

УДК 004.023

А.А. Авдеев

## Применение генетических алгоритмов к задачам оптимизации

Рассмотрены проблемы применения генетических алгоритмов к многокритериальным задачам оптимизации. На примере задачи коммивояжера показаны некоторые особенности в настройке параметров генетического алгоритма. Продемонстрирован пример действия эволюции решений в задаче коммивояжера в многокритериальной постановке.

Рассмотрим применение аппарата генетических алгоритмов к задачам оптимизации на примере ставшей уже классической задачи коммивояжера.

Задачи коммивояжера в многокритериальном виде определяются следующим образом: в области существует  $n$  точек (городов), соединенных дорогами, согласно принципу «каждый с каждым», проезд по дороге характеризуется некоторым вектором стоимости. Задача бродячего торговца (коммивояжера) – пройти с минимальными затратами через каждый город по одному разу, при этом на последнем шаге вернуться в исходный город. Вектор стоимости маршрута в данной постановке задачи будет представлен тремя компонентами: пройденное расстояние, время в пути, материальные затраты. Так как маршрут должен проходить через каждый город только один раз, то выбор осуществляется среди гамильтоновых циклов. Отыскание гамильтоновых циклов так же, как и задача коммивояжера, является  $NP$ -полной задачей. Часто на задаче коммивояжера проводят обкатку новых подходов к эвристическому сокращению полного перебора [1].

Пространство решений для аппарата генетических алгоритмов будет составлять [2]:

$$P = (n - 1)!,$$

где  $P$  – мощность пространства поиска;  $n$  – количество городов.

Простейшие методы решения задачи коммивояжера: полный лексический перебор, «жадные» алгоритмы (метод ближайшего соседа, метод включения ближайшего города, метод самого дешёвого включения), метод минимального остовного дерева. На практике применяются различные модификации более эффективных методов: метод ветвей и границ, а также алгоритм муравьиной колонии.

Все эффективные (в смысле сокращения полного перебора) методы решения задачи коммивояжера эвристические. В большинстве эвристических методов находится не самый эффективный маршрут, а приближенное решение. Зачастую востребованы так называемые any-time алгоритмы, т.е. постепенно улучшающие некоторое текущее приближенное решение. Примером эвристических методов является также и генетический алгоритм.

Генетический алгоритм представляет собой метод, отражающий естественную эволюцию методов решения проблем и в первую очередь задач оптимизации. Генетические алгоритмы – процедуры поиска, основанные на механизмах естественного отбора и наследования. В них используется эволюционный принцип выживания наиболее приспособленных особей. Они отличаются от традиционных методов оптимизации несколькими базовыми элементами. В частности, генетические алгоритмы [3]:

- 1) обрабатывают закодированную форму параметров задачи;
- 2) осуществляют поиск решения исходя из некоторого множества точек пространства возможных решений;
- 3) используют только целевую функцию;
- 4) применяют вероятностные правила выбора.

Сложность грамотного применения и разработки программного обеспечения, использующего аппарат генетических алгоритмов, заключается в выборе:

1. функции приспособленности (fitness function), т.е. таких условий, что помогут ограничить пространство поиска только теми значениями, которые, вероятно, являются решениями;
2. параметров генетического алгоритма (количество предков и потомков, частота мутаций и т.д.), которые, с одной стороны, должны не препятствовать быстрому прохождению процедуры ранжирования особей по приспособленности, с другой стороны, не должны приводить к преждевременному сходимости к неверному результату.

Поскольку постановка задачи коммивояжера является в нашем случае многокритериальной, воспользуемся одним из возможных способов решения многокритериальных задач – методом свертывания векторного критерия в суперкритерий:

$$F(x) = \sum_{i=0}^2 \alpha_i F_i(x),$$

где  $\alpha_i > 0$  – весовой коэффициент;  $F_i(x)$  – значение функции приспособленности по критерию.

Для нахождения весовых коэффициентов проведем экспертную оценку по методу парных сравнений [5]. Сравним имеющиеся критерии по важности для конкретной ситуации. Например, по каким-либо причинам необходимо за минимальное время пройти путь по точкам в городе, при этом желательно, чтобы также были минимальными материальные затраты и пройденный путь не был бы слишком большим.

