

Национальный исследовательский университет информационных  
технологий, механики и оптики  
Факультет информационных технологий и программирования  
Кафедра компьютерных технологий

К. А. Овчинников

**Отчет по лабораторной работе «Построение управляющих  
автоматов с помощью генетических алгоритмов»**

Вариант № 20

Санкт-Петербург  
2011

## Оглавление

Оглавление .....	2
Введение .....	3
1. Постановка задачи.....	4
1.1 Задача об умном муравье-3.....	4
2. Реализация.....	5
2.1 Генерация карт.....	5
2.2 Представление полными таблицами .....	5
2.3 Автомат Мура .....	6
2.4 Составные части алгоритма .....	6
2.4.1 Скрещивание .....	6
2.4.2 Мутация в полных таблицах .....	7
2.4.3 Функция приспособленности .....	7
3. Результаты работы .....	8
3.1 График функции приспособленности .....	8
Заключение.....	10
Источники .....	11

## **Введение**

Цель лабораторной работы – сравнить эффективность работы генетического алгоритма при использовании различных схем кроссовера на примере задачи об умном муравье-3.

При выполнении работы использовался программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации *GlOpt* [1], разработанный студентами кафедры «Компьютерные технологии» НИУ ИТМО.

## 1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной работы – сравнить эффективность работы генетического алгоритма при использовании различных схем кроссовера. Исследовать двухточечный кроссовер, двухточечный кроссовер со смещением. Способ задания автомата — полные таблицы.

### 1.1 Задача об умном муравье-3

Дано поле  $32 \times 32$  клетки, расположенное на поверхности тора. На поле случайно расположено 89 яблок. Муравей видит восемь клеток (рис. 1):



Рис. 1 – Фрагмент визуализатора к задаче

За один ход муравей может:

- пойти вперед (и съесть еду, если она находится в клетке перед муравьем);
- повернуть налево;
- повернуть направо.

Число действий, которые позволено совершить муравью по условию задачи, равняется двумстам.

Решением задачи является автомат с фиксированным числом состояний, с помощью которого муравей сможет съесть максимальное число яблок.

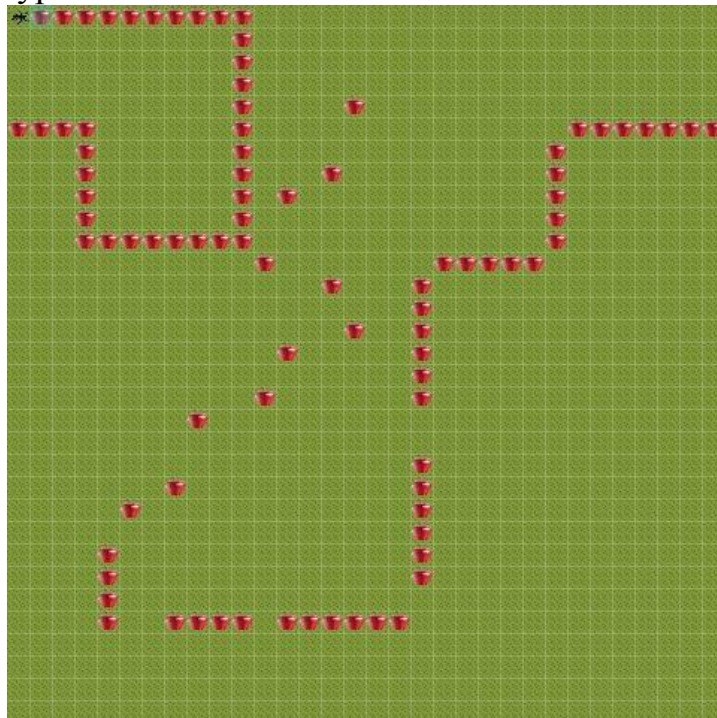


Рис. 2 – Пример одного из вариантов полей по которым движется муравей в процессе задачи.

