

Санкт-Петербургский государственный университет
Информационных технологий, механики и оптики
Факультет информационных технологий и программирования
Кафедра Компьютерных технологий

Л.С. Степанова

Отчет по лабораторной работе

Построение управляющих автоматов с помощью генетических алгоритмов для
решения задачи «Умный муравей-3»

Вариант №20

Санкт-Петербург
2010

Введение

В лабораторной работе изучается применение генетических алгоритмов для генерации конечных автоматов, описывающих решение задачи «Умный муравей-3». Исследуется один из возможных способов представления автоматов в памяти – с помощью деревьев решения. В качестве метода селекции используется турнирный отбор.

При выполнении лабораторной работы использовалась виртуальная лаборатория GLOpt [1]. В данной среде разрабатываются собственные плагины – проект исследуемой задачи, операторы скрещивания и мутации для данных видов особи и сам генетический алгоритм.

1. Постановка задачи

Цель настоящей лабораторной работы – исследовать построение конечных автоматов для решения задачи «Умный муравей-3» с помощью генетического алгоритма. Оптимальным решением будет такой автомат, который при заданном числе состояний наилучшим образом описывает поведение муравья – позволяет ему на данной карте съесть наибольшее число яблок.

При построении поколения автоматов используется классический генетический алгоритм [2]. Для отбора пригодных особей, с целью построения на их основе нового поколения, используется турнирный отбор [3].

1.1. Задача «Умный муравей-3»

В задаче «Умный муравей-3» рассматривается поле (рис. 1), имеющее размеры 32×32 клеток и располагающееся на поверхности тора. Некоторые клетки поля содержат по одному яблоку, всего на поле расположено 89 яблок. Муравей начинает свое движение из стартовой клетки и за один ход может выполнить одно из трех действий: повернуть налево, повернуть направо или сделать шаг вперед. Если после шага вперед муравей попадает на клетку с едой, то он ее съедает. Муравей каждый раз видит перед собой восемь клеток и определяет, в каких из них есть еда (рис. 2). Максимальное число ходов – 200.

Цель лабораторной работы – создать автомат, задающий поведение муравья, который позволяет муравью съесть максимальное число яблок на карте за 200 шагов.

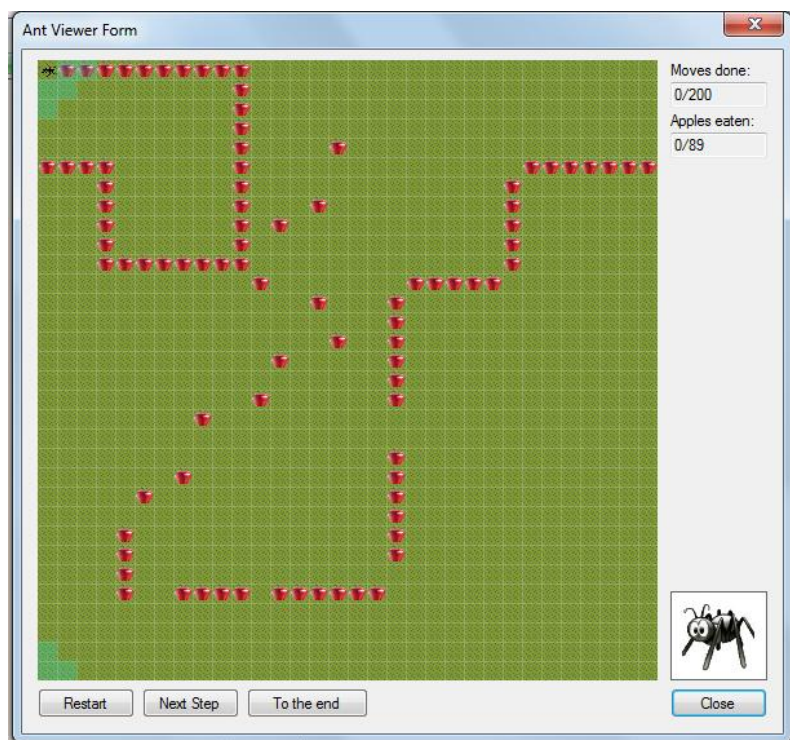


Рис.1. Поле для «Умного муравья-3»

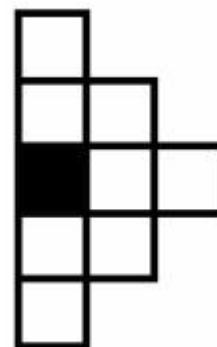


Рис.2. Область видимости муравья

2. Реализация

Для решения поставленной задачи в среде GLOpt создаются собственные плагины, подключаемые к ядру лаборатории. Данная лабораторная работа реализована на основе классического генетического алгоритма (ГА), представление автоматов осуществляется с помощью деревьев решений. В работе реализован турнирный отбор (см. разд. 2.5). Шансы попасть особи в новое поколение определяются её функцией приспособленности, которая тем лучше, чем больше яблок муравей съедает за меньшее число шагов.

2.1. Описание используемого представления автоматов

Особями в данном алгоритме являются автоматы, состояния которых представляются в виде деревьев решений [4]. Выходное действие автомата генерируется в зависимости от текущего состояния, и входного воздействия. Каждое состояние автомата представляет собой дерево решений, где внутренние вершины – это переменные, являющиеся входными переменными автомата. Листьями деревьев являются пары (A, B) , где A – номер состояния, в которое требуется перейти, B – действие, которое при переходе необходимо совершить. Действий у муравья всего три: повернуть налево, направо или пойти вперед. Для определения выходного действия автомата по значениям входных переменных необходимо внутри состояния-дерева спуститься от корня до листа, и сформировать значение, которым помечен полученный лист.

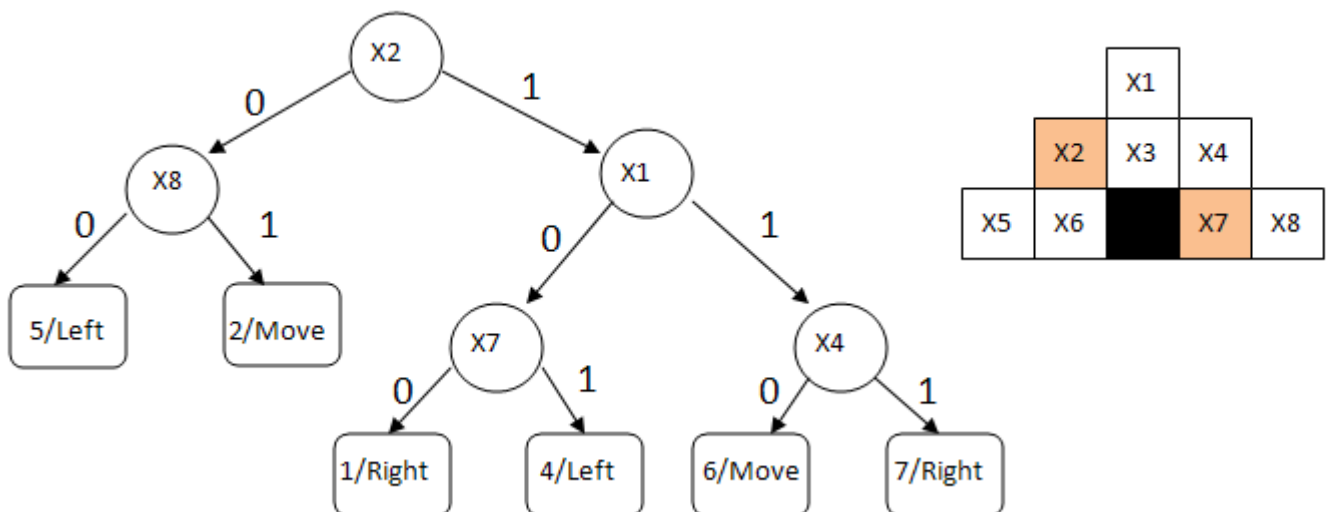


Рис. 3. Пример состояния автомата. Входное воздействие – набор значений переменных $\{X_1 \dots X_n\}$. В данном примере выходным действием будет (Переход в четвертое состояние, поворот налево)

2.2. Генетические операции

Для применения генетического алгоритма к генерации автоматов определим необходимые операции:

- Случайное порождение автомата – в каждом состоянии автомата генерируется произвольное дерево решений.
- Скрещивание автоматов – для каждого состояния в автомате выбирается поддереву, которое обменивается с произвольным поддеревом соответствующего состояния в другом автомате (рис. 4).
- Мутация автомата – в произвольном состоянии автомата выбирается поддереву, которое заменяется случайно сгенерированным поддеревом (рис. 5).

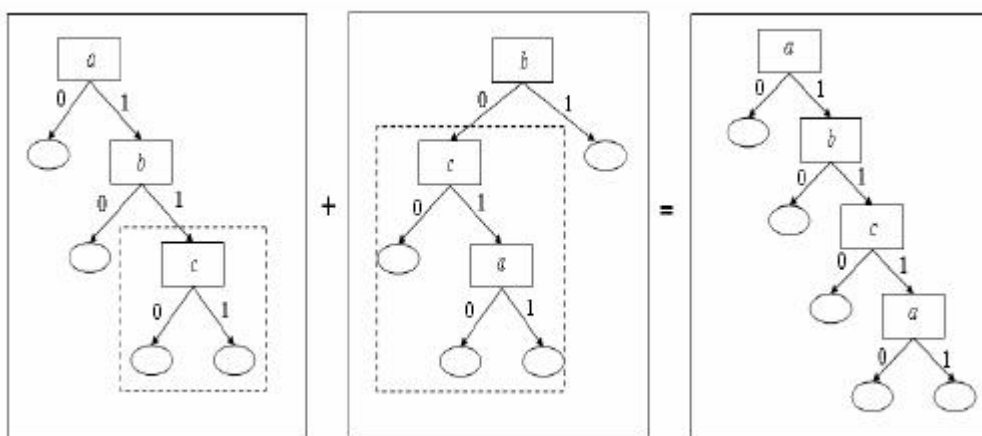


Рис.4. Скрещивание деревьев решений

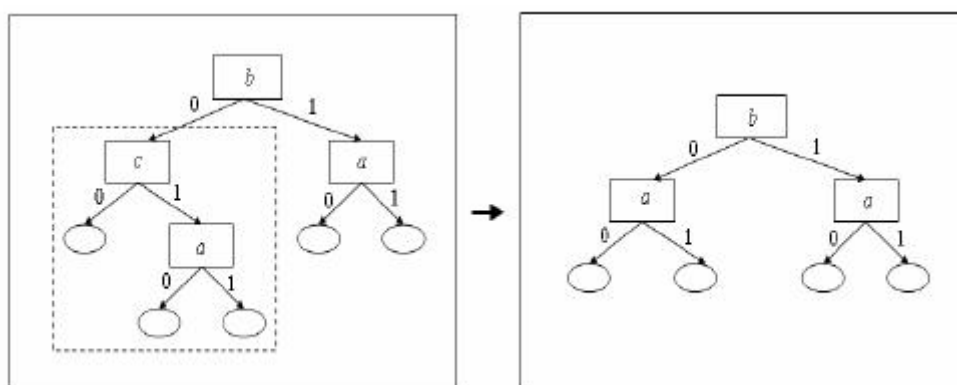


Рис.5. Мутация дерева решений

2.3. Функция приспособленности

Функция приспособленности является важным критерием отбора автоматов, она отображает, насколько хорошо данный автомат описывает такое поведение муравья, которое позволяет ему съесть наибольшее число яблок за минимальное количество шагов. В данной работе функция приспособленности равна

$$Fitness = apples - 0,1 \cdot \frac{lastStep}{steps} ,$$

где *apples* – число съеденных муравьем яблок, *lastStep* – номер последнего шага муравья, на котором он съел такое число яблок, *steps* – максимальное число шагов (по умолчанию 200).

2.4. Генетический алгоритм

Генетический алгоритм [3] представляет собой итерационный процесс, который продолжается до выполнения условия завершения (рис. 6). На каждом поколении ГА реализует отбор наиболее приспособленных (с наибольшей функцией приспособленности), кроссовер (скрещивание) и мутации.

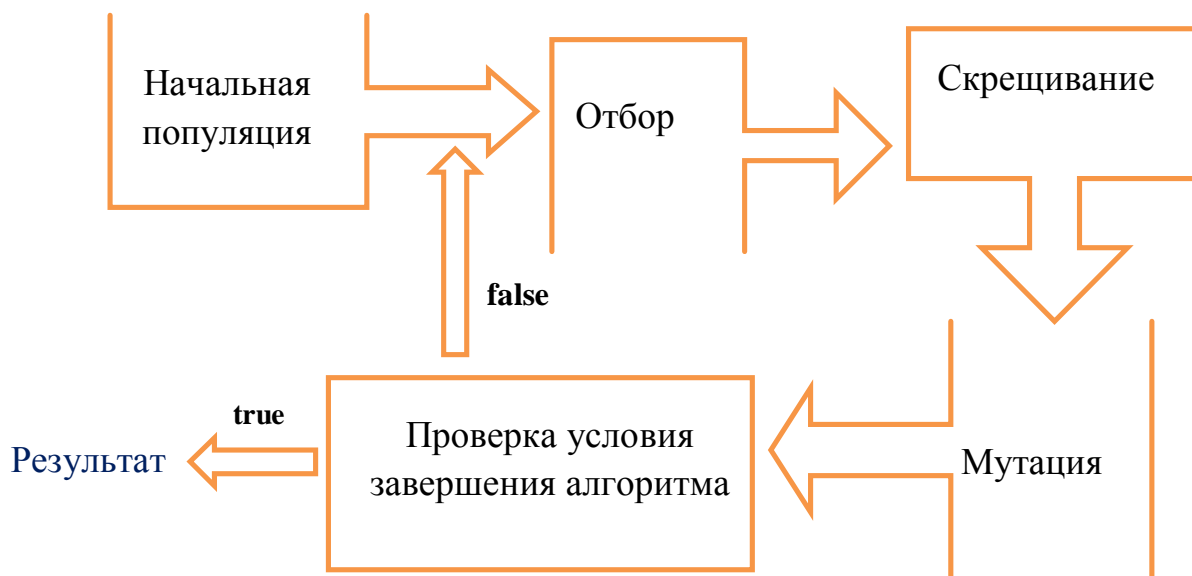


Рис.6. Схема генетического алгоритма

2.5. Турнирный отбор

Для отбора «хороших» особей-автоматов проводятся *n* турниров, в каждом из которых участвует *k* особей, победитель в турнире определяется на основе значений функций приспособленности. Каждый турнир построен на выборке *k* элементов из поколения, и выбора лучшей особи среди них. В работе реализован турнирный отбор при *k* = 2. В результате отбираются *n* особей для дальнейшего скрещивания и мутаций.

3. Результаты

После серии экспериментов получены данные, свидетельствующие, что генетический алгоритм ищет оптимальный автомат намного быстрее, чем алгоритм поиска “в лоб”. Графики функций приспособленности приведены на рис. 7.

Наибольшее значение функции приспособленности, полученное в ходе работы, равно 88,27, что соответствует 89 яблокам, съеденным за 147 ходов. Получение такого результата занимает чуть меньше пяти секунд. Представление автомата в виде деревьев решений показывает хорошие результаты по времени и эффективности для произвольного числа состояний в автомате.

3.1. Графики результатов



Рис. 7. Графики функции приспособленности

Источники

1. *А.С. Тяхти, А.А. Чебатуркин.* Программный комплекс для изучения методов искусственного интеллекта «Виртуальная лаборатория «G1Opt».
http://is.ifmo.ru/genalg/labs_2010-2011/G1Opt_instruction.pdf
2. *Ф.Н. Царев, А.А. Шалыто.* Применение генетического программирования для генерации автомата в задаче об «Умном муравье».
http://is.ifmo.ru/genalg/_ant_ga.pdf
3. Генетические алгоритмы.
<http://www.codenet.ru/progr/alg/ga/>
4. *В.Р. Данилов.* Метод представления автоматов деревьями решений для использования в генетическом программировании.
http://is.ifmo.ru/works/_2009_08_12_danilov.pdf