

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий,
механики и оптики
Факультет информационных технологий и программирования
Кафедра «Компьютерные технологии»

А. А. Сизиков

Отчет по лабораторной работе
«Использование генетических алгоритмов для
построения управляющих автоматов»

Вариант № 28

Санкт-Петербург
2009

Введение	3
1. Постановка задачи	4
2. Реализация.....	5
2.1. Способ представления автомата	5
2.2. Метод скрещивания.....	5
2.3. Оператор мутации	6
2.4. Генерация очередного поколения	6
2.5. Вычисление функции приспособленности	6
3. Результаты работы модуля виртуальной лаборатории.....	7
3.1. Графики функции приспособленности	7
3.2. Заключение.....	9
Источники	10

Введение

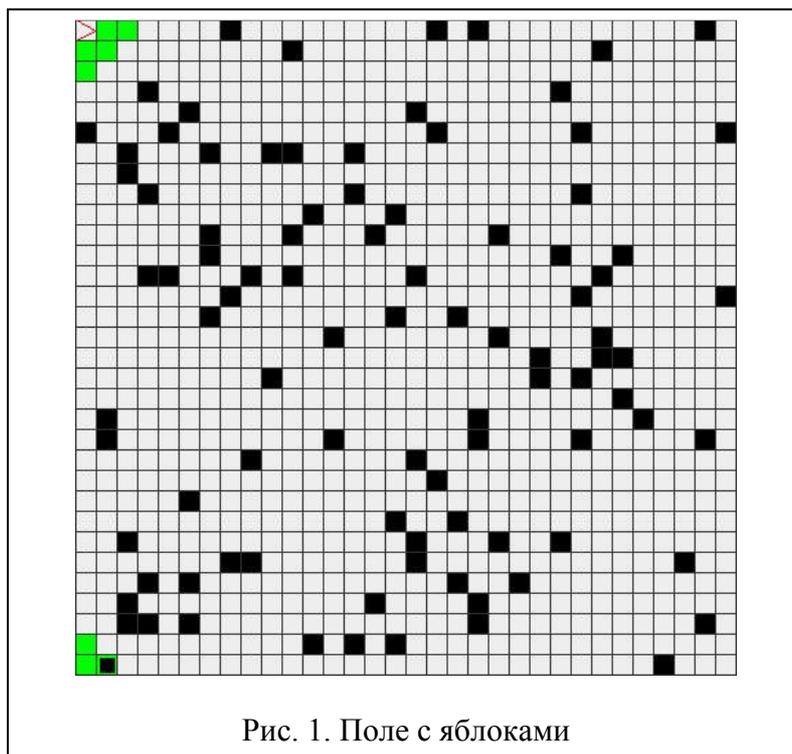
Цель данной работы – использование генетических алгоритмов для построения оптимальных конечных автоматов с небольшим числом состояний. Оптимальность заключается в максимизации числа съеденных яблок при фиксированном размере автомата. В данном варианте лабораторной работы рассматривается построение конечного автомата Мура, решающего задачу об «Умном муравье - 3».

Программная реализация включает в себя виртуальную лабораторию, разработанную коллективом студентов и магистрантов, и набор модулей (плагинов) к ней. Каждый модуль представляет собой конкретную реализацию алгоритма, выполненную автором лабораторной работы. Модуль должен удовлетворять требованиям, описанным в Документации к виртуальной лаборатории [1]. Интерфейс модуля описан в Инструкции по созданию модулей к виртуальной лаборатории [2].

1. Постановка задачи

Необходимо с помощью генетических алгоритмов построить конечный автомат Мура, решающий задачу «Умный муравей-3». Для генерации очередного поколения необходимо использовать островной генетический алгоритм [1] и метод «рулетки».

Опишем модель «Умного муравья-3» [2, 3]. Муравей движется по двумерному тору размером 32×32 клетки. В некоторых клетках (обозначены на рис.1 черным цветом) находится еда. Клетки поля, в которых нет еды, обозначены белым цветом. Для каждой клетки вероятность появления еды в ней равна заранее определенной величине μ .



В клетке в левом верхнем углу находится муравей в начале движения. За один ход муравей может совершить одно из следующих действий:

- Пройти вперед на одну клетку. Если в ней находилось яблоко, муравей его съедает.
- Повернуть налево.
- Повернуть направо.

