

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

Кожевников М.М.

Могилевский государственный университет продовольствия,
г. Могилев, Республика Беларусь

Задача мониторинга состояния промышленных роботов является одной из важных составляющих эффективной эксплуатации роботизированных технологических процессов. Высокая эффективность применения искусственных нейронных сетей для решения таких задач показана в ряде работ отечественных и зарубежных исследователей. Большинство алгоритмов адаптации параметров нейронных сетей, предложенных в этих работах, основаны на градиентных процедурах поиска. Такой подход не учитывает специфику динамики современных роботизированных технологических комплексов сборки, сварки, погрузки-разгрузки а именно устойчивость замкнутой процедуры адаптации и сходимости идентификационных алгоритмов. В данной работе предложен новый нейросетевой подход к решению задачи мониторинга переменных состояния промышленного робота, который в отличие от известных, гарантирует асимптотическую устойчивость схемы идентификации робота в целом, а также сходимость алгоритма настройки параметров нейронной сети. Рассмотрены две реализации предложенного метода с использованием многослойной нейронной сети с сигмоидальными функциями и двухслойной нейронной сети с радиальными базисными функциями. Эти нейросетевые структуры комбинируются с динамическими элементами, в форме устойчивых фильтров, для получения рекуррентных процедур идентификации законов изменения скорости движения сочленений робота-манипулятора. Показано что предложенный метод гарантирует устойчивость системы при наличии измерительного шума от датчиков скорости. Исследовано свойство робастности разработанной модели. Представлены результаты моделирования, иллюстрирующие возможности предложенного метода для мониторинга и диагностики состояния робота сборочного манипулятора типа SCARA в реальном режиме времени. Показано, что предложенный метод позволяет эффективно идентифицировать, как номинальную динамическую модель робота, при наличии измерительного шума, так следующие виды неисправностей робота-манипулятора: остановка звена, свободные колебания звена, насыщение и не аддитивные изменения в динамике звеньев робота.

В процессе экспериментального исследования рассмотрен ряд четырехслойных сетей обратного распространения, отличающихся значениями размерности скрытых слоев h_1 и h_2 , а обучение проводилось до достижения значений $\varepsilon_{\max}=10^{-5}$ или $i_{\max}=3000$. Для тестирования этих сетей использовано 140 наборов данных для аварийных режимов и 50 наборов данных для режима нормального функционирования. По результатам моделирования показало, что минимальная величина $\varepsilon=0.00015$ достигается при размерности скрытых слоев $h_1=50$ и $h_2=40$. Однако для случая $h_1=60$ и $h_2=40$, получено большее число корректно распознанных ситуаций (94%).

Эффективность предложенного подхода к мониторингу состояния подтверждается примерами практического применения в системах управления промышленными роботами-манипуляторами SCARA и PM-01.