

УДК 521.1, 521.182

DOI: 10.17223/00213411/63/3/70

Д.С. КРАСАВИН, А.Г. АЛЕКСАНДРОВА, И.В. ТОМИЛОВА

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ОБЛАСТЕЙ ОКОЛОЗЕМНОГО ОРБИТАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА *

Описан первый опыт применения искусственных нейронных сетей для исследования динамической структуры избранной области околоземного орбитального пространства. Анализ временных рядов, связанных с эволюцией резонансных характеристик, определяющих динамическую структуру области, обычно выполняется вручную. Однако при исследовании динамической структуры большой области орбитального пространства количество таких временных рядов исчисляется десятками тысяч. В качестве альтернативного подхода рассматривается использование технологий глубинного обучения (deep learning), а именно дизайн архитектуры одномерной свёрточной сети и обучение её методом обучения с учителем (supervised learning).

Ключевые слова: численное моделирование, околоземные объекты, резонансы, искусственные нейронные сети, машинное обучение.

Введение

Представлено описание первого опыта применения искусственных нейронных сетей к анализу результатов численного эксперимента по исследованию резонансной структуры избранной области околоземного орбитального пространства. Исследование динамической структуры околоземного орбитального пространства методами численного моделирования сопряжено с анализом большого количества временных рядов, описывающих эволюцию резонансных характеристик области [1–3].

Анализируя временные ряды, связанные с эволюцией критических аргументов, можно выявить устойчивые резонансы. В данной статье мы не приводим методику выявления резонансов, поскольку она неоднократно подробно описывалась в наших работах, например в [1–3]. Ограничимся пояснением, что необходимо выявить случаи либрации критического аргумента, которая соответствует наличию резонанса. Узким местом в этом процессе как раз и является ручной поиск либрации среди всех временных рядов, количество которых может превышать десятки тысяч. Аналитические методы поиска либрации не обладают достаточной точностью, чтобы автоматизировать этот процесс. В качестве альтернативного подхода предлагается использование методов машинного обучения, а именно классификатор на основе искусственных нейронных сетей.

О преимуществах применения машинного обучения и искусственных нейронных сетей (ИНС), а также об их возможностях написано множество книг и статей. Машинное обучение позволяет решать задачи, которые сложно формализуются, например задачи классификации или извлечения информации из изображений или временных рядов [4, 5].

1. Машинное обучение

Опишем задачу машинного обучения в общем виде. Предположим, что имеется некоторое множество объектов (признаковых переменных) X , множество ответов (целевых переменных) Y , а также некоторая целевая функция $y: X \rightarrow Y$. Целевая функция является неизвестной, однако известны её значения $\{y_1, \dots, y_n\}$ на некотором конечном наборе точек $\{x_1, \dots, x_n\}$. Множество пар $T = \{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$ называется обучающей выборкой.

Решением задачи машинного обучения будет являться некоторая функция признаковой переменной и вектора параметров $f(x, \theta)$, которая бы наилучшим образом приближала неизвестную зависимость для всех известных пар (x_i, y_i) . Для оценки качества приближения вводится функция потерь L , например квадрат разности целевого и предсказанного значения.

Эта задача сводится к задаче поиска вектора параметров θ функции f , который бы минимизировал функцию потерь L на всей обучающей выборке:

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-72-10022).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>