, i_1^{s_1}) + \sum_{p=1}^{N-1} L(i_p^{s_p}, i_{p+1}^{s_{p+1}}) + L(i_N^{s_N}, 0)$$

Здесь R – вектор, состоящий из $2N$ элементов:

$R = (i_1, i_2, \dots, i_N, s_1, s_2, \dots, s_N)$, где s_m – номер выбранной точки врезки для контура i_m ($1 \leq s_m \leq k^m$).

Общая структура генетического алгоритма

1. Инициализация начальной популяции
2. Выбор родителей из популяции
3. Скрещивание родителей (оператор репродукции)
4. Мутация особей текущей популяции
5. Формирование новой популяции (оператор селекции)

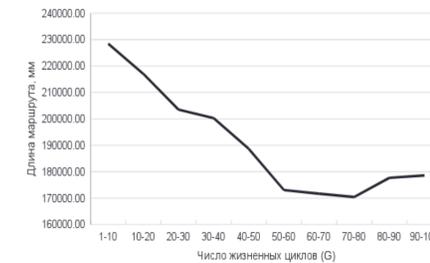
Основные понятия и обозначения

- Хромосома (вектор R) – некоторое решение задачи (маршрут);
- Популяция – определенное количество отдельных хромосом;
- Ген – пара (номер кластера, номер города в кластере);
- «Функция приспособленности» – целевая функция, отражающая качество найденного решения (длина холостого хода инструмента)

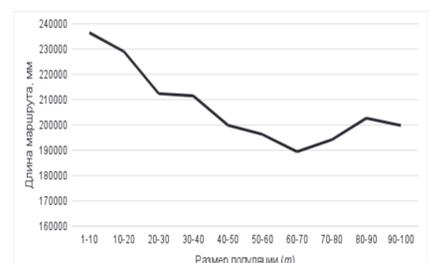
Параметрами реализованного генетического алгоритма являются:

- m – мощность популяции, т.е. число входящих в нее хромосом;
- m_r – доля хромосом популяции, участвующих в скрещивании;
- m_d – доля хромосом популяции, к которым применяется оператор мутации;
- G – число поколений (число генераций алгоритма)

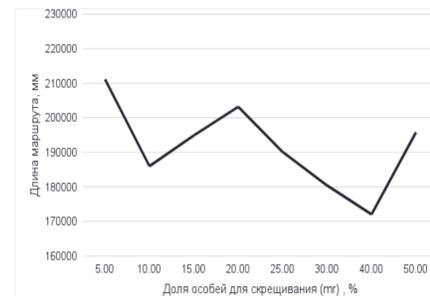
Исследование влияния параметров алгоритма на длину маршрута



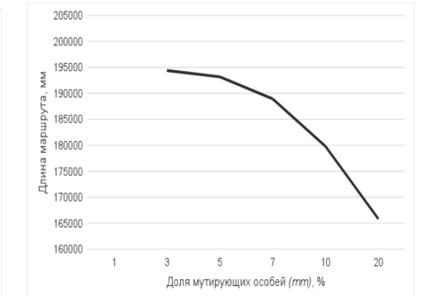
Зависимость длины маршрута от числа жизненных циклов (G) для $m=100$, $m_r=10\%$, $m_d=5\%$



Зависимость длины маршрута от размера популяции (m) для $G=45$, $m_r=10\%$, $m_d=10\%$



Зависимость длины маршрута от количества хромосом, участвующих в рекомбинации (m_r) для $G=50$, $m=50$, $m_d=10\%$.



Зависимость длины маршрута от количества мутирующих хромосом (m_d) для $G=50$, $m=50$, $m_r=15\%$

Заключение

- Реализован генетический алгоритм решения задачи маршрутной оптимизации, возникающей при листовой резке деталей, осуществляемой с применением машин с ЧПУ;
- Проведено исследование влияния параметров реализованного алгоритма на результаты его работы;
- Направления дальнейших исследований: алгоритм должен быть модифицирован для учета различных технологических требований резки, таких, как правило «жесткости заготовки» и «жесткости детали»

Библиографический список

1. P. A. Chentsov and A. A. Petunin, IFAC-PapersOnLine, 8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM, Troyes, 2016, edited by Alexandre Dolgui *et al.*, Vol. 49–12, p. 645; A.G.Chentsov, P. A. Chentsov, A. A. Petunin and A. N. Seseikin, *ibid.* Vol. 49–12, p. 640.
2. R. Dewil, P. Vansteenwegen, D. Cattrysse, M. Laguna, and T. Vossen, International Journal of Production Research, **53** (6), 1761 (2015).
3. D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning (Addison-Wesley Professional, 1989), p. 432.
4. A. A. Petunin, AIP Conference Proceedings, 41st International Conference on Applications of Mathematics in Engineering and Economics, Sozopol, 2015, edited by Vesela Pasheva *et al.* Vol. 1690, p. 060002-1.
5. T-Flex CAD- top systems [An electronic resource]: <http://www.tflex.com>.