

《智能控制》神经网络控制作业

高瑞岚 3190103249

目录

1 BP 神经网络系统辨识	1
2 神经网络控制器设计	5

1 BP 神经网络系统辨识

对真实系统模型

$$y(k+1) = \frac{y(k) - y(k-1)}{\sqrt{1 + y(k)^2}} + u(k)^3$$

应用 BP 神经网络进行系统辨识。神经网络的输入向量为

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} u(k) \\ y(k) \\ y(k-1) \end{bmatrix}$$

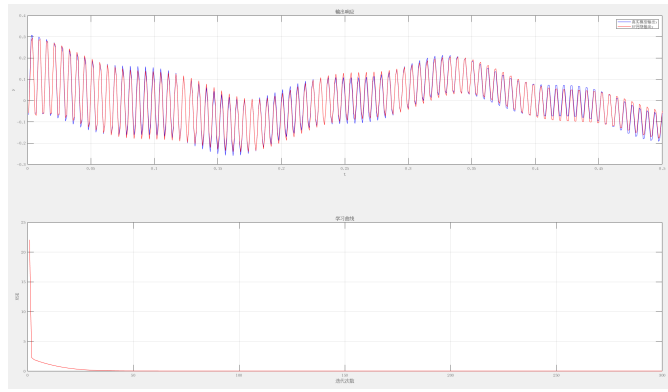
输出为 $\mathbf{y} = y(k)$ 。共采用 2 个隐层结构，其中第 1 个隐层包含 20 个神经元，第 2 个隐层包含 10 个神经元。

分别选择系统输入为 $u(k) = 0.5 \cos(6\pi kt_s)$ 与 $u(k) = -0.75 \sin(12\pi kt_s)$ ，样本点数为 500 与 1000，比较结果如图 1 所示。

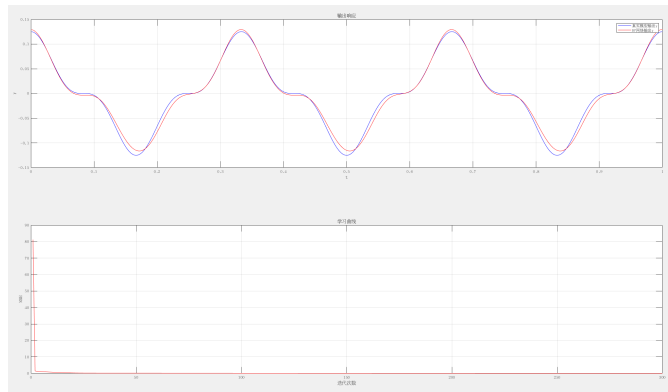
MATLAB 程序如下所示。

Listing 1: ex1_bp.m

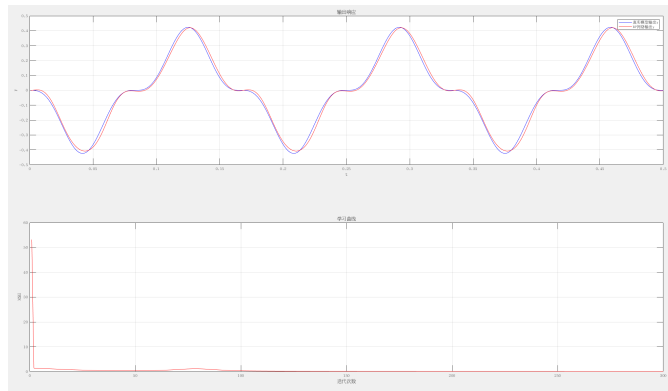
```
1 % ex1_bp.m
2 clc;clear;close all;
3
4 %% 参数初始化
5 l = 0.009; % 学习率
6 alfa = 0.05; % 动量因子
7
8 cells1 = 20; % 隐层神经元个数
9 cells2 = 10;
10
11 w1 = rand(cells1,3); % 随机赋值第一层连接权系数 [20 3]
12 w2 = rand(cells2,cells1); % 随机赋值第二层连接权系数 [10 20]
13 w3 = rand(1,cells2); % 随机赋值第三层连接权系数 [1 10]
```



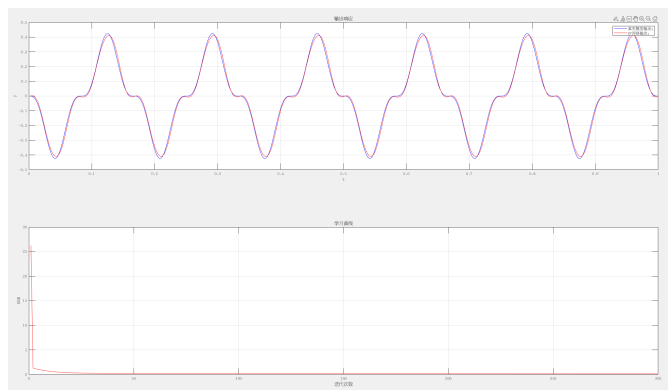
(a) $u(k) = 0.5 \cos(6\pi k t_s)$, 样本点数为 500



