

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ: БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ

Учебно-методическое пособие для вузов

Составители:
М.А. Артемов,
И.Ю. Стародубцев,
Н.А. Стародубцева

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2014

Содержание

Введение.....	4
1. Базовые понятия генетических алгоритмов.....	4
2. Простой генетический алгоритм.....	5
3. Генетические операторы.....	5
4. Теоретико-множественные операции над популяциями и хромосомами	10
5. Практическое применение генетического алгоритма	11
Литература	15

Рассмотрим основные операторы генетических алгоритмов.

Оператор репродукции (селекция) – это процесс, посредством которого хромосомы (альтернативные решения), имеющие более высокое значение целевой функции (с «лучшими» признаками), получают большую возможность для воспроизводства (репродукции) потомков, чем «худшие» хромосомы. Элементы, выбранные для репродукции, обмениваются генетическим материалом, создавая аналогичных или различных потомков.

Существуют многие виды операторов репродукции. К ним относятся следующие:

1. *Селекция на основе рулетки* – это простой и широко используемый в простом генетическом алгоритме метод. При его реализации каждому элементу в популяции соответствует зона на колесе рулетки, пропорционально соразмерная с величиной целевой функции. Тогда при повороте колеса рулетки каждый элемент имеет некоторую вероятность выбора для селекции. Причем элемент с большим значением целевой функции имеет большую вероятность для выбора.

2. *Селекция на основе заданной шкалы*. Здесь популяция предварительно сортируется от «лучшей» к «худшей» на основе заданного критерия. Каждому элементу назначается определенное число, и тогда селекция выполняется согласно этому числу.

3. *Элитная селекция*. В этом случае выбираются лучшие (элитные) элементы на основе сравнения значений целевой функции. Далее они вступают в различные преобразования, после которых снова выбираются элитные элементы. Процесс продолжается аналогично до тех пор, пока продолжают появляться элитные элементы.

4. *Турнирная селекция*. При этом некоторое число элементов (согласно размеру «турнира») выбирается – случайно или направленно – из популяции, и лучшие элементы в этой группе на основе заданного турнира определяются для дальнейшего эволюционного поиска.

Оператор *репродукции* считается эффективным, если он создает возможность перехода из одной подобласти альтернативных решений области поиска в другую. Это повышает вероятность нахождения глобального оптимума целевой функции. Выделяют два основных типа реализации оператора репродукции:

- случайный выбор хромосом;
- выбор хромосом на основе значений целевой функции.

При случайном выборе хромосом частота R образования родительских пар не зависит от значения целевой функции хромосом и полностью определяется численностью популяции N :

$$R = \frac{\beta}{N(N-1)}, \quad (1)$$

где β – коэффициент селекции, в зависимости от условий внешней среды принимающий значение $1 \div 4$.

Другой способ реализации оператора репродукции связан с использованием значений целевой функции. Существуют две основные стратегии. (*Стратегия* – это оптимальный набор правил и приемов, которые позволяют реализовать общую цель, достигнуть глобальных и локальных целей решаемой задачи.) В первой предпочтение отдается хромосомам с близкими и «лучшими» (наибольшими при максимизации и наименьшими при минимизации) значениями целевой функции. Во второй – хромосомам со значениями целевой функции, сильно различающимися между собой.

Кроме описанных, существует большое число других методов селекции, которые можно условно классифицировать на три группы. К первой группе отнесем вероятностные методы. Ко второй – детерминированные методы. К третьей – различные комбинации методов из первой и второй групп. Построение новых операторов репродукции непрерывно продолжается.

Основной трудностью решения инженерных оптимизационных задач с большим количеством локальных оптимумов является предварительная сходимость алгоритмов – другими словами, попадание решения в один, далеко не самый лучший локальный оптимум при наличии их большого количества. Различные методы селекции и их модификации как раз и позволяют в некоторых случаях решать проблему предварительной сходимости алгоритмов. Следует отметить, что исследователи генетических алгоритмов все более склоняются к мысли применять комбинированные методы селекции с использованием предварительных знаний о решаемых задачах и предварительных результатах.

Опишем теперь оператор *кроссинговера* (*скрещивания*). Оператор кроссинговера – это языковая конструкция, позволяющая на основе преобразования (скрещивания) хромосом родителей (или их частей) создавать хромосомы потомков. Существует огромное число операторов кроссинговера, так как их структура в основном и определяет эффективность генетических алгоритмов. Кратко рассмотрим основные операторы кроссинговера, известные в литературе, и их модификации.

Простой (одноточечный) оператор кроссинговера. Перед началом работы одноточечного оператора кроссинговера определяется так называемая точка оператора кроссинговера, или разрезающая точка оператора кроссинговера, которая обычно определяется случайно. Эта точка определяет место в двух хромосомах, где они должны быть «разрезаны». Например, пусть популяция P состоит из хромосом P_1 и P_2 , которые выступают в качестве родителей $P = \{P_1, P_2\}$. Пусть первый и второй родители имеют вид $P_1 : 11111, P_2 : 00000$. Выберем точку оператора

кроссинговера между вторым и третьим генами в P_1 , P_2 . Тогда, меняя элементы после точки оператора кроссинговера между двумя родителями, можно создать два новых потомка (табл. 1).

Таблица 1

Результат применения оператора кроссинговера

P_1	1	1	1	1	1
P_2	0	0	0	0	0
$P_1(\text{нов.})$	1	1	0	0	0
$P_2(\text{нов.})$	0	0	1	1	1

После применения оператора кроссинговера имеем две старые хромосомы и всегда получаем две новые хромосомы. Схематически простой оператор кроссинговера показывает преобразование двух хромосом и частичный обмен информацией между ними, использующий точку разрыва, выбранную случайно.

Двухточечный оператор кроссинговера. В каждой хромосоме определяются две точки оператора кроссинговера, и хромосомы обмениваются участками, расположенными между двумя точками оператора кроссинговера (табл. 2).

Таблица 2

Применение двухточечного оператора кроссинговера

P_1	1	1	1	0	1	0	0
P_2	0	0	0	1	1	1	0
$P_1(\text{нов.})$	1	1	1	1	1	0	0
$P_2(\text{нов.})$	0	0	0	0	1	1	0

Отметим, что точки оператора кроссинговера в двухточечном операторе кроссинговера также определяются случайно. Существует большое количество модификаций двухточечного оператора кроссинговера. Развитием двухточечного оператора кроссинговера является многоточечный, или N -точечный, оператор кроссинговера. Многоточечный оператор кроссинговера выполняется аналогично двухточечному, хотя большое число «разрезающих» точек может привести к потере «хороших» родительских свойств.

Упорядоченный оператор кроссинговера. Здесь «разрезающая» точка также выбирается случайно. Далее происходит копирование левого сегмента P_1 в $P_1(\text{нов.})$. Остальные позиции в $P_1(\text{нов.})$ берутся из P_2 в упорядоченном виде слева направо, исключая элементы, уже попавшие в $P_1(\text{нов.})$ (таблица 3).