

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ИМИТАЦИИ
ОТЖИГА С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ В
ТРЕХМЕРНОМ РЕДАКТОРЕ BLENDER
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Ефимова Дмитрия Андреевича

Научный руководитель
старший преподаватель

Н. Е. Тимофеева

Заведующий кафедрой
доцент, к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных причин использования методов оптимизации является возможность сокращения времени, затрат и ресурсов при решении задач. Оптимизация позволяет найти наилучший вариант решения, учитывая заданные ограничения и цели. Например, в производстве методы оптимизации помогают оптимизировать распределение ресурсов, планировать производственные процессы, снижать затраты и повышать эффективность.

Целью работы является создание программного модуля, который позволит визуализировать процесс оптимизации методом имитации отжига в трехмерной среде Blender.

Поставленная цель определила следующие задачи:

1. описание основных задач и методов общей оптимизации;
2. описание используемых продуктов Python, Blender, Pycharm;
3. программная реализация разработанного метода оптимизации отжигом с описанием кода;
4. тестирование и визуализация разработанного метода оптимизации на функциях Eggholder, Матьяса и Химмельблау;
5. визуализация результатов оптимизации в Blender на примере функций тестирования.

Исследование представляет метод оптимизации, основанный на имитации отжига, и демонстрирует его реализацию и визуализацию результатов с использованием трехмерного редактора Blender и приложения написанном на языке Python. Такой подход может быть полезным в различных областях, требующих оптимизации, и предоставляет новые возможности для анализа и визуализации данных.

В работе представлено пять глав:

1. Основные задачи оптимизации.
2. Описание продуктов Python, Pycharm и Blender.
3. Метод оптимизации имитации отжига.
4. Реализация метода отжига.
5. Работа алгоритма на тестовых функциях.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе описываются основные задачи оптимизации в различных областях деятельности человека, таких как разработка новых материалов и устройств, а также создание и оптимизация телекоммуникационных сетей, стало необходимо решать сложные оптимизационные задачи. Цель таких задач заключается в поиске экстремумов целевой функции с использованием различных методов. Оптимизация имеет широкий спектр применения и остается актуальной во многих областях. Она помогает достигать лучших результатов, снижать издержки, повышать эффективность и улучшать производительность. С ростом конкуренции и изменений в технологическом и социальном аспекте, оптимизация становится все более необходимой для успешного развития и достижения целей. Также в этой главе объясняются постановка задачи оптимизации и основные проблемы оптимизации. Выделяются три основные проблемы, это определение существования оптимальных решений для задачи, определение условий, которым должно удовлетворять оптимальное решение задачи и поиск хотя бы одного оптимального решения.

Во второй главе представлены три основных продукта которые используются в работе, это Python - высокоуровневый, интерпретируемый язык программирования, который активно применяется во многих областях, включая разработку программного обеспечения, научные исследования, анализ данных и создание веб-приложений, Pycharm - интегрированная среда разработки для языка программирования python и Blender - мощное программное обеспечение для трехмерного моделирования, анимации и визуализации. Оно предоставляет широкий набор инструментов и функций для создания высококачественных графических изображений, анимаций, виртуальных миров и игр.

В третьей главе показывается и описывается метод оптимизации имитации отжига, его основные задачи и история появления. Метод отжига представляет собой эффективную технику оптимизации, которая основана на случайном поиске и аналогии с процессом формирования кристаллической структуры вещества при охлаждении и достижении минимальной энергии. Метод отжига способен избегать застревания в локальных минимумах оптимизируемой функции и продолжать поиск глобального минимума. Это достигается путем принятия изменений параметров, которые могут привести к увеличе-

нию значения функции, в зависимости от текущей температуры моделируемого процесса. Наглядно работа метода отжига изображена на рисунке 1.

