

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики
Факультет информационных технологий и программирования
Кафедра компьютерных технологий

Р.Ю. Ливарский

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

Вариант № 12

Санкт-Петербург
2011

Оглавление

Введение.....	3
1. Постановка задачи.....	3
1.1. Задача о работе, обходящем препятствия.....	3
2. Реализация.....	4
2.1. Описание алгоритма.....	4
2.2. Автомат Мура.....	4
2.3. Функция приспособленности.....	4
2.4. Пропорциональный отбор.....	4
2.5. Ранговый отбор.....	5
3. Результаты работы.....	5
Заключение.....	6
Источники.....	6

Введение

В данной работе исследуется эффективность работы генетического алгоритма при использовании в качестве оператора селекции пропорционального и рангового отборов на примере задачи о роботе, обходящем препятствия, построив конечный автомат Мура, решающий ее.

При выполнении работы использовался программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации *GIOpt* [1], разработанный студентами кафедры «Компьютерные технологии» НИУ ИТМО.

1. Постановка задачи

Задача данной лабораторной работы — исследовать влияние оператора селекции на эффективность работы алгоритма, строящего автомат Мура из десяти состояний при фиксированном числе итераций для решения задачи о роботе, обходящем препятствия. Представленный данным автоматом робот должен доходить до цели не более чем за 200 шагов.

1.1. Задача о роботе, обходящем препятствия

Дано поле 32×32 клетки, представляющее собой фиксированный лабиринт с препятствиями (рис. 1). Робот видит только клетку впереди себя.

За один ход робот может:

- пойти вперед (если впереди препятствие, то ничего не произойдет);
- повернуть налево;
- повернуть направо.

Задача робота — добраться до цели за наименьшее число ходов, не превышающее двухсот.

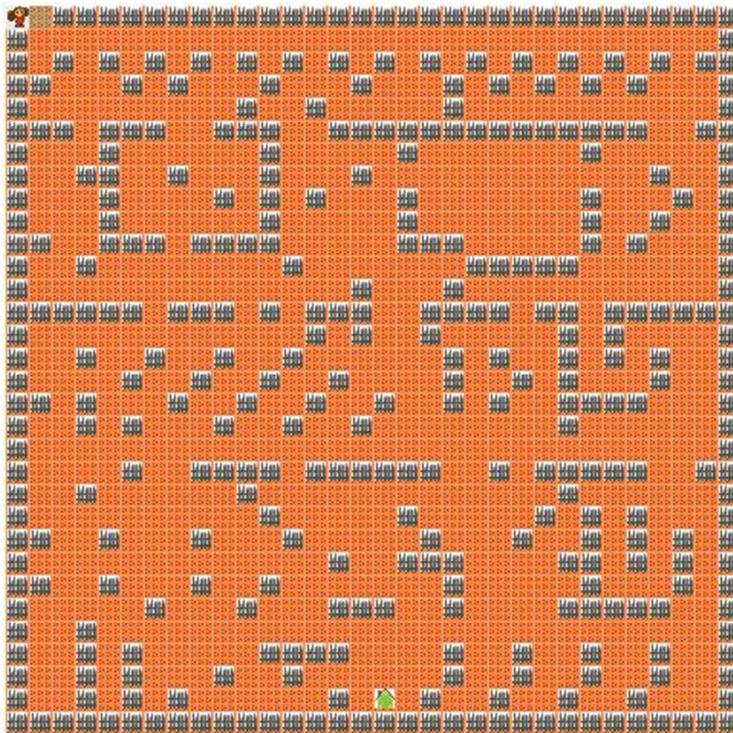


Рис. 1. Поле для робота.

2. Реализация

Виртуальная лаборатория уже содержит плагин задачи о роботе, обходящем препятствия и плагин простого генетического алгоритма. Для решения поставленной задачи потребовалось изменить данный генетический алгоритм, а также реализовать автомат Мура.

2.1. Описание алгоритма

Алгоритм работает по следующей схеме:

1. Генерация начального поколения.
2. Элитизм (10 % лучших особей переходят в следующее поколение).
3. Отбор (пропорциональный или ранговый).
4. Клонирование (особи, выбранные отбором, копируются пока их число не достигнет 90 % от размера поколения).
5. Скрещивание.
6. Мутация.
7. Слияние получившихся особей с 10 %, отобранными элитизмом.
8. Переход к шагу 2.

