

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

М. В. Тазеев

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

Вариант № 27

Санкт-Петербург
2009

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	4
1.1. Задача об «Умном муравье – 3»	4
1.2. Автомат Мили	4
2. Генетический алгоритм	5
2.1. Представление особи	5
2.2. Генерация нового поколения	5
2.3. Метод скрещивания особей	6
2.4. Мутация особей	7
2.5. Функция приспособленности	7
3. Построенный автомат	7
3.1. Графики функции приспособленности	7
3.2. Таблица переходов полученного автомата	9
Заключение	10
Источники	10

Введение

В лабораторной работе изучается применение генетических алгоритмов для построения конечных автоматов. Для этого рассматривается задача «Умный муравей – 3» [2]. Решением данной задачи будет являться автомат Мили, задающий поведение муравья. Для его построения используется островной генетический алгоритм.

При выполнении лабораторной работы используется программа «Виртуальная лаборатория» [1], написанная студентами кафедры «Компьютерные технологии» СПбГУ ИТМО и позволяющая реализовывать генетические алгоритмы и особи для них в виде модулей.

1. Постановка задачи

Целью лабораторной работы является построение автомата Мили, эффективно решающего задачу «Умный муравей – 3». В задаче требуется собрать наибольшее количество еды случайно и равномерно распределенной на торе. Поэтому под эффективностью подразумевается среднее значение числа собранных муравьем единиц еды.

1.1. Задача об «Умном муравье – 3»

Рассматривается клетчатое поле 32×32 , расположенное на торе. Случайным образом поле заполняется едой. При этом вероятность для всякой клетки быть заполненной едой равна некоторой фиксированной константе μ . Сначала муравей находится в левом верхнем углу. В любой момент муравей видит перед собой восемь клеток, так как это показано на рис. 1.

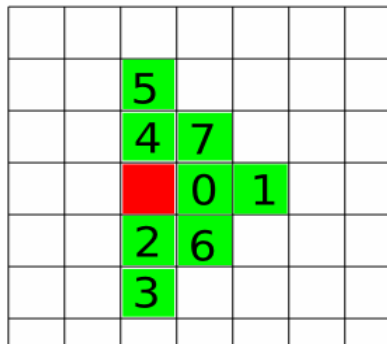


Рис. 1. Зона видимости

За один ход муравей может совершить одно из трех действий:

- 1) передвинуться на одну клетку вперед;
- 2) повернуть налево;
- 3) повернуть направо.

Если муравей оказывается в клетке с едой, то он ее автоматически съедает.

Задача «Умный муравей – 3» заключается в создании логики муравья с наибольшим матожиданием съеденной еды.

1.2. Автомат Мили

Автомат Мили – это конечный автомат, генерирующий свои выходные действия в зависимости от текущего состояния и входного воздействия.

В задаче в качестве входного воздействия будет двоичное слово, состоящее из восьми битов, обозначающих наличие еды в восьми соответствующих клетках.

Внутренняя структура состояния представлена деревом переходов (рис.2).

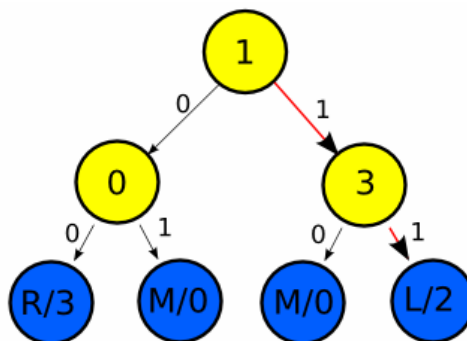


Рис. 2. Дерево переходов

Любой лист этого дерева – пара, состоящая из действия муравья и нового состояния автомата. Остальные вершины дерева содержат индекс бита. В зависимости от значения бита (единица или ноль) совершается переход в левое или правое поддерево.

В целом обработка входного воздействия автоматом состоит в следующем. В текущем состоянии совершается проход по дереву. В зависимости от значений битов во входном воздействии выбирается некоторый лист (рис. 3). По данному листу задается действие муравья и переход в новое состояние. Далее ожидается следующее входное воздействие.

