

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
Факультет информационных технологий и программирования
Кафедра «Компьютерные Технологии»

Головченко Д. Н.

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

Вариант 9

Санкт-Петербург
2011

Содержание

Содержание	2
1. Введение	3
1.1. Постановка задачи	3
1.2. Задача о роботе, обходящем препятствия	3
2. Реализация	4
2.1. Функция приспособленности	4
2.2. Алгоритм имитации отжига	4
2.3. Оператор мутации	4
2.3. Сверхбыстрый отжиг.....	4
2.3.1. Закон изменения температуры	4
2.3.2. Семейство распределений	5
2.4. Отжиг Xin Yao	5
2.4.1. Закон изменения температуры	5
2.4.2. Семейство распределений	5
3. Результаты	6
4. Заключение.....	6
5. Источники	8

1. Введение

В данной работе проведено сравнение эффективности работы сверхбыстрого отжига и метода Xin Yao на задаче о роботе с использованием виртуальной лаборатории GLOpt [1].

1.1. Постановка задачи

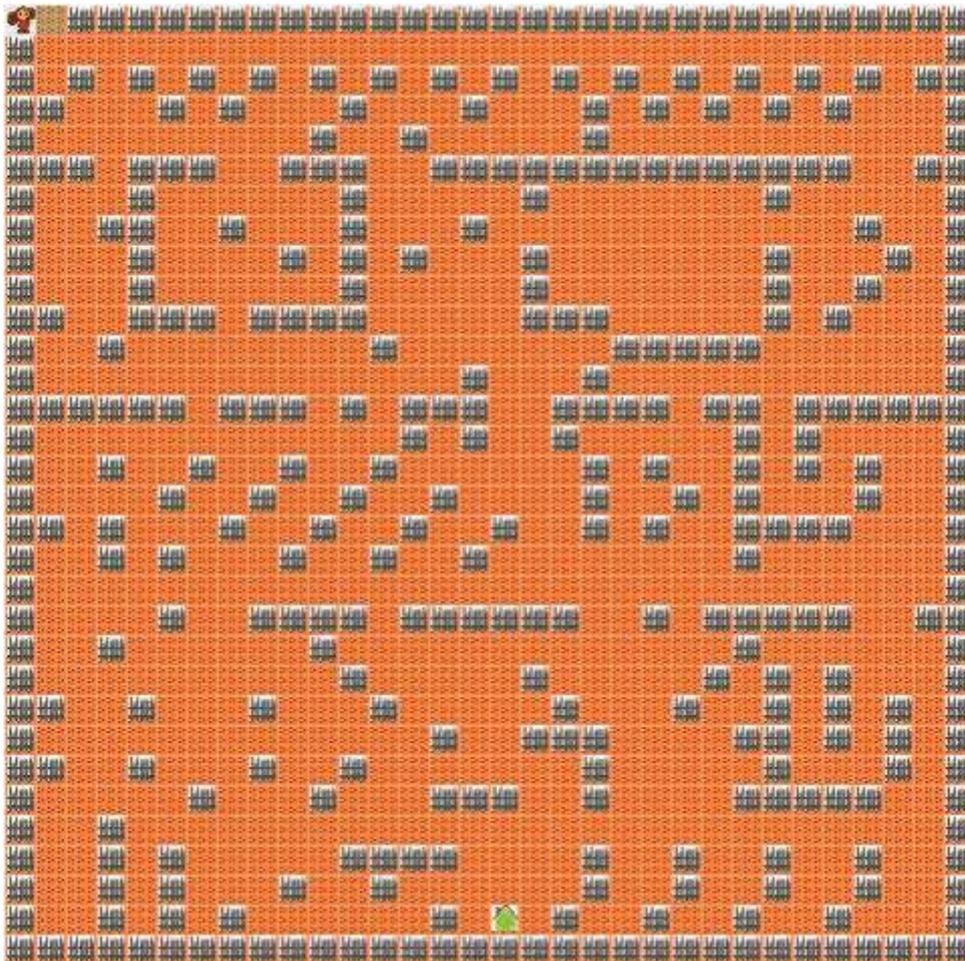
Необходимо сравнить скорость поиска автомата Мили из восьми состояний, наиболее эффективно решающего задачу о роботе, методом сверхбыстрого отжига и методом Xin Yao. Эффективность заключается в достижении роботом цели за как можно меньшее число шагов.