## 2. Реализация

Виртуальная лаборатория уже содержит плагин генетического алгоритма. Для решения поставленной задачи потребовалось реализовать плагины для решения задачи об умном муравье-3 на полных таблицах, а также автомат Мура.

### 2.1 Генерация карт

Для данной задачи случайным образом генерировались 10 карт со случайным, равновероятным расположением 89 яблок на поле.

### 2.2 Представление полными таблицами

Способ описания автомата, в котором по всем входным воздействиям, состоящим из наличия еды в каждой из восьми видимых муравьем клеток, задается переход в какое-либо состояние, называется полной таблицей переходов. Вид таблицы представлен ниже (рис. 3).

Для каждого из входных воздействий, которых в нашей задаче  $2^8 = 256$ , и каждого состояния задан переход в некоторое состояние автомата, описанный номером этого состояния. Состояния характеризуются своим номером и действием, совершаемым в них ( $L$  — поворот влево,  $R$  — поворот вправо,  $M$  — движение вперед).

Входные воздействия								Состояния		
$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	(0; L)	(1; R)	(2; M)
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2
...										
1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0

Рис. 3 — Полная таблица переходов

## 2.3 Автомат Мура

В данной лабораторной работе строится автомат Мура – совокупность пяти объектов:  $A = \{S, X, Y, \delta, \mu\}$ , где:

- $S$  – множество состояний;
- $X$  – множество входных воздействий;
- $Y$  – множество выходных воздействий;
- $\delta$  – отображение  $S \times X \rightarrow S$ ;
- $\mu$  – отображение  $S \rightarrow Y$ .

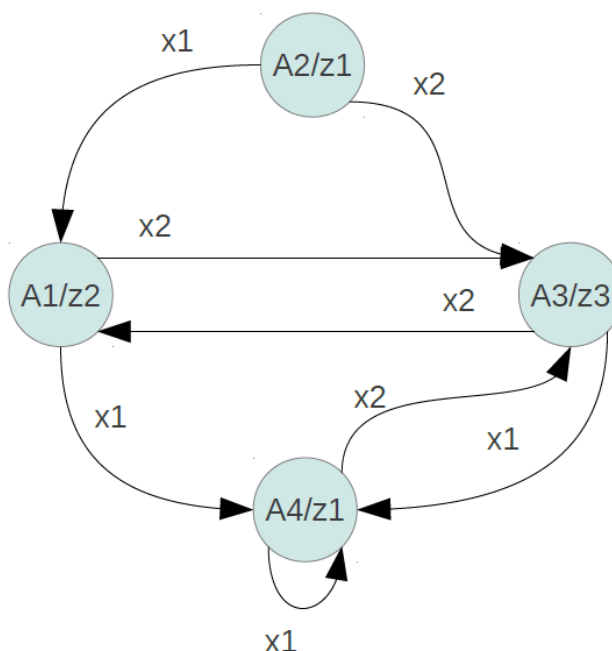


Рис. 4 — Графическое изображение автомата Мура

## 2.4 Составные части алгоритма

### 2.4.1 Скрещивание

В настоящей работе рассматривается два способа скрещивания:

- Двухточечный кроссовер. Случайным образом генерируются две точки кроссовера в каждой из особей, далее с некоторой вероятностью особи меняются частями, заключенными между этими точками.
- Двухточечный кроссовер со смещением. Отличие от двухточечного кроссовера заключается в том, что в первой особи случайно выбираются две точки кроссовера, а во второй выбирается часть той же длины, но со случайным смещением. После этого особи со случайной вероятностью меняются этими частями.

В обоих случаях скрещивание происходит следующим образом: сначала

с определенной вероятностью происходит обмен стартовыми (начальными) состояниями, а затем массивами переходов. После этого происходит вычисление функции приспособленности полученных особей.

#### **2.4.2 Мутация в полных таблицах**

При мутации состояния с некоторой вероятностью может мутировать каждый элемент таблицы. При этом номер целевого состояния изменяется на любой из допустимых и случайным образом может измениться любой элемент массива переходов.