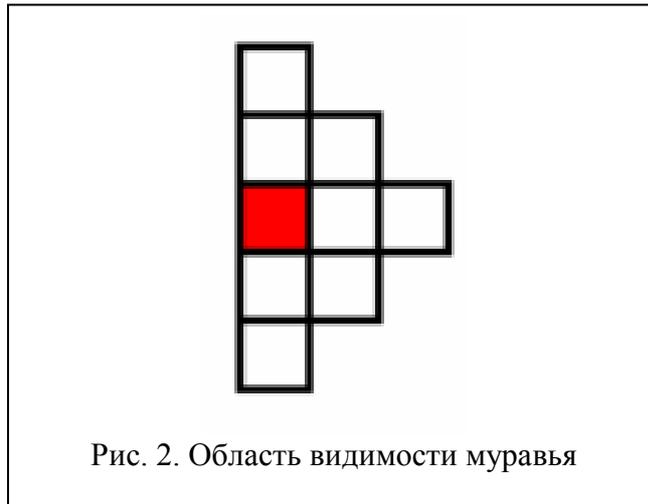
Игра длится 200 ходов. Муравей, съедающий большее число яблок за кратчайшее время, считается более приспособленным. Функция приспособленности вычисляется следующим образом:

$$Fitness = \frac{cf + (Ant.NUMBER_STEPS - m) \cdot 1.0}{Ant.NUMBER_STEPS},$$

где cf – еда, поглощенная муравьем на текущий момент времени, m – число шагов, сделанных муравьем, $Ant.NUMBER_STEPS$ – максимально возможное число шагов.

Число яблок на поверхности тора не является фиксированным, при генерации еды на игровом поле яблоко размещается в клетке с заданной, равной для всех клеток вероятностью.

Область видимости «Умного муравья-3» – восемь клеток поля (рис. 2).



2. Реализация

2.1. Способ представления автомата

Автомат Мура – конечный автомат, выходное действие которого зависит только от текущего состояния. Переход в новое состояние осуществляется при учете текущего состояния и входного воздействия.

Формально автомат Мура – совокупность шести объектов:

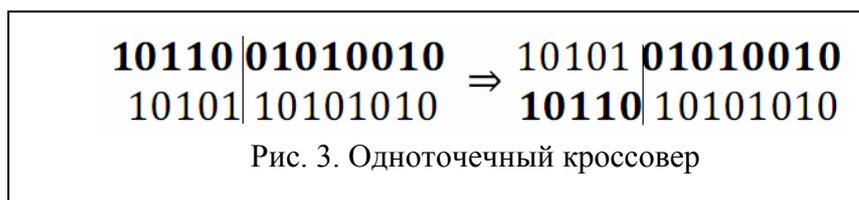
$$A = (S, S_0, X, Y, \delta, \mu),$$

где:

- S – множество состояний;
- S_0 – стартовое состояние;
- X – множество входных воздействий;
- Y – множество выходных действий;
- $\delta : S \times X \rightarrow S$ (таблица переходов по входным воздействиям для каждого состояния);
- $\mu : S \rightarrow Y$ (выходные действия муравья для каждого состояния).

2.2. Метод скрещивания

Для скрещивания используется классический оператор одноточечного кроссовера [1]. При его использовании для родительских хромосом случайным образом выбирается точка раздела, и хромосомы обмениваются частями, получившимися в результате раздела. На рис. 3 изображен пример:



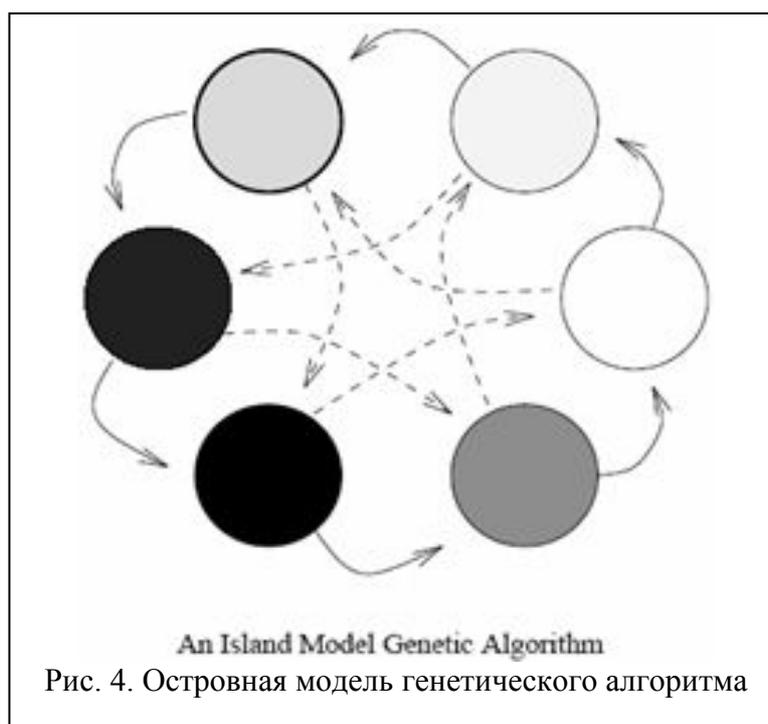
2.3. Оператор мутации

При мутации в наугад выбранном состоянии действие или переход устанавливаются в произвольное значение. С вероятностью 1% происходит смена начального состояния автомата на произвольное.

2.4. Генерация очередного поколения

Поколения генерируются островным генетическим алгоритмом. Идея заключается в разбиении популяции на «острова» (рис. 4) – подпопуляции. Популяция внутри каждого острова скрещивается внутри себя гораздо чаще, нежели с представителями популяций других островов. Скрещивание между различными островами называется миграцией.

Миграция происходит через фиксированные промежутки времени между одними из наиболее приспособленных представителей островов. Так реализуется разнообразие генофонда. Генерация следующей популяции в островном алгоритме происходит дольше, чем в традиционном. Однако островной алгоритм удобно реализовать, используя параллельные вычисления, так как миграции происходят достаточно редко.



2.5. Вычисление функции приспособленности

Функция приспособленности вычисляется как среднее арифметическое следующим образом:

$$f = \frac{\sum_{i=1}^k a_i}{k},$$

где k - число запусков муравья, a_i - число съеденных яблок на i -ой попытке.

3. Результаты работы модуля виртуальной лаборатории

3.1. Графики функции приспособленности

На рисунке изображен график зависимости максимального значения функции приспособленности от номера поколения (рис. 5).

