

# 神经网络 PD 控制及其 Matlab 仿真

曾 军, 方厚辉

(湖南大学 电气与信息工程学院 湖南 长沙 410082)

**摘 要:** 讨论了基于神经网络的 PD 控制, 并将其作用于工业控制, 利用神经网络的自学习能力进行在线参数整定, 并利用 Matlab 软件进行仿真。仿真结果表明, 神经网络 PD 控制器具有较高的精度和较强的适应性, 可以获得满意的控制效果。

**关键词:** 神经网络; PD 控制; Matlab 仿真; 工业控制

**中图分类号:** TP183

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1004-373X (2004) 02-051-02

## Neural Network PD Controller and Its Matlab Simulation

ZENG Jun, FANG Houhui

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha, 410082, China)

**Abstract** The thesis discussed according to the neural network PD controller, and control, make use of the neural network from the study ability to proceed its function to on-line parameter amend, and make use of the Matlab software proceeds to imitate really. The result of simulation shows that the neural network PD controller have the higher accuracy and stronger adaptability, can get the satisfied control result.

**Keywords** neural network; PD controller; Matlab simulation; industry control

## 1 引 言

在工业控制中, PD 控制是工业控制中最常用的方法。这是因为 PD 控制器结构简单、实现简单, 控制效果良好, 已得到广泛应用。据统计, 在目前的控制系统中, PD 控制占了绝大多数。但是, 他具有一定的局限性: 当控制对象不同时, 控制器的参数难以自动调整以适应外界环境的变化。为了使控制器具有较好的自适应性, 实现控制器参数的自动调整, 可以采用神经网络控制的方法。利用人工神经网络的自学习这一特性, 并结合传统的 PD 控制理论, 构造神经网络 PD 控制器, 实现控制器参数的自动调整。

## 2 神经网络 PD 控制

神经网络 PD 控制是神经网络应用于 PD 控制并与传统 PD 控制相结合而产生的一种新型控制方法, 是对传统的 PD 控制的一种改进和优化。

传统的 PD 控制器算式如下:

$$u(t) = K_P [e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt}] \quad (1)$$

相应的离散算式为:

$$u(k) = K_P e(k) + K_I \sum_{j=0}^k e(j) + K_D [e(k) - e(k-1)] \quad (2)$$

其中:  $K_P, K_I, K_D$  分别为比例、积分、微分系数;  $e(k)$  为第  $k$  次采样的输入偏差值;  $u(k)$  为第  $k$  次采样时刻的输出值。

根据式 (2), 用一个单神经元构造 PD 控制器, 如图 1 所示。

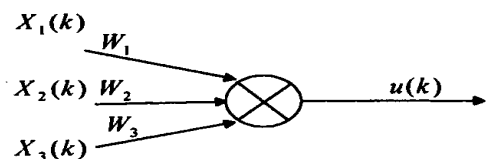


图 1 神经网络 PD 控制器

$$X_1(k) = e(k)$$

网络的输入为:

$$X_2(k) = \sum_{j=0}^k e(j) \quad (3)$$

$$X_3(k) = \Delta e(k) = e(k) - e(k-1)$$

网络的输出为:

$$u(k) = W_1 X_1(k) + W_2 X_2(k) + W_3 X_3(k) \quad (4)$$

其中:  $\{W_i\}$  为控制器的加权系数, 相当于 PD 控制器

收稿日期: 2003-11-08

中的比例、积分、微分系数—— $K_P, K_I, K_D$ , 但传统的PD控制器不同的是, 参数 $\{W_i\}$ 可以进行在线修正。不断调整 $\{W_i\}$ , 从而使之达到最优值 $\{W^*\}$ , 从而可以改善控制系统的控制性能。

### 3 神经网络的学习机理和控制算法

神经网络PD控制结构如图2所示, 其中有2个神经网络: NNI——系统在线辨识器, NNC——自适应PD控制器。系统的工作原理是: 在由NNI对被控对象进行在线辨识的基础上, 通过实时调整NNC的权系, 使系统具有自适应性, 达到有效控制的目的。