#### **2.4.3 Функция приспособленности**

Функцией приспособленности особи на одной карте в данной задаче является разность числа яблок, съеденных муравьем, управляемым автоматом-особью, и отношения числа сделанных им шагов к максимально возможному числу шагов (в данной задаче – к двумстам).

Функция приспособленности особи по всем картам вычисляется как среднее арифметическое значений функций приспособленности на каждой отдельной карте. Наиболее приспособленной считается особь с максимальным значением такой усредненной функции приспособленности.

### 3. Результаты работы

Для получения статистики, представленной далее в виде графиков (рис. 5–8), проводилось 50 запусков ГА с целью получения автоматов и вычисления их функций приспособленности. Исследования проводились для автоматов с шестью, восемью, 10 и 12 состояниями, при этом алгоритм работал до 900 поколения. Рассматривались автоматы, заданные полными таблицами.

#### 3.1 График функции приспособленности

Осями графиков являются соответственно значение функции приспособленности и число поколений. **Зеленым** цветом обозначен график для максимального значения функции приспособленности по всем запускам для двухточечного кроссовера. **Синим** цветом обозначен график для максимального значения функции приспособленности по всем запускам для двухточечного кроссовера со смещением. **Черным** цветом обозначен график для усредненного максимального значения функции приспособленности по всем запускам для двухточечного кроссовера. **Розовым** цветом обозначен график для усредненного максимального значения функции приспособленности по всем запускам для двухточечного кроссовера со смещением. **Красным** и **оранжевыми** цветами обозначены графики для средних значений функции приспособленности по всем запускам для двухточечного кроссовера и двухточечного кроссовера со смещением соответственно.