2.2. Автомат Мура

В данной лабораторной работе строится автомат Мура — совокупность пяти объектов: $A = \{S, X, Y, \delta, \mu\}$, где:

- S — множество состояний;
- X — множество входных воздействий;
- Y — множество выходных воздействий;
- δ — функция переходов $S \times X \rightarrow S$;
- μ — функция выходных воздействий $S \rightarrow Y$.

Множество S состоит из 10 состояний, при переходе в каждое из которых выполняется одно из трех действий робота. Переход в следующее состояние происходит в зависимости от входного воздействия (впереди препятствие / впереди нет препятствия).

2.3. Функция приспособленности

Функция приспособленности (ФП) имеет следующий вид:

$$fitness(A) = \begin{cases} 200 - \min_{path} (|x_{path} - x_{dest}| + |y_{path} - y_{dest}|), & \text{если робот не доходит до цели} \\ 400 - k, & \text{если робот доходит до цели} \end{cases}$$

где A — автомат, принадлежащий пространству поиска, $path$ — путь, который проходит робот за 200 ходов, \min_{path} — минимум функции на множестве точек пути, (x_{dest}, y_{dest}) — координаты цели, (x_{path}, y_{path}) — координаты робота на пути, k — число ходов, за которое робот доходит до цели.

2.4. Пропорциональный отбор

Пусть f_i — ФП индивида i , $\bar{f} = \frac{1}{N} * \sum_i f_i$ — средняя ФП поколения. Тогда в пропорциональном отборе особь i выбирается для репродукции с вероятностью

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_j f_j} = \frac{f_i}{\bar{f} * N}.$$

Другой вариант — выбирать случайное вещественное число $r \in [0, \sum_{j=1}^N f_j]$ и отобразить ту особь, для которой

$$\sum_{j=1}^{i-1} f_j \leq r < \sum_{j=1}^i f_j, \text{ где считаем } \sum_{j=1}^0 f_j = 0.$$

2.5. Ранговый отбор

Особи сортируются по неубыванию на основе их ФП таким образом, чтобы

$$f_i \geq f_j \text{ для } i > j.$$

Затем каждой особи назначается ранг r_i , численно равный позиции в полученной последовательности. Воспользуемся пропорциональным отбором, взяв вместо ФП особи её ранг. То есть, чем больше ранг, тем вероятнее всего она выберется.

3. Результаты работы

Было произведено 200 запусков алгоритма с использованием рангового отбора и 200 запусков с использованием пропорционального отбора. При каждом запуске генерировалось 5000 поколений, в каждом из которых ровно по 100 особей.

После всех запусков алгоритма для каждого отбора было рассчитано среднее значение максимальной ФП в поколении. По полученным данным были построены графики, представленные на рис. 2.

