若有疑问的小伙伴留言微信公众号: 数模自愿分享交流

RBF 神经网络

1、算法特点:

- 只有一个隐层,且隐层神经元与输出层神经元的模型不同。
- 隐层节点参数确定后,输出权值可通过解线性方程组得到。
- 局部逼近网络 (MLP 是全局逼近网络),这意味着逼近一个输入输出映射时, 在相同逼近精度要求下,RBF 所需的时间要比 MLP 少。
- 具有唯一最佳逼近的特性,无局部极小。
- 合适的隐层节点数、节点中心和宽度不易确定。

2、步骤:

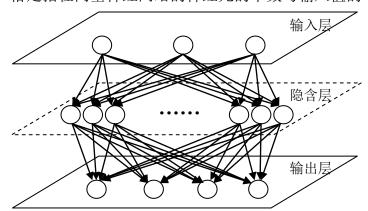
①数据预处理

采用 mapminmax 函数对数据进行归一化,归一化方式为[-1,1]规范化映射。主要方程式为

y = (ymax-ymin)*(x-xmin)/(xmax-xmin) + ymin

②构建网络

通过 newrb 函数构建 RBF 神经网络。网络一共三层,建立一个严格的径向基神经网络,严格是指径向基神经网络的神经元的个数与输入值的个数相等。



设置径向基函数目标误差为 1e-6, 径向基函数扩展速度为 5000, 对数据进行训练。

③检验

进行仿真测试,预测出一组数据并与训练测试数据做对比检验。

4)预测

同样采用步骤①②对下一个数据进行预测。

3、程序:

	训练测试数据				
0	0.0001	0.0002	0.0006	0.0009	0.001
0.0001	0.0002	0.0006	0.0009	0.001	0.0006
0.0002	0.0006	0.0009	0.001	0.0006	-0.0005
0.0006	0.0009	0.001	0.0006	-0.0005	-0.002
0.0009	0.001	0.0006	-0.0005	-0.002	-0.0035

