

基于神经网络的非线性系统辨识

周妮娜^{1,2}, 王永彬³

(1. 西北工业大学 自动控制系统, 陕西 西安 710072; 2. 宝鸡文理学院 电子电气工程系, 陕西 宝鸡 721007;

3. 陕西金山电气集团有限公司工模具公司, 陕西 咸阳 712021)

摘要: 基于神经网络实现了非线性系统的分析, 给出了计算实例, 实验结果表明了方法的有效性。

关键词: 神经网络; 非线性系统; 辨识; BP神经网络

中图分类号: TP183

文献标识码: A

文章编号: 1007-1261(2006)01-0057-02

Nonlinear system identification based on neural network

ZHOU Ni-na^{1,2}, WANG Yong-bin³

(1. Dept. Automation & Control, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, Shaanxi, China;

2. Dept. Electronics & Elect. Engn., Baoji Univ. Arts & Sci., Baoji 721007, Shaanxi, China;

3. Industrial Mold Company of Shaanxi Jinshan Electric Group Limited Company, Xianyang 712021, Shaanxi, China)

Abstract: The analysis of nonlinear systems based on neural network was studied. A numerical simulation shows its suitability for the system in the case of nonlinearity.

Key words: neural network; nonlinear system; identification; BP neural network

1 引言

在众多不确定因素和难以确切描述的非线性控制系统中, 人们希望新一代的控制系统具有自适应学习能力、良好的鲁棒性、实时性、计算简单等智能信息处理的能力。基于神经网络对非线性系统进行仿真就具有以上能力。

2 神经网络的特性和非线性系统辨识方法

2.1 神经网络的特性

1) 非线性特性: 神经网络具有逼近任意非线性函数的能力, 为非线性系统提供了一个通用的系统辨识方法, 可以用来实现非线性系统控制;

2) 并行分布处理方式: 在神经网络中, 信息是分布存储和并行处理的, 这使它具有很强的容错性和很快的处理速度;

3) 自学习和自适应能力: 神经网络在训练时能够从输入输出数据中提取出规律性的知识, 记忆在网络的权值中, 并具有泛化能力;

4) 数据融合能力: 神经网络可以同时处理定量信息和定性信息, 可以综合应用传统的工程技术(数值运算)和人工智能技术(符号处理)。

2.2 非线性系统辨识方法

假定非线性系统可以用输入输出的差分方程描述, 根据非线性系统的类型有以下4种表达方式:

$$\text{系统 } A: y(k+1) = \sum_{i=1}^{m-1} a_i y(k-i) + g[u(k), u(k-1), \dots, u(k-m+1)]$$

$$\text{系统 } B: y(k+1) = f[y(k), y(k-1), \dots, u(k-n+1)] + \sum_{i=1}^{m-1} \beta_i u(k-i)$$

$$\text{系统 } C: y(k+1) = f[y(k), \dots, y(k-n+1)] + g[u(k), \dots, u(k-m+1)]$$

$$\text{系统 } D: y(k+1) = f[y(k), \dots, y(k-n+1); u(k), \dots, u(k-m+1)]$$

其中: $u(k)$, $y(k)$ 分别是系统在 k 时刻输入和输出, m, n 分别是输入时间序列和输出时间序列阶次, $m \leq n$, a_i 为 β_i 常系数, 系统 A 对过去输出是线性的, 系统 B 对过去输入是线性的, 系统 C 对过去输入输出都是非线性的, 系统 A, B, C 对过去输入输出都是可分离的, 系统 D 则是不可分离的。上述4种表达式为非线性系统的 NARMA 模型。

2.3 神经网络辨识非线性系统的目的

1) 确定辨识模型 M 的结构;

2) 确定参数辨识的算法,以使学习过程尽快收敛。

3 采用 BP 网络来实现非线性系统的辨识

BP 网络的网络结构是:

1) 多层网络结构:输入层,隐层,输出层;

2) 传递函数一般为 S 型函数:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

3) 误差函数: $E_p = \frac{1}{2} \sum (t_k - O_k)^2$,

其中 t_k, O_k 分别为期望输出和网络计算输出。

4 基于神经网络的非线性系统仿真

4.1 考虑如下的非线性系统模型

非线性系统输出:

$$y(k+1) = f(y(k)) + g(u(k))$$

其中: $f(y(k)) = 5y(k)/(2.5 + y^2(k))$,

$$g(u(k)) = u^3(k)$$

输入: $u(k) = 0.6\sin(2\pi k/50) + 0.4\sin(2\pi k/75)$

4.2 仿真结果

在 SIMULINK 仿真窗口建立如图 1 所示仿真系统。

1) 令输入信号为原始系统输入信号 $u(k)$, 即:

