

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

И. В. Михайлов

Отчет по лабораторной работе
**«Построение управляющих автоматов с помощью
генетических алгоритмов»**
Вариант № 2

Санкт-Петербург
2010

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	4
1.1. Текст задания лабораторной работы	4
1.2. Конечный автомат Мура	4
1.3. Постановка задачи об «Умном муравье»	5
1.4. Метод «рулетки»	5
2. Реализация	6
2.1. Описание используемого способа представления автоматов в генетическом алгоритме	6
2.2. Описание метода скрещивания	6
2.3. Описание оператора мутации	6
2.4. Описание способа вычисления фитнес функции	7
3. Полученный результат	8
3.1. Представление полученного автомата в виде диаграммы переходов	8
3.2. График значений фитнес функции	8
4. Заключение	9
Источники	10

Введение

Цель данной лабораторной работы – построение управляющего автомата с помощью генетического алгоритма. В данном варианте задания требуется построить генетическим алгоритмом автомат Мура, который бы эффективно решал задачу об «Умном муравье».

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

1. Постановка задачи

1.1. Текст задания лабораторной работы

«Постройте с помощью генетических алгоритмов конечный автомат Мура, решающий задачу об «Умном муравье». Используйте представление автоматов с помощью битовых строк. Способ скрещивания выберите самостоятельно. Используйте простой генетический алгоритм и метод «рулетки» для генерации очередного поколения».

1.2. Конечный автомат Мура

Согласно книге «Автоматное программирование» [2], автоматом Мура называется автомат, у которого выходное воздействие зависит только от состояния и не зависит от входного воздействия. Различают два типа автомата Мура: автомат первого рода формирует выходные воздействия на основе текущих значений внутренних переменных, в то время как автомат второго рода сначала обновляет свое состояние, а затем на основе обновленного состояния формирует выходное воздействие. Для выполнения задания данной лабораторной работы было решено использовать автомат Мура второго рода, пример такого автомата изображен в виде диаграммы переходов на рис. 1. В каждой вершине написано соответствующее ей выходное воздействие, таким образом, оно не зависит от входного воздействия, а только от текущего состояния автомата.

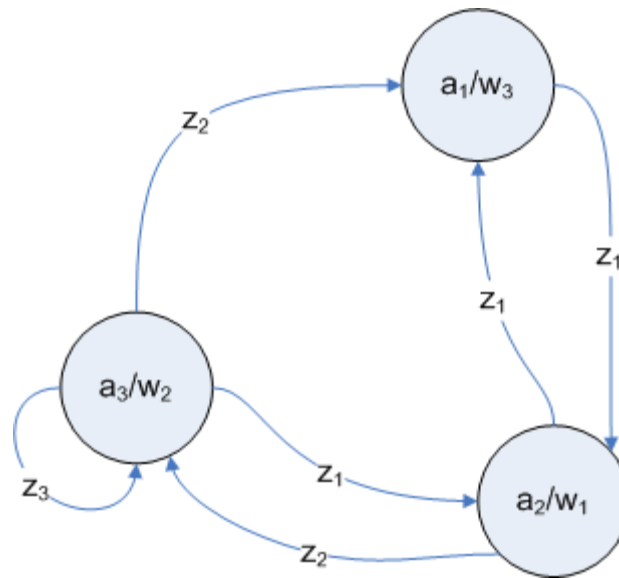


Рис. 1. Автомат Мура. «а» – состояния, «z» – входные воздействия, «w» – действия, соответствующие состояниям

1.3. Постановка задачи об «Умном муравье»

На тороидальном поле размером 32 на 32 находятся 89 ячеек с едой. Еда расположена вдоль ломаной линии («тропы»), некоторые ячейки которой пусты. Расположение ячеек с едой фиксировано. Муравей должен за 200 ходов съесть всю еду на линии. Требуется построить конечный автомат, моделирующий поведение такого муравья.

Вначале муравей находится в левом верхнем углу поля и смотрит направо. Муравей может определить, есть ли еда в ячейке, находящейся непосредственно перед ним. За один ход муравей может выполнить одно из следующих действий – повернуться налево, повернуться направо или подвинуться на ячейку вперед. Для того, чтобы съесть еду, муравью необходимо попасть в ячейку с ней. Ячейки с едой, в которых муравей уже побывал, неотличимы для него от исходно пустых ячеек.

1.4. Метод «рулетки»

Метод «рулетки» – определение какие члены популяции выбираются для размножения. При использовании этого метода оценка каждой особи пропорциональна величине ее фитнес-функции.

