

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

Воронов Ф. А.

**Отчет по лабораторной работе
«Применение эволюционной стратегии
для построения автоматов
в задаче об умном муравье»**

Вариант 4

Санкт-Петербург
2011

Оглавление

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	3
2.1. ЗАДАЧА ОБ УМНОМ МУРАВЬЕ.....	3
2.2 АВТОМАТ МУРА.....	4
3. ЭВОЛЮЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ.....	4
3.1. ОПИСАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ.....	4
3.2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОСОБИ.....	4
3.3. «ПРАВИЛО 1/5» И ЕГО ЭКВИВАЛЕНТЫ.....	4
3.4. ФУНКЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ.....	5
3.5. РЕКОМБИНАЦИЯ.....	5
3.6. МУТАЦИЯ.....	5
4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ.....	5
5. ВЫВОДЫ.....	6
ЛИТЕРАТУРА.....	7

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является исследование влияния вероятности мутации на эффективность работы эволюционной стратегии, а именно, подтверждение или опровержение наличия в данной задачи эквивалента «правила 1/5».

Эволюционная стратегия применяется для генерации управляющего автомата для задачи об умном муравье. Управляющий автомат является автоматом Мура.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

2.1. ЗАДАЧА ОБ УМНОМ МУРАВЬЕ

Дано поле размером 32×32 клетки, расположенное на поверхности тора (рис. 1). В некоторых клетках находится еда (они обозначены на рис. 1 черным цветом). Клетки ломаной, в которых нет еды, обозначены серым цветом. Белые клетки не содержат еду и не принадлежат ломаной. Всего на поле 89 клеток с едой.

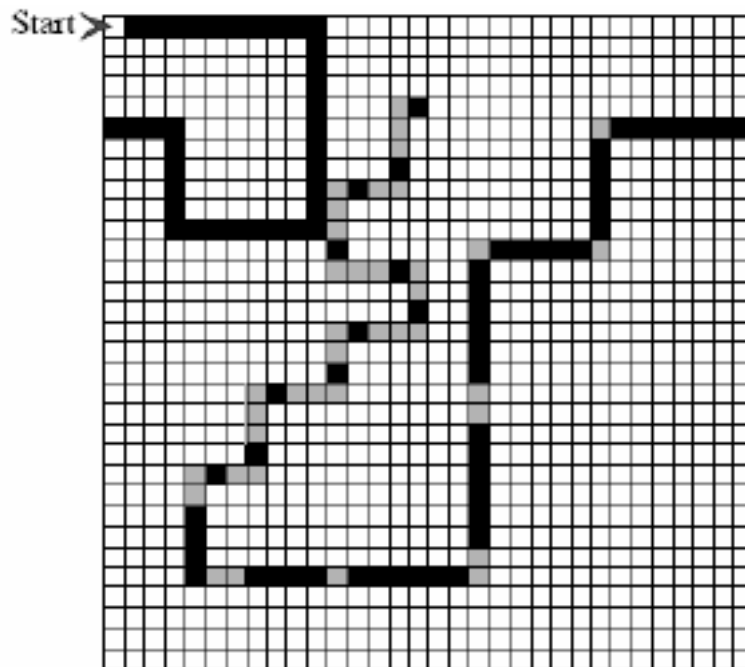


Рис. 1 — Поле для задачи об умном муравье

Муравей начинает движение из клетки, помеченной «Start». Муравей умеет определять, находится ли непосредственно перед ним еда. За ход муравей может выполнить следующие действия:

- сделать шаг вперед, съедая еду, если она там находится;
- повернуть налево;
- повернуть направо;
- ничего не делать.

Всего делается 200 ходов, на каждом из которых муравей совершает одно из четырех действий. По истечении 200 ходов подсчитывается количество еды, съеденной муравьем.

Требуется построить муравья с определенным числом состояний, который за минимальное число ходов ест как можно больше яблок (желательно, все 89 единиц).

2.2 АВТОМАТ МУРА

Автомат Мура — автомат, у которого выходное воздействие зависит только от состояния, а не от входного воздействия.

Автоматы Мура бывают двух видов: первого и второго рода. Автоматы Мура I рода формируют выходные воздействия на основе текущих значений внутренних переменных. Автоматы Мура II рода предварительно обновляют свое состояние, а затем на его основе формируют выходное воздействие. В данной задаче используется автомат Мура II рода.

3. ЭВОЛЮЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ

3.1. ОПИСАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ

Для каждой особи может быть посчитана функция приспособленности: чем ее значение больше, тем ближе особь к удовлетворению требований задачи.

В начале алгоритма случайным образом генерируется начальное поколение из μ особей. Назовем их предками и перейдем к итеративной части алгоритма.

В этой части генерируются λ потомков из μ предков. А именно, каждый потомок является результатом мутации рекомбинации предков (подробнее про мутацию и рекомбинацию см. далее). Далее выбираем лучших с точки зрения функции приспособленности особей (и из предков, и из потомков) и делаем их предками (селекция).

3.2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОСОБИ

Муравей представляется управляющим им автоматом Мура. В задаче ищется автомат из 17 состояний. У него имеется два входных воздействия: есть еда перед муравьем и нет еды. Его выходные действия (хранятся в состояниях) следующие:

- повернуть налево;
- шагнуть вперед, съедая еду, если она там находится;
- повернуть направо;
- ничего не делать.

Хромосомами особи являются состояния; также в отдельной хромосоме хранится номер стартового состояния. Необходимо помнить, что в обычной эволюционной стратегии внутри особи также хранится вектор корней из дисперсии для нормального распределения Гаусса, используемой при мутации, и этот вектор мутирует вместе с особью.

3.3. «ПРАВИЛО 1/5» И ЕГО ЭКВИВАЛЕНТЫ

В данной лабораторной работе проверяется, будет ли улучшением стратегии хранение этого вектора не в каждой особи отдельно, а для всего поколения, и, следовательно, изменение его на этапе селекции, а не мутации отдельной особи. При таком подходе правило изменения этого вектора на этапе селекции имеет следующий вид: если доля успешных (прижившихся) мутаций больше наперед заданного числа, то значение компонент вектора уменьшается (обычно умножением на число от 0 до 1), если меньше — увеличивается (обычно делением на то же число, что и в правиле уменьшения), если равно — остается неизменным.

Таким образом, «правило 1/5» означает ровно вышесказанное с использованием числа «1/5» в качестве наперед заданного числа, с которым сравнивается доля успешных мутаций. В лабораторной работе данное правило будет реализовано при нескольких числах от 0 до 1.

3.4. ФУНКЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ

Функция приспособленности считается подсчетом съеденной муравьем еды. Чем больше он съел еды, тем больше будет на нем значение функции приспособленности.

Определим ее следующим образом:

$$A + \frac{200 - T}{200},$$

где A – суммарное количество еды, съеденной муравьем за игру, T – номер хода, на котором муравей съедает последнюю единицу еды.

3.5. РЕКОМБИНАЦИЯ

Для каждой хромосомы новой особи выбираются два случайных родителя. Новая хромосома получается в результате прямого наследования отдельных частей хромосомы от одного из предков.

3.6. МУТАЦИЯ

Различные подходы к изменению вектора корней из дисперсии были уже рассмотрены ранее в разделах 3.2 и 3.3.

При мутации особи мутирует каждая хромосома в отдельности.

Сначала выбирается степень отклонения. Выбирается она генерацией случайного числа нормального распределения Гаусса с $x = 0$ и сигмой, равной значению соответствующего нашей хромосоме компонента вектора корней из дисперсии.

Степень отклонения задает число изменений, которые будут произведены над хромосомой (для хромосомы с номером стартового состояния лишь одно изменение — его случайное изменение). Все сочетания изменений равновероятны. Действия над хромосомой могут быть следующими:

- изменить действие в состоянии;
- изменить конечную вершину для любого перехода.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Цель работы — исследовать скорость сходимости эволюционной стратегии при использовании эквивалента «правила 1/5» и обычном подходе к изменению вектора корней из дисперсий.

Исследование будет проводиться построением графика зависимости максимального значения функции приспособленности среди поколения от номера поколения.

Свойством эволюционной стратегии является довольно быстрое замедление роста описанной выше функции. Например, автор получил съедающий все яблоки автомат с помощью (5+15)-стратегии только на 670627 поколении. Поэтому имеет смысл рассмотреть небольшое число поколений и усреднить полученные данные на достаточно большом числе запусков алгоритма.

В данной работе используется (5+15)-стратегия. Рассматривается усредненное значение по 1000 запускам для первых 500 поколений.

Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

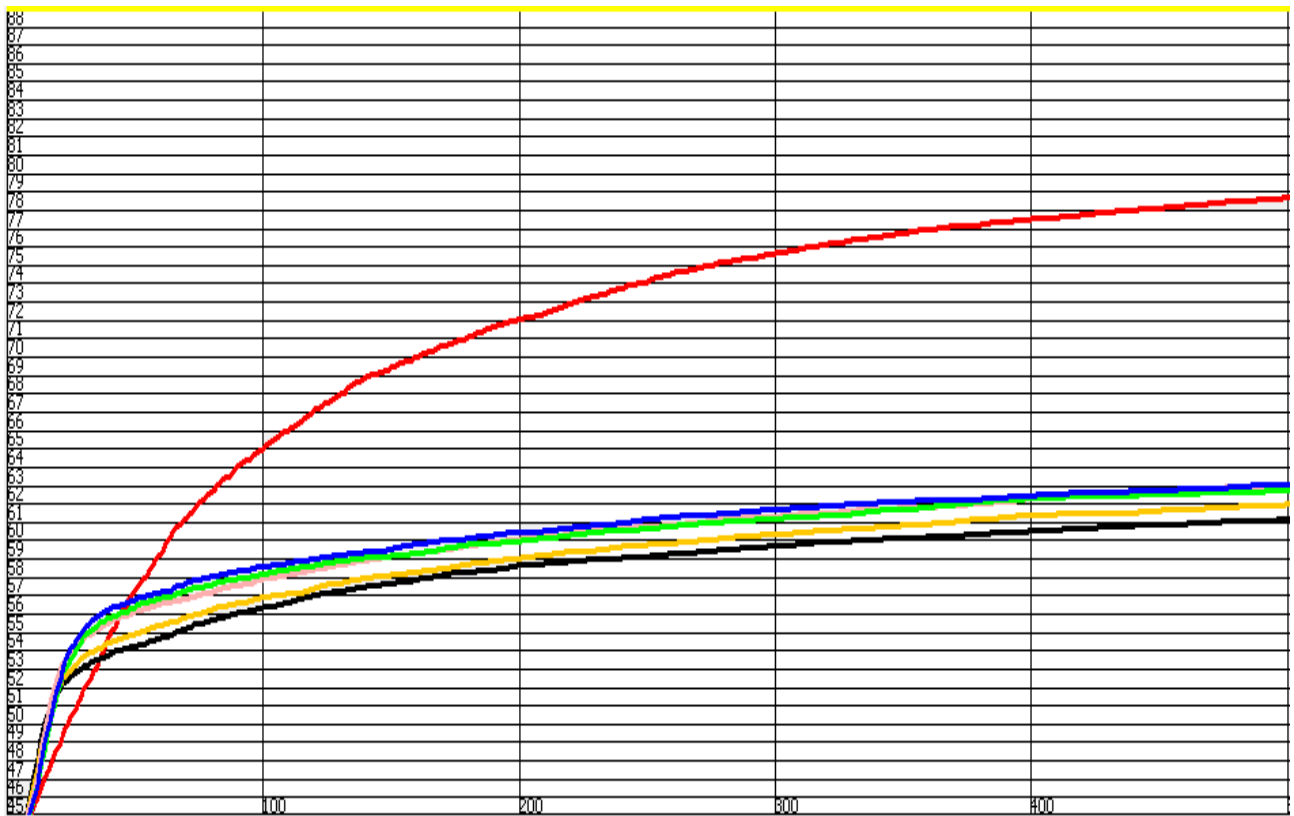


Рис. 2 — Результат проведения эксперимента

Комментарий к рисунку: вертикальная ось — максимальное значение функции приспособленности в поколении (от 45 до 89); горизонтальная ось — номер поколения; красный график — обычная (5+15)-стратегия; черный график — «правило 1/3»; оранжевый график — «правило 1/4»; розовый график — «правило 1/5»; зеленый график — «правило 1/6»; синий график — «правило 1/7».

5. ВЫВОДЫ

Результаты лабораторной работы показали, что введение эквивалента «правила 1/5» ухудшает сходимость решения и, соответственно, эффективность работы эволюционной стратегии. Стоит заметить также, что при изменении параметра правила более чем в два раза (с 1/7 до 1/3) эффективность работы правила заметно не изменилась.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поликарпова Н. И., Шалыто А. А. Автоматное программирование
http://is.ifmo.ru/books/_book.pdf
2. Back T., Hoffmeister F., Schwefel H.-P. A Survey of Evolutionary Strategies
<http://rain.ifmo.ru/~buzdalov/lab-2011/books/es-survey.pdf>