

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»
Кафедра информационных компьютерных технологий

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 10

Выполнил студент группыКС-38..... Прилепский Артем Сергеевич
Ссылка на репозиторий: github.com/news1d/Algorithms_and_structures

Приняли:Пысин Максим Дмитриевич
.....Краснов Дмитрий Олегович
.....Лобанов Алексей Владимирович
.....Крашенинников Роман Сергеевич

Дата сдачи:05.05.2023

Оглавление

Описание задачи.....	3
Описание метода/модели.....	3
Выполнение задачи.	3
Заключение.	4

Описание задачи.

В рамках лабораторной работы необходимо реализовать алгоритм отжига для поиска глобального оптимума (минимума) произвольной функции. В качестве примера взять функцию $F(x) = x^2 + 10 - 10 \cos(2\pi x)$.

Сам алгоритм выглядит следующим образом:

1. Задать начальное значение (можно выбирать случайно).
2. Изменить значение температуры при помощи заданной функции $T(k)$, где k это номер итерации, получив температуру $T[k]$.
3. Сгенерировать новую точку $x[k+1]$, с которой будет сравниваться текущий вариант (возможна случайная генерация, или использование какой-либо функции от температуры).
4. Вычислить значение искомой функции $F(x)$ в точке $x[k+1]$ и вычислить разницу между $F(x[k+1]) - F(x[k]) = dF$.
5. Проверка решения на вероятность принятий: 1 при $dF < 0$
 $P(x[k], x[k+1]) = \exp(-dF / T[k])$
6. Проверяем критерий завершения, критерием является некоторая температура окончания.

Воспользуемся вариантом быстрого отжига: $T(k) = T[0] / k$ $A(x) = x + T * C(0,1)$, где C это случайное число сгенерированное при помощи распределения Коши.

После реализации, требуется построить график зависимости времени нахождения решения от значения минимальной температуры, при это ось x пусть будет инвертированной температурой, полученный график проанализировать.

Описание метода/модели.

Алгоритм основывается на имитации физического процесса, который происходит при кристаллизации вещества, в том числе при отжиге металлов. Предполагается, что атомы вещества уже почти выстроены в кристаллическую решетку, но ещё допустимы переходы отдельных атомов из одной ячейки в другую. Активность атомов тем больше, чем выше температура, которую постепенно понижают, что приводит к тому, что вероятность переходов в состояния с большей энергией уменьшается. Устойчивая кристаллическая решётка соответствует минимуму энергии атомов, поэтому атом либо переходит в состояние с меньшим уровнем энергии, либо остаётся на месте.

Моделирование похожего процесса используется для решения задачи глобальной оптимизации, состоящей в нахождении такой точки или множества точек, на которых достигается минимум некоторой целевой функции $F(x)$ ("энергия системы"), где $x \in X$ (x – "состояние системы", X – множество всех состояний).

Выполнение задачи.

Для реализации программы был выбран язык программирования Python.

- 1) Код программы:

```
# Целевая функция
def F(x):
```

```

return x ** 2 + 10 - 10 * math.cos(2 * math.pi * x)

def simulated_annealing(T0, alpha, x0, T_end):
    # Устанавливаем начальную температуру и начальное значение переменной x
    T = T0
    x = x0

    # Запускаем цикл, пока температура не достигнет конечного значения
    while T > T_end:
        # Запускаем цикл, пока температура не достигнет конечного значения
        x_new = x + T * cauchy.rvs()
        # Вычисляем разность функций F(x_new) и F(x)
        delta_E = F(x_new) - F(x)

        # Если разность меньше нуля, то новое значение x принимается
        # Иначе принимаем новое значение x с вероятностью exp(-delta_E / T)
        if delta_E < 0 or math.exp(-delta_E / T) > random.uniform(0, 1):
            x = x_new

        # Уменьшаем температуру на величину alpha
        T -= alpha

    # Возвращаем найденное значение x и значение функции в этой точке
    return x, F(x)

```

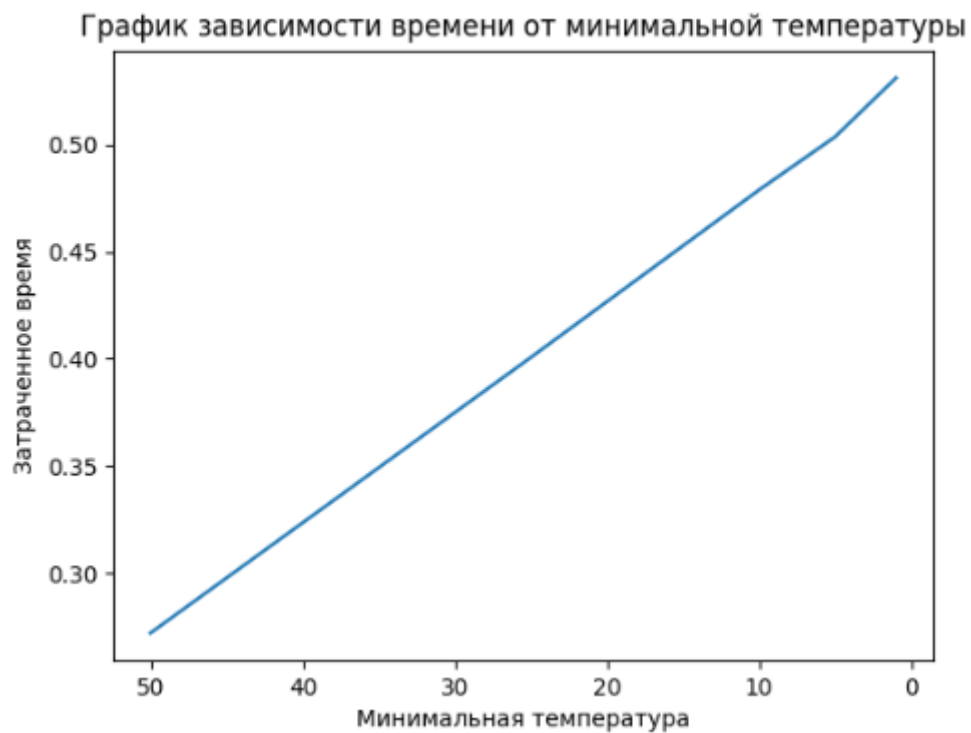


График зависимости затраченного времени от минимальной температуры

Заключение.

Анализируя полученный график, можно заметить, что время нахождения решения увеличивается с уменьшением значения минимальной температуры, что соответствует ожидаемому поведению алгоритма имитации отжига. При этом график близок к линейной зависимости, что говорит о том, что время нахождения решения увеличивается линейно с инвертированной температурой.