

**АДАПТИВНАЯ КОРРЕКЦИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ
ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ В ГИБРИДНОМ
ГЕНЕТИКО-ЭВРИСТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ
ОПТИМИЗАЦИИ ТОПОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Лобанов Ф.В.

(Воронеж)

В статье рассмотрен вопрос адаптивного управления параметрами гибридного генетико-эвристического алгоритма оптимизации топологии цифровых сетей передачи данных, оперирующего набором проблемно-ориентированных генетических операторов. Приводится алгоритм адаптации, базирующийся на алгоритме Девиса, но использующий упрощенную информацию о происхождении особей.

**OPERATOR-PROBABILITY ADAPTATION IN A GENETIC-
ALGORITHM/HEURISTIC HYBRID FOR TOPOLOGY
OPTIMISATION OF DIGITAL DATA TRANSMISSION
NETWORKS**

Lobanov F.V.

(Voronezh)

Operator-probability adaptation in a genetic-algorithm/heuristic hybrid for topology optimisation of digital data transmission networks is described. The hybrid algorithm uses a pool of problem-specific genetic operators. The adaptation algorithm is based on that by Davis, but uses simplified operator accounting.

Аппарат генетических алгоритмов (ГА) часто используется для проектирования и оптимизации топологической структуры цифровых сетей передачи данных. Действительно, простота реализации, эффективность и модифицируемость ГА позволяют успешно строить сложные гибридные алгоритмы [1, 6]. Специ-

фикой подобных алгоритмов является широкое использование большого количества (до 30) проблемно-ориентированных операторов.

Генетический алгоритм в классическом виде [3] оперирует фиксированными значениями параметров операторов, включая как свойства самих операторов, так и вероятности их применения. При удачном выборе множества параметров можно получить серьезное увеличение производительности ГА, но обычно такой выбор затруднителен. В современной теории ГА можно условно выделить несколько направлений исследований в разрешении этой проблемы, одним из которых является адаптивная коррекция (приспособление) вероятностей применения генетических операторов (Operator-probability adaptation, OPA).

Основная идея OPA состоит в том, что генетические операторы, применение которых приводит к относительно большему приросту приспособленности потомков, должны использоваться относительно чаще, т.е. вероятность их применения должна возрастать.

По классификации Тусона [4] существует две группы OPA алгоритмов:

- методы обучающих правил – использование некоторых эвристических правил для коррекции вероятностей сообразно продуктивности операторов;
- методы “созволюции” [5], использующие кодирование операторных вероятностей непосредственно в каждом члене популяции и использование их в собственном эволюционном процессе самоадаптации.

Вариант использования идеи OPA применительно к гибридным генетико-эвристическим алгоритмам был разработан Девисом [2]. В этом методе продуктивность операторов рассчитывается с помощью распределения кредитов, на основе которого производится пропорциональная коррекция вероятностей. Ниже приведен модифицированный в целях увеличения быстродействия алгоритм Девиса.

Если некая вновь созданная особь i обладает большей приспособленностью, чем значение максимальной приспособленности популяции в предыдущем поколении, то ответственному

за появление этой особи оператору u назначается кредит:

$$c'_u = c_u + (f_b - f_i), \quad f_b < f_i,$$

где c'_u и c_u – текущее и, соответственно, предыдущее значения аккумулярованного кредита оператора u ; f_b – лучшее значение приспособленности среди особей популяции в конце предыдущего поколения; f_i – значение приспособленности особи i .

Кроме того, уменьшающиеся доли кредита назначаются операторам, породившим предка (p) и прапредка (q) особи i :

$$c'_p = c_p + (f_p - f_i) \cdot k, \quad f_p < f_i,$$

$$c'_q = c_q + (f_q - f_i) \cdot k^2, \quad f_q < f_i,$$

где c_p и c_q – значения аккумулярованного кредита операторов p и q ; k – константа, определяющая долю выделяемого кредита ($0 \leq k \leq 1$, обычно $k = 0,5$).

В отличие от алгоритма Девиса [2], использующего полное дерево операторов, ответственных за происхождение конкретной особи, в предлагаемом методе для бинарных операторов сохраняется информация только об одном предке из пары, что позволяет серьезно упростить алгоритм, и, как следствие, сильно повысить его производительность. Несмотря на то, что подобное упрощение алгоритма приводит к увеличению кредита не у всех операторов, ответственных за появление наиболее приспособленной особи, падением точности алгоритма можно пренебречь на фоне серьезного прироста производительности и использования относительного аккумулярованного кредита, а не его абсолютного значения.

Через каждые e поколений производится пропорциональное переназначение вероятностей применения операторов в соответствии со средним значением кредита на одного потомка, полученного с помощью этого оператора. Первоначально для всех операторов вычисляется

$$a_u = \begin{cases} c_u / o_u, & o_u > 0 \\ 0, & o_u = 0 \end{cases}$$

$$a = \sum_U a_u$$

где a_u – адаптационный вес оператора u ; o_u – число потомков, порожденных с помощью оператора u ; a – общий адаптационный вес. Определим коэффициент масштабирования:

$$K_a = \varphi \frac{1 - (s+1)p_{\min}}{a},$$

$$a > 0, 1 - (s+1)p_{\min} < 1, 0 \leq \varphi \leq 1,$$

где φ – пропорциональный коэффициент неизменной части вероятности; s – общее число операторов (исключая размножение, отсюда добавление 1); p_{\min} – нижний порог вероятности, вводится для обеспечения возможности использования “неудачных” операторов в будущих поколениях.

Все вероятности применения операторов переопределяются как

$$p'_u = (p_u - p_{\min})(1 - \varphi) + a_u K_a + p_{\min},$$

где p'_u – вероятность применения оператора u . Первое слагаемое выражения представляет собой неизменяющую часть вероятности, второе – элемент, переназначенный в соответствии с адаптационным весом, третье гарантирует заданное минимальное значение вероятности.

Для продолжения работы алгоритма необходимо обнулить значения аккумулярованного кредита c_u и числа потомков o_u для всех операторов.

Литература.

1. Лобанов Ф.В. Построение оптимальной топологии мультисервисных сетей передачи данных региональных ИТС / Ф.В. Лобанов, А.А. Рындин, А.В. Хаустович // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2001. – С. 4-8.
2. Davis L. Handbook of Genetic Algorithms. – Van Nostrand Reinhold, 1991.
3. Goldberg D. E. Genetic algorithms in Search // Optimisation and Mashine Learning. – Addison-Wesley, 1989.
4. Tuson A. L. Adapting Operator Probabilities in Genetic Algorithms // M.Sc. thesis, Dept. of Artificial Intelligence, University

- of Edinburgh, UK, 1995.
5. Tuson A. Cost based operator rate adaptation: An investigation / A. Tuson, P. Ross // Proc. Fourth Intl. Conf. on Parallel Problem Solving From Nature (PPSN IV), 1996.
 6. Griffith P. S. Heuristic topological design of low-cost optical telecommunication networks / P. S. Griffith, A. Proestaki, M.C. Sinclair // Proc. 12th UK Performance Engineering Workshop, University of Edinburgh, UK, 1996. – P. 129-140.