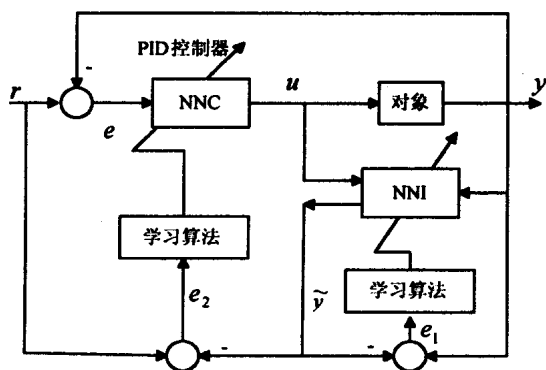


图2 神经网络PD控制框图

神经网络PD控制器NNC的准则函数为:

$$E_2(k) = \frac{1}{2} [r(k+1) - \tilde{y}(k+1)]^2 \quad (5)$$

则网络权值调整算法为:

$$\Delta W_i(k) = -\eta \frac{\partial E_2(k)}{\partial W_i(k)} \quad (6)$$

其中:  $\eta$  为学习步长。

则神经网络控制器采用的算法如下:

$$u(k) = W_1 X_1(k) + W_2 X_2(k) + W_3 X_3(k) \quad (7)$$

$$W_i(k+1) = W_i(k) + \eta [r(k+1) - \tilde{y}(k+1)] \cdot$$

$$X_i(k) \frac{\partial \tilde{y}(k+1)}{\partial u(k)} \quad (8)$$

### 4 神经网络的Matlab仿真

实验中, 我们为了检验神经网络PD控制系统的性能, 进行了大量的仿真实验。下面我们以时滞缓变的一阶大时滞系统作为被控对象, 进行仿真实验。

设被控对象为:

$$G(s) = \frac{1}{60s + 1} e^{-80s} \quad (9)$$

相应的控制系统的阶跃响应曲线如图3, 图4所示。

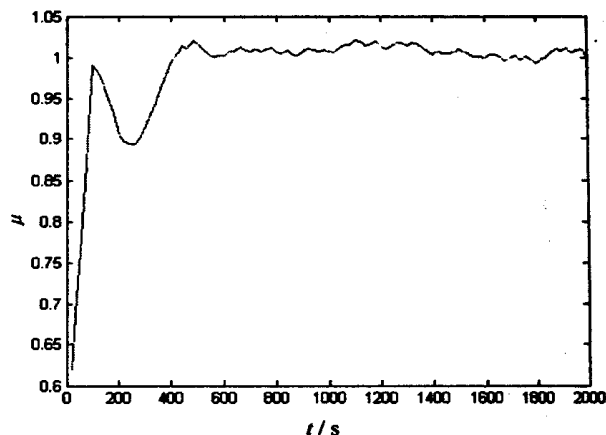


图3 普通PD控制阶跃响应

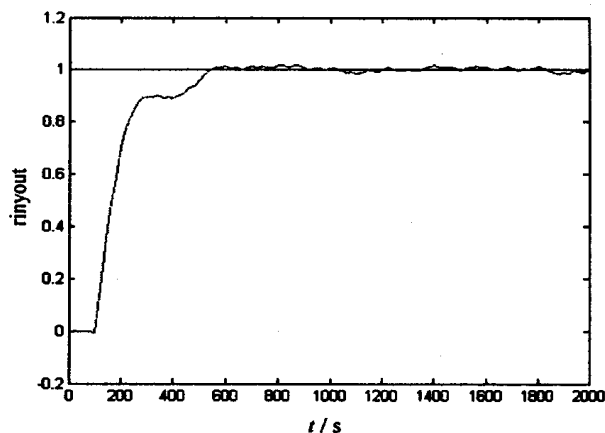


图4 神经网络PD控制阶跃响应

从图中可以看出, 神经网络PD控制比传统的PD控制具有更好的控制特性。神经网络PD控制方法简单, 从本文中我们可以得出, 神经网络PD控制有如下的优点:

- (1) 无需建立被控系统的数学模型。
- (2) 控制器的参数整定方便。
- (3) 有很好的动静态特性。

### 参 考 文 献

- [1] 徐丽娜. 神经网络控制 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] 闻新周, 等. Matlab神经网络应用设计 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [3] 杜建凤, 等. 神经网络PD控制 [J]. 北京科技大学学报, 1998, (6).

作者简介 曾 军 男, 1978年出生, 湖南大学电气与工程学院, 硕士研究生。