

Санкт-Петербургский государственный университет информационных
технологий, механики и оптики

Факультет информационных технологий и программирования

Кафедра «Компьютерные технологии»

К. А. Лиференко

Отчет по лабораторной работе

«Построение управляющих автоматов с помощью генетических
алгоритмов»

Вариант № 10

Санкт-Петербург

2010

Оглавление

Введение.....	3
1. Постановка задачи.....	4
1.1. Задача об «Умном муравье».....	4
1.2. Автомат Мура.....	4
1.3. Клеточный генетический алгоритм.....	5
1.4. Метод «рулетки».....	6
2. Реализация.....	6
2.1. Описание оператора мутации.....	6
2.2. Описание метода скрещивания.....	6
2.3. Описание способа вычисления функции приспособленности	6
3. Полученный результат.....	7
3.1. Граф переходов построенного автомата.....	7
3.2. График максимального значения функции приспособленности.....	8
Заключение.....	8
Источники.....	9

Введение

Цель данной лабораторной работы – применение генетического алгоритма для построения конечного автомата Мура, решающего задачу об «Умном муравье».

Для выполнения поставленной задачи был использован программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации «G1Opt» [1], созданный студентами кафедры «Компьютерные технологии» СПбГУ ИТМО А. С. Тяhti и А. А. Чебатуркиным.

1. Постановка задачи

Задача работы – построить с помощью генетических алгоритмов конечный автомат Мура, 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 клеточный генетический алгоритм и метод «рулетки» для генерации очередного поколения.

1.1. Задача об «Умном муравье»

На тороидальном поле размером 32 на 32 находятся 89 ячеек с едой. Еда расположена вдоль ломаной линии («тропы»), некоторые ячейки которой пусты. Расположение ячеек с едой фиксировано. Муравей должен за 200 ходов съесть всю еду на линии. Требуется построить конечный автомат, моделирующий поведение такого муравья.

В начале муравей находится в левом верхнем углу поля и смотрит направо. У муравья есть сенсор, позволяющий ему определить, есть ли еда в ячейке, находящейся непосредственно перед ним. За один ход муравей может выполнить одно из следующих действий – повернуться налево, повернуться направо, подвинуться на ячейку вперед. Для того чтобы съесть еду, муравью необходимо попасть в ячейку с ней. Ячейки с едой, в которых муравей уже побывал, неотличимы для него от исходно пустых ячеек.

1.2. Автомат Мура

Автомат Мура – конечный автомат, который генерирует выходное воздействие в зависимости от состояния, в которое делается переход. Пример представления автомата Мура в виде диаграммы переходов приведен на рис. 1.

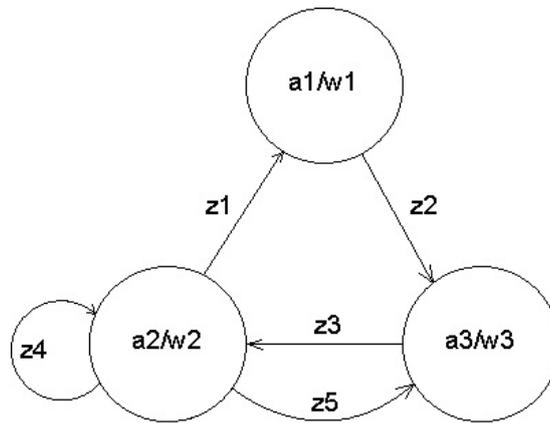


Рис. 1. Автомат Мура. «а» – состояния, «z» – входные воздействия, «w» – действия, соответствующие состояниям

1.3. Клеточный генетический алгоритм

Клеточный генетический алгоритм (Cellular Genetic Algorithm) – модель параллельного генетического алгоритма [2]. Предполагается, что в каждой клетке квадратного поля, замкнутого в тор, располагается одна особь (рис. 2).

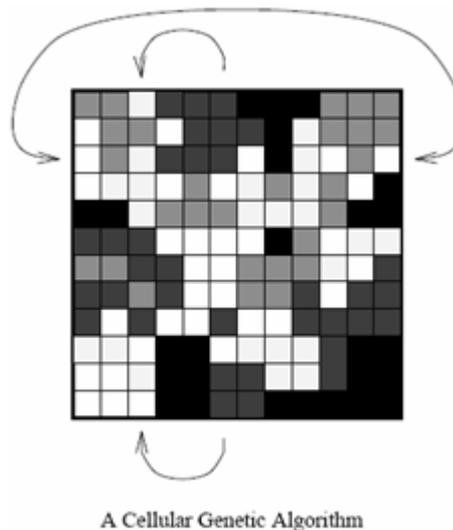


Рис. 2. Клеточный генетический алгоритм

По аналогии с «классическим генетическим алгоритмом», на каждой итерации работы алгоритма происходят отбор, скрещивание и мутация. Каждая особь может быть скрещена только с одной особью из соседней клетки (соседними считаются клетки, расположенные сверху, снизу, слева, справа от данной).

1.4. Метод «Рулетки»

Метод «рулетки» – метод определения, какие члены популяции выбираются для размножения. При использовании этого метода оценка каждой особи пропорциональна величине ее функции приспособленности. Выбор производится в результате последовательных запусков колеса рулетки. После остановки вращения выбирается та особь, на участок которой указывает стрелка рулетки.

2. Реализация

Для реализации был использован программный комплекс для изучения методов глобальной оптимизации «GIOpt». Он подробно описан в прилагающейся к нему документации [1]. Для выполнения задачи требовалось создать библиотеку, включающую в себя реализацию заданного алгоритма, оператора скрещивания и мутации.

2.1. Описание оператора мутации

Оператор мутации получает на вход одну особь и возвращает тоже одну особь. Мутация происходит одним из четырех равновероятных способов:

- заменяется начальное состояние;
- изменяется действие случайного состояния;
- в случайном состоянии заменяется направление одного из переходов;
- два случайных состояния меняются местами.

2.2. Описание метода скрещивания

Оператор скрещивания получает на вход две особи и возвращает тоже две особи. Скрещивание производится следующим образом. Начальное состояние каждого ребенка полагается равным начальному состоянию одного из родителей. Далее, для каждого состояния независимо выбирается родитель, от которого берутся действие и таблица переходов.

2.3. Описание способа вычисления функции приспособленности

Функция приспособленности вычисляется по формуле: $F - \frac{S}{200}$. Здесь F – число яблок, съеденных муравьем, S – число шагов, сделанных муравьем до момента съедения

последнего яблока. Вычисление числа сделанных шагов и съеденных яблок производится путем эмуляции поведения муравья, управляемого автоматом.

3. Полученный результат

В результате запуска модуля был получен автомат Мура с шестью состояниями. Муравей, управляемый данным автоматом, съедает 78 яблок за 166 ходов.

3.1. Граф переходов построенного автомата

На рис 3. изображен граф переходов построенного автомата. Стрелка в начальное состояние отмечена подписью «Start». Действие, совершаемое при попадании в состояние, обозначено в круге (M – шаг вперед, R – поворот направо, L – поворот налево). Условия переходов обозначены около стрелок переходов («+» – перед муравьем есть еда, «-» – перед муравьем нет еды, «*» – в обоих случаях).

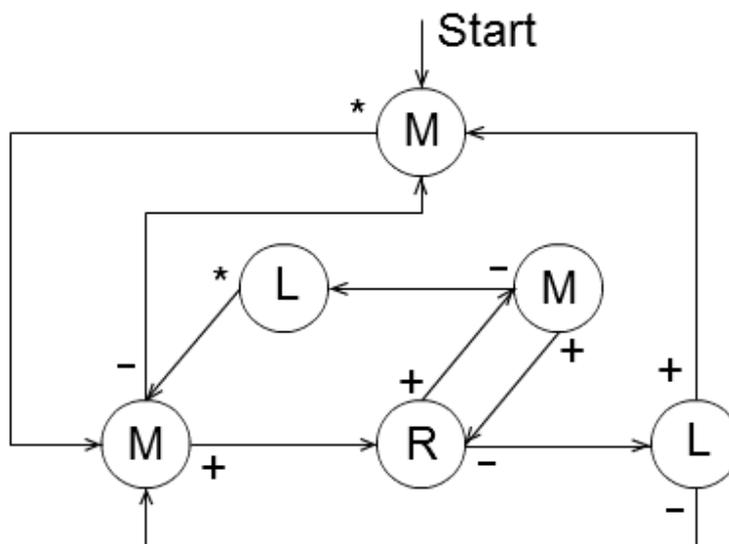


Рис. 3. Граф переходов построенного автомата

3.2. График максимального значения функции приспособленности

На рис. 4. изображен график зависимости максимального значения функции приспособленности от времени для запуска модуля, при котором был получен указанный автомат Мура. Время указано в секундах.