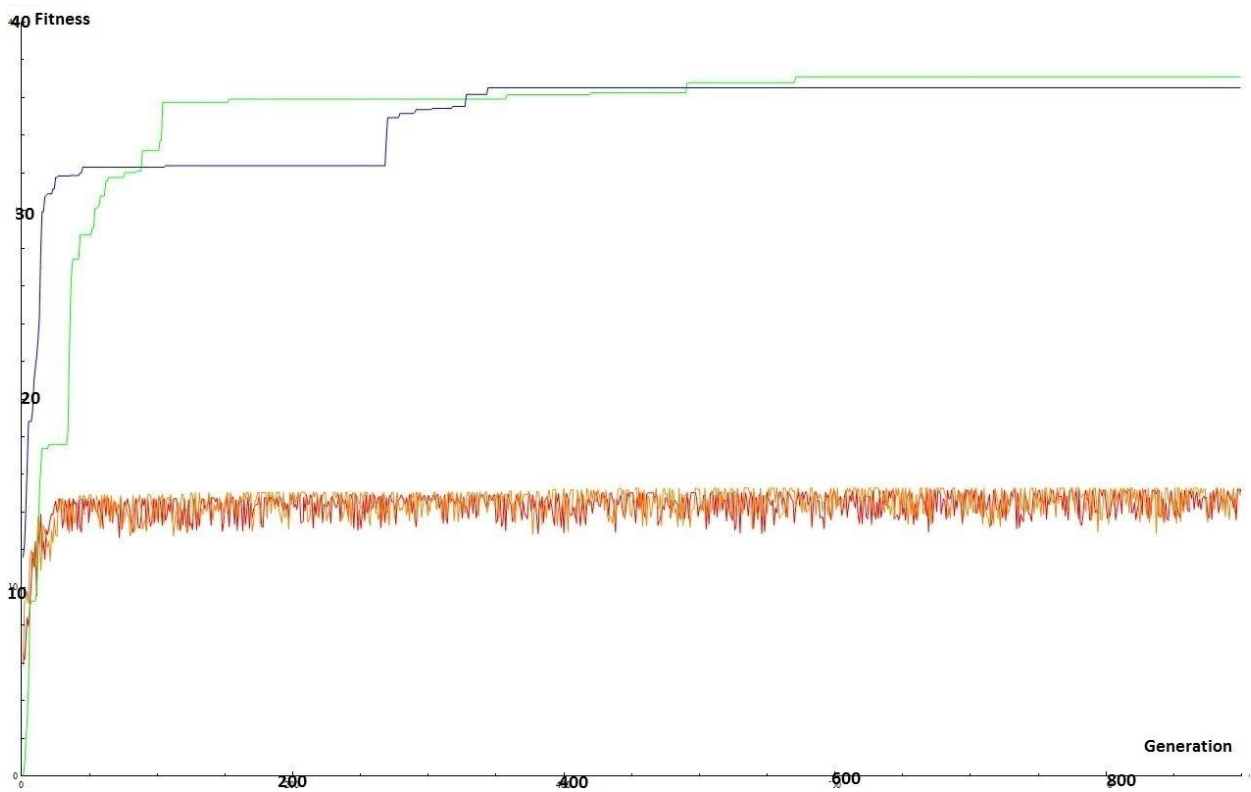


Рис. 5 – График функции приспособленности для двухточечного кроссовера и двухточечного кроссовера со смещением для автоматов с 8 состояниями. Представлены графики для среднего и максимального значения функции приспособленности