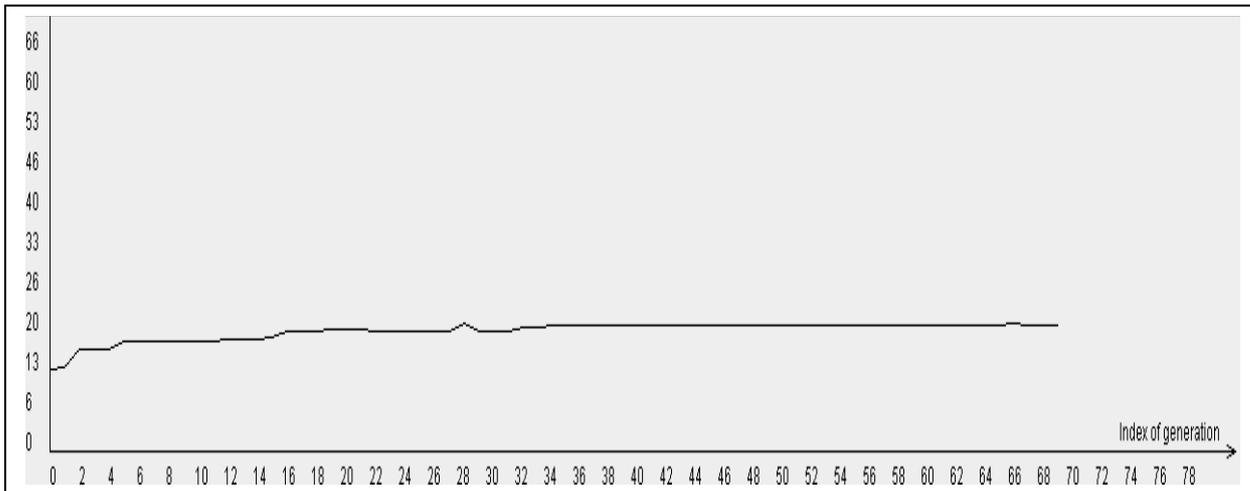
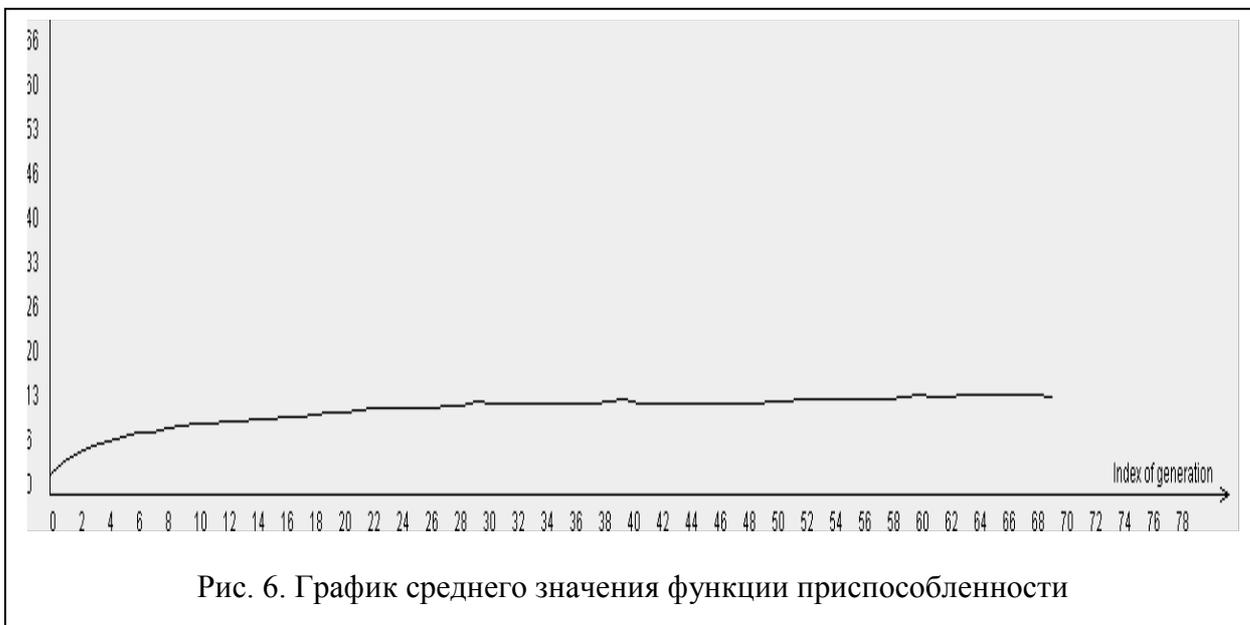


Рис. 5. График максимального значения функции приспособленности

График зависимости среднего значения функции приспособленности от номера поколения (рис. 6).



3.2. Заключение

В данной работе сгенерирован автомат Мура с пятью состояниями для задачи «Умный муравей-3». При этом были получены следующие показатели фитнес-функции:

- максимальное значение – 21,5;
- среднее значение – 12,8.

Поскольку вероятность появления еды на клетке равна 0.05, то ожидаемое общее число клеток, занятых едой, составляет 51. Графики показывают, что был получен муравей, съедающий треть еды на поле, что является хорошим результатом.

Использование метода рулетки плохо подходит для выделения наилучших особей при скрещивании, поскольку значения фитнес-функции для особей отличаются на небольшую величину. Поэтому даже у самой приспособленной особи есть шанс не попасть в следующее поколение. Это хорошо заметно на графике максимального значения фитнес-функции.

В результате получается автомат, достаточно эффективно решающий задачу «Умный муравей-3».

Источники

1. *Документация* к виртуальной лаборатории.
<http://svn.assembla.com/svn/virtualLaboratory/docs/Documentation.doc>
2. *Инструкция* по созданию модулей к виртуальной лаборатории.
http://svn2.assembla.com/svn/not_instrumental_tool/docs/pdf/interface_manual.pdf
3. *Яминов Б.* Генетические алгоритмы.
<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/genetic-2005>
4. *Раздел «Генетические алгоритма»* сайта кафедры «Информационные системы» СПбГУ ИТМО. <http://is.ifmo.ru/genalg/>
5. *Бедный Ю.Д., Шалыто А.А.* Применение генетических алгоритмов для построения автоматов в задаче «Умный муравей». http://is.ifmo.ru/works/_ant.pdf