2. Реализация

Для реализации был использован программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации «GlOpt». Он подробно описан в прилагающейся к нему документации. Для выполнения задачи требовалось создать библиотеку, включающую в себя реализацию заданного алгоритма, функции скрещивания и функции мутации.

2.1. Описание используемого способа представления автоматов в генетическом алгоритме

Каждый автомат представлен в программе в виде массива битовых строк, в которых кодируются переходы из состояния и значения выходной переменной.

2.2. Описание метода скрещивания

Используемый метод скрещивания по двум родителям строит двух потомков. Потомки получают начальные состояния родителей, переставленные с вероятностью $\frac{1}{2}$, а битовые строки для каждого состояния получаются в результате одноточечного кроссовера.

2.3. Описание оператора мутации

Оператор мутации равновероятно выполняет над автоматом одно из следующих действий:

- изменяет стартовое состояние автомата на случайно выбранное;
- для каждого состояния заменяет случайно выбранные биты в строке описания на случайные значения.

2.4. Описание способа вычисления фитнес-функции

Фитнес-функция (функция приспособленности) вычисляется по формуле: $F + \frac{200 - S}{S}$. Здесь F – число яблок, съеденных муравьем, S – число шагов, сделанных муравьем до момента съедания последнего яблока. Вычисление числа сделанных шагов и съеденных яблок производится путем эмуляции поведения муравья, управляемого автоматом.

3. Полученный результат

В результате работы алгоритма был получен конечный автомат Мура второго рода (его выходной сигнал однозначно определяется состоянием, в которое автомат перешел) с девятью состояниями. Этот автомат довольно эффективно решает задачу об «Умном муравье» – под его управлением муравей съедает 85 яблок, величина его фитнес-функции 84,015.

3.1. Представление полученного автомата в виде графа переходов

На рис. 2 полученный автомат Мура представлен в виде графа переходов, в котором символ «↑» – идти вперед, «→» – поворот направо, «←» – поворот налево. F (¬F) над переходом – наличие (отсутствие) еды перед муравьем.

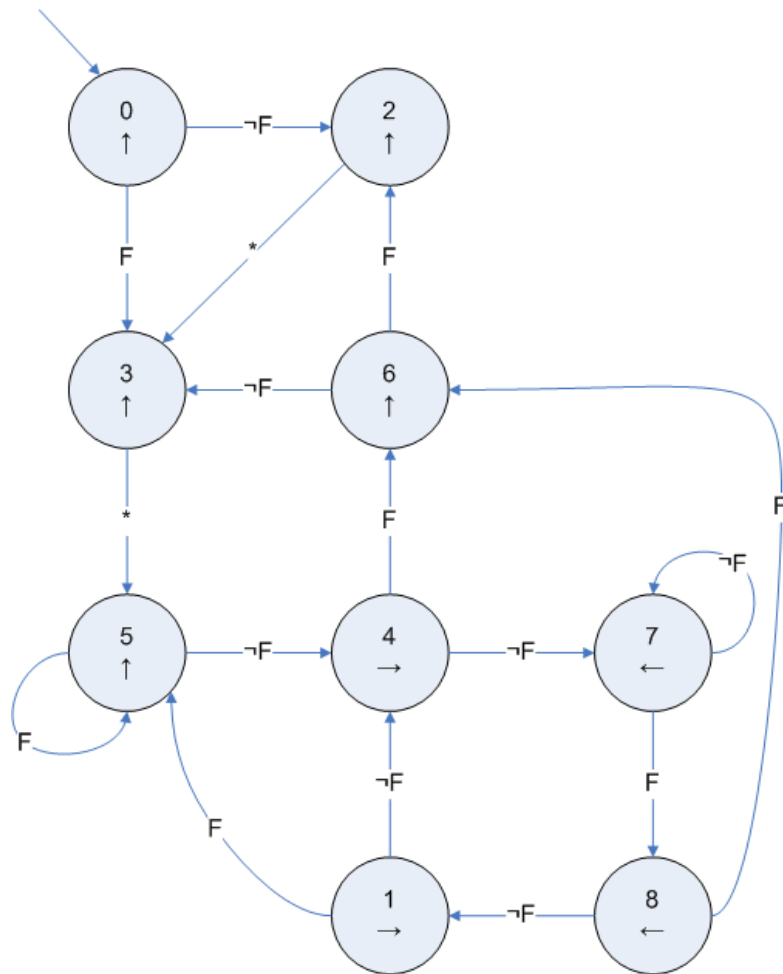


Рис. 2. Полученный результат

3.2. График значений фитнес-функции

График значений фитнес-функции, полученный в результате работы

программного комплекса, представлен на рис. 3. Видно, что требуемого результата удалось добиться за сравнительно малое время – около 25 минут при помощи метода рулетки. Из графика также ясно, что метод рулетки показал себя эффективнее простого генетического алгоритма, который так и не смог сойтись к 85 яблокам.