1.2. Задача о роботе, обходящем препятствия

Дано плоское ограниченное забором поле размером 32×32 клетки. На клетках поля заранее определенным образом расставлены препятствия. Также на поле имеется робот, изначально расположенный в левой верхней клетке, лицом вправо. За один ход робот может:

- пойти вперед (если впереди препятствие, то робот останется на месте);
- повернуть налево;
- повернуть направо.

Задача робота — добраться до цели, также расположенной в фиксированном месте на карте, за не более чем 200 ходов.



2. Реализация

Для реализации поставленной задачи к виртуальной лаборатории потребовалось добавить два плагина, реализующие соответственно метод сверхбыстрого отжига и метод Хин Яо. Так как оба метода имеют общий алгоритм, оператор мутации и функцию вероятности принятия нового состояния $h(\Delta E, T)$, то их реализация свелась к написанию общего абстрактного класса и последующим наследованием от него с переопределением закона изменения температуры и функции распределения.

2.1. Функция приспособленности

Функция приспособленности, предоставляемая лабораторией, удовлетворяет поставленной задаче и не требует изменений.

$$fitness(A) = \begin{cases} 200 + \min_{path} (|x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|), & \text{при недостижении цели} \\ k, & \text{при достижении цели} \end{cases},$$

где k — число потраченных на достижение цели шагов.

2.2. Алгоритм имитации отжига

Метод имитации отжига служит для поиска глобального минимума некоторой функции $fitness(x)$ на пространстве S . Элементы множества S представляют собой состояния физической системы, а значение функции в этих точках используется как энергия системы $E = fitness(x)$.

Схема алгоритма имитации отжига:

- 1) Случайным образом выбирается точка $x = x_0$, принадлежащая S ; текущим значением E устанавливается $E = fitness(x)$.
- 2) k -ая итерация алгоритма состоит из следующих операций:
 - i) Сгенерировать новую точку x' путем применения оператора мутации к текущей точке x .
 - ii) Вычислить значение функции в новой точке $E' = fitness(x')$.
 - iii) Если $E' \leq E$, то $x = x'$.
 - iv) Если $E' > E$, то сгенерировать случайное число α из промежутка $[0; 1]$.
 - v) Если $\alpha \leq \frac{1}{1 + \exp(\frac{E' - E}{T(k)})}$, то $x = x'$ и перейти к следующей итерации, иначе повторить итерацию [2].

2.3. Оператор мутации

Оператор мутации реализован следующим образом: для каждого перехода в автомате Мили действие и номер следующего состояния изменяются в соответствии с заданным для каждого из методов отжига порождающим семейством вероятностных распределений $G(x, T)$.

2.3. Сверхбыстрый отжиг

2.3.1. Закон изменения температуры

Закон изменения температуры для сверхбыстрого отжига выглядит следующим образом:

$$T(k) = T_0 \cdot \exp(-c \cdot k^{1/D}),$$

где D — размерность пространства, а начальная температура и c — произвольно настраиваемые параметры [2].

2.3.2. Семейство распределений

Семейство распределений для сверхбыстрого отжига имеет плотность

$$g_T(x) = \frac{T}{(|x|^2 + T^2)^{(D+1)/2}},$$

которая моделируется с помощью функции

$$z(r, T) = \text{sign}(r - 0,5) \cdot T \cdot \left(1 + \frac{1}{T}\right)^{2 \cdot (0,5 + |r - 0,5| - 1)},$$

где r — равномерно распределенная на отрезке $[0; 1]$ случайная величина [2].

2.4. Отжиг Xin Yao

2.4.1. Закон изменения температуры

В сверхбыстром отжиге используется следующий закон изменения температуры:

$$T(k) = T_0 \cdot \exp(-\exp(c \cdot k^{1/D})),$$

где D — размерность пространства, а начальная температура T_0 и c — произвольно настраиваемые параметры [2].