0.001 0.0006 -0.0005 -0.002 -0.0035 -0.0044 -0.0044 0.0006 -0.0005 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0005 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 -0.0044 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.007 -0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0104 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 <						
-0.0005 -0.002 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.002 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 -0.0043 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.007 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0104 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0104 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0104 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296	0.001	0.0006	-0.0005	-0.002	-0.0035	-0.0044
-0.002 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0012 0.0013 -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 -0.0044 -0.0043 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 -0.0043 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0011 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.003 -0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0104 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0199 <td>0.0006</td> <td>-0.0005</td> <td>-0.002</td> <td>-0.0035</td> <td>-0.0044</td> <td>-0.0043</td>	0.0006	-0.0005	-0.002	-0.0035	-0.0044	-0.0043
-0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0012 0.0013 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 -0.004 -0.007 -0.0013 0.004 0.007 -0.0010 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.007 0.01004 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0326 0.0296 0.0327 0.0326 0.0296 0.0327 0.0356 0.0326 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0499 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0496 0.0327 0.0356 0.0383 0	-0.0005	-0.002	-0.0035	-0.0044	-0.0043	-0.0031
-0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 -0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327	-0.002	-0.0035	-0.0044	-0.0043	-0.0031	-0.0012
-0.0043 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 -0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0104 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0327 0.0356 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356	-0.0035	-0.0044	-0.0043	-0.0031	-0.0012	0.0013
-0.0031 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 -0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0344 0.0456 0.0477 <td>-0.0044</td> <td>-0.0043</td> <td>-0.0031</td> <td>-0.0012</td> <td>0.0013</td> <td>0.004</td>	-0.0044	-0.0043	-0.0031	-0.0012	0.0013	0.004
-0.0012 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 <	-0.0043	-0.0031	-0.0012	0.0013	0.004	0.007
0.0013 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0496	-0.0031	-0.0012	0.0013	0.004	0.007	0.01004
0.004 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456	-0.0012	0.0013	0.004	0.007	0.01004	0.0133
0.007 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0434 0.0456	0.0013	0.004	0.007	0.01004	0.0133	0.0166
0.01004 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477	0.004	0.007	0.01004	0.0133	0.0166	0.0199
0.0133 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477	0.007	0.01004	0.0133	0.0166	0.0199	0.0232
0.0166 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576	0.01004	0.0133	0.0166	0.0199	0.0232	0.0265
0.0199 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0543 0.0556 0.0567	0.0133	0.0166	0.0199	0.0232	0.0265	0.0296
0.0232 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0543 0.0556 0.0567	0.0166	0.0199	0.0232	0.0265	0.0296	0.0327
0.0265 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0543 0.0556 0.0567	0.0199	0.0232	0.0265	0.0296	0.0327	0.0356
0.0296 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0543 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585	0.0232	0.0265	0.0296	0.0327	0.0356	0.0383
0.0327 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0597 0.0543 0.0556 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0597 0.0567 0.0585	0.0265	0.0296	0.0327	0.0356	0.0383	0.0409
0.0356 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0592 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597	0.0296	0.0327	0.0356	0.0383	0.0409	0.0434
0.0383 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0543 0.0556 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606	0.0327	0.0356	0.0383	0.0409	0.0434	0.0456
0.0409 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609	0.0356	0.0383	0.0409	0.0434	0.0456	0.0477
0.0434 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0543 0.0556 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0606 0.0609	0.0383	0.0409	0.0434	0.0456	0.0477	0.0496
0.0456 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0543 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0592 0.0556 0.0567 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0606 0.0609	0.0409	0.0434	0.0456	0.0477	0.0496	0.0514
0.0477 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0606 0.0609	0.0434	0.0456	0.0477	0.0496	0.0514	0.0529
0.0496 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0606 0.0609	0.0456	0.0477	0.0496	0.0514	0.0529	0.0543
0.0514 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0606 0.0609	0.0477	0.0496	0.0514	0.0529	0.0543	0.0556
0.0529 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609	0.0496	0.0514	0.0529	0.0543	0.0556	0.0567
0.0543 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0602 0.0606 0.0609	0.0514	0.0529	0.0543	0.0556	0.0567	0.0576
0.0556 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606	0.0529	0.0543	0.0556	0.0567	0.0576	0.0585
0.0567 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606	0.0543	0.0556	0.0567	0.0576	0.0585	0.0592
0.0576 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609	0.0556	0.0567	0.0576	0.0585	0.0592	0.0597
0.0585 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609	0.0567	0.0576	0.0585	0.0592	0.0597	0.0602
	0.0576	0.0585	0.0592	0.0597	0.0602	0.0606
0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609 0.0611	0.0585	0.0592	0.0597	0.0602	0.0606	0.0609
	0.0592	0.0597	0.0602	0.0606	0.0609	0.0611
	0.0592	0.0597	0.0602	0.0606	0.0609	0.0611