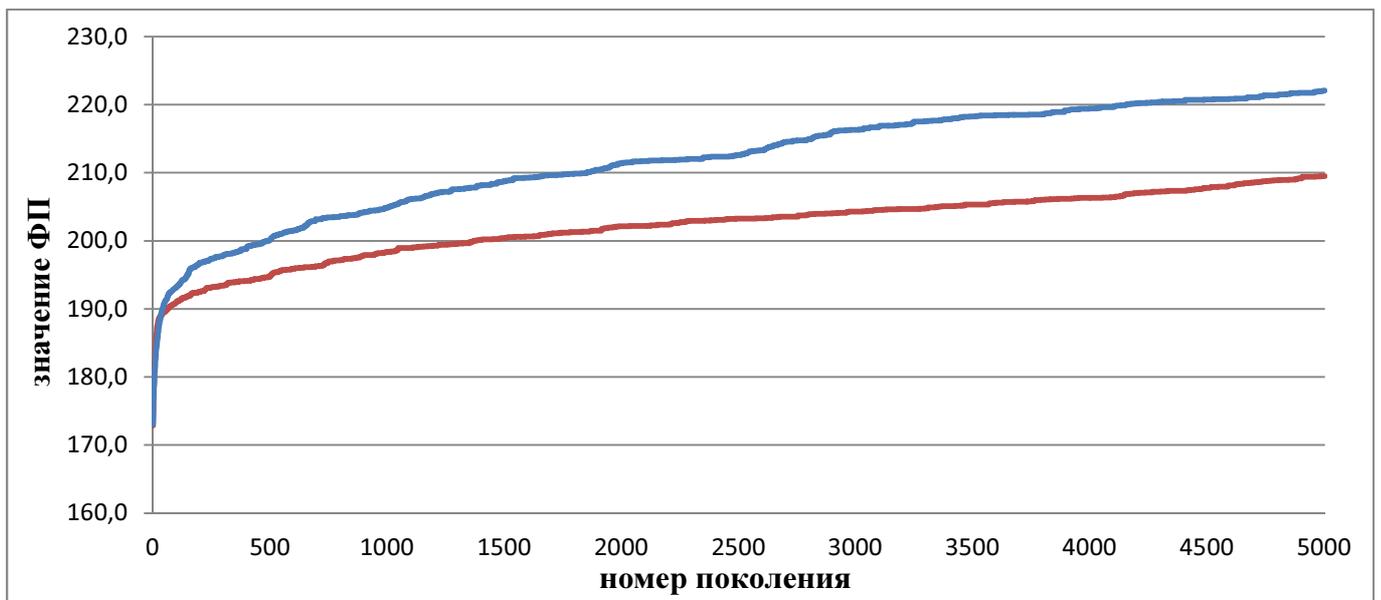


Рис. 2. Графики среднего значения максимальной функции приспособленности: красная линия — ранговый отбор, синяя — пропорциональный.

Заключение

Результат работы программы показал, что генетический алгоритм, использующий пропорциональный отбор, среднестатистически создает особь с большей функцией приспособленности за меньшее число поколений, чем алгоритм, использующий ранговый отбор. Но особь, имеющую наибольшую функцию приспособленности, сгенерировал алгоритм, использующий ранговый отбор. Маршрут робота, использующего эту особь, представлен на рис. 3. Робот доходит до цели за 98 шагов.

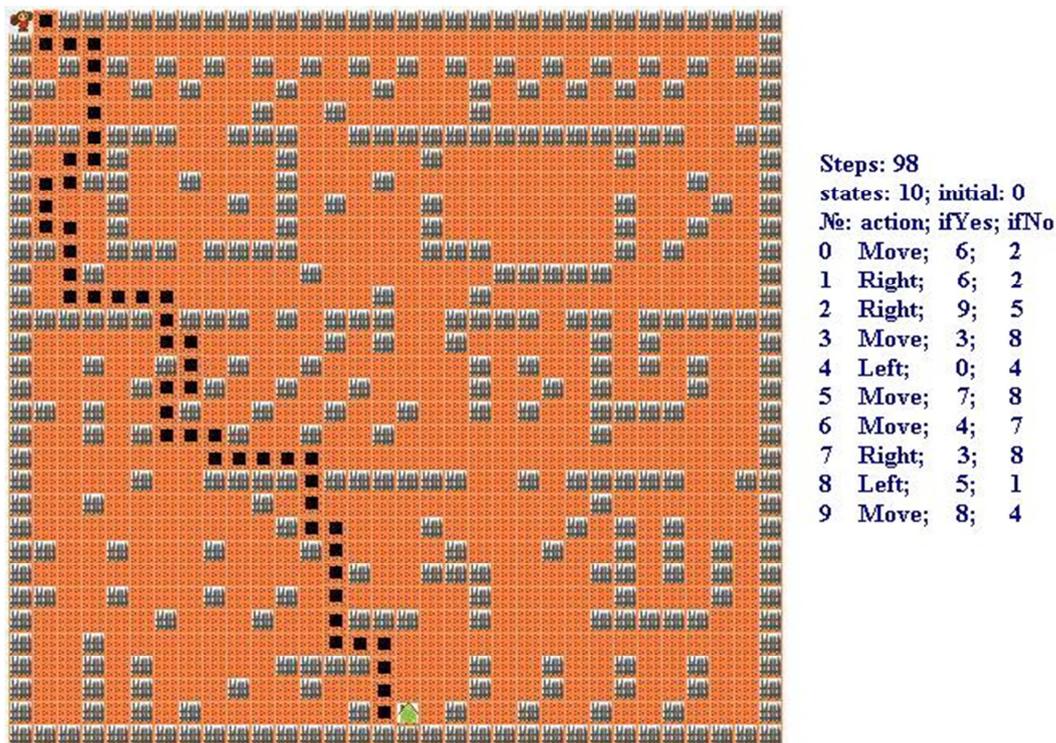


Рис. 3. Маршрут робота, использующего особь с наибольшей функцией приспособленности. Число действий робота равно 98.

Источники

1. Документация к комплексу для изучения методов глобальной оптимизации GIOpt.
http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar
2. Яминов Б. Генетические алгоритмы.
<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/genetic-2005>