

О решении обратных задач динамики при помощи нейродифференциальных уравнений

Шорохов С.Г.

РУДН им. П. Лумумбы, Москва, Россия

shorokhov-sg@rudn.ru

Под обратными задачами динамики [1] понимают задачи определения правых частей систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), при которых движение с заданными свойствами, например, движение по заданной траектории, является одним из возможных движений рассматриваемой динамической системы. Эффективным инструментом решения обратных задачи динамики является метод построения дифференциальных уравнений с заданным интегральным многообразием, предложенный Н.П. Еругиным [2]. В этом методе свойства движения задаются аналитическими формулами, а решения обратных задач (правые части систем ОДУ) также получают в виде точных аналитических выражений, содержащих произвольные функции.

В нейродифференциальных уравнениях [3] также решается задача построения правых частей систем ОДУ по заданной траектории, однако здесь траектория движения определяется не точной формулой, а конечным набором точек траектории для различных моментов времени, и решение обратной задачи строится не в аналитическом виде, а как аппроксимация нейронной сетью какой-либо архитектуры.

В докладе сравниваются подходы к решению обратных задач динамики на основе метода построения систем ОДУ по заданному интегральному многообразию и метода нейродифференциальных уравнений. Приводится алгоритм обучения нейронной сети, входящей в состав системы нейродифференциальных уравнений, по заданному набору точек траектории. Для заданной плоской кривой производится аналитическое построение системы ОДУ, допускающей движение по этой кривой, затем для выведенной системы ОДУ при помощи численных методов строится набор точек для обучения нейронной сети и, наконец, по полученному обучающему набору данных производится обучение системы нейродифференциальных уравнений. Оцениваются показатели качества обученной модели нейродифференциальных уравнений. Обсуждаются возможности совместного применения метода построения систем ОДУ по заданному интегральному многообразию и нейродифференциальных уравнений при решении обратных задач.

Список литературы

1. Галиуллин А.С. Обратные задачи динамики. М.: Наука, 1981.
2. Еругин Н.П. Построение всего множества систем дифференциальных уравнений, имеющих заданную интегральную кривую // ПММ. 1952. Т. 16. № 6. С. 659-670.
3. Chen R.T.Q., Rubanova Y., Bettencourt J., Duvenaud D. Neural ordinary differential equations / in: Proceedings of the 32nd International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'18). Curran Associates Inc., 2018. P. 6572–6583.