

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Татьяны Сергеевны Карасевой «Эволюционные алгоритмы решения задач символьной регрессии для идентификации динамических систем», предоставленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Динамические системы широко встречаются на практике: взаимодействие элементов экосистем, уравнения движений, химическая кинетика и др. – для анализа и управления требуют математических моделей процессов. Моделирование таких систем на основании данных наблюдений является задачей менее изученной, чем решение стандартной регрессионной задачи. Но динамические системы имеют высокую значимость для производственных процессов, в особенности для химических, протекающих при различных внешних условиях. В таких процессах важны не только начальные условия и конечный результат, но и переходные характеристики. Эффективность проведения производственных операций во многом зависит от понимания правил, по которым изменяются переменные процесса, по которым изменяются взаимодействующие материалы и их свойства. Без понимания таких правил, невозможно эффективно управлять динамической системой. Математическая модель позволяет получить более полную картину мира, эффективнее управлять производством и принимать лучшие решения. В период цифровой трансформации, когда у компаний накоплено достаточно данных о различных процессах, дело остается за использованием этих данных для восстановления знаний о процессах. Следовательно, потребность в методах моделирования динамических систем по наблюдаемым данным высока для современной индустрии.

Для управления процессами и производством в сфере аффинажа (и в других промышленности) используются цифровые двойники, в основе которых лежат математические модели и оптимизационные алгоритмы, что и исследовалось в диссертационной работе. В виду особенностей валидации динамических систем, и особенно нелинейных динамических систем, практики решения обратных задач не распространены. Тем не менее, в работе рассматривается идентификация, которая может быть применима к различным задачам из различных областей с минимумом априорной информации.

В диссертации Татьяны Сергеевны Карасевой предлагается подход к восстановлению дифференциальных уравнений через генетическое программирование и алгоритмы дифференциальной эволюции. Автором предложены модификации данных алгоритмов для более эффективного, по сравнению со стандартными алгоритмами, решения задачи идентификации. В работе отдельно рассматриваются задачи поиска дифференциального уравнения для систем с одной выходной переменной и с несколькими. В первом случае предполагается, что дифференциальное уравнение может включать производные разных степеней, а для систем, что уравнения системы должны включать только одну производную, причем одного и того же порядка. В качестве критерия применяется оценка среднего квадратичного отклонения выхода модели от наблюдаемых данных. Подходы проверялись на наборе задач и при различном уровне возмущающего сигнала.

Результаты исследований были опубликованы более чем в 20 источниках, среди которых журналы из списка ВАК, Scopus и Web of Science. Так же результаты были представлены на научных конференциях и семинарах, а часть исследований проводилась в рамках проектных исследовательских работ.

К автореферату есть замечания и вопросы:

1 – В работе используются модификации поисковых алгоритмов, но не приведены статистические данные, показывающие насколько изменилась эффективность решения задачи.

2 – Для подбора коэффициентов дифференциального уравнения и начальных условий применяется метод дифференциальной эволюции, но не приводится, меняется ли количество выделяемых ресурсов в зависимости от размерности. У более сложного дифференциального уравнения может быть больше параметров, что потребует больше ресурсов на их поиск.

3 – Предложенное терминальное множество может приводить к случаям деления на 0, попадание в области, где функция не определена (логарифм), потерям устойчивости, когда в результате экспоненцирования или деления на малую величину могут получиться большие по модулю значения. Как такие случаи обрабатывались?

Несмотря на замечания, считаю, что работа Татьяны Сергеевны Карасевой является целостным исследовательским трудом, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам, а сам соискатель заслуживает степени кандидата технических наук.

Старший инженер управления математического моделирования,

Красцветмет IT,

кандидат технических наук

I.Ryzhikov@krastsvetmet.ru

662501, Красноярский край, г. Сосновоборск,

пр-кт Мира, д. 15, помещ. 140



Рыжиков И.С.