

Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики

А. В. Александров

Отчет по лабораторной работе  
«Построение управляющих автоматов с помощью генетических  
алгоритмов»  
Вариант 27

Санкт-Петербург  
2009

# Оглавление

Введение.....	3
1. Постановка задачи .....	4
1.1. Задача о флибах .....	4
2. Автомат Мура .....	5
2.1. Способ представления автомата.....	5
3. Генетический алгоритм .....	6
3.1. Метод отбора.....	6
3.2. Метод скрещивания.....	6
3.3. Мутация.....	7
3.4. Метод вычисления функции приспособленности .....	7
Заключение .....	8
Источники .....	9

## Введение

Цель лабораторной работы — изучение возможности применения генетических алгоритмов для построения конечных автоматов, решающих поставленные задачи [1]. Необходимо было создать удовлетворяющий требованиям плагин для «Виртуальной лаборатории» [2], который бы решал поставленную задачу.

## **1. Постановка задачи**

При выполнении лабораторной работы необходимо было построить с помощью генетических алгоритмов конечный автомат Мура, решающий задачу о флибах [3]. Было необходимо применить представление автомата с помощью битовых строк и самостоятельно выбрать способ скрещивания. При этом требовалось использовать традиционный генетический алгоритм и метод «рулетки» для генерации очередного поколения.

### **1.1. Задача о флибах**

Задача о флибах заключается в моделировании живого существа (флиба), обладающего способностью предсказывать периодические изменения окружающей среды. В данном случае среда представляется периодичной битовой строкой, а флиб управляется конечным автоматом, построенным с помощью генетического алгоритма.

## 2. Автомат Мура

Конечным детерминированным автоматом Мура называется шестерка  $\langle Q, X, Y, s, \delta, \lambda \rangle$ , где

$Q$  — конечное множество состояний автомата;

$X$  — конечное множество, называемое входным алфавитом;

$Y$  — конечное множество, называемое выходным алфавитом;

$s$  — начальное состояние;

$\delta: Q \times X \rightarrow Q$  — функция переходов;

$\lambda: Q \rightarrow Y$  — функция выходов.

### 2.1. Способ представления автомата

В работе автомат представлен битовой строкой фиксированной длины. Пусть автомат имеет  $n$  состояний, причем число  $n$  в двоичном виде имеет длину  $k$ . Тогда длина битовой строки, представляющей данный автомат, будет равна  $k + n * (2 * k + 1)$ . Первые  $k$  битов строки являются двоичным представлением  $n$ . Далее следуют  $n$  блоков по  $2 * k + 1$  битов каждый. Каждый блок описывает соответствующее ему состояние автомата. Первый бит блока задает выходное воздействие, совершаемое автоматом в этом состоянии. Следующие же два слова по  $k$  битов задают переходы автомата из данного состояния по символам 0 и 1 соответственно.

### 3. Генетический алгоритм

Генетический алгоритм [4] — эвристический алгоритм нахождения максимума функции многих аргументов, напоминающий биологическую эволюцию. Он состоит из следующих шагов:

1. Создание начальной популяции.
2. Отбор особей для скрещивания (создание промежуточного поколения).
3. Скрещивание.
4. Мутация.

Поколение, полученное после шага 4, становится текущим, и шаги 2–4 повторяются.

#### 3.1. Метод отбора

В работе для отбора используется метод рулетки. В нем вероятность попадания каждой особи в промежуточное поколение пропорциональна значению функции приспособленности. Таким образом, «здоровые» особи, которым соответствуют большие значения функции приспособленности, имеют много шансов попасть в промежуточное поколение не однажды, тогда как те, на которых значение функции приспособленности не столь высоко, могут и вовсе не попасть в промежуточное поколение.

#### 3.2. Метод скрещивания

В качестве метода скрещивания в работе используется однородный кроссовер. Для этого все особи промежуточного поколения случайным образом разбиваются на пары. После этого особи в парах скрещиваются, образуя два потомка (рис. 1). При скрещивании для каждой позиции в битовой строке с некоторой вероятностью происходит обмен битами на этой позиции.

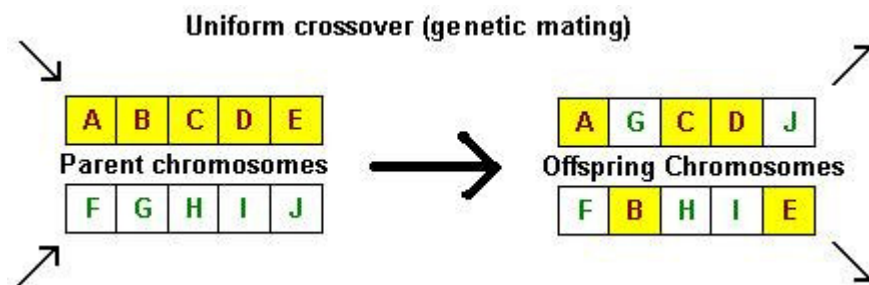


Рис. 1. Однородный кроссовер

### 3.3. Мутация

При мутации каждая особь с небольшой вероятностью подвергается небольшому изменению – в ее битовом представлении изменяется один бит (рис. 2).

