

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

В. С. Архипов

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

Вариант № 2

Санкт-Петербург  
2011

## Оглавление

Оглавление .....	2
Введение .....	3
1. Постановка задачи.....	3
1.1 Задача об умном муравье-3.....	3
2. Реализация.....	3
2.1 Представление полными таблицами .....	4
2.2 Представление сокращенными таблицами.....	4
2.3 Автомат Мура .....	4
2.4 Составные части алгоритма .....	4
2.4.1 Скрещивание .....	4
2.4.2 Мутация в полных таблицах .....	4
2.4.3 Мутация в сокращенных таблицах.....	4
2.4.4 Функция приспособленности .....	5
3. Результаты работы .....	5
3.1 Графики функции приспособленности .....	5
3.2 Пример выращенного автомата на сокращенных таблицах .....	7
Заключение.....	8
Источники .....	8

## Введение

Цель лабораторной работы – сравнить эффективность работы генетического алгоритма при задании автомата полными и сокращенными таблицами 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» СПбГУ ИТМО.

## 1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной работы – сравнить эффективность работы генетического алгоритма при задании автомата Мура полными и сокращенными таблицами.

### 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 8 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.

Задача муравья – съесть как можно больше еды за 200 ходов.

## 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 и сокращенных таблицах, а также автомат Мура.

## **2.1 Представление полными таблицами**

Автомат представлен в виде таблицы переходов и массива действий, соответствующих каждому состоянию.

## **2.2 Представление сокращенными таблицами**

Метод сокращенных таблиц основан на том, что в каждом состоянии значимым является лишь определенное, небольшое подмножество предикатов. Это свойство позволяет существенно сократить размер описания состояний. Число значимых предикатов ограничивается некоторой константой  $r$ . Множество значимых предикатов описывается битовым вектором, в котором  $r$  битов равны единицам, а остальные биты равны нулям.

Автомат представлен так же, как и в случае полных таблиц, за исключением того, что число столбцов в таблице переходов равно  $2^r$ .

В данной работе взято значение  $r$ , равное четырем.

## **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  $S \rightarrow Y$ .

## **2.4 Составные части алгоритма**

### **2.4.1 Скрещивание**

В настоящей работе рассматривается способ скрещивания, известный как одноточечный кроссовер. Данный кроссовер производит обмен частями, на которые хромосома разбивается точкой кроссовера, выбираемой случайно.

### **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, а вместо исходного набора действий генерируется новый набор, вероятность появления единиц в котором равна доле единиц в исходном наборе.

### **2.4.3 Мутация в сокращенных таблицах**

К алгоритму мутации в полных таблицах добавилась возможность мутации множества значимых предикатов. При этом каждый из значимых предикатов с некоторой вероятностью заменяется другим, который не

принадлежит исходному множеству. Мутация самой сокращенной таблицы происходит так же, как мутация полной таблицы.

#### 2.4.4 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

Было произведено 4 серии из 20 запусков: для 6, 7, 8 и 9 состояний (рис. 2–5). При выполнении работы была исключена вероятность большой мутации, так как сокращенные таблицы более чувствительны к резким изменениям, чем полные, и данные могли бы быть искажены. При использовании полных таблиц значение функции приспособленности было незначительно выше, но вычисления производились почти в 1,5 раза медленнее и с большими затратами по памяти.

Запуски сошлись к приблизительно одинаковому значению функции приспособленности, равному 31.

