

УДК 519.688

А.В. Логинов¹, Л.О Воробьев²¹ГУ «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко»,
Луганск, L_A_V@meta.ua²Ровеньковский филиал ЛугМАН, Ровеньки, lev4411@gmail.com**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЙ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ
СРЕДСТВАМИ БИНОМИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ****Аннотация**

Логинов А.В., Воробьев Л.О. Представление решений в генетическом алгоритме средствами биномиальной системы счисления. В статье рассмотрен оригинальный способ представления решений в генетическом алгоритме с помощью матричного представления чисел в биномиальной системе счисления, а также реализация основных операторов генетического алгоритма при представлении хромосом в виде матриц особого вида.

Ключевые слова: генетический алгоритм, системы счисления, матричные биномиальные числа, кроссинговер, мутация.

Постановка проблемы. Начальным этапом генетического алгоритма является генерация популяции (набора решений, сгенерированного случайным образом). Для представления решений требуется такая структура, которая позволит кодировать любое возможное решение и производить его оценку. Эффективность генетического алгоритма во многом определяется структурой и составом начальной популяции, что делает рассмотрение вопросов формирования начальной популяции актуальным в настоящее время [1].

Анализ литературы. Описаны такие способы представления решений в генетический алгоритмах, как использование двоичного алфавита, кода Грея, логарифмическое кодирование, представление вещественных чисел в двоичной форме [2], рассмотрен авторский способ представления решений с помощью фибonacciевой системы счисления [1], который является работоспособным, но обладает таким недостатком, как невозможность расположения двух единиц подряд при записи числа, что усложняет выполнение операторов мутации и кроссинговера. В работе [3] впервые выдвинута идея представления хромосом в генетическом алгоритме с помощью биномиальной системы счисления, но опущен момент представления решений в матричной форме биномиальных чисел. **Целью работы** является описание оригинального способа представления решений в генетическом алгоритме с помощью биномиальной матрицы.

Биномиальная система счисления. Биномиальная система счисления относится к неоднородным комбинаторным системам счисления.

Существуют две формы биномиальных чисел – линейная и матричная [4].

Матричная форма – представление числа в виде матрицы с элементами (1, 0). В каждом столбце матрицы может находиться только одна единица.

Пример биномиальной матрицы, иллюстрация преобразования биномиальной матрицы в линейную форму и расчет количественного эквивалента показан на рис. 1.

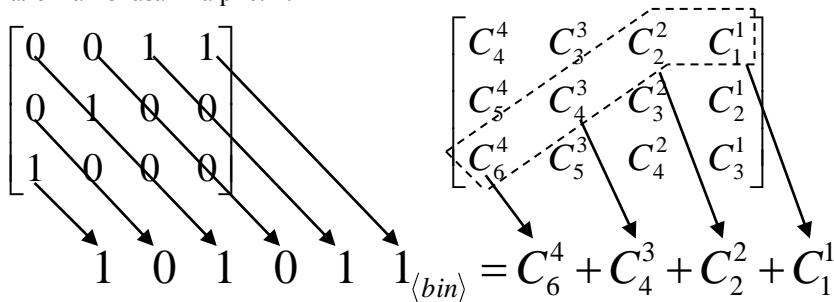


Рисунок 1. Пример представления числа в биномиальной матрице

Каждому элементу матрицы соответствует один биномиальный коэффициент. Для получения количественного эквивалента достаточно сложить биномиальные коэффициенты, которые соответствуют элементам матрицы со значениями 1.

Линейная форма – последовательность единиц и нулей, предполагает наличие двух чисел, в данном примере обозначим их n и k . Число k соответствует количеству столбцов в матричной форме, а число n – сумме количества столбцов и строк в матричной форме. Биномиальные числа в линейной форме имеют неодинаковую длину, поэтому линейная форма числа называется неравномерным биномиальным кодом.

Биномиальные числа могут применяться для получения, перебора и нумерации комбинаторных кодов, которые для своего построения используют биномиальные коэффициенты [4; 5; 6].

Биномиальные числа имеют двоичный алфавит, поэтому могут применяться при шифровании и сжатии информации. Также двоичный алфавит позволяет их использовать для представлений решений в генетических алгоритмах.

В источнике [2] рассмотрен вопрос использования матрицы смежности и матрицы предшествования для представления тура в задаче коммивояжера. При этом двоичные матрицы имеют одинаковое количество столбцов и количество строк. В матрице смежности в каждом столбце и строке находится одна единица, которая указывает на последовательность посещения городов. При этом оператор кроссинговера обменивает строки или столбцы в матрицах,

после чего выполняется алгоритм восстановления. В матрице предшествования единица указывает на предшествование городов. Классические генетические операторы заменены пересечением и объединением.

