

*Авторы:*

**Завгородний Станислав Дмитриевич**

студент

**Швейкин Владислав Витальевич**

студент

**Танаев Иван Владимирович**

студент

**Дмитриев Егор Андреевич**

студент

ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский

университет им. академика С.П. Королева»

г. Самара, Самарская область

## **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

*Аннотация:* в данной статье рассмотрен эвристический поисковый алгоритм, который используется для моделирования и решения оптимизационных задач, называемый генетическим алгоритмом, и его практическое применение.

*Ключевые слова:* хромосомы, генотип, мутация, селекция, популяция, родители, потомки, кроссовер.

### *Описание алгоритма*

Задачи формализуется так, чтобы решение этой задачи можно было бы закодировать вектором генов (генотипа), в котором в качестве гена могут быть биты, числа и другие объекты. В классических реализациях длина генотипа фиксирована, но также существуют разновидности ГА, в которых такого ограничения нет.

Как правило генотипы начальной популяции создаются случайным образом. Затем происходит их оценка с использованием «функции приспособленности», поэтому с каждым генотипом сопоставляется специальное значение (приспособленность), определяющее эффективность решения поставленной задачи.

Важно следить за «гладкостью рельефа» функции приспособленности при ее выборе.

С учетом значения приспособленности из полученного множества решений выбираются те, к которым применяются «генетические операторы»: скрещивание и мутация. В результате получаются новые решения, для которых также вычисляется значение приспособленности и проводится селекция лучших решений для последующего поколения.

Эти действия проводятся итеративно. Таким образом моделируется «эволюционный процесс», который продолжается несколько поколений. Процесс останавливается при выполнении определенного критерия. Таким критерием может быть:

- отыскание глобального решения;
- израсходование времени, отпущеного на эволюцию;
- израсходование числа поколений, отпущеных на эволюцию.

Генетические Алгоритмы обычно используются для поиска решений в многомерных пространствах поиска.

Этапы генетического алгоритма:

1. Задание функции приспособленности для популяционных особей
2. Создание начальной популяции

Начало цикла:

1. Скрещивание.
2. Мутирование.
3. Вычисление значений функции приспособленности для всех особей.
4. Селекция.
5. Конец цикла при выполнении условия остановки, иначе переход к началу цикла.



Рис. 1. Схема работы генетического алгоритма

*Перспективы применения генетических алгоритмов*

Генетические алгоритмы оптимизации, являясь алгоритмами случайно-направленного поиска, применяются в тех случаях, когда формулировка задачи в виде, пригодном для быстрых алгоритмов локальной оптимизации, очень трудна или невозможна, а также при задаче оптимизации недифференцируемой функции или задаче глобальной многоэкстремальной оптимизации. Такие алгоритмы нашли применение в решении Диофантовых уравнений.

Пусть имеется уравнение:  $a + 2b + 3c + 4d = 30$ . Его корни расположены на отрезке от 1 до 30. В качестве первого поколения возьмем 5 случайных значений  $a, b, c, d$ .

(a,b,c,d)
(1,28,15,3)
(14,9,2,4)
(13,5,7,3)
(23,8,16,19)
(9,13,5,2)

Рис. 2. 1-е поколение и его содержимое

Для вычисления коэффициентов выживаемости подставляется каждое решение в исходное выражение. Этим значением будет расстояние от высчитанного значения до 30.

Коэффициент выживаемости
$ 114-30 =84$
$ 54-30 =24$
$ 56-30 =26$
$ 163-30 =133$
$ 58-30 =28$

Рис. 3. Коэффициенты выживаемости первого поколения

Меньшие значения наиболее близкие к 30 более будут востребованными. Большие значения будут иметь меньший коэффициент выживаемости. Теперь вычисляются значения вероятностей выбора «хромосомы».

Подходящесть
$(1/84)/0.135266 = 8.80\%$
$(1/24)/0.135266 = 30.8\%$
$(1/26)/0.135266 = 28.4\%$
$(1/133)/0.135266 = 5.56\%$
$(1/28)/0.135266 = 26.4\%$

Рис. 4. Вероятность оказаться родителем

Далее выбираются пять пар родителей, порождающих одного потомка. Шанс стать родителем каждый раз будет одинаковым и равным шансу на выживание.

Хромосома отца	Хромосома матери
3	1
5	2
3	5
2	5
5	3

Рис. 5. Симуляция выбора родителей

Каждый потомок содержит информацию о генах родителей. Это можно обеспечить разными способами. В данном случае используется «крессовер». Если у матери набор решений  $a_1, b_1, c_1, d_1$  и у отца  $a_2, b_2, c_2, d_2$ , то возможны 6 различных крестоверов.

Хромосома-отец	Хромосома-мать	Хромосома-потомок
$a_1   b_1, c_1, d_1$	$a_2   b_2, c_2, d_2$	$a_1, b_2, c_2, d_2$ or $a_2, b_1, c_1, d_1$
$a_1, b_1   c_1, d_1$	$a_2, b_2   c_2, d_2$	$a_1, b_1, c_2, d_2$ or $a_2, b_2, c_1, d_1$
$a_1, b_1, c_1   d_1$	$a_2, b_2, c_2   d_2$	$a_1, b_1, c_1, d_2$ or $a_2, b_2, c_2, d_1$

Рис. 6. Кроссоверы между родителями

Теперь это проделывается с родителями.

Хромосома-отец	Хромосома-мать	Хромосома-потомок
$(13   5, 7, 3)$	$(1   28, 15, 3)$	$(13, 28, 15, 3)$
$(9, 13   5, 2)$	$(14, 9   2, 4)$	$(9, 13, 2, 4)$
$(13, 5, 7   3)$	$(9, 13, 5   2)$	$(13, 5, 7, 2)$
$(14   9, 2, 4)$	$(9   13, 5, 2)$	$(14, 13, 5, 2)$
$(13, 5   7, 3)$	$(9, 13   5, 2)$	$(13, 5, 5, 2)$

Рис. 7. Симуляция кроссоверов хромосом родителей

Теперь вычисляются коэффициенты выживаемости потомков.

Хромосома-потомок	Коэффициент выживаемости
$(13, 28, 15, 3)$	$ 126-30 =96$
$(9, 13, 2, 4)$	$ 57-30 =27$
$(13, 5, 7, 2)$	$ 57-30 =22$
$(14, 13, 5, 2)$	$ 63-30 =33$
$(13, 5, 5, 2)$	$ 46-30 =16$

Рис. 8. Коэффициенты выживаемости потомков

Средняя приспособленность родителей была 59.4, а у потомков стала 38.8.

Последующие поколения могут муттировать. Продолжая так дальше одна из хромосом достигнет выживаемости 0 и станет решением уравнения. Системы с большой популяцией сходятся к 0 более быстро и стабильно.

Так же генетические алгоритмы применяются и в реальной жизни. Например, команда роботов для разминирования территории, управляемых нейронной сетью оптимизированной генетическим алгоритмом, показывала лучшие результаты перед обычной командой роботов.

### ***Список литературы***

1. Божич В.И. Нейросетевое управление в мультиагентной системе с самоорганизующейся коммуникацией / В.И. Божич, Р.Н. Кононенко, А.А. Абияка // Материалы Всеросс. конф. «Нейроинформатика-99». Ч. 3. – М.: МИФИ, 1999. – С. 239–246.
2. Николенко С. Генетические алгоритмы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://logic.pdmi.ras.ru/~sergey/teaching/ml/04-genetic.pdf>