Построим таблицу для нахождения весовых коэффициентов критериев оптимизации.

Нахождение весовых коэффициентов для критериев оптимизации

Длина пути	1	2	2	5
Материальные затраты	7	1	2	10
Время в пути	7	7	1	15

В данном случае была применена шкала (1–9), при этом «1» обозначает то, что критерии сравнимы или равнозначны. 2–9 определяет степень превосходства одного критерия над другим. По главной диагонали были проставлены «1», так как критерий сам с собой равнозначен. Остальные же оценки были получены исходя из условий вышеописанной ситуации.

Для настройки генетического алгоритма также необходимо определить количество предков и потомков. Эти данные обычно находятся опытным путем или в результате имеющегося опыта подобных действий [4]. Выберем для конкретности количество предков равным 1000 особей, а потомков из-за особенностей задачи возьмем в два раза больше (2000 особей).

Продemonстрируем на примере сходимость генетического алгоритма в случае наличия 10 городов, при этом время работы программного продукта составляет в среднем 0,1–2 с (рис. 1).

Улучшение приспособленности популяции

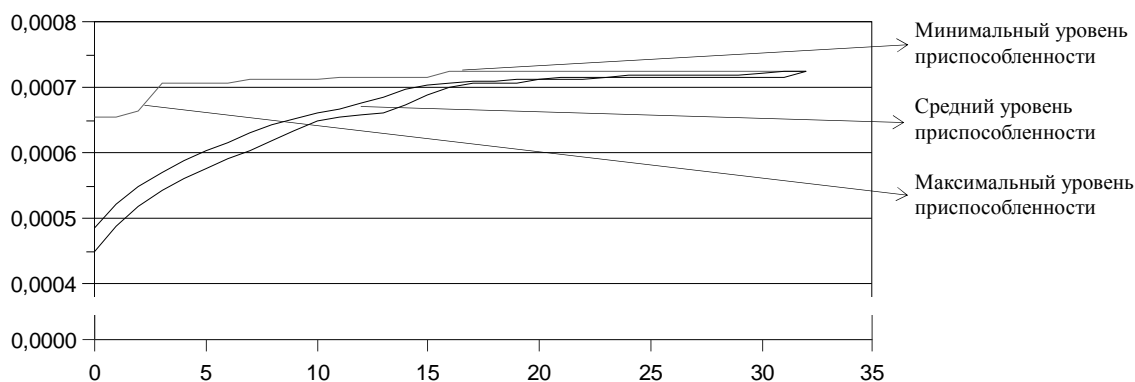


Рис. 1. Пример эволюции решения задачи

В результате проделанной работы мы убедились в возможности применения к задачам оптимизации генетических алгоритмов. Преимущества генетических алгоритмов на частной задаче нахождения оптимального маршрута с использованием ранее описанных критериев показывают возможность их дальнейшего применения к задачам оптимизации.

В дальнейшем планируется произвести адаптацию данной системы к многократному изменению параметров отрезков маршрута, а также возможность использования вероятностного изменения параметров отрезков маршрута.

### Литература

1. Википедия – свободная энциклопедия. Статья «Задача коммивояжера» [[http://ru.wikipedia.org/wiki/задача\\_коммивояжера](http://ru.wikipedia.org/wiki/задача_коммивояжера)]
2. Weisstein E.W. Hamiltonian Circuit [<http://www.http://mathworld.wolfram.com/HamiltonianCircuit.html>]
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
4. Холланд Дж.Х. Генетические алгоритмы: Пер. с англ. // В мире науки. – 1992. № 9–10.
5. Шелупанов А.А., Шумский А.А. Основы системного анализа: Учеб. пособие. – Томск: Том. межвуз. центр дистанционного образования, 2005. – 225 с.

### Авдеев Алексей Александрович

ГОУ ВПО Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
Студент 4 курса группа 524-3 кафедры КИБЭВС  
Эл. почта: aaa0406@mail.ru.

A.A. Avdeev

### Genetic algorithms using on optimizations problems

In article author considered the problem of appliance of genetic algorithms to optimize multiobjective problems. For example tasks of travelling salesman shows some peculiarities in setting the parameters of genetic algorithm. Demonstrate example of the evolution of action decisions in the problem of travelling salesman in multicriteria statement.