

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Лекция 1

Введение в генетические алгоритмы

Отличительные особенности

- обрабатывают не значения переменных задачи, а их закодированную форму;
- осуществляют поиск решения, исходя не из единственной точки, а с помощью множества возможных решений – популяции;
- используют вероятностные правила выбора направления поиска решения

Основные определения

Популяция (генофонд) – совокупность особей, которые могут принимать участие в формировании новых особей (потомков).

Особь, хромосома – самостоятельная структурная единица популяции, представляющая собой одно из возможных решений задачи.

Родительская особь (хромосома), родитель – одна из особей популяции, предоставивших генетический материал для формирования дочерней особи.

Дочерняя особь (хромосома), потомок – новая особь популяции, полученная в результате применения генетического оператора к одной или нескольким родительским особям.

Ген – элементарная структурная единица, используемая для кодирования особи популяции.

Основные определения

Функция приспособленности – функциональная зависимость, позволяющая численно оценить качественные характеристики любой особи популяции; эквивалент понятий «функция цели» и «критерий оптимальности», используемых при решении задач оптимизации.

Приспособленность особи – численное значение функции приспособленности, полученное для конкретной особи популяции.

Средняя приспособленность популяции – характеристика популяции, представляющая собой среднее арифметическое значение приспособленностей всех особей популяции на текущей эпохе эволюции.

Приспособленность лучшей особи – характеристика популяции, численно равная приспособленности лучшей особи текущей эпохи эволюции.

Решение – множество значений переменных лучшей особи, существовавшей когда-либо на протяжении всего эволюционного процесса.

Основные определения

Генетический оператор – упорядоченная последовательность действий над одной или несколькими родительскими особями, необходимая для получения потомка.

Эволюционная стратегия – способ управления развитием эволюционного процесса популяции.

Исключение – процедура удаления одной или нескольких особей, используемая для управления численностью популяции.

Эпоха – законченная последовательность вычислительных операций, связанная с применением генетических операторов и эволюционных стратегий в отношении текущей популяции.

Репродуктивный план – совокупность эволюционных стратегий, генетических операторов, правил и настроек, выбранных для конкретного генетического алгоритма.

Классы генетических алгоритмов



Кодирование переменных

Переход к двоичной форме

1. Для каждой переменной определяются возможные пределы её изменения и точность вычислений.
2. Определяется количество возможных дискретных значений при заданной точности.

$$n_{\sigma} = 1 + (X_{\max} - X_{\min}) / \varepsilon$$

3. Определяется разрядность каждой переменной.

$$n_2 = \text{Int}_+(\log_2 n_{\sigma})$$

4. Определяется фактическая точность, обеспечиваемая установленной разрядностью.

$$\tilde{\varepsilon} = (X_{\max} - X_{\min}) / (2^{n_2} - 1)$$

5. Устанавливается соответствие между целыми двоичными числами и вещественными значениями.

$$X = X_{\min} + \tilde{\varepsilon} \cdot X_{(10)}$$

Кодирование переменных

Переход к двоичной форме (пример)

$$R = (x - 7)^2$$

Варианты представления переменной			Значение приспособленности (R)
X	$X_{(2)}$	$X_{(4)}$	
0	0000	0000	49
1	0001	0001	36
2	0010	0011	25
3	0011	0010	16
4	0100	0110	9
5	0101	0111	4
6	0110	0101	1
7	0111	0100	0
8	1000	1100	1
9	1001	1101	4
10	1010	1111	9
11	1011	1110	16
12	1100	1010	25
13	1101	1011	36
14	1110	1001	49
15	1111	1000	64

Сравнение генотипов

Расстояние Хэмминга – количество различающихся битов данных

Варианты представления переменной			Значение приспособленности (R)
X	$X_{(2)}$	$X_{(4)}$	
0	0000	0000	49
1	0001	0001	36
2	0010	0011	25
3	0011	0010	16
4	0100	0110	9
5	0101	0111	4
6	0110	0101	1
7	0111	0100	0
8	1000	1100	1
9	1001	1101	4
10	1010	1111	9
11	1011	1110	16
12	1100	1010	25
13	1101	1011	36
14	1110	1001	49
15	1111	1000	64

Сравнение фенотипов

По значению функции приспособленности

Кодирование переменных

Код Грея

Правило 1 (из двоичного в код Грея). Для представления двоичного кода в форме кода Грея требуется приписать к двоичной форме слева ноль. Тогда соответствующей формой кода Грея будет последовательность значений функции «Исключающее ИЛИ» для пар: нуля и первого гена исходной двоичной формы, первого и второго генов, второго и третьего и т. д. То есть, например, для случая преобразования двоичной последовательности (a1, b1, c1) в последовательность в форме кода Грея (a2, b2, c2) получим: $a_2 = \text{XOR}(0, a_1)$; $b_2 = \text{XOR}(a_1, b_1)$; $c_2 = \text{XOR}(b_1, c_1)$.

Кодирование переменных

Код Грея

Правило 2 (из кода Грея в двоичный). Для преобразования из кода Грея в двоичную форму к исходному коду слева приписывается ноль. Тогда результирующей двоичной формой будет последовательность значений функции «Исключающее ИЛИ» для первых двух знаков расширенной последовательности, первых трёх, четырёх и т. д. Например, для преобразования кода Грея (a1, b1, c1) в двоичную последовательность (a2, b2, c2) получим: $a_2 = \text{XOR}(0, a_1)$; $b_2 = \text{XOR}(0, a_1, b_1)$; $c_2 = \text{XOR}(0, a_1, b_1, c_1)$.

Задания для проверки

1. Определите фактическую точность вычисления переменной в бинарном генетическом алгоритме при её кодировании 7 битами на отрезке $[1,66; 4,20]$.
2. Определите фактическую точность вычисления переменной в бинарном генетическом алгоритме, если по условию задачи её требуется оптимизировать на отрезке $[-150; 150]$ с точностью не выше 0,01.
3. Какое количество генов будет содержать фрагмент хромосомы, кодирующий 3 переменные, оптимизируемые на отрезке $[-10; 10]$ каждая с точностью 0,1?
4. Преобразуйте двоичное число 1001101011 в форму кода Грея.
5. Преобразуйте число 1011100101 из кода Грея в двоичную систему счисления.
6. Запишите любое целое положительное трёхзначное число в десятичной системе счисления. Найдите расстояние Хэмминга между двоичным представлением данного числа и его представлением в форме кода Грея.