

Универсальные дифференциальные уравнения

Комбинация лучших сторон разных подходов.

Влад Темкин

Высшая Школа Экономики
Факультет Физики

Стохастические процессы и моделирование

План доклада

Основные моменты

1 Подходы к описанию мира

- Физические модели
- Машинное обучение

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты
 - алгоритм SINDy

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты
 - алгоритм SINDy
- 5 Примеры применения UDE
 - Модифицированная модель SEIR
 - Модель Лотки-Вольтерра

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты
 - алгоритм SINDy
- 5 Примеры применения UDE
 - Модифицированная модель SEIR
 - Модель Лотки-Вольтерра

Подходы к описанию мира

Физические модели

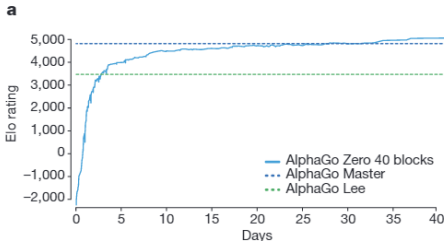
- хорошо интерполируют (очень хорошо)
- легко интерпретировать
- указывают на структуру процесса
- нужно понимать хоть что-то о мире
- проигрывают другим моделям (а именно машинному обучению), когда речь идёт о предсказаниях просто из набора данных

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L}{\partial x} = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \vec{D} = 4\pi\rho \\ \nabla \cdot \vec{B} = 0 \\ \nabla \times \vec{E} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \end{array} \right.$$

Подходы к описанию мира

Машинное обучение



- может решить почти любую задачу
- превосходит человека во многих областях
- потенциал кажется безграничным (обучение с подкреплением)
- сложно интерпретировать
- не всегда хорошо интерполирует
- требуется много данных

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты
 - алгоритм SINDy
- 5 Примеры применения UDE
 - Модифицированная модель SEIR
 - Модель Лотки-Вольтерра

Комбинирование двух подходов

Различные практики

Универсальная теорема аппроксимации

Нейронная сеть может аппроксимировать любую непрерывную функцию $R^n \rightarrow R^m$ с любой заданной точностью.

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты
 - алгоритм SINDy
- 5 Примеры применения UDE
 - Модифицированная модель SEIR
 - Модель Лотки-Вольтерра

Универсальные дифференциальные уравнения

Выделенный случай

диффур, заменяем слагаемое на нейронку

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты**
 - алгоритм SINDy
- 5 Примеры применения UDE
 - Модифицированная модель SEIR
 - Модель Лотки-Вольтерра

Вспомогательные инструменты

Алгоритм SINDy

тут пару слов о том как робит синди

План доклада

Основные моменты

- 1 Подходы к описанию мира
 - Физические модели
 - Машинное обучение
- 2 Комбинирование двух подходов
- 3 Универсальные дифференциальные уравнения
- 4 Вспомогательные инструменты
 - алгоритм SINDy
- 5 Примеры применения UDE
 - Модифицированная модель SEIR
 - Модель Лотки-Вольтерра

задачи бывают всякие разные

Примеры применения UDE

Модифицированная модель SEIR

история о том как я код пиздил

Примеры применения UDE

Модель Лотки-Вольтерра

история о том как я код пиздил во второй раз

Список литературы

