

Лабораторная работа # 1 Методы нулевого и первого порядка

Основной язык/среда выполнения лабораторных работ Python 3, Jupyter notebook, Google collab. При желании можно экспериментировать на других языках: Julia, Mojo, C++ и т.д. Лабораторные работы выполняются индивидуально или в группах по 2-3-4 человека. По результатам выполнения лабораторной работы необходимо подготовить отчет. Отчёт должен содержать постановку задачи, описание используемых методов, (ссылку на) реализацию, результаты исследования (графики и таблицы, которые их демонстрируют, анализ результатов, преимуществ и ограничений методов). Так в этом тексте выделяются библиотеки, так то, что полезно для следующих лабораторных.

Лабораторная состоит из основного и двух дополнительных заданий.

Основное задание

Разработка. Реализуйте следующие методы:

1. метод градиентного спуска с различными стратегиями выбора шага (learning rate scheduling);
2. любой метод одномерного поиска и градиентный спуск на его основе;
3. изучите возможности библиотеки `scipy.optimize`. Найдите и используйте для сравнения библиотечные аналоги реализованных Вами методов.

Обратите внимание на используемые гиперпараметры. В реализации их следует выносить в интерфейс метода. В реализации лучше продумать предохранители, например, ограничение на число итераций.

Исследование

[Объект исследования] Примените реализованные Вами и библиотечные методы на квадратичных функциях двух переменных. Можно также дополнительно поискать и использовать функции с более сложным поведением. Оставьте 2-3 функции, наиболее интересные для демонстрации, то есть такие, на которых эффективность методов будет явно отличаться.

[Суть исследования] Сравните работу методов на выбранных функциях в зависимости от выбора начальной точки, стратегии выбора шага или значений гиперпараметров, числа обусловленности. Показателями эффективности методов при выбранных условиях будут: количество итераций и количество вычислений значений минимизируемой функции и ее производной (градиента), до достижения критерия остановки.

Дополнительное задание 1 (дополнительный метод)

Реализуйте ещё один метод одномерного поиска и градиентный спуск на его основе (можно взять методы, как обсуждаемые на лекциях, так и другие) и исследуйте его на эффективность в сравнении с другими методами.

Дополнительное задание 2 (дополнительные объекты)

Подберите мультимодальную функцию, проведите исследование для неё.

Подберите функцию с зашумленными значениями, проведите исследование для неё (к значениям уже выбранных функций можно прибавлять некоторую случайную величину). Ещё лучше, если “величина мультимодальности” и/или зашумлённости будут зависеть от параметра, и можно будет сравнить результаты при его разных значениях.

Оформление

[Описание методов] В начале отчёта опишите используемые методы. В описании метода укажите, это реализованный Вами или библиотечный метод, из какой библиотеки он взят, или какую библиотеку использует внутри реализации, если использует. При наличии, указывайте важные особенности Вашей реализации метода, они могут быть алгоритмические (например, имеющиеся гиперпараметры), так и технические (например, использование мемоизации в алгоритме).

[Графики]

Нарисуйте графики с линиями уровня и траекториями методов (в области задания, 2D; можно и в 3D, на графиках рассматриваемых функций).

[Описание результатов]

В результатах работы метода должна быть следующая информация:

- объект исследования (функция) к которой применяется метод, начальная точка;
- особенности применения метода: стратегия выбора шага, значение гиперпараметров, критерий останова;
- результат, количество итераций, количество вычислений значений функции и её производной (градиента);

Критерии оценивания

1. Работоспособность и качество кода.
2. Полнота отчета.
3. Знание теории, которая лежит в основе применяемых методов.
4. Дополнительное задание 1.
5. Дополнительное задание 2.

Каждый критерий оценивается максимально в 5 баллов.

Максимальный балл за лабораторную работу составляет 25 баллов.