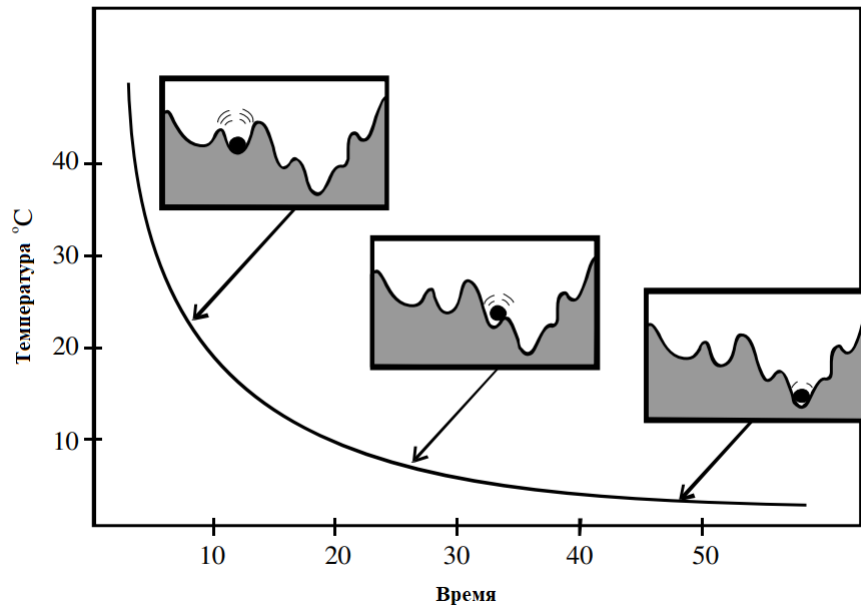


Рисунок 1 – Метод иммитации отжига

Целью алгоритма является минимизация определенного функционала. В процессе работы алгоритма текущее решение сохраняется как промежуточный результат, который в конечном итоге становится ответом.

Алгоритм имитации отжига записан следующим образом:

- 1) случайным образом выбирается начальная точка $x = x_0$, где $x_0 \in \Omega$. Текущее значение энергии устанавливается равным $f(x_0)$.
- 2) итерация с номером k :
 - a) Сравнить энергию системы E в состоянии x с текущим глобальным минимумом. Если $E < min$, где $E = f(x)$, то обновить значение глобального минимума.
 - b) Сгенерировать новую точку $x' = G(x, T(k))$.
 - c) Вычислить значение функции в новой точке: $E' = f(x')$.
 - d) Сгенерировать случайное число α из интервала $[0;1]$.
 - e) Если $\alpha < h(E' - E, T(k))$, то обновить $x = x'$, $E = E'$ и перейти к следующей итерации.
 - f) Иначе повторить шаг b до тех пор, пока не будет найдена подходящая точка x' . Исторически первой схемой метода имитации отжига является схема Больцмановского отжига, где изменение температуры задается следующим образом:

$$T(k) = \frac{T_0}{\ln(1+k)}, k > 0$$

В четвертой главе описывается программная реализация метода, интерфейсная часть, подключаемые библиотеки, функции для запуска оптимизации и программы Blender. Получаемые результаты после завершения оптимизации записываются в текстовый файл, после закрытия приложения открывается Blender и в нем компилируется скрипт, который считывает с файла координаты, после чего строится 3D график функции.

В пятой главе происходит тестирование симуляции оптимизации методом отжига на конкретных функциях - Eggholder, Матьяса и Химмельблау, где на картинках представлены вводимые данные в приложении для симуляции и вывод 3D графиков в python и blender. Python и Blender - это две разные программные среды с разными целями и функциональностью. В Python существует несколько популярных библиотек для визуализации данных, таких как Matplotlib, Plotly, Seaborn и другие, которые могут использоваться для создания графиков. Однако, по сравнению с Blender, вывод графиков в Python может показаться менее впечатляющим. Blender предназначен для создания профессиональных трехмерных визуализаций и обладает более расширенными возможностями по сравнению с библиотеками визуализации данных в Python.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения работы было создано приложение в которое вписывались функции и получались приближенные результаты в зависимости от того, какие дополнительные данные были введены, для получения более точного результата нужно было увеличивать максимальное число итераций, это требовало большего времени, но ответ был приближен к значению глобального минимума или максимума, в зависимости от того, какой режим оптимизации был выбран.

