

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

А.Д. Сафронов

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

Вариант № 13

Санкт-Петербург

2010

Оглавление

Введение.....	3
1. Постановка задачи	4
1.1. Задание лабораторной работы	4
1.2. Задача об «Умном муравье-3»	4
1.3. Автомат Мили	5
2. Реализация	6
2.1. Способ представления особи	6
2.2. Метод скрещивания	7
2.3. Метод мутации	7
2.4. Генерация очередного поколения	8
2.5. Вычисление функции приспособленности	8
3. Результаты	9
3.1. График функции приспособленности	9
Заключение	10
Источники	10

Введение

Цель лабораторной работы – построить управляющий автомат с помощью генетического алгоритма. В работе строится автомат Мили для решения задачи об «Умном муравье-3», применяя островной генетический алгоритм.

Для выполнения поставленной задачи был использован программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации «GlOpt» [1], созданный студентами кафедры «Компьютерные технологии» А. С. Тяhti и А. А. Чебатуркиным.

1. Постановка задачи

1.1. Задание лабораторной работы

Построить с помощью генетических алгоритмов конечный автомат Мили, решающий задачу об «Умном муравье-3». Использовать представление автоматов с помощью битовых строк. Способ скрещивания выбрать самостоятельно. Использовать островной генетический алгоритм и метод «рулетки» для генерации очередного поколения.

1.2. Задача об «Умном муравье-3»

Сформулируем условие задачи. Рассмотрим поле, располагающееся на поверхности тора, размером 32 на 32 клетки. Каждая клетка с некоторой вероятностью, которая будет заранее определена, содержит яблоко.

Пусть в начальный момент времени муравей находится в левой верхней клетке поля. Сам муравей устроен таким образом, что видит перед собой восемь клеток (рис.1).

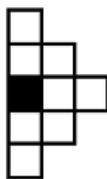


Рис. 1. Область видимости муравья

Исходя из результатов анализа клеток на содержание яблок, муравей может принять решение об одном из следующих действий:

1. Повернуть налево.
2. Повернуть направо.
3. Шагнуть вперед, съедая при возможности яблоко.
4. Ничего не делать.

Муравей имеет ограничение на число ходов – 200. Таким образом, задача состоит в том, чтобы создать автомат, управляющий муравьем, который позволит ему съесть максимальное число яблок за отведенное число ходов.

1.3. Автомат Мили

Автомат Мили – это конечный автомат, генерирующий выходные воздействия в зависимости от своего текущего состояния и входного воздействия.

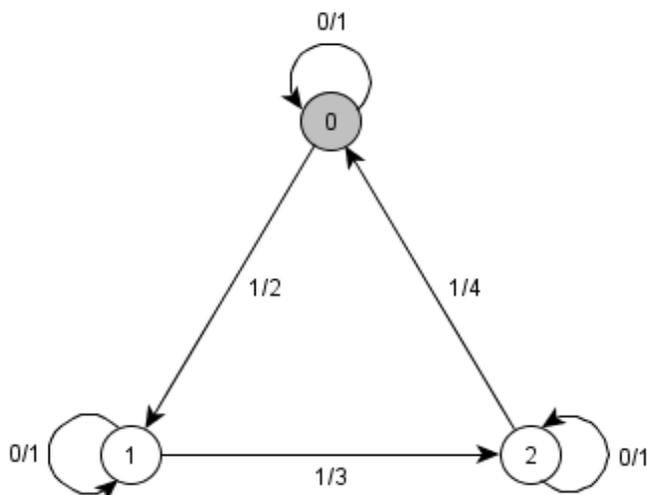


Рис. 2. Пример диаграммы переходов автомата Мили

Пара значений X/Y над каждой дугой показывает, что из данного состояния при входном воздействии X автомат переходит в другое состояние, формируя выходное воздействие Y .

2. Реализация

Виртуальная лаборатория состоит из ядра и подключаемых к нему модулей. Для решения задачи требуется создать два модуля, реализующие островной генетический алгоритм и саму особь соответственно.

2.1. Способ представления особи

Особями в данном алгоритме являются автоматы Мили, так или иначе решающие задачу об «Умном муравье-3». Автомат представляются в виде битовой строки (рис. 3). В ней под каждое состояние выделяется $256 * (k+2)$ бит, где k – число битов, необходимое для двоичного представления числа вершин в автомате. Еще два бита отводятся под одно из четырех возможных действий муравья. Так как муравей видит восемь клеток, число возможных входных воздействий – 256. Начальное состояние автомата хранится в отдельной переменной.

[Состояние 1][Состояние 2][Состояние 3]...[Состояние N]

Рис. 3. Представление автомата в виде битовой строки

2.2. Метод скрещивания

Скрещивание используется для создания по двум заданным особям их потомков, которые наследуют свойства родителей. Для этого создаются два новых автомата с тем же числом состояний, что и у исходных. Сначала случайным взаимноисключающим образом каждому из потомков достается начальное состояние автомата-родителя. Затем определяются их переходы. У каждого родителя имеется 256 переходов из каждого состояния, которые аналогичным образом распределяются между их потомками. Операция выполняется для каждого состояния.

2.3. Метод мутации

Мутация необходима для возникновения новых свойств у отдельных особей. В данном случае при мутации выбирается случайное состояние, и в нем для одного из 256 переходов изменяется либо конечное состояние, либо выходное действие.

2.4. Генерация очередного поколения

Островной генетический алгоритм – это модель параллельного генетического алгоритма, которая заключается в том, что на каждом острове генерация следующего поколения осуществляется независимо. Для этого сначала происходит скрещивание особей, отобранных методом рулетки в пределах одного острова, а затем выполняются мутации. Однако через определенное число поколений каждая особь имеет шанс перейти для скрещивания на другой остров, выбираемый случайным образом.