附录: RBF 完整程序

运行环境: Matlab2011a/2014a

clear%清理环境

clc

%这里一定要留几行,低版本运行时如果没有几行隔开,clear 和 clc 可能被程序忽略

format long%使用双精度执行所有计算

%% 录入数据,这样录入的方式预测的结果更好些,如果觉得比较繁琐,可以更改录入的 方式

P_train=[0 0.0001 0.0002 0.0006 0.0009

 0.0001
 0.0002
 0.0006
 0.0009
 0.001

 0.0002
 0.0006
 0.0009
 0.001
 0.0006

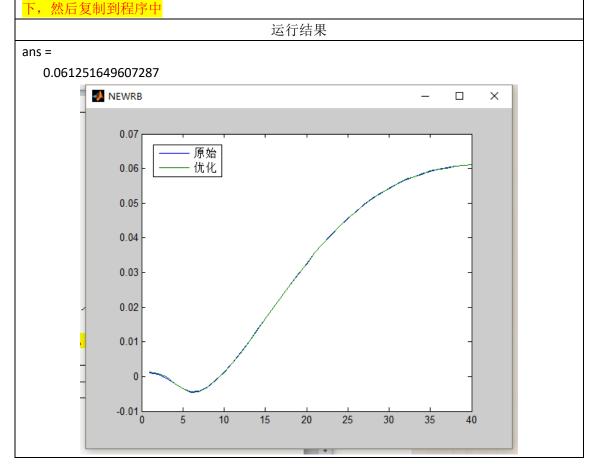
```
0.0006
        0.0009
                  0.001
                           0.0006
                                    -0.0005
0.0009
         0.001
                  0.0006
                           -0.0005
                                    -0.002
0.001
         0.0006
                  -0.0005
                           -0.002
                                    -0.0035
0.0006
         -0.0005
                 -0.002
                           -0.0035
                                   -0.0044
        -0.002
                  -0.0035
-0.0005
                           -0.0044
                                    -0.0043
-0.002
         -0.0035
                 -0.0044
                           -0.0043
                                   -0.0031
-0.0035
        -0.0044
                  -0.0043
                           -0.0031
                                    -0.0012
-0.0044
        -0.0043
                 -0.0031
                           -0.0012 0.0013
-0.0043 -0.0031
                 -0.0012
                           0.0013
                                    0.004
-0.0031
        -0.0012
                 0.0013
                           0.004
                                    0.007
-0.0012 0.0013
                  0.004
                           0.007
                                    0.01004
0.0013
        0.004
                  0.007
                           0.01004 0.0133
0.004
         0.007
                  0.01004 \ 0.0133
                                    0.0166
0.007
         0.01004 0.0133
                           0.0166
                                    0.0199
0.01004 0.0133
                  0.0166
                           0.0199
                                    0.0232
0.0133
        0.0166
                  0.0199
                           0.0232
                                    0.0265
0.0166
        0.0199
                  0.0232
                           0.0265
                                    0.0296
0.0199
        0.0232
                  0.0265
                           0.0296
                                    0.0327
        0.0265
0.0232
                  0.0296
                           0.0327
                                    0.0356
0.0265
        0.0296
                  0.0327
                           0.0356
                                    0.0383
0.0296
        0.0327
                  0.0356
                           0.0383
                                    0.0409
0.0327
         0.0356
                  0.0383
                           0.0409
                                    0.0434
0.0356
        0.0383
                  0.0409
                           0.0434
                                    0.0456
0.0383
        0.0409
                  0.0434
                           0.0456
                                    0.0477
0.0409
        0.0434
                  0.0456
                           0.0477
                                    0.0496
0.0434
        0.0456
                  0.0477
                           0.0496
                                    0.0514
0.0456
        0.0477
                  0.0496
                           0.0514
                                    0.0529
0.0477
        0.0496
                  0.0514
                           0.0529
                                    0.0543
0.0496
        0.0514
                  0.0529
                           0.0543
                                    0.0556
0.0514
        0.0529
                  0.0543
                           0.0556
                                    0.0567
0.0529
        0.0543
                  0.0556
                           0.0567
                                    0.0576
0.0543
        0.0556
                  0.0567
                           0.0576
                                    0.0585
0.0556
        0.0567
                  0.0576
                           0.0585
                                    0.0592
0.0567
        0.0576
                  0.0585
                           0.0592
                                    0.0597
0.0576
        0.0585
                  0.0592
                           0.0597
                                    0.0602
0.0585
        0.0592
                  0.0597
                           0.0602
                                    0.0606
0.0592
        0.0597
                  0.0602
                           0.0606