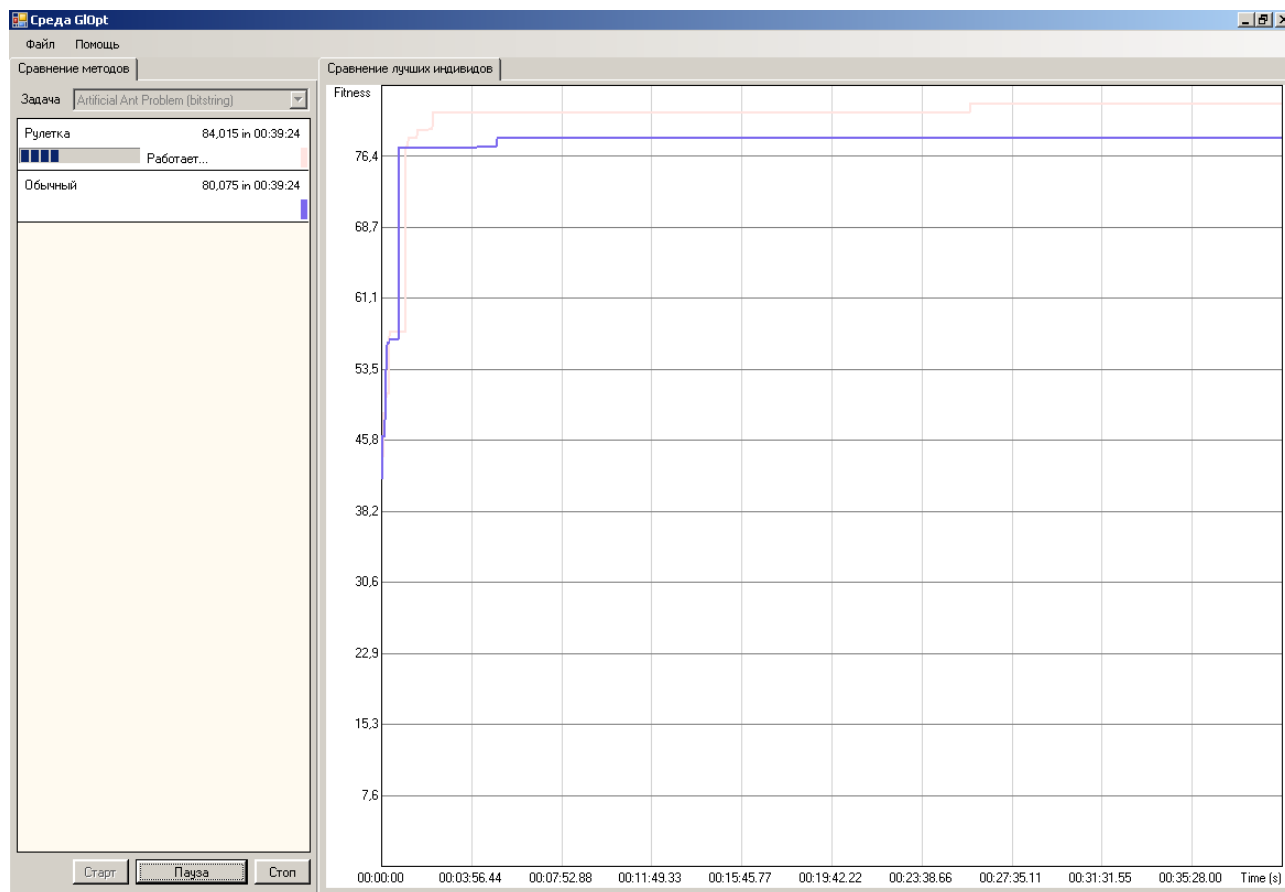


Рис. 3. График фитнес-функции

Заключение

В результате выполнения данной лабораторной работы с помощью генетического алгоритма был построен автомат Мура, решающий задачу об «Умном муравье». Скорость построения автомата (около двадцати пяти минут для 85 яблок и минута для 81) свидетельствует о том, что данный генетический алгоритм позволяет быстро и эффективно решать поставленную задачу.

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. *Поликарпова Н. И., Шалыто А. А.* Автоматное программирование. СПб.: Питер, 2009.
3. *Яминов Б.* Генетические алгоритмы.
<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unordered/genetic-2005>