

Василец Т.Е., Варфоломеев А.А., Котляров Д.И.

МОДЕЛИ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Основным вопросом в нейрорегулировании является получение адекватных моделей динамических систем. Применение нейронных сетей в качестве моделей может служить альтернативой классическим методам математического описания систем, т.к. в этом случае точное знание внутренних процессов не является необходимым условием моделирования. При нейронной идентификации нелинейных систем чаще всего находят применение следующие основные нелинейные дискретные модели. В наиболее общем виде, принятом в классической теории управления, описание стохастических нелинейных систем в пространстве состояний рассматривалось в работе [1]

$$\bar{z}(k+1) = \Psi[\bar{z}(k), u(k), \varphi(k)]; y(k) = \hat{O}[\bar{z}(k), u(k), \phi(k)],$$

$$\varphi(k), \phi(k), y_2(k), \dots, y_{k_y}(k)]^T;$$

где $\bar{z}(k)$ - вектор состояния системы; $u(k)$ - вектор входных сигналов; $y(k)$ - вектор выходных сигналов; $\varphi(k), \phi(k)$ - некоторые статические нелинейные функции; $e(k)$ - шум процесса и шум измерений соответственно.

В работе [2] для описания нелинейных систем предложено использовать нелинейную модель авторегрессии скользящего среднего с дополнительными входными сигналами (NARMAX -модель).

$$y(k) = f[y(k-1), \dots, y(k-n_y), u(k-1), \dots, u(k-n_u), e(k-1), \dots, e(k-n_e)] + e(k)$$

$$n_y, n_u, n_e \in \mathbb{N} \rightarrow \mathbf{R}^{M \times 1}$$

где $y(k)$ - выходной сигнал объекта; $u(k)$ - входной сигнал объекта; $e(k)$ - разность выходных сигналов объекта и модели; $f(\cdot)$ - нелинейная функция преобразования; n_y, n_u, n_e - порядки запаздывания по выходному, входному сигналам объекта и ошибке измерений соответственно.

Нелинейные системы могут быть представлены нелинейной NARX -моделью:

$$y(k) = f[y(k-1), \dots, y(k-n_y), u(k-1), \dots, u(k-n_u)] + e(k)$$

(1.5)

Представления объектов в виде NARMAX или NARX моделей играют фундаментальную роль при исследовании нелинейных объектов с помощью искусственных нейронных сетей.

Литература.

1. Narendra K.S. Identification and control of dynamical system using neural networks / K. S. Narendra, K. Parthasarathy // IEEE Trans. Neural Networks. – 1990. – Vol.1. – №1. – P. 4-27.

2. Leontaritis I. J. Input-output parametric model for nonlinear systems. Part 1: Deterministic non-linear systems. Part 2: Stochastic non-linear systems / Leontaritis I. J., Billings S. A. // Int. J. Control. – 1985. – Vol.41. – №2. –P. 303–344