                                    0.0609]';
T_train=[0.001
0.0006
-0.0005
-0.002
-0.0035
-0.0044
-0.0043
```

```
-0.0031
-0.0012
0.0013
0.004
0.007
0.01004
0.0133
0.0166
0.0199
0.0232
0.0265
0.0296
0.0327
0.0356
0.0383
0.0409
0.0434
0.0456
0.0477
0.0496
0.0514
0.0529
0.0543
0.0556
0.0567
0.0576
0.0585
0.0592
0.0597
0.0602
0.0606
0.0609
0.0611]';
P_test=P_train;%P_test 等于 P_train
T_test=T_train;%T_test 等于 T_train
[Pn_train,inputps] = mapminmax(P_train);%mapminmax 用法见程序后面,是一种归一化方法
Pn_test = mapminmax('apply',P_test,inputps);%读取处理后的数据,Pn_test 与 Pn_train 相等
% 测试集
[Tn_train,outputps] = mapminmax(T_train);
Tn_test = mapminmax('apply',T_test,outputps);
eg = 1e-6; % sum-squared error goal 径向基函数目标误差
sc = 5000;
            % spread constant
                             5000 is ok 径向基函数扩展速度
net = newrb(Pn_train,Tn_train,eg,sc);%RBF 网络训练,训练函数为 newrb,建立一个严格的径
向基神经网络,严格是指径向基神经网络的神经元的个数与输入值的个数相等
```

```
Tn_sim_optimized = sim(net,Pn_test);
% 反归一化
T_sim_optimized = mapminmax('reverse',Tn_sim_optimized,outputps);
x0=1:40;%每列有 40 个数据
plot(x0,T_train,x0,T_sim_optimized);%作图检验
legend('原始','优化');
%开始预测下一个数,下面是小编自己写的,只能预测后面一个数据,这个程序也可以做整
体预测,怎么做就自己编了
qw=[0.0001 0.0002 0.0006 0.0009 0.001
0.0002
        0.0006
                0.0009
                         0.001
                                 0.0006
0.0006
        0.0009
                0.001
                         0.0006
                                 -0.0005
0.0009
        0.001
                0.0006
                         -0.0005 -0.002
0.001
        0.0006
                -0.0005
                        -0.002
                                 -0.0035
                -0.002
0.0006
        -0.0005
                         -0.0035 -0.0044
-0.0005 -0.002
                -0.0035 -0.0044 -0.0043
-0.002
        -0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031
-0.0035 -0.0044 -0.0043 -0.0031 -0.0012
-0.0044 -0.0043
                -0.0031
                        -0.0012 0.0013
-0.0043 -0.0031
                -0.0012 0.0013
                                 0.004
-0.0031 -0.0012 0.0013
                         0.004
                                 0.007
-0.0012 0.0013
                0.004
                         0.007
                                 0.01004
0.0013
        0.004
                0.007
                         0.01004 0.0133
0.004
        0.007
                0.01004 0.0133
                                 0.0166
0.007
        0.01004 0.0133
                         0.0166
                                 0.0199
0.01004 0.0133
                0.0166
                         0.0199
                                 0.0232
0.0133
        0.0166
                0.0199
                         0.0232
                                 0.0265
0.0166
        0.0199
                0.0232
                         0.0265
                                 0.0296
0.0199
        0.0232
                0.0265
                         0.0296
                                 0.0327
0.0232
        0.0265
                0.0296
                         0.0327
                                 0.0356
0.0265
        0.0296
                0.0327
                         0.0356
                                 0.0383
0.0296
        0.0327
                0.0356
                         0.0383
                                 0.0409
0.0327
        0.0356
                0.0383
                         0.0409
                                 0.0434
0.0356
        0.0383
                0.0409
                         0.0434
                                 0.0456
0.0383
        0.0409
                0.0434
                         0.0456
                                 0.0477
0.0409
        0.0434
                0.0456
                         0.0477
                                 0.0496
        0.0456
                0.0477
0.0434
                         0.0496
                                 0.0514
0.0456
        0.0477
                0.0496
                         0.0514
                                 0.0529
0.0477
        0.0496
                0.0514
                         0.0529
                                 0.0543
0.0496
        0.0514
                0.0529
                         0.0543
                                 0.0556
0.0514
        0.0529
                0.0543
                         0.0556
                                 0.0567
0.0529
        0.0543
                0.0556
                         0.0567
                                 0.0576
0.0543
        0.0556
                0.0567
                         0.0576
                                 0.0585
0.0556
        0.0567
                0.0576
                         0.0585
                                 0.0592
```

%% 仿真测试

0.0567 0.0576 0.0597 0.0585 0.0592 0.0585 0.0576 0.0592 0.0597 0.0602 0.0585 0.0592 0.0597 0.0606 0.0602 0.0592 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609 0.0597 0.0602 0.0606 0.0609 0.0611]'; qwe=qw;%矩阵相等 [we,input] = mapminmax(qw);%数据处理 er = mapminmax('apply',qwe,input); rt = sim(net,er);n=length(rt);%矩阵维度,这里指有多少列 as=rt;%矩阵相等 as(n)=rt(n)/rt(n-1);%一个预测的运算,主要针对最后一个数 sd = mapminmax('reverse',as,outputps);%反归一化, 预测出的 40 个数 sd(40)%预测的结果,注意下每列有 40 个数 %预测出结果后如果接着预测下一个数,那么可以写保存程序,也可以将数据组用 excel 改



```
几个要说明的函数接口:
[Y, PS] = mapminmax(X)
[Y, PS] = mapminmax(X, FP)
Y = mapminmax('apply', X, PS)
X = mapminmax('reverse', Y, PS)
用实例来讲解,测试数据 x1 = [1 \ 2 \ 4], x2 = [5 \ 2 \ 3];
>> [y, ps] = mapminmax(x1)
y =
    -1.0000
              -0.3333
                          1.0000
ps =
name: 'mapminmax'
   xrows: 1
   xmax: 4
   xmin: 1
   xrange: 3
   yrows: 1
   ymax: 1
   ymin: -1
   vrange: 2
   其中 y 是对进行某种规范化后得到的数据, 这种规范化的映射记录在结构体
ps 中. 让我们来看一下这个规范化的映射到底是怎样的?
          y = (ymax - ymin) * (x - xmin) / (xmax - xmin) + ymin;
[关于此算法的一个问题. 算法的假设是每一行的元素都不想相同, 那如果都相同
怎么办?实现的办法是,如果有一行的元素都相同比如 xt = [1 \ 1 \ 1],此时 xmax =
xmin = 1, 把此时的变换变为 v = ymin, matlab 内部就是这么解决的. 否则该除以
0 了, 没有意义!]
   也就是说对 x1 = [1\ 2\ 4]采用这个映射 f: 2*(x-xmin)/(xmax-xmin)+(-1),
就可以得到 y = [-1,0000 -0,3333
                                   1.00007
我们来看一下是不是:对于x1而言xmin = 1, xmax = 4:
    则:
          y(1) = 2*(1-1)/(4-1)+(-1) = -1;
          v(2) = 2*(2-1)/(4-1)+(-1) = -1/3 = -0.3333:
          y(3) = 2*(4-1)/(4-1)+(-1) = 1;
    看来的确就是这个映射来实现的.
对于上面 algorithm 中的映射函数 其中 ymin, 和 ymax 是参数, 可以自己设定, 默
认为-1,1:
比如:
>>[y,ps] = mapminmax(x1);
\gg ps. ymin = 0;
>> [y, ps] = mapminmax(x1, ps)
y =
             0
                   0.3333
                             1.0000
```

```
ps =
name: 'mapminmax'
   xrows: 1
   xmax: 4
   xmin: 1
   xrange: 3
   yrows: 1
   ymax: 1
   ymin: 0
   yrange: 1
   则此时的映射函数为: f: 1*(x-xmin)/(xmax-xmin)+(0)。
   如果我对 x1 = [1 \ 2 \ 4]采用了某种规范化的方式,现在我要对 x2 = [5 \ 2 \ 3]
采用同样的规范化方式[同样的映射],如下可办到:
\gg [y1, ps] = mapminmax(x1);
>> y2 = mapminmax('apply', x2, ps)
y2 =
               -0.3333
                           0.3333
     1.6667
   即对 x1 采用的规范化映射为: f: 2*(x-1)/(4-1)+(-1), (记录在 ps 中), 对
x2 也要采取这个映射.
x2 = [5, 2, 3], 用这个映射我们来算一下.
y2(1) = 2(5-1)/(4-1)+(-1) = 5/3 = 1+2/3 = 1.66667
y2(2) = 2(2-1)/(4-1)+(-1) = -1/3 = -0.3333
y2(3) = 2(3-1)/(4-1)+(-1) = 1/3 = 0.3333
X = mapminmax('reverse', Y, PS)的作用就是进行反归一化, 讲归一化的数据反归
一化再得到原来的数据:
>> [y1, ps] = mapminmax(x1);
>> xtt = mapminmax('reverse', y1, ps)
xtt =
此时又得到了原来的 x1(xtt = x1):
```