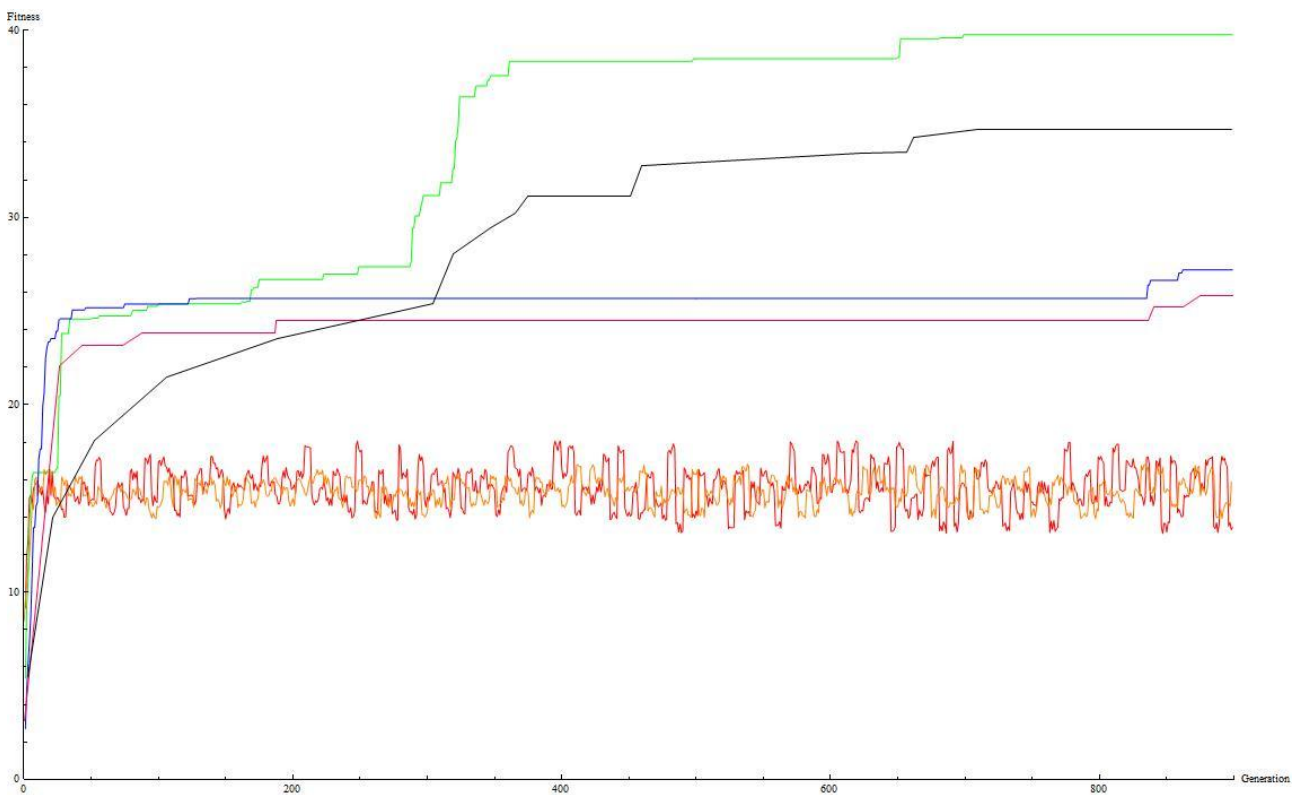


Рис. 6 – График функции приспособленности для двухточечного кроссовера и двухточечного кроссовера со смещением для автоматов с 10 состояниями

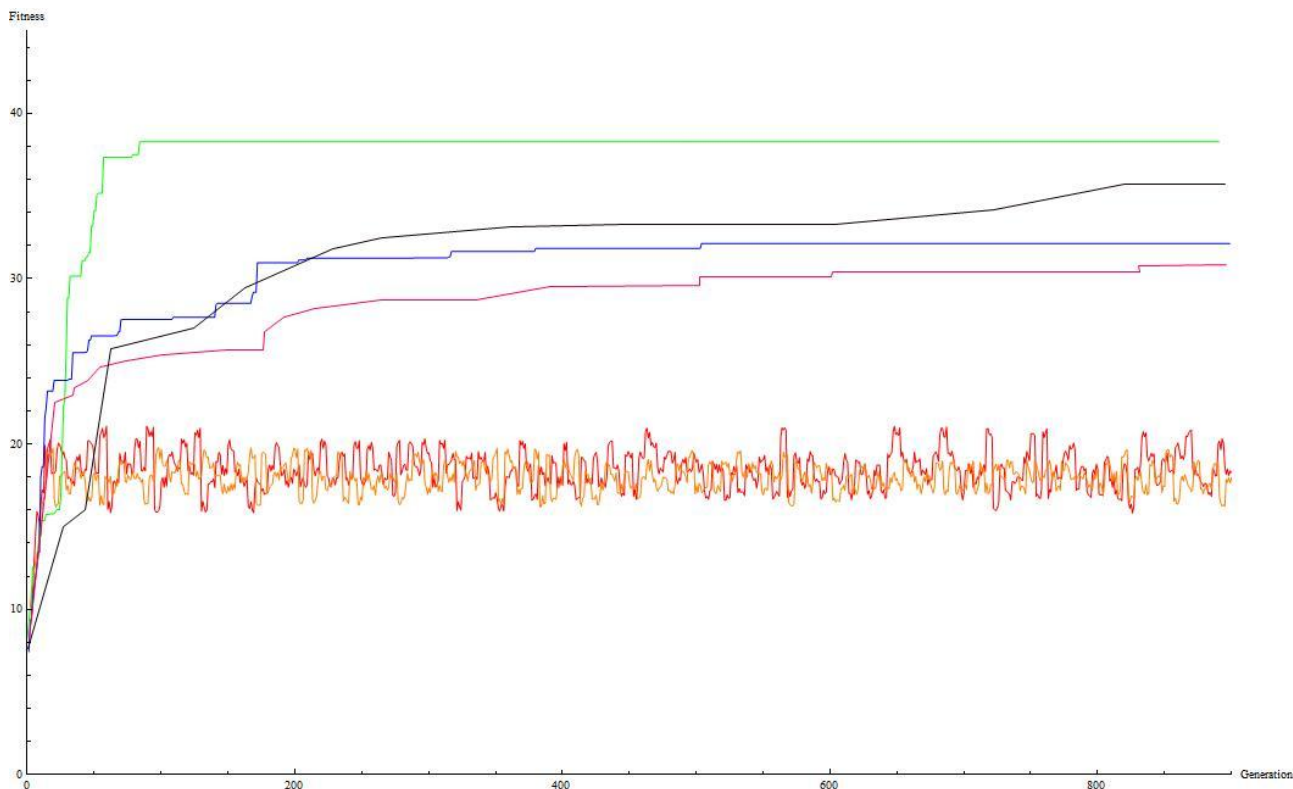


Рис. 7 – График функции приспособленности для двухточечного кроссовера и двухточечного кроссовера со смещением для автоматов с 12 состояниями