2.4.2. Семейство распределений

Семейство распределений для отжига Xin Yao имеет плотность

$$g_T(x) = \prod_{i=1}^D g_{i,T}(x_i) = \prod_{i=1}^D \frac{1}{2(|x_i| - \frac{1}{\ln(T_i)}) \cdot \ln(1 - \ln(T_i))},$$

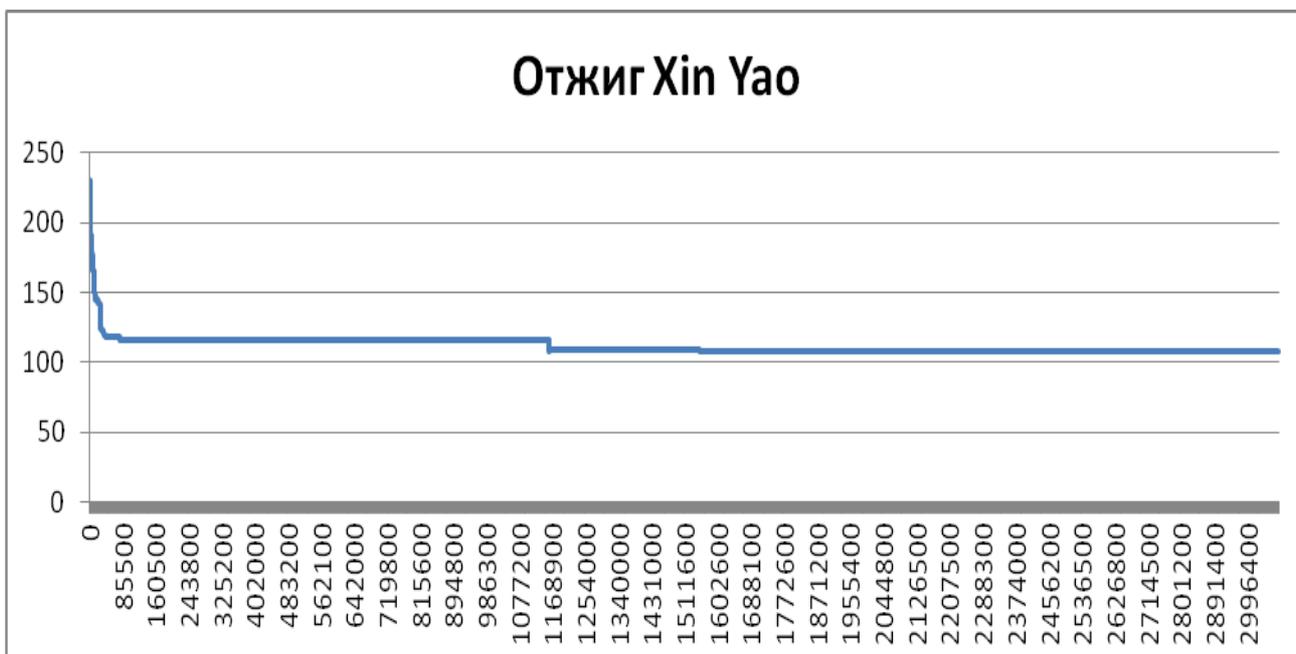
где $g_{i,T}$ моделируется с помощью функции

$$z(r, T) = \text{sign}(r - 0,5) \cdot T \cdot \left(1 + \frac{1}{T}\right)^{|r - 0,5| - 1},$$

где r — равномерно распределенная на отрезке $[0; 1]$ случайная величина [2].

3. Результаты

Путем запуска обоих методов отжига на декартовом произведении параметров $c=\{0,01; 0,1; 0,5; 2; 4; 8; 16\}$ и $T_0=\{0,2; 1; 10; 50, 500, 2000, 4000\}$ было выяснено, что сверхбыстрый отжиг дает наилучший результат при $c=8$ и $T_0=2000$, а метод Хин Yao при $c=2$ и $T_0=1$. Далее приведены усредненные графики запуска методов с этими параметрами.



4. Заключение

Полученные результаты показывают, то, что в рамках данной задачи большая, по сравнению со сверхбыстрым отжигом, скорость убывания температуры в методе Xin Yao, вовсе не означает большую скорость поиска ответа. Более того, можно видеть, что метод Xin Yao незначительно, но проигрывает сверхбыстрому отжигу.

5. Источники

1. Исходный код и документация к комплексу для изучения методов глобальной оптимизации G1Opt.

http://is.ifmo.ru/courses/_giopt-src.rar

2. Метод имитации отжига. Конспект лекций А. Лопатина.

<http://rain.ifmo.ru/~buzdalov/lab-2011/books/annealing.pdf>