

Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики
факультет информационных технологий и программирования
Кафедра «Компьютерные технологии»

М.А. Никулин

Отчет по лабораторной работе
«Применение генетических алгоритмов для построения автоматов в
задаче об умном муравье»

Вариант №19

Санкт-Петербург
2012

Оглавление:

Введение.....	3
1. Постановка задачи.....	4
2. Генетический алгоритм.....	5
2.1. Представление особи.....	5
2.2. Оператор скрещивания.....	5
2.3. Оператор мутации.....	5
2.4. Метод генерации очередного поколения.....	6
2.5. Операторы селекции.....	6
2.6. Функция приспособленности.....	6
3. Результаты.....	7
Заключение.....	8
Источники.....	9

Введение

В данной лабораторной работе изучается эффективность работы генетического алгоритма при использовании в качестве оператора селекции пропорционального отбора и турнирного отбора. При выполнении этой работы был использован визуализатор из виртуальной лаборатории G\Opt[1].

1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной работы – исследовать влияние выбора типа оператора селекции на эффективность работы алгоритма, строящего автомат Мили, решающий задачу об умном муравье. Критерий оценки автомата заключается в том, что автомат, имея фиксированное число состояний, должен приводить к тому, что муравей, управляемый автоматом, съедает всю еду на поле за ограниченное число шагов.

В задаче об умном муравье рассматривается игровое поле, состоящее из клеток (рис. 1).

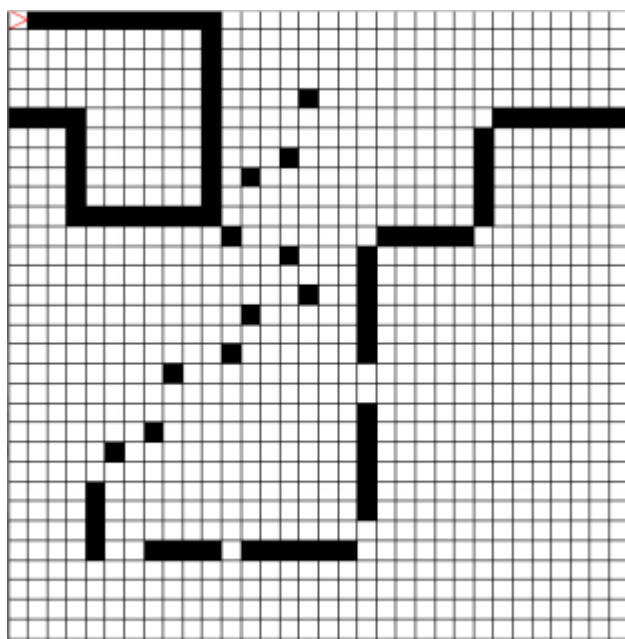


Рис. 1 – Игровое поле

Поле имеет размеры 32 на 32 клетки 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 «Start». За один ход муравей может определить, есть ли в клетке перед ним яблоко, и выполнить одно из следующих действий:

- повернуть налево;
- повернуть направо;
- сделать шаг вперед, если в новой клетке есть яблоко – съесть его;
- ничего не делать.

Всего делается 200 ходов. Требуется построить автомат с определенным числом состояний, который за минимальное число ходов ест как можно больше яблок.

2. Генетический алгоритм

Для задачи поиска оптимального автомата, управляющего муравьём, применяется генетический алгоритм. Работа генетического алгоритма состоит из нескольких фаз. Вначале происходит генерация первого поколения особей. Далее алгоритм начинает выполнение итеративного процесса – на каждой итерации строится следующее поколение из предыдущего.

При этом применяются процедуры:

- отбор – из предыдущего поколения выбирается часть особей; для сравнения особей между собой алгоритм использует функцию приспособленности, сопоставляющую каждой особи число, определяющее ее приспособленность;
- скрещивание – по двум особям-родителям создаются две новые особи;
- мутация – случайным образом изменяется строение особи.

Опишем более подробно алгоритм, применяемый в данной работе.

2.1. Представление особи

Особями в данном алгоритме являются автоматы Мили. Автомат Мили представляется в виде графа переходов. Непосредственно в коде программы используется двумерный массив.

Transition[][] transitions, который хранит переход (новое состояние и выходное воздействие) для каждой пары, состоящей из текущего состояния автомата и входного сигнала. В задаче об умном муравье значениями входной переменной являются 0 и 1 – присутствие или отсутствие еды в клетке перед муравьем.

2.2. Оператор скрещивания

При скрещивании алгоритм порождает две новые особи из двух особей родителей. Состояния автоматов нумеруются числами от 1 до N (у всех автоматов одинаковое число состояний). Рассмотрим процедуру скрещивания: для всех i (i от 1 до N) выполняются шаги:

1. Рассматривается состояние с номером i из первого родителя и состояние с тем же номером из второго; запоминаются переходы из этих состояний.

2. Рассматривается состояние с одинаковым номером i в автоматах-потомках; случайным образом переходы особей-родителей распределяются среди состояний особей-потомков.

2.3. Оператор мутации

Оператор мутации реализован следующим образом. Для каждого перехода из каждого состояния действие при этом переходе и номер следующего состояния с вероятностью p изменяются на случайные. С той же вероятностью может измениться начальное состояние автомата.

2.4. Метод генерации очередного поколения

Начальное поколение генерируется из особей, заданных случайным образом. Рассмотрим процесс генерации нового поколения из текущего.

