

## СООБЩЕНИЯ

УДК 62-50:519.216

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕГУЛИРОВАНИЯ\*

Д.О. РОМАННИКОВ

*630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматики.  
E-mail: rom2006@gmail.ru*

В статье предлагается метод регулирования технической системы, в котором, в отличие от традиционных подходов, основанных на использовании теории автоматического управления, предлагается использовать нейронную сеть. Нейронная сеть предназначена в данной системе для того, чтобы с ее помощью решать задачу классификации для определения управляющего воздействия в бинарном виде, т. е. в виде включения/отключения управляющего механизма. Рассмотрен пример применения предложенного способа к решению задачи слежения за движущейся по вертикальной линии предметом. В качестве элемента, который следит за передвижением, выступает механизм, способный менять свой угол наклона к горизонту. В качестве управляющего сигнала можно подавать на механизм команды перемещения «вниз» и «вверх». Приведена нейронная сеть, представленная в виде программы на языке Matlab, которая производит построение нейронной сети многослойного персептрона с одним скрытым слоем из десяти нейронов, обучение сети и ее проверку. Также разработана программа, которая генерирует данные для обучения сети. Обученная сеть протестирована на векторе входных данных, которые представляют собой пары положения передвижного механизма и текущего угла наклона.

Несмотря на то что предложенный способ напоминает простой П-регулятор, использование нейронной сети оправдано в случае увеличения параметров входного вектора  $X$ , что свойственно реальным задачам, в которых размерность вектора  $X$  может составлять более 1000. Также преимуществом данного метода является простое по сравнению с ТАУ обучение, в котором не предполагается решения задач идентификации исходной системы.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, нейронные сети, многослойный персептрон, регулирование, задача слежения, ТАУ, обучение нейронных сетей, Matlab

DOI: 10.17212/2307-6879-2016-1-123-127

## ВВЕДЕНИЕ

Традиционно задачи регулирования технических систем решаются с использованием регуляторов, разрабатываемых на основе использования теории

---

\* Статья получена 10 октября 2015.

автоматического управления. В данной статье рассматривается альтернативный решению данной задачи подход, основанный на использовании нейронной сети и рассмотрении задачи регулирования как задачи классификации (для принятия решения по управлению включить/отключить).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В качестве примера иллюстрации того, как можно применять инструмент машинного обучения для решения задач регулирования, рассмотрим следующую (рис. 1).

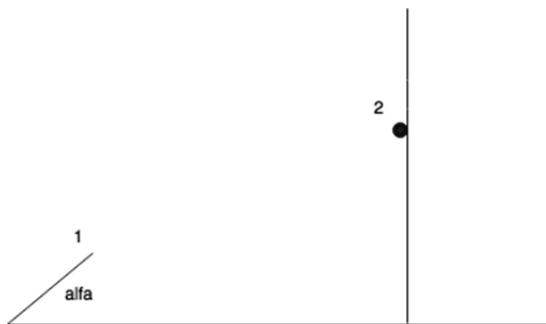


Рис. 1. Схематичное представление рассматриваемой задачи

В данной задаче можно выделить два компонента: 1) механизм (1 на рис. 1), который может поворачиваться под углом  $\alpha$ ; 2) механизм (2 на рис. 1), который может менять свое положение на отрезке. Рассматриваемой задачей является слежение механизма 1 за механизмом 2.

При решении данной задачи будем рассматривать ее как задачу классификации в машинном обучении. При этом будем использовать нейронную сеть в виде многослойного персептрона для ее решения. Входной информацией для нейронной сети будет являться вектор  $X$ , состоящий из положения механизма 2 и угла наклона механизма 1. Выходной слой сети будет состоять из двух нейронов, по которым определяется, будет ли механизм 1 повернут «вниз» или «вверх».

Для обучения нейронной сети потребуется вектор примеров, которые можно либо сформировать вручную, либо сгенерировать при помощи приведенной ниже программы (рис. 2).

```
% gen input_data
clear;clc;
max = 1000;
max_height = 40;
max_alfa = 70;
len = 20;
X = zeros(2, max);
y = zeros(2, max);
for i=1:max
    h = rand()*max_height;
    a = rand()*max_alfa;

    if h > tan(deg2rad(a))*len
        y(:, i) = [1 0];
    else
        y(:, i) = [0 1];
    end
    X(:, i) = [h a];
end
save('input_data.mat', 'X', 'y');
```

Рис. 2. Программа на языке Matlab генерации данных для обучения нейронной сети

Сама нейронная сеть в программном виде, на языке Matlab, представлена на рис. 3.

```
clear;clc;
%% load and train network
load('input_data.mat')
net = patternnet(10);

[net,tr] = train(net,X, y);
%% check network
testX = [1, 60, 3; 40, 2, 15];
testY = net(testX);
testIndices = vec2ind(testY)
```