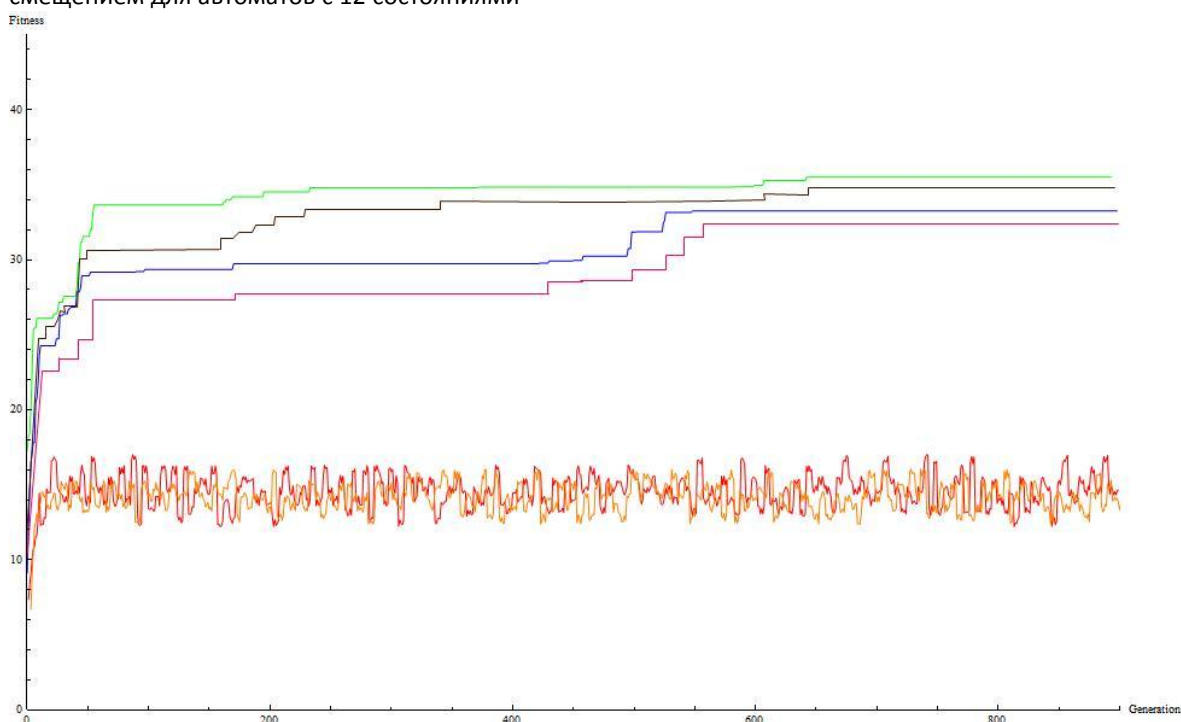


Рис. 8 – График функции приспособленности для двухточечного кроссовера и двухточечного кроссовера со смещением для автоматов с 6 состояниями

## Заключение

Как показали результаты исследований более рациональным, для решения задачи об умном муравье-3, является использование двухточечного кроссовера, а не двухточечного кроссовера со смещением. Это происходит в

силу того, что при использовании двухточечного кроссовера местами меняются элементы переходов по одинаковым входным переменным, в двухточечном кроссовере со смещением же происходит смещение по изменяемым переходам, в силу этого происходит скрещивание по элементам с разными входными переменными, что уменьшает эффективность работы кроссовера.

## **Источники**

1. Документация к комплексу для изучения методов глобальной оптимизации GlOpt. [http://is.ifmo.ru/courses/\\_giopt-src.rar](http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar)