

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
Институт № 8 «Компьютерные науки и прикладная математика»
Кафедра № 806 «Вычислительная математика и программирование»

Разреженная идентификация нелинейных динамических систем

Выпускная квалификационная работа бакалавра

Студент группы М8О-407Б-19: Бирюков Виктор Владимирович

Научный руководитель: д.ф.-м.н. проф. каф. 806 Д. Л. Ревизников

Москва — 2023



- Динамические системы описывают большое количество различных процессов.
- Задача извлечения закономерностей из большого объема данных может превышать возможности человека.
- Знание динамической системы, лежащей за данными, позволит использовать соответствующий математический аппарат как часть анализа данных.



Цель — идентификация систем обыкновенных дифференциальных уравнений на основе зашумленных данных.

Задачи:

- Реализация алгоритма идентификации.
 - Реализация алгоритмов дифференцирования шумных данных.
 - Реализация алгоритмов разреженной регрессии.
 - Тестирование алгоритма идентификации на известных системах ОДУ.
- Сравнение различных методов.



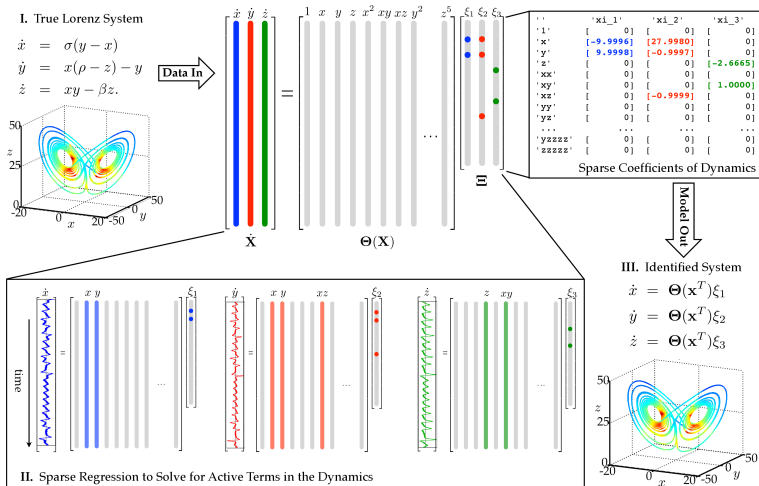
Дано:

- Входные данные представляют из себя массив значений некоторых величин
- Данные могут содержать некоторую шумовую компоненту
- Предполагается, что замеры величин производились через равные промежутки времени

Необходимо разработать алгоритм, при помощи которого можно получить динамическую систему (систему ОДУ), которая описывает эволюцию заданных величин.



Алгоритм решения задачи



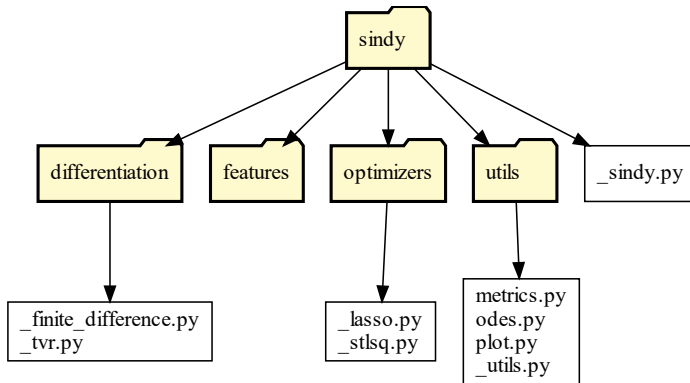
Brunton et al., 2016

- Язык программирования Python
- Библиотеки научных вычислений NumPy и SciPy
- Библиотека машинного обучения Scikit-learn
- Библиотеки построения графиков Matplotlib и Seaborn



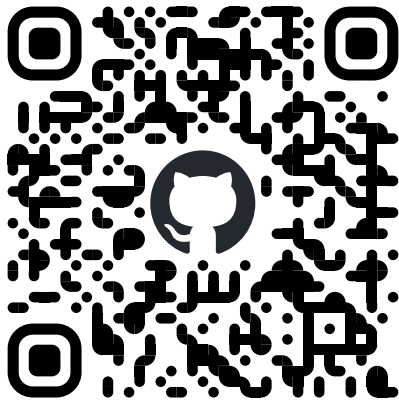
Архитектура решения

Разработанное решение реализовано в формате модуля языка Python.

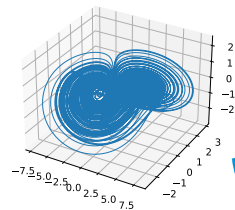
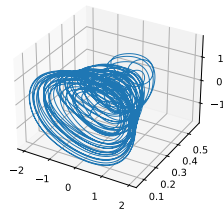
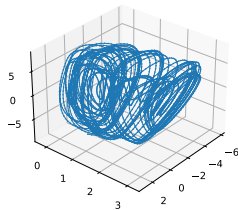
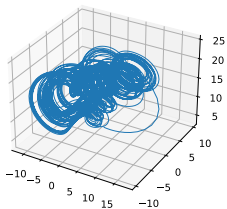
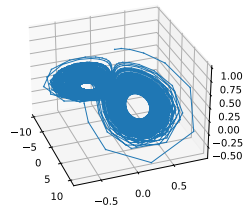
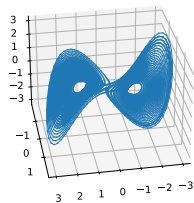
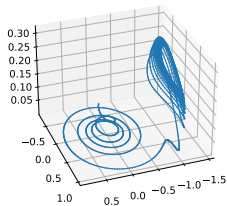
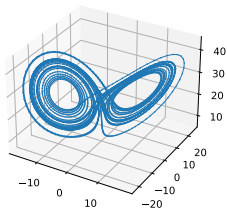


Описание программной разработки

Репозиторий с исходным кодом расположен по адресу
<https://github.com/iktovr/bachelor-diploma>

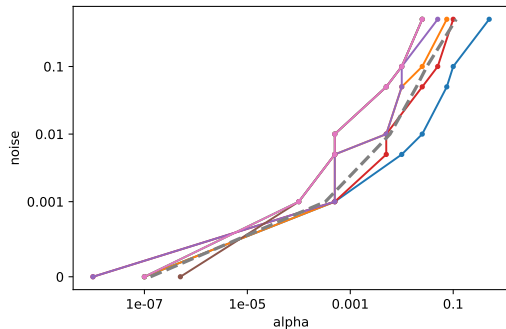
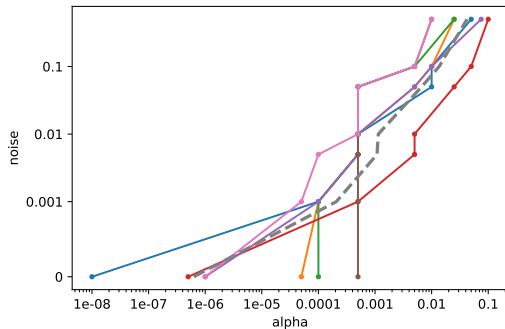


В качестве источника данных использовались различные системы ОДУ:



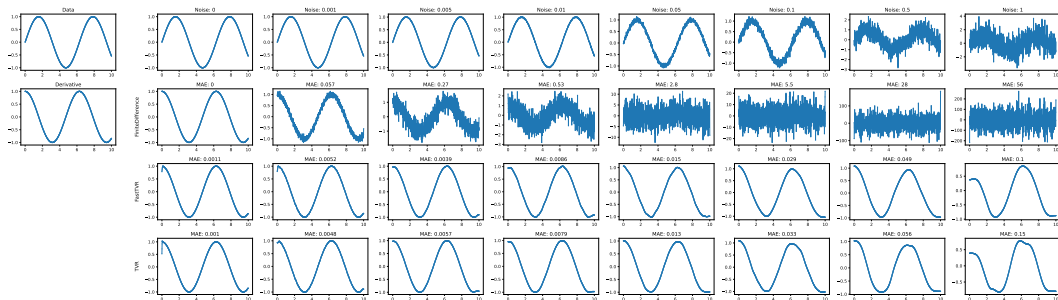
Результаты разработки

Численное дифференцирование



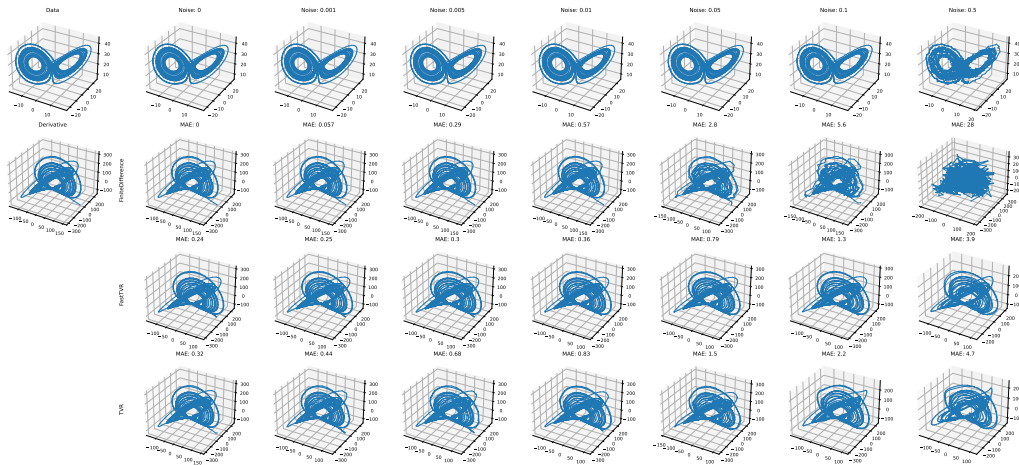
Результаты разработки

Численное дифференцирование



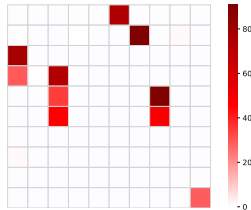
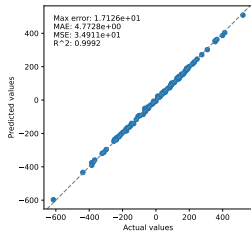
Результаты разработки

Численное дифференцирование

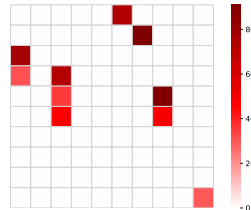
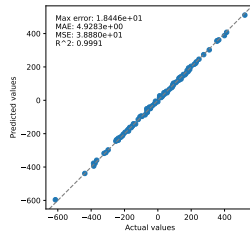


Результаты разработки

Разреженная регрессия



Алгоритм Lasso

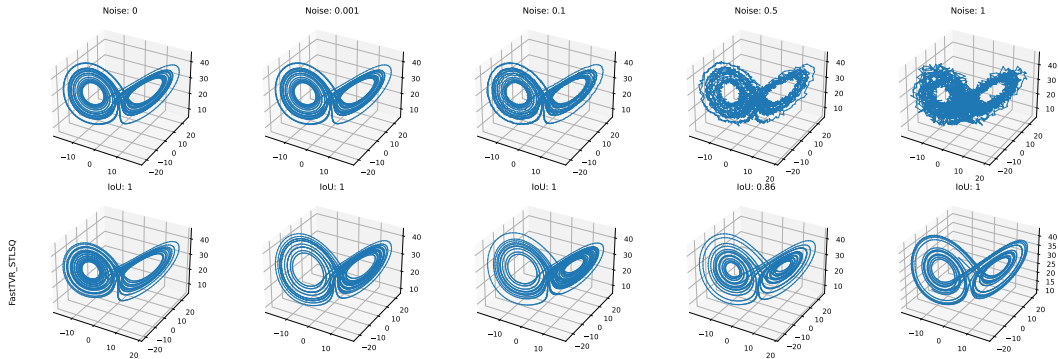


Алгоритм STLSQ



Результаты разработки

Идентификация



(Здесь будет более подробное изображение)



- Основной результат заключается в том, что идентификация систем ОДУ по шумным данным вполне осуществима.
- Однако, для этого необходимо иметь подходящий набор функций предполагаемых слагаемых.
- Для эффективной борьбы с шумом нужно также оценивать его величину.



Скан отзыва научного руководителя

Скан рецензии