(b) $u(k) = 0.5 \cos(6\pi k t_s)$, 样本点数为 1000



(c) $u(k) = -0.75 \sin(12\pi k t_s)$, 样本点数为 500



(d) $u(k) = -0.75 \sin(12\pi k t_s)$, 样本点数为 1000

图 1: BP 神经网络系统辨结果比较

```

14
15 yw1 = rand(cells1,1); % 随机赋值第一层输出阈值 [20 1]
16 yw2 = rand(cells2,1); % 随机赋值第二层输出阈值 [10 1]
17 yw3 = rand; % 随机赋值第三层输出阈值 [1]
18
19 ts = 0.001;
20 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
21 n = 500; % 样本数
22 % n = 1000; % 样本数
23 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
24 yn = rand(1,n); % 随机赋值输出(预测)
25 y = rand(1,n); % 随机赋值输出(真实)
26
27 counts = 1; % 计数值初始化
28
29 x = [0,0,0]'; % 输入
30
31 u_1 = 0; % 上一时刻的输入
32 y_1 = 0; % 上一时刻的输出
33 y_2 = 0; % 上上一时刻的输出
34
35 times = 300; % 训练轮数
36 e = zeros(1,times); % 均方差初始值设为0
37
38 %% 学习过程
39 for i = 1:times % 学习轮数
40     ei = 0;
41     for a = 1:n % 样本数
42         time(a) = a*ts;
43
44         %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
45         % 系统输入
46         u(a) = 0.50*cos(6*pi*a*ts);
47         u(a) = -0.75*sin(12*pi*a*ts);
48         %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
49
50         % 系统真实模型
51         y(a) = (y_1 - y_2) / sqrt(1 + y_1^2) + u_1^3;
52
53         net1 = w1*x - yw1; % 第一层网络的输入 [20, 1]
54         out1 = logsig(net1); % 第一层网络的输出 [20, 1]
55         net2 = w2*out1 - yw2; % 第二层网络的输入 [10, 20]*[20 ,1]=[10, 1]
56         out2 = logsig(net2); % 第二层网络的输出 [10, 1]
57         net3 = w3*out2 - yw3; % 第三层网络的输出 [1]
58         yn(a)= net3; % 第三层网络的输出 [1]
59
60         det3 = y(a) - yn(a); % 计算偏差 [1]
61         det2 = (det3 *w3) * out2 * (1-out2); % ([1, 10]'*[10 ,1])*[10, 1] = [10,

```

```

1]
62     det1 = (det2'*w2) * out1 * (1-out1); % [20, 1]
63
64     w1 = w1 + det1*x'*1;           % [20, 2]
65     w2 = w2 + (det2*out1')*1;      % [10, 20]
66     w3 = w3 + (det3*out2')*1;      % [1, 10]
67
68     yw1 = yw1 - det1*1;
69     yw2 = yw2 - det2*1;
70     yw3 = yw3 - det3*1;
71
72     ei = ei + det3^2 / 2;
73     e(i) = ei;
74
75     % 更新输入
76     x(1) = u(a);
77     x(2) = y(a);
78     x(3) = y_1;
79
80     y_2 = y_1;
81     u_1 = u(a);
82     y_1 = y(a);
83
84     end % 结束一次样本遍历
85
86     if ei < 0.008
87         break;
88     end
89     counts = counts + 1;
90 end % 结束学习
91
92 %% 绘图
93 figure(1);
94 subplot(2,1,1);
95 plot(time,y,'b-',time,yn,'r-');
96 legend('真实模型输出y', 'BP网络输出y')
97 grid on
98 title('输入u(k) = 0.50*cos(6*pi*k*ts)时的输出响应');
99 xlabel('t');
100 ylabel('y');
101
102 counts = counts - 1;
103 if (counts < times)
104     count = 1:counts;
105     sum = counts;
106 else
107     count = 1:times;
108     sum = times;

```

```
109 end
110
111 subplot(2,1,2);
112 plot(count,e(1:sum),'r-');
113 grid on;
114 title('学习曲线');
115 xlabel('迭代次数');
116 ylabel('MSE');
117
118 % END
```

2 神经网络控制器设计