Рис. 3. Нейронная сеть на языке Matlab

Выходными значениями данной нейронной сети будет являться вектор (2, 1, 2), который получен в результате проверки натренированной сети по векторам (1, 60, 3; 40, 2, 15).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье приведен подход к регулированию, который основывается на использовании нейронной сети в качестве инструмента для решения задачи классификации, где условными категориями выступают варианты

управляющего воздействия для управления «вверх» и «вниз». Приведены исходные коды на языке Matlab для нейронной сети и для генерации данных для ее обучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bishop C.* Pattern recognition and machine learning. – New York: Springer, 2007. – 738 p. – (Information science and statistics).
2. *Richert W., Coelho L.* Building machine learning systems with Python. – Birmingham: Packt Publ., 2013. – 290 p.
3. *Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.* The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction. – 2<sup>nd</sup> ed. – New York: Springer, 2013. – 745 p. – (Springer series in statistics).
4. *Lantz B.* Machine learning with R. – Birmingham: Packt Publ., 2013. – 396 p.
5. *Mohri M., Rostamizadeh A., Talwalkar A.* Foundations of machine learning. – Cambridge, MA: MIT Press, 2012. – 432 p. – (Adaptive computation and machine learning series).
6. *Conway D., White J.M.* Machine learning for hackers. – Sebastopol, CA: O'Reilly, 2012. – 324 p.
7. Welcome to the Deep Learning tutorial [Electronic resource]. – URL: <http://deeplearning.stanford.edu/tutorial/> (accessed: 29.04.2016).
8. *Haykin S.* Neural networks: a comprehensive foundation. – New York: MacMillan Publ., 1994. – 1104 p.

**Романников Дмитрий Олегович**, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматике НГТУ. Основные направления научных исследований: формальная верификация, проверка моделей. Имеет более 40 публикаций. E-mail: rom2006@gmail.ru

## On the use of machine learning for a particular purpose of regulation\*

**D.O. Romannikov**

*Novosibirsk State Technical University, 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, Ph. D. (Eng.), associate professor of the automation department. E-mail: rom2006@gmail.ru*

The paper proposes a method of regulation of a technical system which, unlike traditional approaches based on the use of automatic control theory, it is proposed to use a neural network. A neural network is designed in this system in order to use it to solve the problem of classification

---

\* Received 10 October 2015.

to determine the manipulated variable in binary form, ie in the form of "on" / "off" control mechanism. An example of application of the method to solve the problem of tracking a moving object in a vertical line. As part of that "follows" the movement, advocates a mechanism capable of changing its angle to the horizon. The control signal can be fed to the move command mechanism "down" and "up". It shows the neural network, presented in the form of a program in matlab, which produces construction of a neural network of multilayer perceptron with one hidden layer of ten neurons, network training and its validation. The program also developed which generates data for network training. The trained network is tested on an input vector, which represent a pair of movable mechanism position and the current angle of inclination.

Despite the fact that the proposed method resembles the simple P controller using the neural network is justified in the case of increasing the input vector X parameter, which is characteristic of the real problems in which the dimension of the vector X may also be more than 1000. The advantage of this method is simple, compared with TAU , training, which is not intended to solve problems of identification of the source system.

**Keywords:** software, neural network, multilayer perceptron, regulation, tracking task, TAU, neural network training, Matlab

DOI: 10.17212/2307-6879-2016-1-123-127

## REFERENCES

1. Bishop C. *Pattern recognition and machine learning*. Information science and statistics. New York, Springer, 2007. 738 p.
2. Richert W., Coelho L. *Building machine learning systems with Python*. Birmingham, Packt Publ., 2013. 290 p.
3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*. 2<sup>nd</sup> ed. *Springer series in statistics*. New York, Springer, 2013. 745 p.
4. Lantz B. *Machine learning with R*. Birmingham, Packt Publ., 2013. 396 p.
5. Mohri M., Rostamizadeh A., Talwalkar A. *Foundations of machine learning. Adaptive computation and machine learning series*. Cambridge, MA, MIT Press, 2012. 432 p.
6. Conway D., White J.M. *Machine learning for hackers*. Sebastopol, CA, O'Reilly, 2012. 324 p.
7. *Welcome to the Deep Learning tutorial*. Available at: <http://deep-learning.stanford.edu/tutorial/> (accessed 29.04.2016)
8. Haykin S. *Neural networks: a comprehensive foundation*. New York, Mac-Millan Publ., 1994. 1104 p.