#### 3.1 Графики функции приспособленности

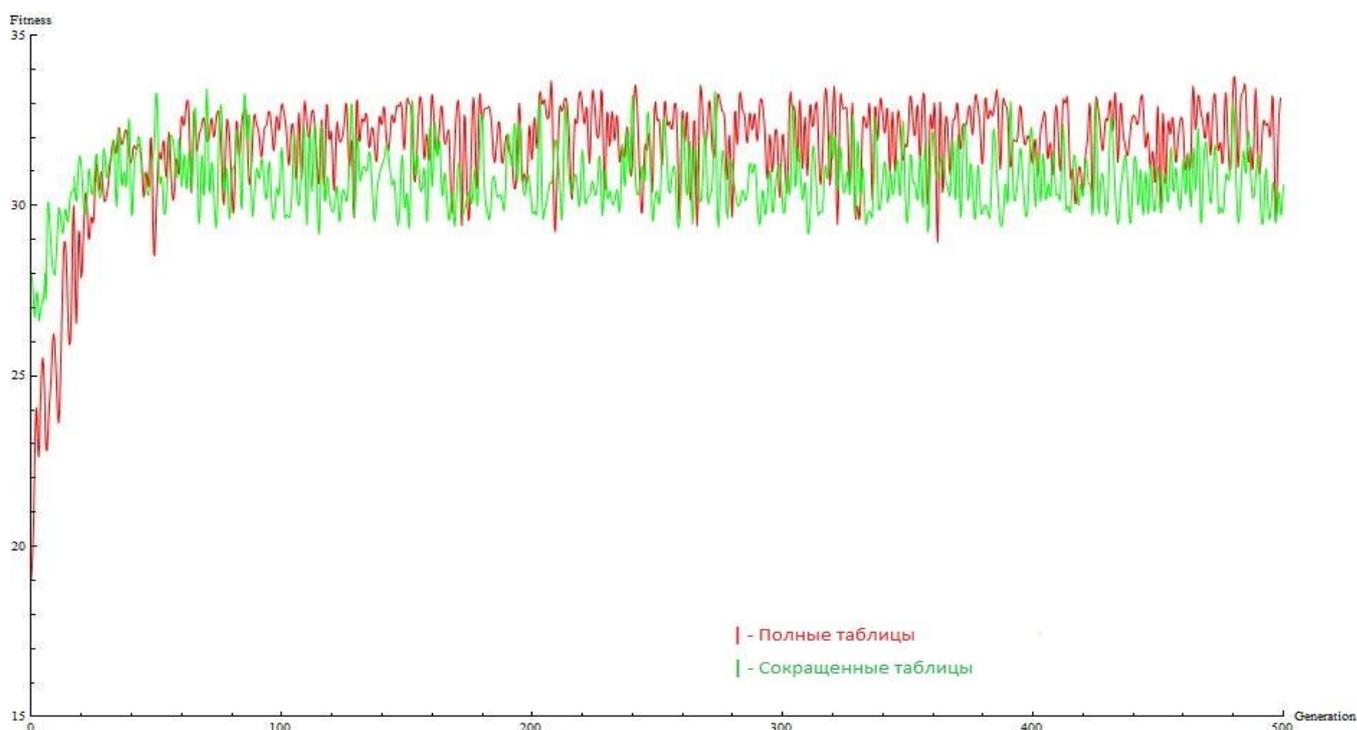


Рис. 2 – График функции приспособленности для шести состояний

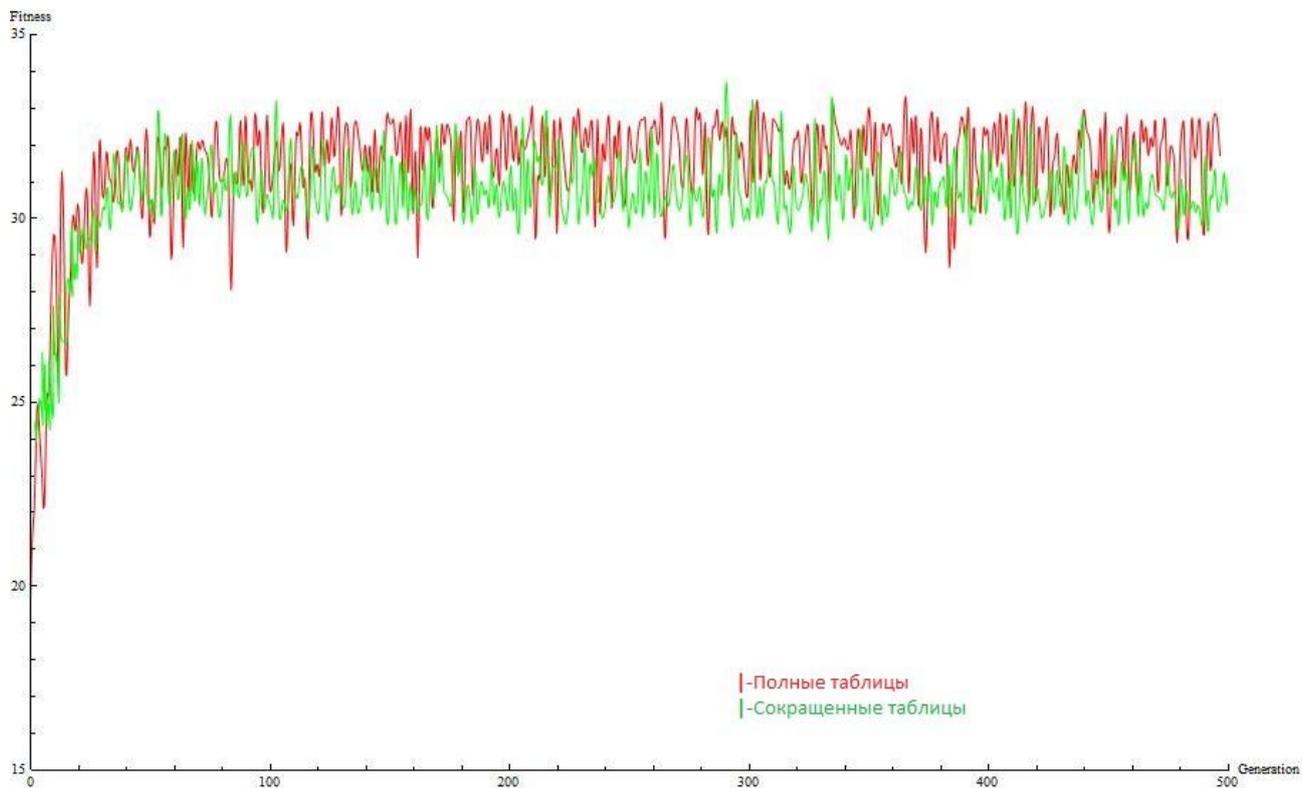


Рис. 3 – График функции приспособленности для семи состояний

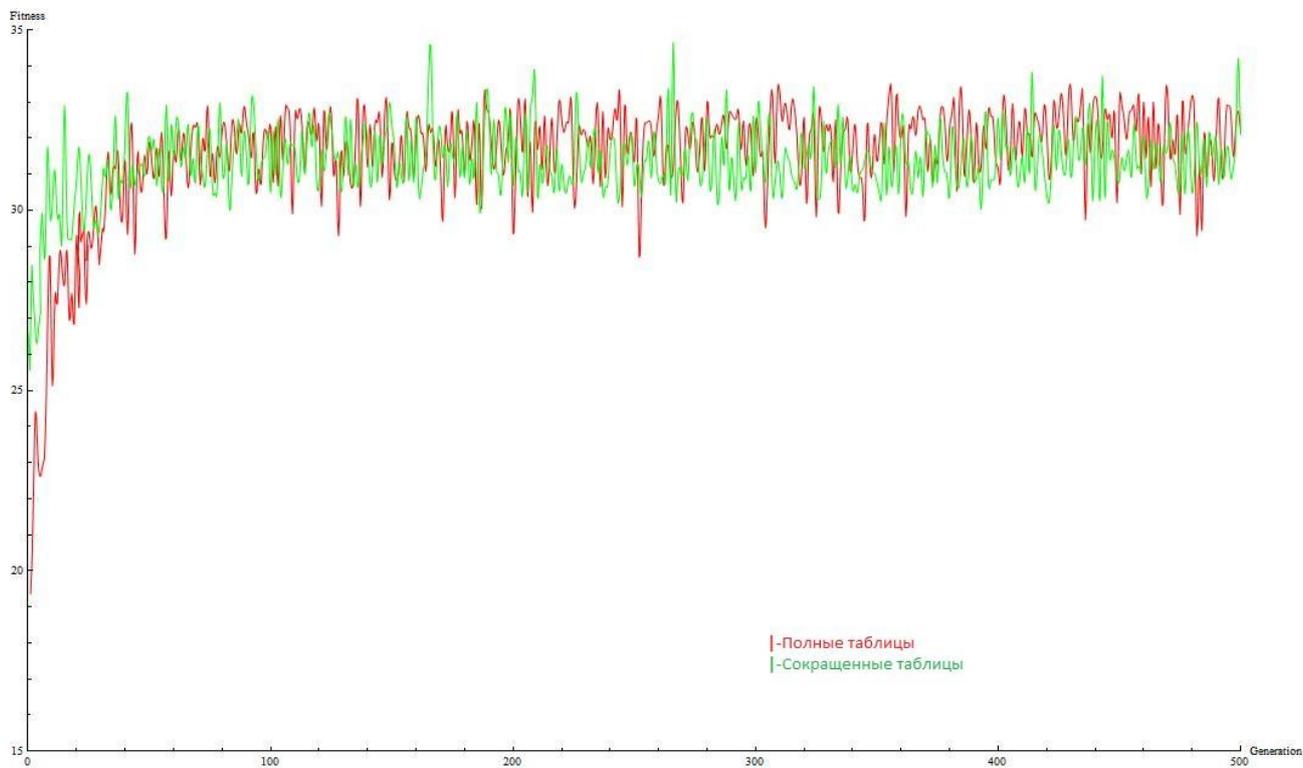


Рис. 4 – График функции приспособленности для восьми состояний

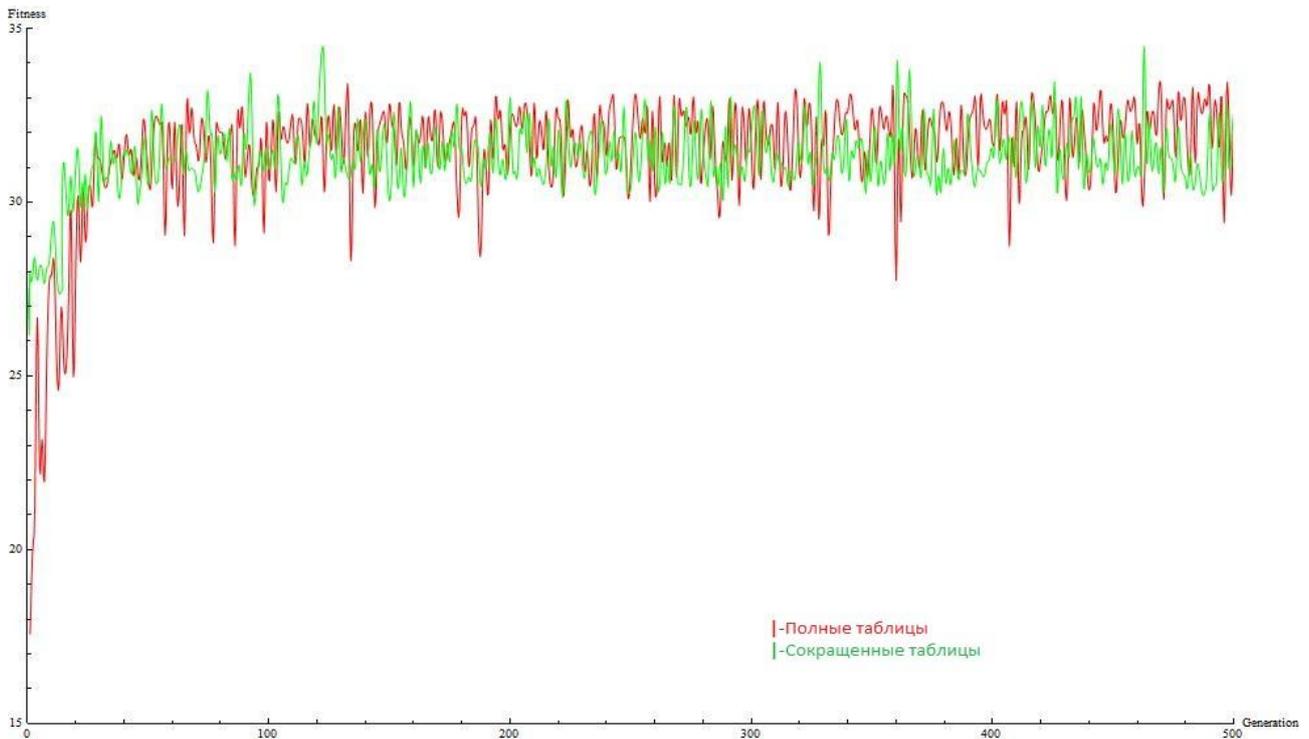


Рис. 5 – График функции приспособленности для восьми состояний

### 3.2 Пример выращенного автомата на сокращенных таблицах

Данный муравей:

Съедает яблок: 34 в среднем