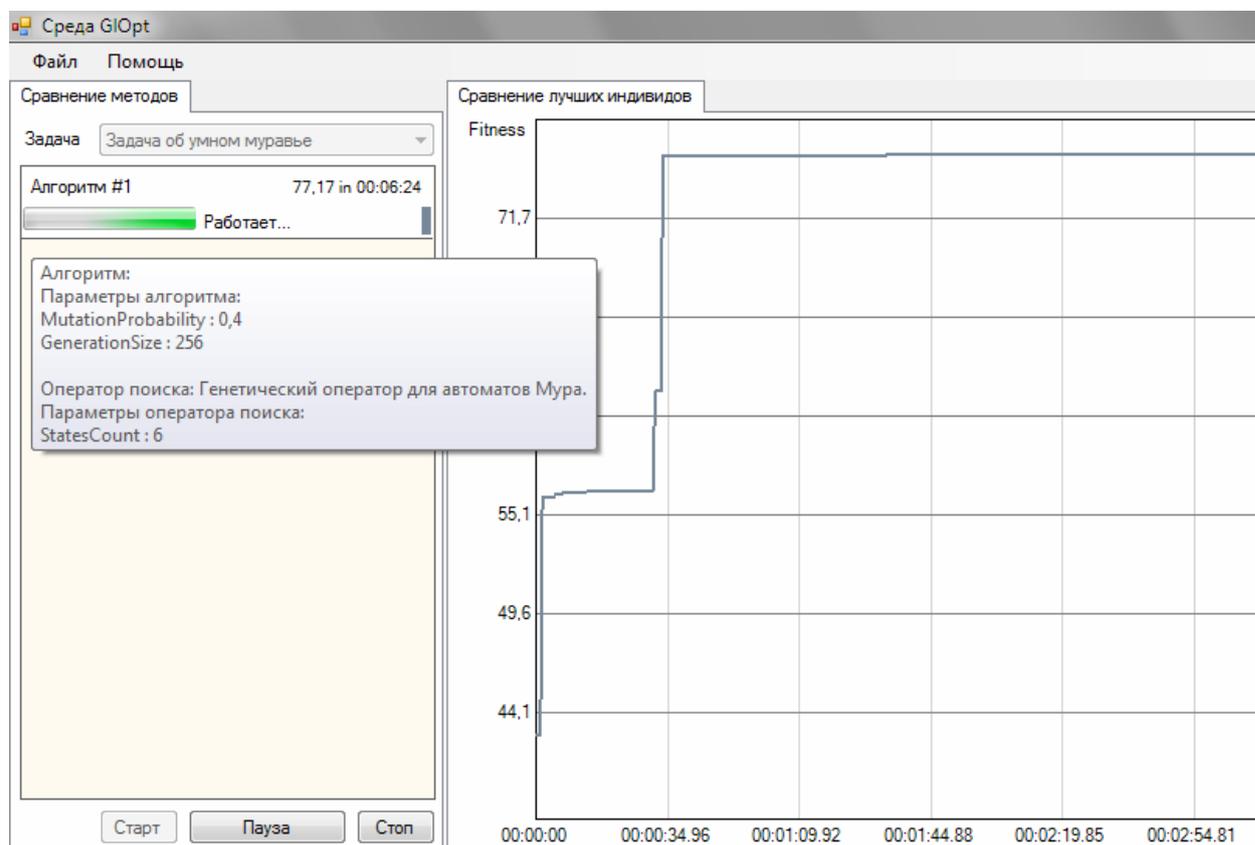


Рис. 4. График максимального значения функции приспособленности

Заключение

Результаты лабораторной работы показали, что с помощью островного генетического алгоритма можно получить автомат Мура с шестью состояниями, который эффективно решает задачу об «Умном муравье», так как перебор позволяет решить данную задачу за большее время.

Источники

1. *Тяхти А. С., Чебатуркин А. А.* Программный комплекс 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/unordered/genetic-2005>