

Залогин В.С. Нейросетевая модель датчика первичной информации, описываемого передаточной функцией второго порядка. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2015. – С. 88-91.

УДК 681.561.011

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДАТЧИКА ПЕРВИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ, ОПИСЫВАЕМОГО ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

В.С. Залогин

NEURAL NETWORK MODEL OF THE PRIMARY SENSOR INFORMATION DESCRIBED TRANSFER FUNCTION OF SECOND ORDER

V.S. Zalogin

Аннотация. Рассмотрена последовательность синтеза математической модели датчика, описываемого передаточной функцией второго порядка в нейросетевом базисе.

Ключевые слова: датчик первичной информации, математическая модель, передаточная функция, нейронная сеть.

Abstract. The sequence of synthesis of mathematical harmonic obtained from the sensor model described by a transfer function of second order in the neural network basis.

Keywords: sensor primary information, mathematical model, transfer function neural network.

Датчики угловой скорости (ДУС) на основе гироскопов различного типа получили широкое распространение в качестве датчиков первичной информации об угловом движении объектов. Классические модели приборов такого типа широко известны [3]. Параллельно с процессом совершенствования известных математических моделей ДУС продолжается развитие систем искусственного интеллекта, в частности – нейронных сетей (НС) и нейровычислителей в целом, которые могут быть использованы для управления состоянием чувствительного элемента датчика, обработки информации и решения других задач [2]. Этот подход требует разработки структур известных дифференциальных уравнений в нейросетевом базисе.

На примере дифференциального уравнения движения ДУС рассмотрим особенности формирования его модели в классическом и нейросетевом базисе:

$$A\ddot{\beta} + K_{\beta}\dot{\beta} + K_{OC}\beta = N\dot{\alpha} - M_{BX}, \quad (1)$$

где \dot{A} – момент инерции гиromотора; K_{β} – коэффициент вязкого трения; K_{OC} – коэффициент обратной связи; N – кинетический момент ротора; M_{BX} – внешний момент, действующий по оси Ox ; $\dot{\alpha}$ – измеряемая угловая скорость (ω); β – угол поворота гироскопа относительно корпуса прибора. Передаточная функция ДУС описывается выражением [2]

$$\hat{O}_{\dot{\alpha}}^{\beta}(s) = \frac{K_T}{T_q^2 s^2 + 2T_q \xi s + 1}, \quad (2)$$

где $K_T = \frac{H}{K_{OC}}$ – масштабный коэффициент; $T_q = \sqrt{\frac{A}{K_{OC}}}$ – постоянная времени; ξ – декремент затухания,

$$\xi = \frac{K_{\beta}}{2K_{OC}T_q}$$

Модель, реализующая (2), синтезированная в системе математического моделирования MATLAB – Simulink [1] с именем DUS, представлена на рис. 1.

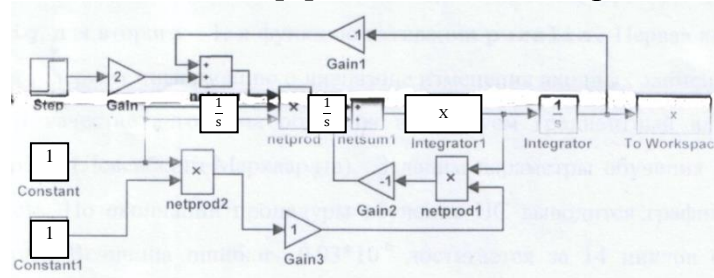


Рис. 1. Модель по выражению (2), реализованная в Simulink

Получим переходную характеристику синтезированной модели (рис. 2). Анализируя полученный график, можно констатировать – решение дифференциального уравнения структурой данного типа моделируется вполне удовлетворительно.

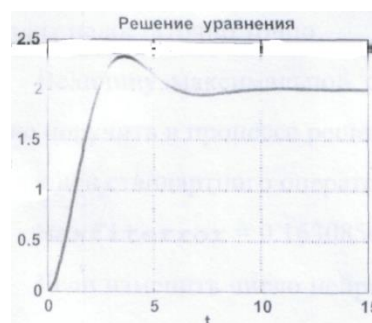


Рис. 2. Выходной сигнал модели

После завершения моделирования с помощью Simulink-модели, полученные данные (массивы x и t) можно использовать для обучения НС. Применение названных массивов возможно в связи с особенностями работы системы MATLAB – вся информация о ходе моделирования сохраняется в рабочей области (Workspace) и доступна для дальнейшего использования при обращении к ней [1].

Синтезируем НС, которая может использовать данные, полученные на предыдущем шаге. Сохраним полученные в ходе решения данные (массивы x, t) как входную матрицу P1 и вектор цели T1.

В качестве НС выберем двухслойную сеть прямого распространения типа newff [1]:

$$\text{net} = \text{newff}([0 \ 20], [10,1], \{\text{'tansig'}, \text{'purelin'}\}, \text{'trainlm'})$$

Для первого слоя зададим число нейронов 10 и функцию активации tansig, для второго – 1 и функцию активации purelin. Первая квадратная скобка держит информацию о диапазоне изменения входных элементов.

В качестве алгоритма обучения используем градиентный алгоритм trainlm (Левенберга-Марквардта). Зададим параметры обучения НС. Обучим сеть. По окончании процедуры обучения НС выводится график ошибки обучения. Величина ошибки $9.93 \cdot 10^{-6}$ достигается за 14 циклов обучения. Тренд полученной зависимости позволяет предположить, что точность обучения может быть повышена (при необходимости).

Выполним моделирование НС и получим графическое решение уравнения (2) с помощью НС. Анализ полученной зависимости показывает, что в определенных областях аппроксимация недостаточно высокая. Получив график изменения ошибки, можно более подробно выяснить, какие области НС воспроизводит недостаточно точно.

Величину максимальной ошибки воспроизведения функции НС можно также получить в процессе решения. Эта величина выводится в командное окно при записи стандартного оператора

$$\text{Maxfiterror} = 0.16308562713484.$$

Если изменить число нейронов в первом слое сети на 35, то результат будет уже следующим:

$$\text{Maxfiterror} == 0.09946255993672.$$

Очевидно, что уменьшение шага моделирования (задан 0.25) также позволит получить лучшие результаты.

Таким образом, рассмотренная последовательность решения задачи позволяет синтезировать НС для реализации требуемой произвольной функции нескольких переменных.

Библиографический список

1. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6 Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с.
2. Омату С. и др. Нейроуправление и его приложения. – М.: Радиотехника, 2000. – 272 с.
3. Распопов В.Я. Микромеханические приборы : учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.

Залогин Владимир Семенович
Учебное подразделение МАИ
«Интеграция» при МОУ ИИФ
в г. Серпухове, Россия
E-mail: zaloginv@gmail.com

Zalogin V.S.
Training unit MAI «Integration»
when MOA IIF
in Serpukhov, Russia