1) В новое поколение отправляется определенная часть всей популяции без применения операторов – элитизм (в данной работе значение элитизма взято равным 10%, то есть 10% наилучших особей попадает в новое поколение без отбора). Таким способом удастся добиться более стабильной работы генетического алгоритма.

2) С помощью метода пропорционального (или турнирного) отбора из исходного поколения выбирается количество недостающих особей до размера поколения, образуя промежуточную популяцию.

3) К выбранным на шаге №2 особям применяется оператор скрещивания и мутации.

2.5. Операторы селекции

Пропорциональный отбор проводит селекцию с помощью "запусков" рулетки. Колесо рулетки содержит по одному сектору для каждого члена популяции. Размер i -ого сектора пропорционален соответствующей величине $P_{sel}(i)$ вычисляемой по формуле:

$$P_{sel}(i) = \frac{f(i)}{\sum_{i=1}^n f(i)}$$

При таком отборе члены популяции с более высокой приспособленностью с большей вероятностью будут чаще выбираться, чем особи с низкой приспособленностью.

Турнирный отбор производится следующим образом: случайным образом выбираются T особей (рассмотрены случаи, где $T = 2, 3, 4$ соответственно), из которых лучшая попадает в промежуточную популяцию. Процесс продолжается, пока промежуточная популяция не окажется заполненной.

2.6. Функция приспособленности

Функция приспособленности вычисляется по формуле:

$$Fitness = Apples - Steps / 200;$$

где $Apples$ – число яблок, съедаемых муравьем за 200 шагов, $Steps$ – номер шага, на котором муравей съедает последнее яблоко.

3. Результаты

Для автомата, состоящего из восьми состояний, были произведены запуски с различными типами оператора селекции. Было произведено 100 запусков с размером популяции 100 особей и числом поколений не более 500. В каждом запуске бралась максимальная величина функции приспособленности в соответствующем поколении. После получения результатов ста запусков данные значения усреднялись.

Результаты запусков отражены на рис. 2.

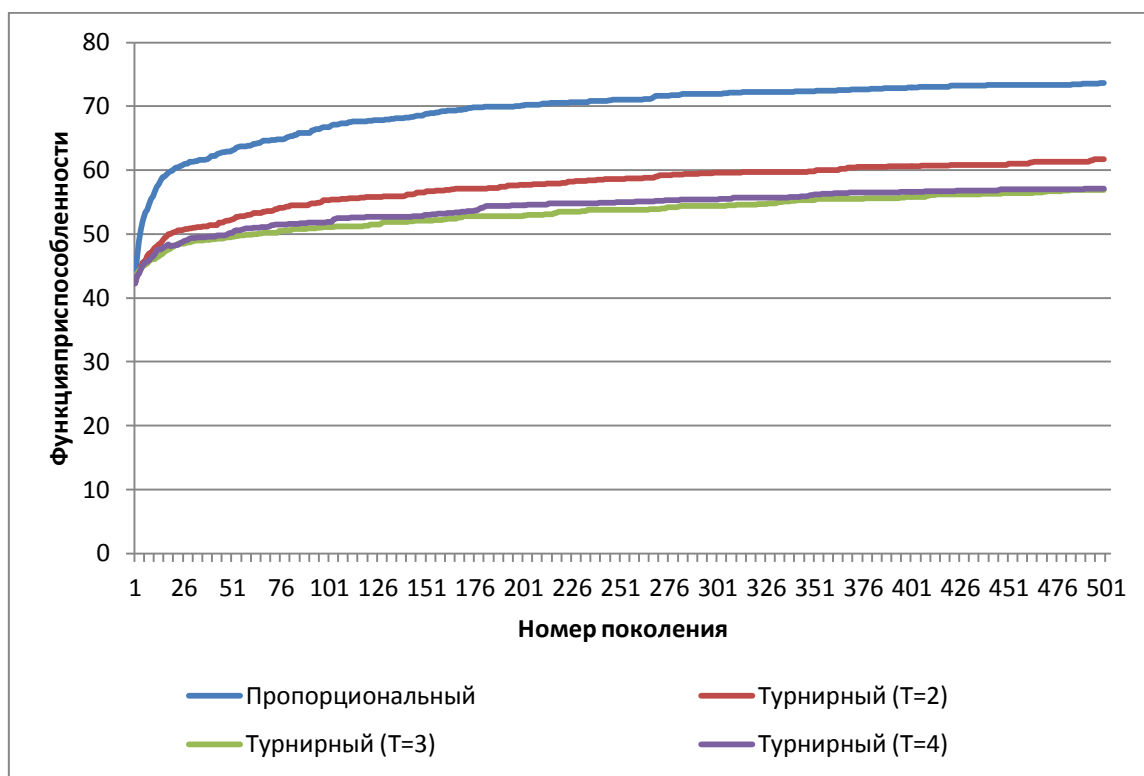


Рис.2 – График функции приспособленности для автомата с восемью состояниями: 100 запусков, размер популяции 100, число поколений 500

Заключение

Результаты лабораторной работы показали, что эффективное построение автомата Мили с восемью состояниями, который решает задачу об умном муравье, наблюдается при пропорциональном отборе.

ИСТОЧНИКИ

1. Документация пакета «watchmaker».

<http://watchmaker.uncommons.org/manual/index.html>