

Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики

Кафедра «Компьютерные технологии»

Ф. М. Коротков

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

Вариант № 5

Санкт-Петербург  
2009

## Оглавление

Введение.....	3
1. Постановка задачи.....	4
1.1. Автомат Мили.....	4
1.2. Задача об «Умном муравье».....	4
2. Реализация.....	5
2.1. Используемое представление автоматов.....	5
2.2. Описание метода мутации.....	5
2.3. Описание метода скрещивания.....	6
2.4. Генерация нового поколения.....	6
2.5. Способ вычисления приспособленности.....	6
3. Результаты.....	6
Заключение.....	8
Список литературы.....	9

## Введение

В лабораторной работе изучается применение генетических алгоритмов для генерации конечных автоматов. В качестве примера рассматривается задача об «Умном муравье». Результатом работы является автомат Мили, построенный с помощью генетического алгоритма и представляющий логику муравья.

При выполнении лабораторной работы использовался программный комплекс «Программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации *GIOpt*» [1], написанный студентами кафедры «Компьютерные технологии» СПбГУ ИТМО. Модуль позволяет реализовывать генетические алгоритмы и особей для них в виде подключаемых плагинов.

# 1. Постановка задачи

Цель лабораторной работы – построить автомат Мили, близкий к оптимальному и решающий задачу об «Умном муравье» [2]. Оптимальность заключается в том, чтобы функция приспособленности была максимальна.

## 1.1. Автомат Мили

Автомат Мили – это конечный автомат, генерирующий выходные воздействия в зависимости от текущего состояния и входного воздействия. При этом выходное воздействие зависит не только от состояния, в котором находится автомат, но и от входного воздействия.

## 1.2. Задача об «Умном муравье»

В задаче об «Умном муравье» рассматривается поле, состоящее из клеток. Поле имеет размеры 32x32 клеток и располагается на поверхности тора. Некоторые клетки поля пусты, некоторые содержат по одному яблоку. Всего на поле 89 яблок. Муравей начинает свое движение из клетки, помеченной как «Start». За один ход муравей может определить, есть ли в клетке перед ним яблоко, и выполнить одно из следующих действий:

- повернуть направо;
- повернуть налево;
- сделать шаг вперед, и если в новой клетке есть яблоко, то съесть его.

Максимальное число ходов – 200. Цель работы – создать муравья с фиксированным числом состояний, у которого функция приспособленности была бы максимальна (рис. 1).



переходов случайного состояния. Также с вероятностью 50% изменяется начальное состояние на случайно выбранное.

### 2.3. Описание метода скрещивания

Создаются два автомата ( $a_1$  и  $a_2$ ) с таким же числом состояний, как у исходных ( $p_1$  и  $p_2$ ). Начальные состояния  $a_1$  и  $a_2$  либо совпадают с  $p_1$  и  $p_2$ , либо с  $p_2$  и  $p_1$  соответственно. У каждого состояния автомата есть два перехода, для двух родительских состояний есть четыре перехода и четыре варианта распределить их среди детей. Для каждого состояния детей, случайным образом распределим эти четыре родительских перехода. Таким образом получим новые особи.

### 2.4. Генерация нового поколения

Генерация следующего поколения состоит из трех этапов. Сначала методом рулетки отбираются особи для дальнейшего скрещивания, а потом мутации. Метод рулетки заключается в том, что вероятность особи попасть в новое поколение пропорционально ее приспособленности в текущем поколении.

### 2.5. Способ вычисления приспособленности

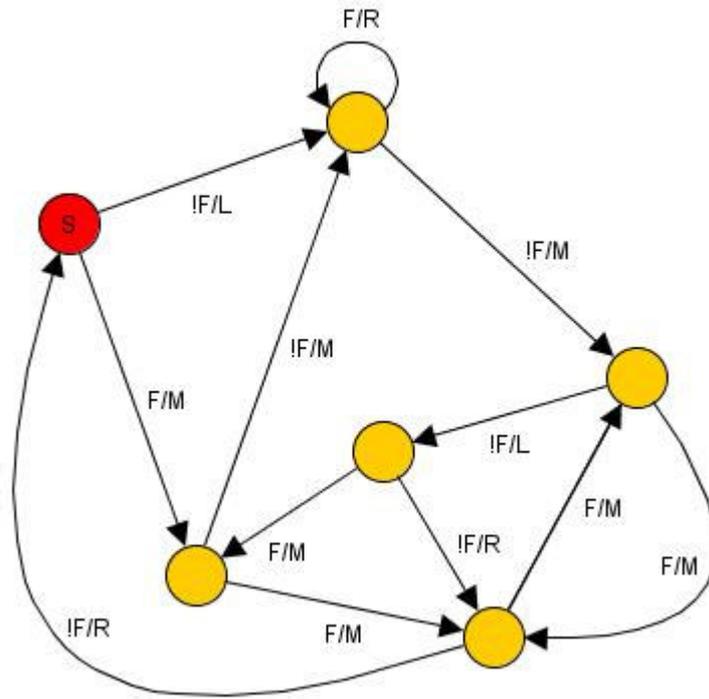
Для определения приспособленности особи используется следующая *Fitness*-функция:

$$Fitness = Apples - lastStep / maxStepsCount$$

где *Apples* – число съеденных яблок, *lastStep* – номер шага, на котором съедено последнее яблоко, *maxStepsCount* – максимальное число шагов (в данном случае 200).

## 3. Результаты

В результате работы генетического алгоритма был построен автомат с шестью состояниями, который позволяет муравью съесть 85 яблок за 193 шага (рис. 2).



**Рис. 2.** Автомат с шестью состояниями, который позволяет муравью съесть 85 яблок за 193 шага

В процессе работы алгоритма был получен график зависимости функции приспособленности лучшей особи от времени (рис. 3).



**Рис. 3.** График функции приспособленности лучшей особи от времени.

Заметим, что в работе [2] было показано, что муравей, управляемый автоматом с шестью состояниями, не может съесть больше 85 яблок.

## Заключение

Результаты лабораторной работы показали, что данный метод эффективен для построения автомата с шестью состояниями, который съедает 85 яблок, так как перебор позволяет решить данную задачу за большее время.

## Источники

1. *Виртуальная лаборатория* обучения методам искусственного интеллекта для генерации управляющих конечных автоматов (язык программирования C#). [http://is.ifmo.ru/courses/\\_giopt-src.rar](http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar)
2. Царев Ф. Н., Шалыто А. А. Применение генетических алгоритмов для построения автоматов с минимальным числом состояний для задачи об «Умном муравье». [http://is.ifmo.ru/download/2008-02-25\\_tsarev\\_shalyto.pdf](http://is.ifmo.ru/download/2008-02-25_tsarev_shalyto.pdf)
3. Бедный Ю.Д., Шалыто А.А. Применение генетических алгоритмов для построения автоматов в задаче «Умный муравей». [http://is.ifmo.ru/works/\\_ant.pdf](http://is.ifmo.ru/works/_ant.pdf)