После запуска оптимизации выводился лучший результат и лучшее значение в точке, совместно с счетчиком количества итераций, также выводилось два графика, один предназначался для двухмерной визуализации экстремумов, второй для 3D визуализации с точкой глобального минимума или максимума в зависимости от режима оптимизации.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты:

- описаны основные задачи оптимизации;
- рассмотрены продукты Python, Blender и PyCharm;
- разработано приложение для нахождения экстремумов функций методом отжига;
- произведено тестирование на выбранных функциях и их визуализация в Python и Blender.

Таким образом, поставленные задачи выполнены в полном объеме.

Основные источники информации:

1. Орлянская И. В. Современные подходы к построению методов глобальной оптимизации // Электронный журнал «Исследовано в России». С. 2097–2108. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/189.pdf> (дата обращения 18.05.2023).
2. Банди Б. Методы оптимизации : вводный курс. М.: Радио и связь, 1988. 128 с.
3. Калиткин Н. Н. Численные методы. М. : Наука, 1978. 512 с
4. Лопатин А. С. Метод отжига // Стохастическая оптимизация в информатике : межвуз. сб. СПб. : Изд-во СПбГУ, 2005. Вып. 1. С. 133–149.
5. Python [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python> (дата обращения: 18.05.2023).

6. PyCharm [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PyCharm> (дата обращения: 18.05.2023).
7. Blender [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата обращения: 18.05.2023).
8. Савин А. Н, Тимофеева Н. Е. Применение алгоритма оптимизации методом имитации отжига на системах параллельных и распределённых вычислений // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2012. Т. 12, вып. 1. С. 110–116.
9. Kirkpatrick S. A., Gelatt C. D., Vecchi M. P. Optimization by simulated annealing // Science. N.S. 1983. Vol. 220, № 4598. P. 671–680.
10. Ingber L. Simulated Annealing: Practice versus theory // Mathematical and Computer Modelling. 1993. Vol. 18(11). P. 29–57.
11. Huang, M.D., Romeo, F., and Sangiovanni-Vincentelli, A., An efficient general cooling schedule for simulated annealing, University of California, Berkeley, CA, 1984.
12. GigaSpaces eXtreme Application Platform (XAP). URL: <http://www.gigaspaces.com> (дата обращения 18.05.2023).
13. Aluffi-Pentini, F., Parisi, V., and Zirilli, F., Global optimization and stochastic differential equations, Journal of Optimization Theory and Applications, 47, 1–16, 1985.
14. Bohachevsky, I.O., Johnson, M.E., and Stein, M.L., Generalized simulated annealing for function optimization, Technometrics, 28, 209–217, 1986.
15. Casotto, A., Romeo, F., and Sangiovanni-Vincentelli, A., A parallel simulated annealing algorithm for the placement of macro-cells, IEEE Transactions on Computer-Aided Design, 6, 838–847, 1987.
16. Corana, A., Marchesi, M., Martini, C., and Ridella, S., Minimizing multimodal functions for continuous variables with the “simulated annealing” algorithm, ACM Transactions on Mathematical Software, 13, 262–280, 1987.
17. Darema, F., Kirkpatrick, S., and Norton, A.V., Parallel algorithms for chip placement by simulated annealing, IBM Journal of Research and Development, 31, 259–260, 1987.
18. Dekkers, A. and Aarts, E., Global optimization and simulated annealing,

- Mathematical Programming, 50, 367–393, 1991.
19. Dueck, G. and Scheuer, T., Threshold accepting: A general purpose optimization algorithm appearing superior to simulated annealing, *Journal of Computational Physics*, 90, 161–175, 1990.
 20. Wilson J. D. Design of high-efficiency wide-bandwidth coupled-cavity traveling-wave tube phase velocity tapers with simulated annealing algorithms // *IEEE Trans. Electron Devices*. Vol. 48. Jan. 2001. P. 95–100.