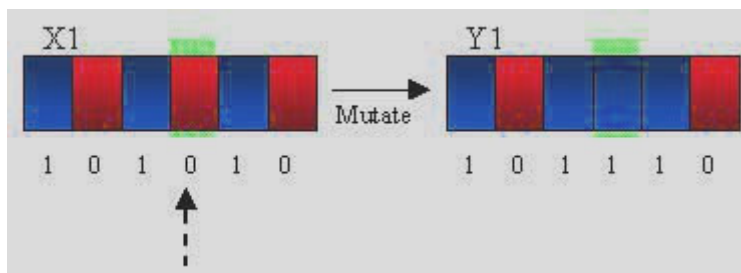


Рис. 2. Мутация

### 3.4. Метод вычисления функции приспособленности

В работе в качестве функции приспособленности выбрано число правильно предсказанных особью значений битов окружающей среды.

#### Заключение

Виртуальная лаборатория, к которой был написан плагин, получает значение функции приспособленности для каждой особи, вычисляет среднее и максимальное по поколению значения и строит графики этих двух величин (рис. 3).

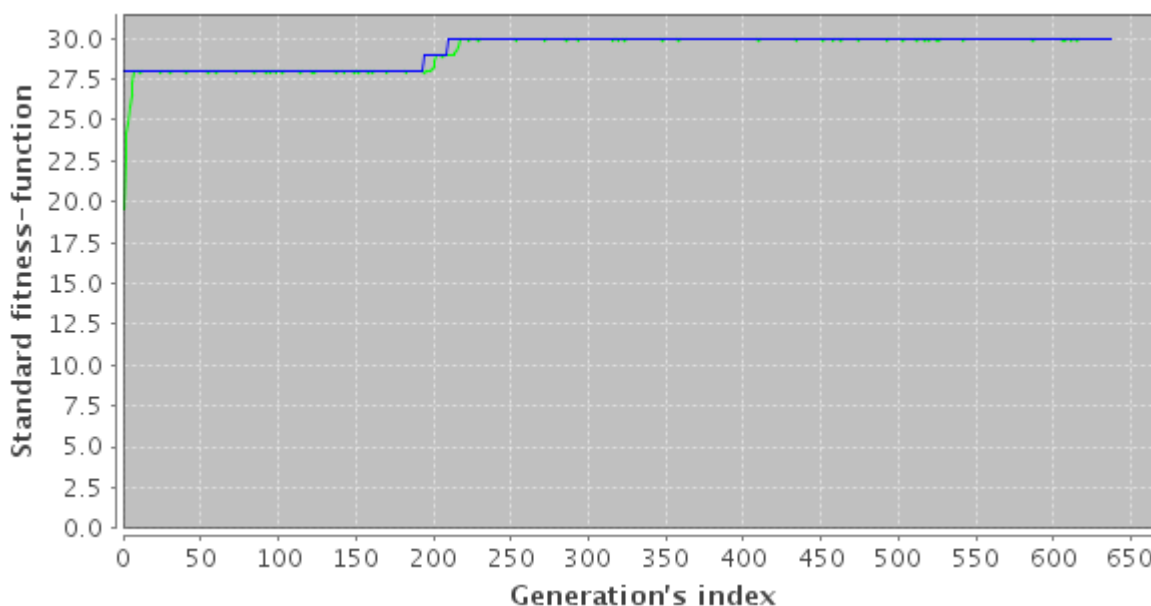


Рис. 3. Зависимость среднего и максимального значений функции приспособленности от номера поколения

Из этого графика видно, что при использованных параметрах генетического алгоритма (окружающая среда задана строкой «11110100101111010011111010010111101001», размер поколения равен 200, вероятность мутации равна 0,02, число состояний в автомате равно 10) максимальное значение функции приспособленности равно 30. Так как период строки (19) почти вдвое больше числа состояний автомата, полученное значение функции приспособленности можно считать достаточно высоким.

## Источники

1. *Список заданий для выполнения*

[http://svn2.assembla.com/svn/not\\_instrumental\\_tool/docs/labs/2009%20-%20autumn/labs.tex](http://svn2.assembla.com/svn/not_instrumental_tool/docs/labs/2009%20-%20autumn/labs.tex)

2. *Виртуальная лаборатория.* [http://svn2.assembla.com/svn/not\\_instrumental\\_tool/](http://svn2.assembla.com/svn/not_instrumental_tool/)

3. *Лобанов П. Г., Шалыто А. А.* Использование генетических алгоритмов для автоматического построения конечных автоматов в задаче о «флибах».

[http://is.ifmo.ru/works/\\_flib.pdf](http://is.ifmo.ru/works/_flib.pdf)

4. *Яминов Б.* Генетические алгоритмы.

<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/genetic-2005>