Количество состояний автомата: 8

Стартовое состояние автомата: 0

Количество значимых предикатов: 4

Таблица переходов автомата:

Входное воздей- ствие	Номер состояния	0	1	2	3	4	5	6	7
	Действие	Влево	Вправо	Вперед	Вперед	Вперед	Вперед	Вперед	Вперед
	Значимые предикаты	1, 3, 4, 5	2, 5, 7, 8	2, 3, 4, 6	2, 4, 5, 8	1, 3, 4, 6	1, 2, 6, 8	3, 5, 6, 7	1, 2, 4, 6
0		6	3	0	6	3	5	6	2
1		6	3	3	3	3	1	1	4
2		4	3	7	6	7	5	0	4
3		1	4	4	3	4	7	0	5
4		5	6	3	0	3	0	3	0
5		3	5	0	6	4	0	4	5
6		0	4	7	7	7	1	0	7
7		7	3	6	0	2	3	2	3
8		7	5	1	3	1	4	6	7
9		0	2	6	2	2	7	7	3
10		6	1	3	0	7	4	2	3
11		5	3	1	7	4	1	6	7

12		0	0	7	6	0	2	3	5
13		5	5	4	1	3	1	4	5
14		7	2	7	4	3	1	1	3
15		0	7	7	2	0	4	7	4

## **Заключение**

Использование метода сокращенных таблиц, реализованного на автомате Мура, в генетическом алгоритме менее затратно по времени и памяти, чем использование метода полных таблиц.

При небольшом количестве значимых предикатов и малом количестве состояний, методы сходятся к ответу за примерно одно и то же время.

## **Источники**

1. Документация к комплексу для изучения методов глобальной оптимизации GIOpt

[http://is.ifmo.ru/courses/\\_giopt-src.rar](http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar)