

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

М. Н. Фофанова

Отчет по лабораторной работе

«Построение управляющих автоматов с помощью генетических алгоритмов»

Вариант № 7

Санкт-Петербург
2010

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	4
1.1. Автомат Мили	4
1.2. Задача об «Умном муравье»	5
2. Реализация	6
2.1. Описание используемого представления автоматов	6
2.2. Описание метода скрещивания	6
2.3. Описание метода мутации	6
2.4. Описание способа вычисления функции приспособленности	6
2.5. Описание метода генерации очередного поколения	7
3. Результаты работы	7
3.1. Граф переходов	7
3.2. График сравнения лучших индивидов.....	8
Заключение	8
Источники	9

Введение

В лабораторной работе изучается применение генетических алгоритмов для генерации конечных автоматов. В качестве примера рассматривается построение автомата Мили, являющегося решением задачи об «Умном муравье».

При выполнении лабораторной работы использовалась среда *GLOpt*, созданная студентами СПбГУ ИТМО [1]. Среда позволяет реализовывать в виде подключаемых плагинов генетические алгоритмы и особей для них и изучать график функции приспособленности.

1. Постановка задачи

Задача работы – построить с помощью генетических алгоритмов конечный автомат Мили, близкий к оптимальному и решающий задачу об «Умном муравье». Оптимальным считается автомат, имеющий минимальное число состояний, а муравей, управляемый этим автоматом, должен съесть максимальное число яблок, которое возможно при таком числе состояний. При построении автомата необходимо использовать островной генетический алгоритм и метод «рулетки» для генерации очередного поколения.

1.1. Автомат Мили

Автомат Мили – это конечный автомат, генерирующий выходные воздействия в зависимости от текущего состояния и входного воздействия. Пример автомата Мили, заданного графом переходов, приведен на рисунке (рис. 1).

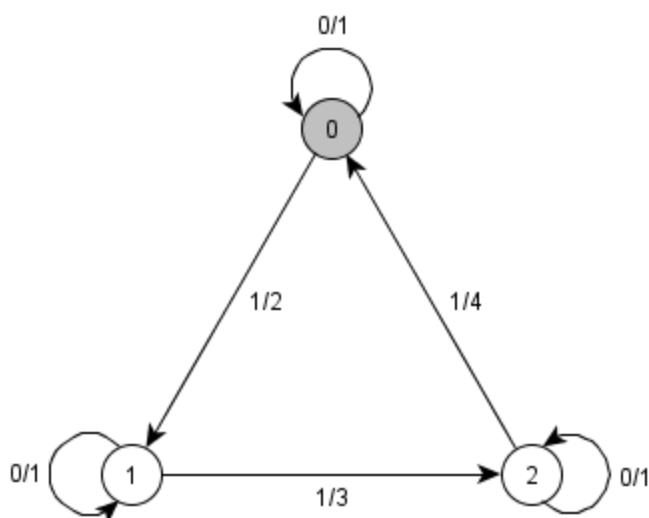


Рис. 1. Пример автомата Мили, заданного графом

Вершины соответствуют состояниям, а дуга из состояния u в состояние v , на которой написано x/y , означает, что автомат из состояния u под воздействием входного воздействия x переходит в состояние v , формируя выходное воздействие y .

1.2. Задача об умном муравье

В задаче об «Умном муравье» рассматривается поле (рис. 2), имеющее размеры 32x32 клеток и располагающееся на поверхности тора. Некоторые клетки поля пусты, некоторые содержат по одному яблоку. Всего на поле 89 яблок. Муравей начинает свое движение из стартовой клетки. За один ход он 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;
- ничего не делать.

Максимальное число ходов – 200. Цель работы – создать муравья, управляемого автоматом с минимальным числом состояний, который съест максимальное число яблок.

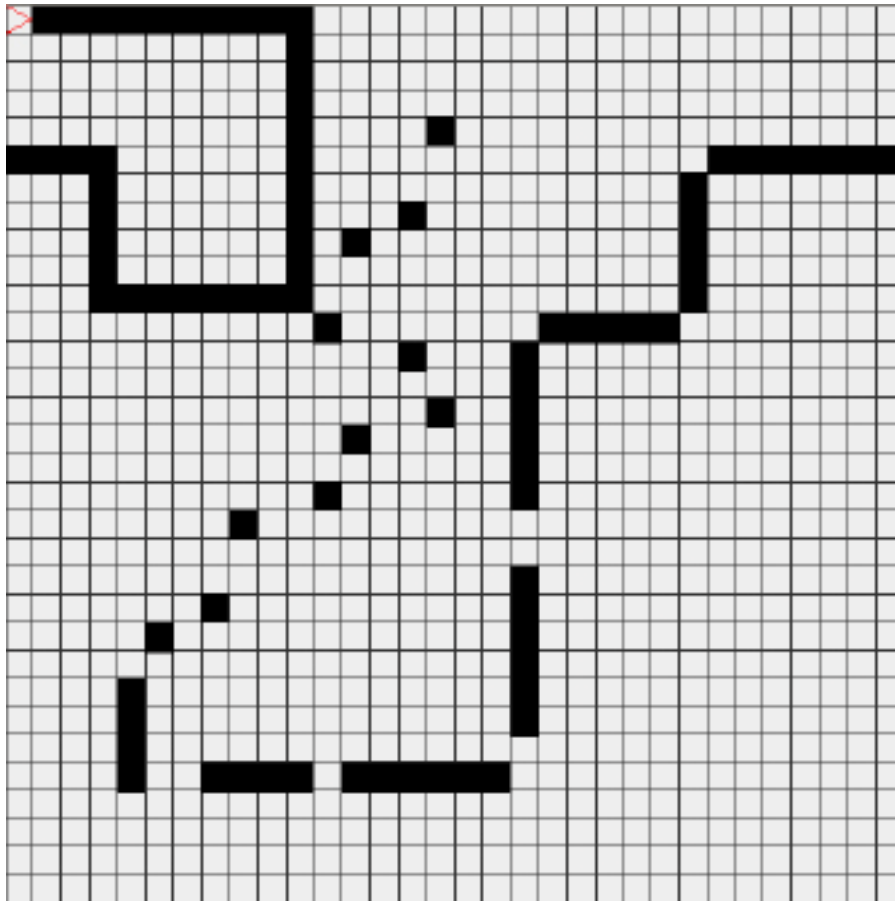


Рис. 2. Поле для «Умного муравья»

2. Реализация

Виртуальная лаборатория состоит из ядра и подключаемых плагинов. Для решения поставленной задачи требуется создать плагин, реализующий островной генетический алгоритм. Программа реализует независимо развивающиеся острова с особями. На островах с нечетными номерами отбор особей выполняется методом рулетки, который состоит в том, что вероятность особи попасть в новое поколение пропорциональна ее приспособленности относительно всех других особей. На островах с четными номерами – ранговый метод. При его использовании вероятность особи попасть в новое поколение пропорциональна ее номеру в отсортированной по возрастанию последовательности особей текущего поколения.

2.1. Описание используемого представления автоматов

Особями в данном алгоритме являются автоматы Мили, которые представляются в виде графов переходов. Значениями входного воздействия являются нуль и единица – отсутствие или присутствие еды в клетке перед муравьем.

2.2. Описание метода скрещивания

При скрещивании двух автоматов с вероятностью 50% начальные состояния меняются местами. Затем для каждой пары состояний, у которых одинаковые номера, возможны четыре равновероятных варианта новых переходов. Если у состояния u были переходы $Y/u_1, N/u_2$, а у состояния v – $Y/v_1, N/v_2$, то возможны следующие варианты переходов.

- из u переходы $Y/u_1, N/v_1$ и из v – $Y/u_2, N/v_2$;
- из u – $Y/u_1, N/v_2$ и из v – $Y/u_2, N/v_1$;
- из u – $Y/u_2, N/v_1$ и из v – $Y/u_1, N/v_2$;
- из u – $Y/u_2, N/v_2$ и из v – $Y/u_1, N/v_1$.

2.3. Описание метода мутации

При мутации с вероятностью 50% изменяется начальное состояние автомата и обязательно изменяется один из переходов из случайного состояния.

2.4. Описание способа вычисления функции приспособленности

Функция приспособленности вычисляется следующим образом:

$$\text{fitness} = \text{apples} - \text{last_step}/\text{steps}.$$

Здесь `apples` – число съеденных яблок, `last_step` – последний шаг, на котором было съедено яблоко, `steps` – максимальное число шагов.

2.5. Описание метода генерации очередного поколения

Генерация следующего поколения на острове состоит из трех этапов. Сначала методом рулетки или ранговым методом отбираются особи для дальнейшего скрещивания, а потом выполняются мутации. Через определенное число поколений каждая особь с какой-то фиксированной вероятностью может скреститься со случайной особью на другом острове, выбранном случайным образом.

3. Результаты

3.1. Граф переходов

На рисунке (рис. 3) представлен граф переходов для муравья, который съедает 84 яблока за 191 шаг. Обозначение $Y(N)$ на дуге означает, что впереди есть яблоко (нет яблока). L – повернуть налево, R – повернуть направо, M – вперед.

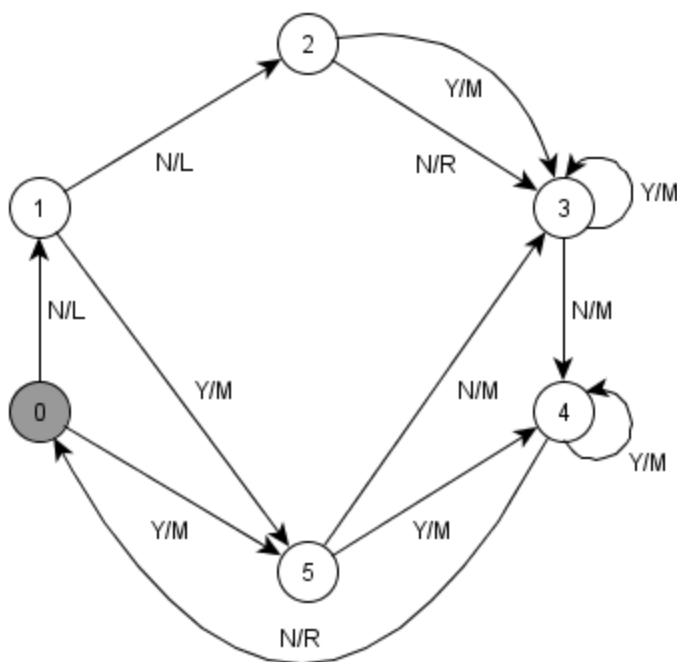


Рис. 3. Граф переходов для автомата, полученного при работе алгоритма

3.2. График сравнения лучших особей

На рис. 4 приведен график зависимости функции приспособленности лучшей особи от времени.

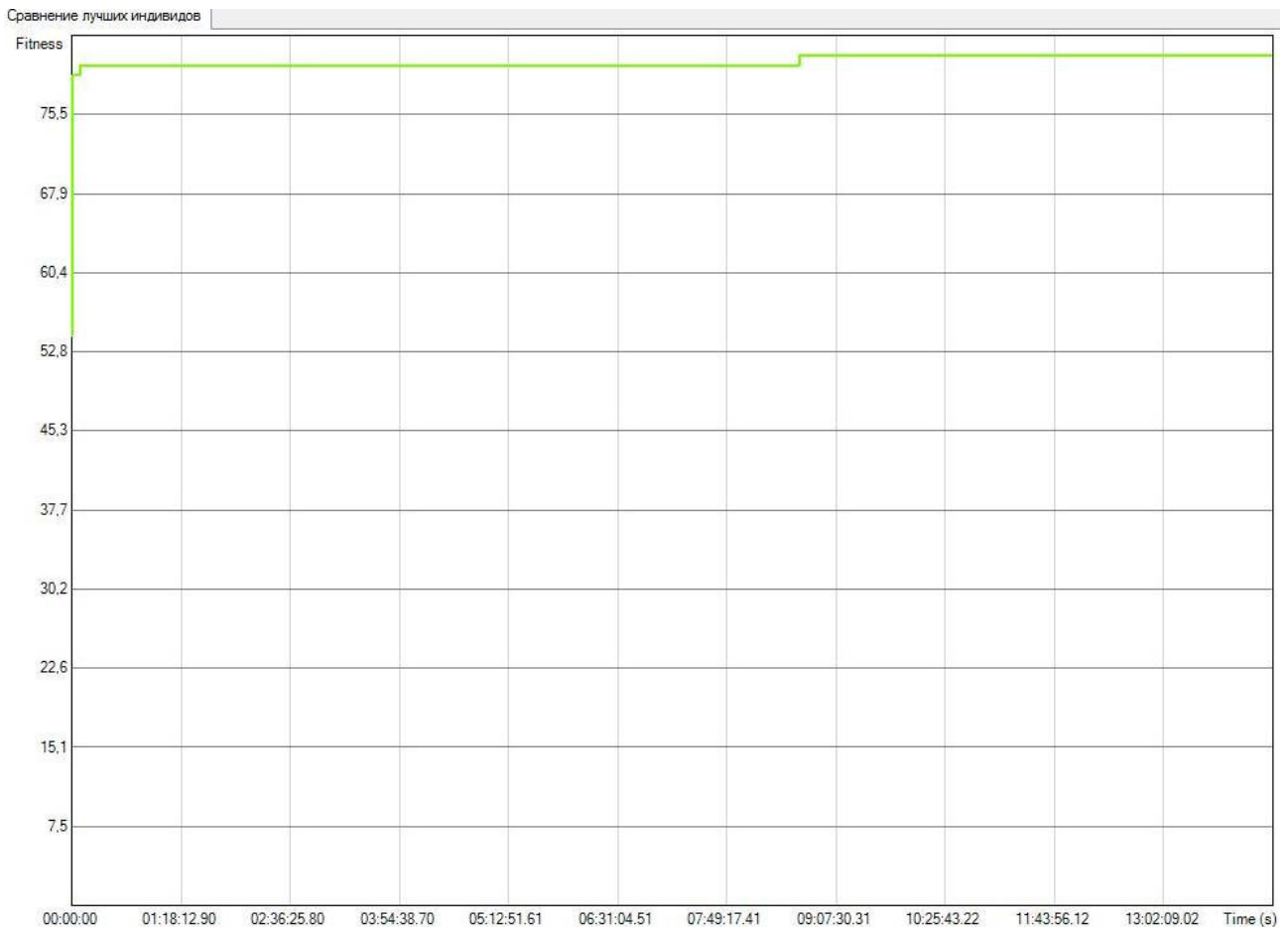


Рис. 4. График сравнения лучших особей

Заключение

С помощью генетических алгоритмов разработан автомат Мили с шестью состояниями, который эффективно решает поставленную задачу. В работе [2] показано, что муравей, управляемый таким автоматом, не может съесть больше 85 яблок. Муравей, управляемый построенным автоматом, съедает 84 яблока за 191 шаг. Для построения аналогичного решения перебором необходимо гораздо больше времени, чем понадобилось в данном случае.

Источники

1. *Виртуальная лаборатория* обучения методам искусственного интеллекта для генерации управляющих конечных автоматов.
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