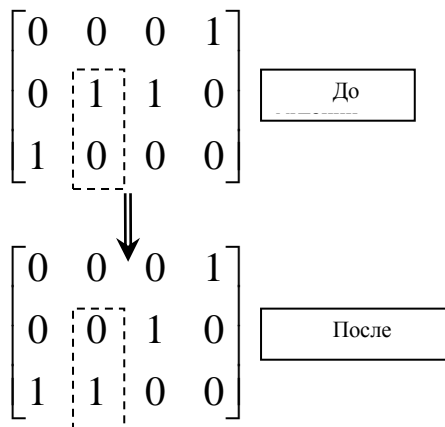


Рисунок 2. Пример оператора мутации в генетическом алгоритме при представлении хромосомы в виде биномиальной матрицы

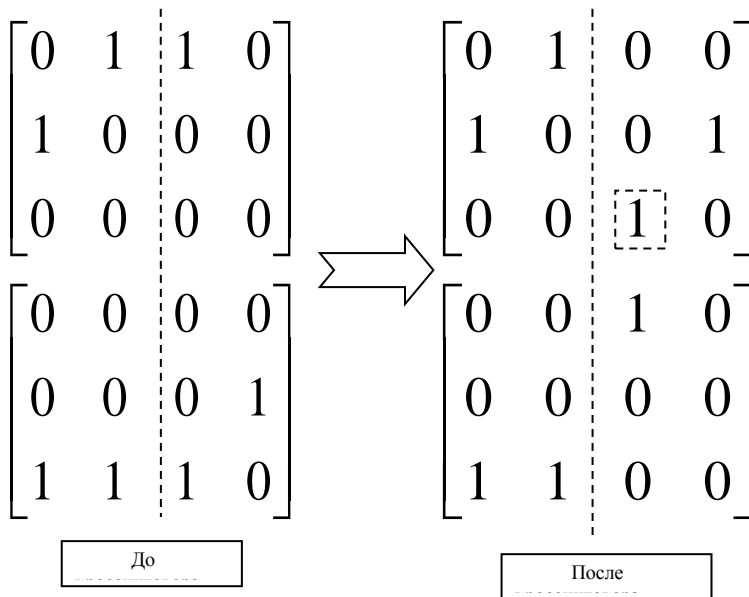


Рисунок 3. Пример оператора кроссинговера в генетическом алгоритме при представлении хромосомы в виде биномиальной матрицы

Биномиальная система счисления позволяет представлять числа в виде матрицы с элементами 1 и 0, поэтому она предоставляет отличный способ представления решений в ГА.

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Рис. 4. Вариант преобразования в «правильную» биномиальную матрицу

Подобно тому, как в источнике [2] матричная форма решений использовалась для представления тура в задаче коммивояжера, с помощью биномиальной системы счисления можно использовать матричный способ для представления чисел.

Генетический оператор мутации уникальным образом работает в биномиальных матрицах: в отличие от двоичного кодирования, где он меняет значение бита, в биномиальных матрицах он меняет положение единицы в столбце (рис. 2).

Оператор кроссинговера обменивает столбцами две биномиальные матрицы (рис. 3). В результате кроссинговера образовались две новые биномиальные матрицы. Первая из них – неправильная, т.к. единица в третьем столбце расположена ниже единицы второго столбца, что противоречит особенности записи числа, представленного биномиальной матрицей. В итоге будет потеряны полезные свойства двух биномиальных матриц, которые были до кроссинговера. Чтобы этого избежать был предложен способ устранения этого недостатка. Как в задаче коммивояжера [2] из двух матриц, образованных после кроссинговера, путем перемещения единиц получили правильные матрицы, можно из неправильных биномиальных матриц получить правильные. Для этого нужно сложить биномиальные коэффициенты, которым соответствуют элементы матрицы со значениями 1, и из полученного результата получить правильную матрицу путём преобразования: $C_5^4 + C_3^3 + C_4^2 + C_2^1 = 14 = C_5^4 + C_4^3 + C_3^2 + C_2^1$ (рис. 4).

Выводы. Можно рассматривать способ представления решений в генетическом алгоритме с помощью биномиальной матрицы как вполне работоспособный, который имеет свои особенности реализации при выполнении таких операторов генетического алгоритма как мутация и кроссинговер.

Список литературы

1. Логинов А.В. Анализ методов генерации популяции в генетическом алгоритме /А.В. Логинов //Тези доповідей Міжнародної конференції Теоретичні і прикладні аспекти побудови програмних систем ТАAPSD 2011, м Ялта, 19-23 сентября 2011 р. – Я. – 2011. – С. 93-95.
2. Скобцов Ю.О. Основы эволюционных обчислень. – Навчальний посібник /Ю.О. Скобцов. – Донецьк ДонНТУ, 2008. – 326 с.
3. Логинов А.В. Использование биномиальной системы счисления для представления решений в генетическом алгоритме /А.В. Логинов //Интеллектуальні системи в промисловості і освіті: тези доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 2-4 листопада 2011 р. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – Т.2. – С.88-89.
4. Борисенко О.А. Дискретна математика: Підручник /О.А. Борисенко. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2007. – 255 с.
5. Борисенко О.А. Матричні біноміальне кодування /О.А. Борисенко, В.В.Петров //Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, - №1. – 2011. – С.82-86.
6. Борисенко А. А. Системы счисления в вычислительной технике / А.А.Борисенко, В. Б. Чередниченко // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2009. - №4. – С. 162-177.