

文章编号: 1000-5013(2011)04-0475-03

用虚拟仪器实现 BP 神经网络的 PID 控制

林大煜, 李钟慎

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 泉州 362021)

**摘要:** 新建一个 3 层 BP 神经网络的虚拟仪器程序,通过设置隐含层层数、学习速率、惯性系数、输入信号类型和采样周期等控制单元,可将 PID 控制器的调控参数传递给后台程序. 程序运行时,用户在控制面板中修改参数的输入值,系统做出实时响应,系统输出波形也会发生相应的变化. 仿真结果表明,BP 神经网络 PID 控制器参数调整简单,具有较高的精度和较强的适应性.

**关键词:** 反向传播神经网络; 比例积分微分控制; LabVIEW; Matlab  
**中图分类号:** TP 183                      **文献标志码:** A

1 虚拟仪器程序<sup>[1-3]</sup>

反向传播(BP)神经网络比例积分微分(PID)控制器的算法,是基于 LabVIEW 的虚拟仪器开发平台开发的. 通过调用 Matlab Script 节点可以在 LabVIEW 程序(虚拟仪器程序)中很方便地执行 Matlab 命令和使用 Matlab 神经网络工具箱.

BP 神经网络 PID 控制器的虚拟仪器程序由如下 3 个部分组成.

- (1) 前面板用户界面. 前面板是模拟真实仪器的用户面板,用于观察 BP 神经网络 PID 控制器的动态特性,设定神经网络隐层节点个数.
- (2) 图标/接线端口. 它把 LabVIEW 程序定义成一个子程序,从而把虚拟仪器程序变成一个对象(虚拟仪器子程序),实现模块化编程.
- (3) 框图程序. 利用图形语言对前面板上的控件对象进行控制,它是整个程序的“灵魂”,主要由“功能节点”和“数据线”组成.

新建一个 3 层 BP 神经网络的虚拟仪器程序,网络结构部分主要设置设定值和隐节点个数,读入输入量;然后,调用 Matlab 脚本程序进行运算,输出控制量. Matlab 脚本程序则先在 Matlab 环境下调试,再使用 Matlab Script 节点将其导入到框图程序中.

2 控制面板的设计<sup>[4]</sup>

BP 神经网络 PID 控制器和常规 PID 控制器的控制面板,如图 1 所示. 其中:图 1 右图为常规 PID 控制器的控制面板. 通过设置隐含层层数、学习速率、惯性系数、输入信号类型和采样周期等控制单元,可将 PID 控制器的调控参数传递给后台程序. 程序执行后,系统可通过实时趋势图控件将调控结果直观地呈现出来.

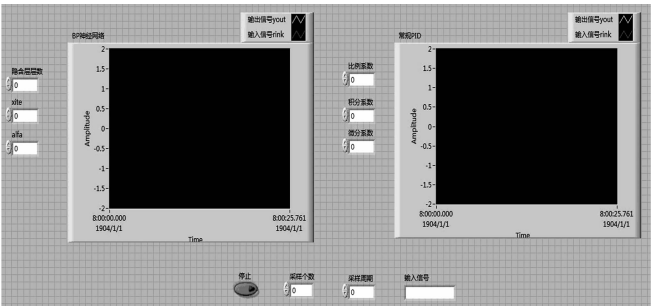


图 1 PID 控制器的控制面板  
Fig. 1 Control panel of PID controller

3 控制程序框图的设计<sup>[5]</sup>

BP 神经网络 PID 控制器的程序框图,如图 2 所示.系统设置了阶跃信号、三角波和正弦波 3 种输入信号供用户选择,将隐含层数、学习速率、惯性系数、输入信号类型和采样周期设置为变量.程序运行时,用户在控制面板中修改参数的输入值,系统做出实时响应,系统输出波形也会发生相应的变化.将参数调节到某个适当值时,即可得到理想的跟踪效果.

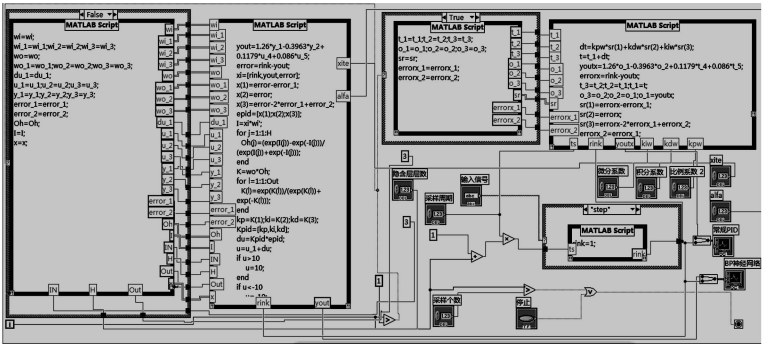


图 2 BP 神经网络 PID 控制器的程序框图  
Fig. 2 Program chart of BP NN-PID controller

4 仿真实例<sup>[6-7]</sup>

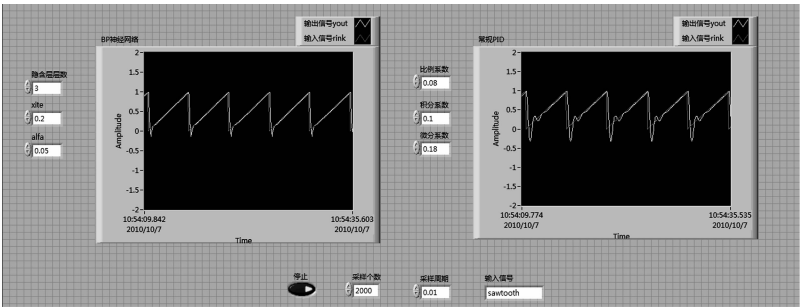
考虑大多数生产过程被控对象的普遍性和典型性,采用二阶对象加纯滞后,取广义对象传递函数为

$$G(s) = \frac{1.5\exp(-3s)}{(2s+1)(2.35+1)} \tag{1}$$

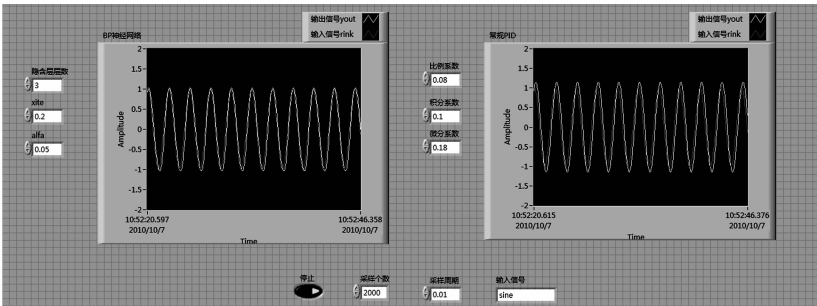
采样时间为 1 s,采用 Z 变换,经过离散化对象为

$$y(k) = 1.26y(k-1) - 0.3963y(k-2) + 0.1179u(k-4) + 0.086u(k-5). \tag{2}$$

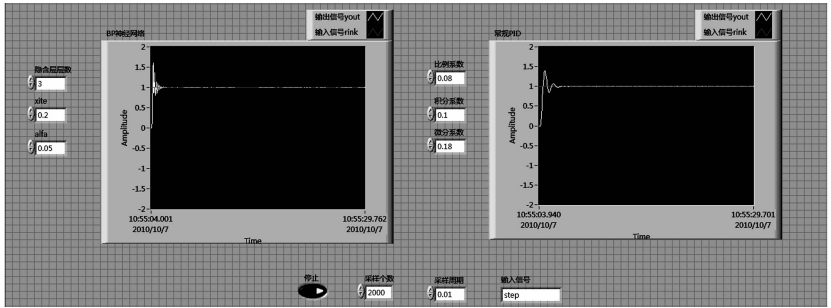
在仿真中,BP 神经网络的网络结构选择 3-5-3 的结果,学习效率为 0.20,惯性系数为 0.05.假设系统分别对三角波信号、正弦信号和阶跃信号进行跟踪,如图 3 所示.在常规的 PID 的参数设置中,选取  $K_p=0.08, K_i=0.1, K_D=0.18$ ,可使控制器取得较好的控制效果.



(a) 三角波信号



(b) 正弦波信号



(c) 阶跃信号

图 3 信号跟踪结果

Fig. 3 Results of signal tracking

由图 3(a)可知,BP 神经网络 PID 控制器的控制品质明显优于常规的 PID 控制器,并且在拐角处不会产生明显的超调和震荡.由图 3(b)可知,BP 神经网络 PID 控制器的跟踪效果比常规的 PID 控制器好,不会产生超调和延时.由图 3(c)可知,虽然 BP 神经网络 PID 控制器的超调量大一点,但是调节时间更短.综上结果表明,BP 神经网络 PID 控制器参数调整简单,具有较高的精度和较强的适应性.

5 结束语

用 LabVIEW 的图形编程语言,实现 BP 神经网络 PID 控制器的设计.在界面中,用户可以根据需要实时改变相关参数,观察运行的结果,程序简单清晰,方法快捷有效.

参考文献:

[1] 王贤林.虚拟仪器及其应用前景[J].武汉科技大学学报:自然科学版,2002,25(2):149-150.  
[2] 童官军,杨世风,王建新.基于 LabVIEW 的神经网络 PID 自适应控制器的设计与应用[J].天津科技大学学报,2005,20(4):80-83.  
[3] 史忠值.神经网络[M].北京:高等教育出版社,2009.  
[4] BISHOP R H. LabVIEW 6i 实用教程[M].乔瑞萍,等译.北京:电子工业出版社,2003.  
[5] 刘金琨.先进 PID 控制及 Matlab 仿真[M].北京:电子工业出版社,2003.  
[6] 张学燕.神经网络自适应 PID 控制器的研究与仿真[D].贵阳:贵州大学,2008.  
[7] 郑义民,王永初.不同结构 PID 控制性能的分析 and 比较[J].华侨大学学报:自然科学版,2005,26(1):69-71.

Controlling of BP NN-PID Achieved with LabVIEW

LIN Da-yu, LI Zhong-shen

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** A new layer 3 BP neural network of virtual instrument in the program is created. By setting the implicit layers, learning rate, inertia coefficient, the input signal types and sampling period control unit, etc., the PID controller parameters can be passed to the backend application. When the program is running if parameters of the input value are modified in the control panel, the system will make real-time response, at the same time the output waveform of the system will change. Simulation results show that the adjustment method of BP neural network PID controller parameters is simple and it has higher precision and strong adaptability.

**Keywords:** BP NN-PID; proportional-integral-derivative controll; LabVIEW simulation; matlab