2.5. Вычисление функции приспособленности

Функция приспособленности для каждой особи задается следующим выражением:

$$\text{Fitness} = \text{Apples} - \text{LastStep} / \text{MaxSteps},$$

где Apples – число съеденных яблок, LastStep – номер последнего шага, на котором было съедено яблоко, MaxSteps – число допустимых шагов.

3. Результаты

Ниже (рис. 4) приведены графики зависимости функции приспособленности лучшей особи от времени для островного генетического алгоритма (зеленый) и традиционного генетического алгоритма (коричневый), уже реализованного в лаборатории.

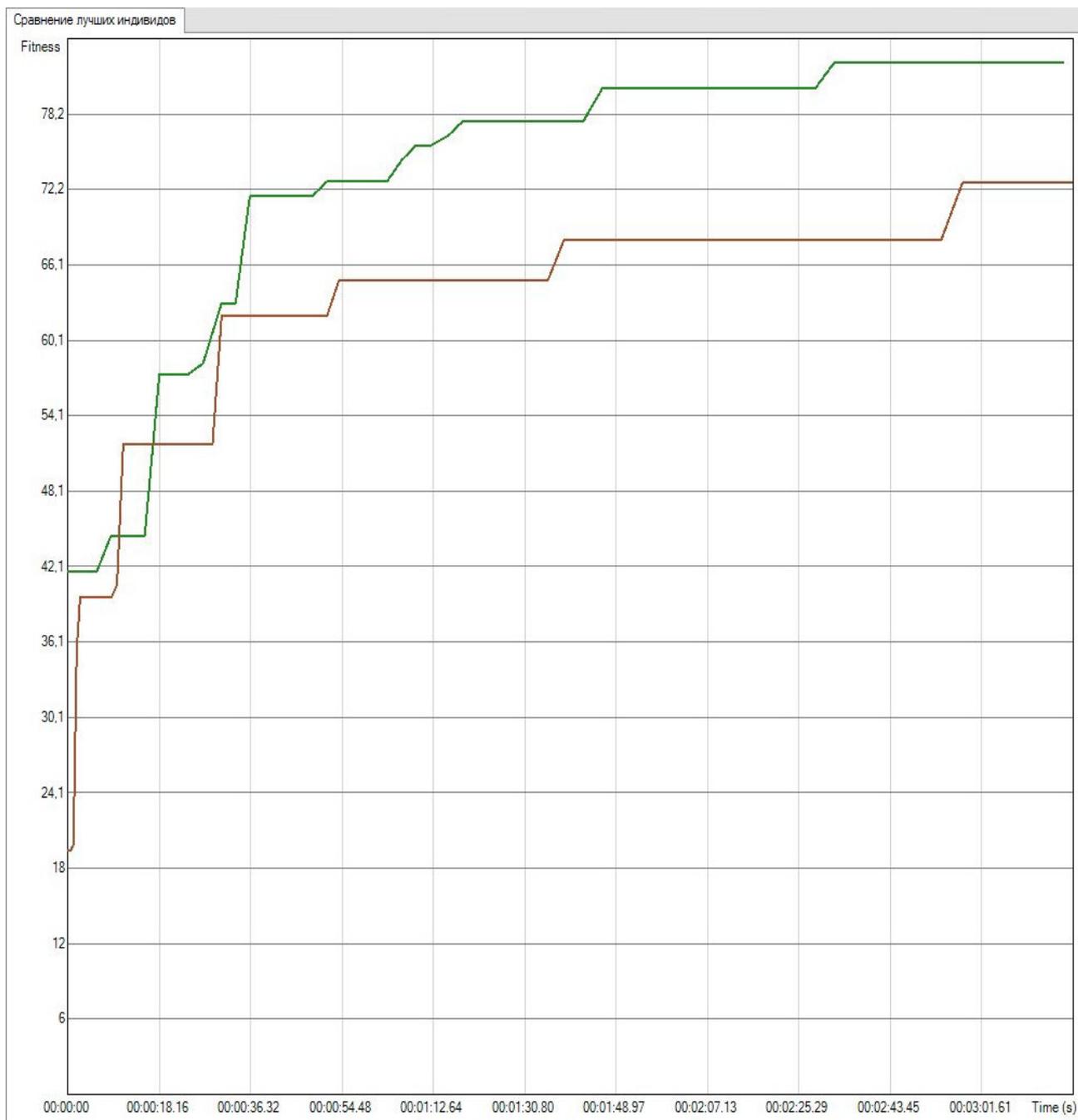


Рис. 4. Графики лучших особей

Из рассмотрения графиков видно, что на начальном этапе традиционный алгоритм оказался несколько быстрее, однако эффективность островного алгоритма оказалась выше, что наглядно представлено на графике.

Заключение

В результате работы алгоритма был построен автомат, решающий задачу об «Умном муравье-3», значение функции приспособленности которого достигает 82.

Источники

1. *Тяхти А. С., Чебатуркин А. А.* Программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации «G1Opt». http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar
2. *Яминов Б.* Генетические алгоритмы. <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/genetic-2005>
3. *Давыдов А. А., Соколов Д. О., Царев Ф. Н., Шалыто А. А.* Применение островного генетического алгоритма для построения автоматов Мура и систем взаимодействующих автоматов Мили на примере задачи об умном муравье. http://is.ifmo.ru/genalg/_scm2008_sokolov.pdf