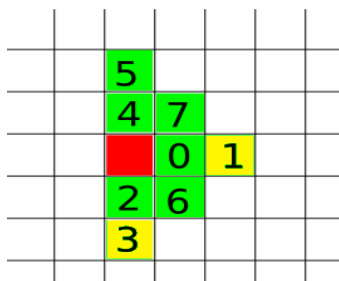


Рис. 3. Расположение еды

2. Генетический алгоритм

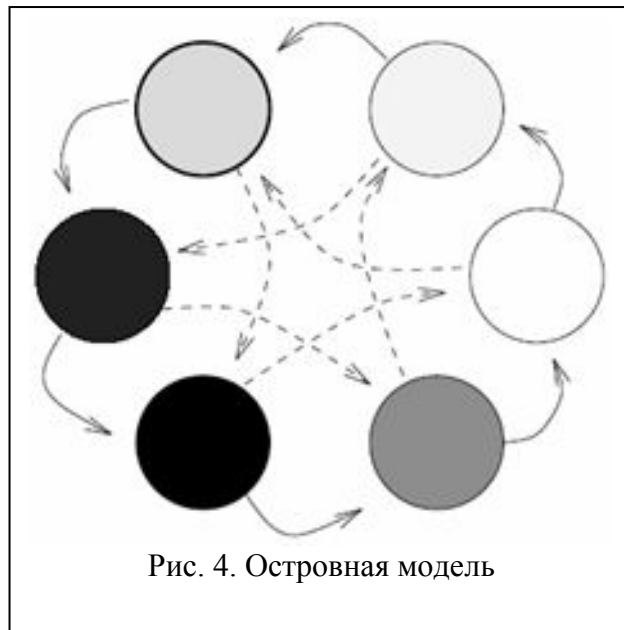
Виртуальная лаборатория состоит из ядра и подключаемых модулей. Для решения поставленной задачи требуется создать два модуля. Первый – для реализации островного генетического алгоритма и метода рулетки для генерации очередного поколения. Второй – для реализации «особи» – конечного автомата Мили, решающего задачу об «Умном муравье – 3». Для «особи» необходимо реализовать операции мутации и скрещивания.

2.1. Представление особи

Особями в данном алгоритме являются автоматы Мили. Автомат Мили представляется в виде набора деревьев переходов. Организация и работа данных деревьев рассматривалась в разд. 1.2.

2.2. Генерация нового поколения

Для генерации очередного поколения используется островной генетический алгоритм. Островная модель (рис. 4) – это модель параллельного генетического алгоритма.



Она функционирует следующим образом. Пусть, например, заданы 16 процессов и 1600 особей. Разобьем их на 16 подпопуляций по 100 особей. Каждая подпопуляция будет развиваться отдельно с помощью некоего генетического алгоритма. Таким образом, можно сказать, что особи расселены по 16-ти изолированным островам.

Изредка (например, каждые пять поколений) процессы (или острова) будут обмениваться несколькими хорошими особями. Это называется миграцией. Она позволяет островам обмениваться генетическим материалом.

Так как населенность островов обычно может быть невелика, подпопуляции будут склонны к преждевременной сходимости. Поэтому важно правильно установить частоту миграции. Чересчур частая миграция (или миграция слишком большого числа особей) приведет к смешению всех подпопуляций, и тогда островная модель будет несильно отличаться от обычного генетического алгоритма. Если же миграция будет слишком редкой, то она не сможет предотвратить преждевременного схождения подпопуляций.

2.3. Метод скрещивания особей

При скрещивании алгоритм порождает две новые особи из двух особей-родителей. Для начала определяется вспомогательная процедура скрещивания двух состояний. Каждое состояние является деревом переходов. В каждом дереве выбирается по одной вершине и их поддеревья меняются местами. В результате получается два новых дерева (рис.5).

Все состояния нумеруются от 1 до N. Состояния скрещиваются попарно с одинаковыми номерами. Операция скрещивания определена выше. Два новых состояния пойдут соответственно в двух детей. Таким образом, получается две новые особи.

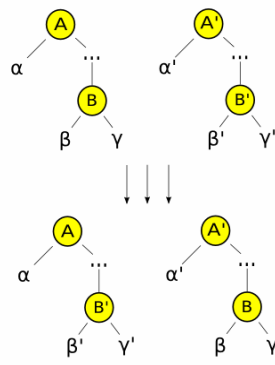


Рис. 5. Процедура скрещивания

2.4. Мутация особей

Мутация особи-автомата заключается в случайном выборе состояния и случайном замене поддерева на новое сгенерированное поддерево.

2.5. Функция приспособленности

Функция приспособленности определяется как среднее арифметическое число яблок съеденных особью в k попытках.

Если a_i – число яблок съеденных в i -той попытке, то

$$f = \frac{\sum_{i=1}^k a_i}{k} .$$

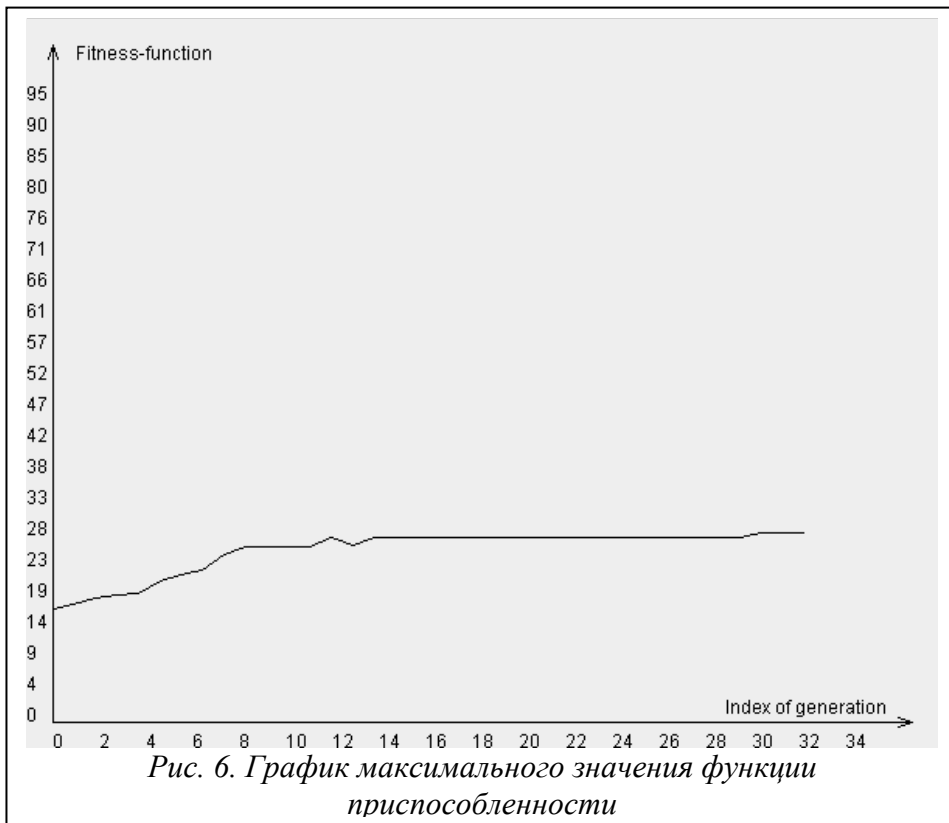
3. Построенный автомат

В результате работы была сгенерирована особь, съедающая, в среднем, 28.1 единиц еды. Особь управляется автоматом с тремя состояниями. Для генерации использовались параметры:

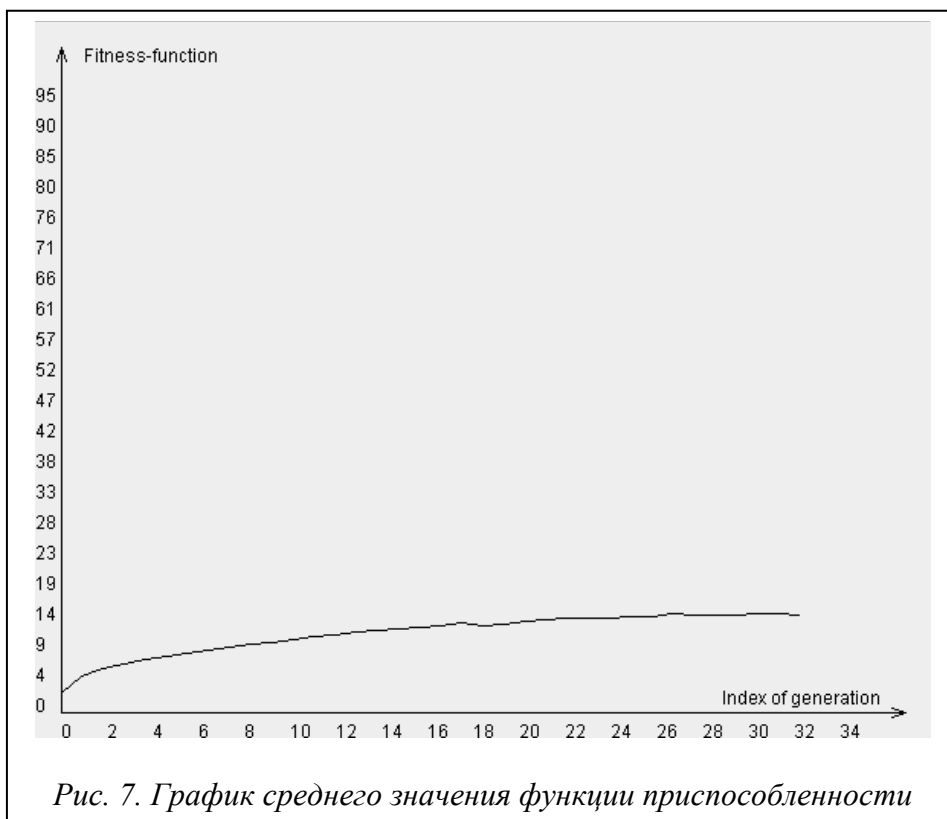
- $\mu = 0.05$;
- $k = 50$.

3.1. Графики функции приспособленности

На рис. 6 приведен график максимального значения функции приспособленности.



На рис. 7 приведен график среднего значения функции приспособленности.



3.2. Таблица переходов полученного автомата

Сгенерированный конечный автомат с тремя состояниями представлен в виде таблицы переходов.

	1	2	3	51	(1 M)	(0 L)	(1 M)	103	(0 R)	(0 L)	(2 L)
0	(1 M)	(1 M)	(1 M)	52	(0 R)	(2 R)	(1 M)	104	(1 M)	(1 L)	(0 L)
1	(1 M)	(0 M)	(1 M)	53	(0 R)	(2 R)	(1 M)	105	(1 M)	(1 M)	(0 L)
2	(1 M)	(0 M)	(1 M)	54	(0 R)	(0 M)	(1 M)	106	(1 M)	(1 R)	(0 L)
3	(1 M)	(0 L)	(1 M)	55	(0 R)	(0 L)	(1 M)	107	(1 M)	(1 R)	(0 L)
4	(0 R)	(2 R)	(1 M)	56	(1 M)	(1 L)	(1 M)	108	(0 R)	(0 R)	(0 L)
5	(0 R)	(2 R)	(1 M)	57	(1 M)	(2 L)	(1 M)	109	(0 R)	(0 R)	(0 L)
6	(0 R)	(0 M)	(1 M)	58	(1 M)	(2 R)	(1 M)	110	(0 R)	(1 R)	(0 L)
7	(0 R)	(0 L)	(1 M)	59	(1 M)	(2 R)	(1 M)	111	(0 R)	(1 R)	(0 L)
8	(1 M)	(0 R)	(0 L)	60	(0 R)	(2 R)	(1 M)	112	(1 M)	(1 L)	(1 M)
9	(1 M)	(0 M)	(0 L)	61	(0 R)	(2 R)	(1 M)	113	(1 M)	(2 L)	(1 M)
10	(1 M)	(2 R)	(0 L)	62	(0 R)	(2 R)	(1 M)	114	(1 M)	(0 M)	(1 M)
11	(1 M)	(2 R)	(0 L)	63	(0 R)	(2 R)	(1 M)	115	(1 M)	(0 L)	(1 M)
12	(0 R)	(2 R)	(0 L)	64	(1 M)	(0 M)	(1 M)	116	(0 R)	(0 R)	(1 M)
13	(0 R)	(2 R)	(0 L)	65	(1 M)	(0 M)	(1 M)	117	(0 R)	(0 R)	(1 M)
14	(0 R)	(2 M)	(0 L)	66	(1 M)	(0 M)	(1 M)	118	(0 R)	(0 M)	(1 M)
15	(0 R)	(0 L)	(0 L)	67	(1 M)	(0 L)	(1 M)	119	(0 R)	(0 L)	(1 M)
16	(1 M)	(2 L)	(1 M)	68	(0 R)	(0 R)	(1 M)	120	(1 M)	(1 L)	(1 M)
17	(1 M)	(0 M)	(1 M)	69	(0 R)	(0 R)	(1 M)	121	(1 M)	(2 L)	(1 M)
18	(1 M)	(0 M)	(1 M)	70	(0 R)	(0 M)	(1 M)	122	(1 M)	(1 R)	(1 M)
19	(1 M)	(0 L)	(1 M)	71	(0 R)	(0 L)	(1 M)	123	(1 M)	(1 R)	(1 M)
20	(0 R)	(2 R)	(2 M)	72	(1 M)	(2 M)	(0 L)	124	(0 R)	(0 R)	(1 M)
21	(0 R)	(2 R)	(1 M)	73	(1 M)	(0 M)	(0 L)	125	(0 R)	(0 R)	(1 M)
22	(0 R)	(0 M)	(2 M)	74	(1 M)	(1 L)	(0 L)	126	(0 R)	(1 R)	(1 M)
23	(0 R)	(0 L)	(1 M)	75	(1 M)	(1 L)	(0 L)	127	(0 R)	(1 R)	(1 M)
24	(1 M)	(2 R)	(1 M)	76	(0 R)	(0 R)	(0 L)	128	(1 M)	(1 M)	(0 M)
25	(1 M)	(0 M)	(1 M)	77	(0 R)	(0 R)	(0 L)	129	(1 M)	(0 M)	(0 M)
26	(1 M)	(2 R)	(1 M)	78	(0 R)	(1 L)	(0 L)	130	(1 M)	(0 L)	(2 L)
27	(1 M)	(2 R)	(1 M)	79	(0 R)	(1 L)	(0 L)	131	(1 M)	(1 M)	(2 L)
28	(0 R)	(2 R)	(2 M)	80	(1 M)	(2 L)	(1 M)	132	(0 R)	(2 R)	(2 L)
29	(0 R)	(2 R)	(1 M)	81	(1 M)	(0 M)	(1 M)	133	(0 R)	(2 R)	(2 L)
30	(0 R)	(2 R)	(2 M)	82	(1 M)	(0 M)	(1 M)	134	(0 R)	(1 R)	(2 L)
31	(0 R)	(2 R)	(1 M)	83	(1 M)	(0 L)	(1 M)	135	(0 R)	(1 M)	(2 L)
32	(1 M)	(1 L)	(0 R)	84	(0 R)	(0 R)	(2 M)	136	(1 M)	(2 R)	(0 L)
33	(1 M)	(1 M)	(2 L)	85	(0 R)	(0 R)	(1 M)	137	(1 M)	(0 M)	(0 L)
34	(1 M)	(0 M)	(2 R)	86	(0 R)	(0 M)	(2 M)	138	(1 M)	(1 R)	(0 L)
35	(1 M)	(0 L)	(1 R)	87	(0 R)	(0 L)	(1 M)	139	(1 M)	(1 R)	(0 L)
36	(0 R)	(2 R)	(1 R)	88	(1 M)	(2 R)	(1 M)	140	(0 R)	(2 R)	(0 L)
37	(0 R)	(2 R)	(2 L)	89	(1 M)	(0 M)	(1 M)	141	(0 R)	(2 R)	(0 L)
38	(0 R)	(0 M)	(2 M)	90	(1 M)	(1 L)	(1 M)	142	(0 R)	(1 R)	(0 L)
39	(0 R)	(0 L)	(1 R)	91	(1 M)	(1 L)	(1 M)	143	(0 R)	(1 R)	(0 L)
40	(1 M)	(1 L)	(0 L)	92	(0 R)	(0 R)	(2 M)	144	(1 M)	(2 L)	(2 M)
41	(1 M)	(1 M)	(0 L)	93	(0 R)	(0 R)	(1 M)	145	(1 M)	(0 M)	(1 M)
42	(1 M)	(2 R)	(0 L)	94	(0 R)	(1 L)	(2 M)	146	(1 M)	(2 M)	(2 M)
43	(1 M)	(2 R)	(0 L)	95	(0 R)	(1 L)	(1 M)	147	(1 M)	(2 M)	(2 M)
44	(0 R)	(2 R)	(0 L)	96	(1 M)	(1 L)	(2 L)	148	(0 R)	(2 R)	(2 M)
45	(0 R)	(2 R)	(0 L)	97	(1 M)	(1 M)	(2 L)	149	(0 R)	(2 R)	(1 M)
46	(0 R)	(2 M)	(0 L)	98	(1 M)	(0 M)	(2 L)	150	(0 R)	(2 R)	(2 M)
47	(0 R)	(2 M)	(0 L)	99	(1 M)	(0 L)	(2 L)	151	(0 R)	(2 R)	(1 M)
48	(1 M)	(1 L)	(1 M)	100	(0 R)	(0 R)	(2 L)	152	(1 M)	(1 L)	(2 M)
49	(1 M)	(2 L)	(1 M)	101	(0 R)	(0 R)	(2 L)	153	(1 M)	(0 M)	(1 M)
50	(1 M)	(0 M)	(1 M)	102	(0 R)	(0 M)	(2 L)	154	(1 M)	(1 R)	(2 M)

155	(1 M)	(1 R)	(2 M)	189	(0 R)	(2 R)	(1 M)	223	(0 R)	(1 L)	(1 M)
156	(0 R)	(2 R)	(2 M)	190	(0 R)	(2 L)	(1 M)	224	(1 M)	(1 L)	(2 L)
157	(0 R)	(2 R)	(1 M)	191	(0 R)	(0 R)	(1 M)	225	(1 M)	(1 M)	(2 L)
158	(0 R)	(2 L)	(2 M)	192	(1 M)	(2 L)	(0 M)	226	(1 M)	(0 R)	(2 L)
159	(0 R)	(0 R)	(1 M)	193	(1 M)	(0 M)	(0 M)	227	(1 M)	(1 M)	(2 L)
160	(1 M)	(1 L)	(2 M)	194	(1 M)	(2 L)	(0 M)	228	(0 R)	(0 R)	(2 L)
161	(1 M)	(1 M)	(2 M)	195	(1 M)	(1 M)	(0 M)	229	(0 R)	(0 R)	(2 L)
162	(1 M)	(2 R)	(2 M)	196	(0 R)	(0 R)	(1 R)	230	(0 R)	(0 R)	(2 L)
163	(1 M)	(2 M)	(2 M)	197	(0 R)	(0 R)	(1 R)	231	(0 R)	(1 R)	(2 L)
164	(0 R)	(2 R)	(2 M)	198	(0 R)	(1 R)	(0 M)	232	(1 M)	(1 L)	(0 L)
165	(0 R)	(2 R)	(2 M)	199	(0 R)	(1 M)	(0 M)	233	(1 M)	(1 M)	(0 L)
166	(0 R)	(2 R)	(2 M)	200	(1 M)	(2 L)	(0 L)	234	(1 M)	(1 R)	(0 L)
167	(0 R)	(2 M)	(2 M)	201	(1 M)	(0 M)	(0 L)	235	(1 M)	(1 R)	(0 L)
168	(1 M)	(1 L)	(0 L)	202	(1 M)	(1 L)	(0 L)	236	(0 R)	(0 R)	(0 L)
169	(1 M)	(1 M)	(0 L)	203	(1 M)	(1 L)	(0 L)	237	(0 R)	(0 R)	(0 L)
170	(1 M)	(1 R)	(0 L)	204	(0 R)	(0 R)	(0 L)	238	(0 R)	(1 R)	(0 L)
171	(1 M)	(1 R)	(0 L)	205	(0 R)	(0 R)	(0 L)	239	(0 R)	(1 R)	(0 L)
172	(0 R)	(2 R)	(0 L)	206	(0 R)	(1 L)	(0 L)	240	(1 M)	(1 L)	(2 L)
173	(0 R)	(2 R)	(0 L)	207	(0 R)	(1 L)	(0 L)	241	(1 M)	(2 M)	(2 L)
174	(0 R)	(1 R)	(0 L)	208	(1 M)	(2 L)	(0 L)	242	(1 M)	(2 M)	(2 M)
175	(0 R)	(1 R)	(0 L)	209	(1 M)	(0 M)	(1 R)	243	(1 M)	(2 M)	(2 M)
176	(1 M)	(1 L)	(2 M)	210	(1 M)	(2 M)	(2 M)	244	(0 R)	(0 R)	(1 M)
177	(1 M)	(2 M)	(1 M)	211	(1 M)	(2 M)	(2 M)	245	(0 R)	(0 R)	(1 M)
178	(1 M)	(2 M)	(2 M)	212	(0 R)	(0 R)	(2 M)	246	(0 R)	(2 R)	(1 M)
179	(1 M)	(2 M)	(2 M)	213	(0 R)	(0 R)	(1 M)	247	(0 R)	(2 R)	(1 M)
180	(0 R)	(2 R)	(1 M)	214	(0 R)	(2 R)	(2 M)	248	(1 M)	(1 L)	(2 L)
181	(0 R)	(2 R)	(1 M)	215	(0 R)	(2 R)	(1 M)	249	(1 M)	(2 M)	(2 L)
182	(0 R)	(2 R)	(1 M)	216	(1 M)	(2 L)	(0 L)	250	(1 M)	(1 R)	(2 M)
183	(0 R)	(2 R)	(1 M)	217	(1 M)	(0 M)	(1 L)	251	(1 M)	(1 R)	(2 M)
184	(1 M)	(1 L)	(2 M)	218	(1 M)	(1 L)	(2 M)	252	(0 R)	(0 R)	(1 M)
185	(1 M)	(2 M)	(1 M)	219	(1 M)	(1 L)	(2 M)	253	(0 R)	(0 R)	(1 M)
186	(1 M)	(1 R)	(2 M)	220	(0 R)	(0 R)	(2 M)	254	(0 R)	(1 R)	(1 M)
187	(1 M)	(1 R)	(2 M)	221	(0 R)	(0 R)	(1 M)	255	(0 R)	(1 R)	(1 M)
188	(0 R)	(2 R)	(1 M)	222	(0 R)	(1 L)	(2 M)				

Заключение

В данной работе сгенерирован автомат Мили с тремя состояниями для задачи «Умный муравей – 3». Методы, приведенные в данной работе, позволяют сгенерировать особь, съедающую 28 яблок, что свидетельствует об их эффективности (островной генетический алгоритм, метод рулетки для генерации очередного поколения).

Источники

1. Инструкция по созданию plugin'ов к виртуальной лаборатории
http://svn2.assembla.com/svn/not_instrumental_tool/docs/pdf/interface_manual.pdf
2. Бедный Ю. Д., Шалыто А. А. Применение генетических алгоритмов для построения автоматов в задаче «Умный муравей»
http://is.ifmo.ru/works/_ant.pdf
3. Яминов Б. Генетические алгоритмы
<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/genetic-2005>