$$u(k) = 0.6\sin(2\pi k/50) + 0.4\sin(2\pi k/75),$$

运行该仿真系统进行仿真。程序比较仿真结果如图 2, 图 3 所示。

2) 改变输入信号频率及幅度:

$$u'(k) = 0.3\sin(2\pi k/25) + 0.7\sin(2\pi k/100),$$

运行该仿真系统进行仿真,以考察辨识器的鲁棒性。辨识曲线如图 4, 图 5 所示。

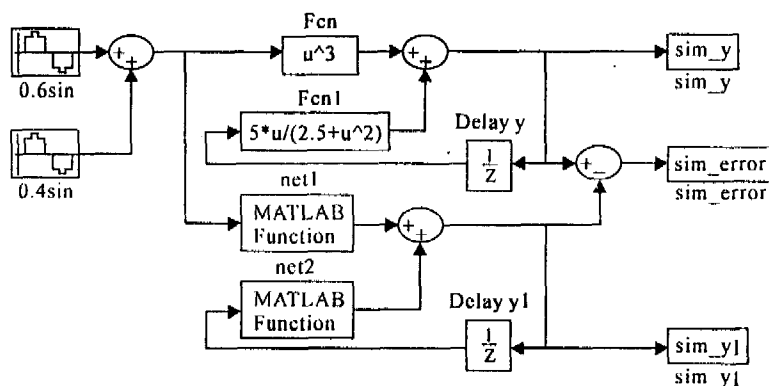


图 1 SIMULINK 仿真结构

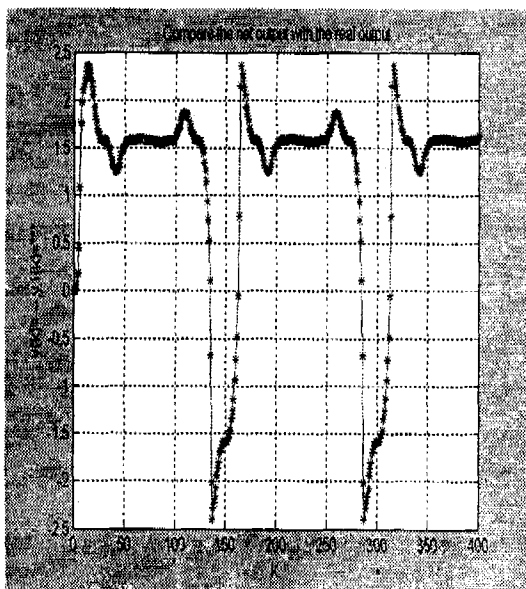


图 2 辨识模型与真实模型输出比较

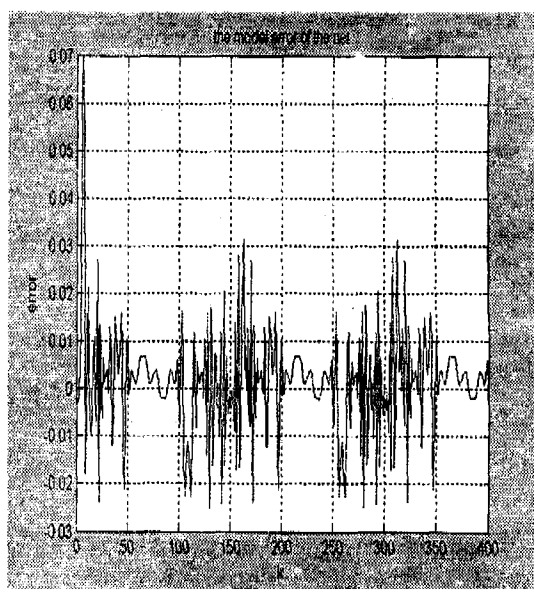


图 3 辨识模型误差曲线

5 结论

提出了基于神经网络的非线性系统辨识的方法,利用该方法可以对工程中常遇的模型复杂、非线性较强的系统

进行辨识,具有一定的适用性。

(下转第 75 页)

同时也导致成行人员人均花费的降低,主要包括餐饮、购物、娱乐以及住宿等方面的支出减少。从近几年的旅游抽样调查资料看,入境旅游者在餐饮、购物、娱乐以及住宿方面的支出比重为50%左右,由于“非典”的影响,这些方面的支出肯定下降,考虑到入境旅游者住宿支出的必要性,估计“非典”导致其人均支出下降30%左右。

(2)总支出/收入的下降:根据以上对入境人数以及人均支出的减少数量估算,“非典”对2003年旅游总支出/收入的影响如下:

入境旅游:直接损失1600万人次,总支出/收入损失为33.5亿美元,比2002年降低16.4%。

旅游总收入:按8.3元人民币1美元的汇率计算,2003年旅游总收入直接损失约为1380亿元人民币,比2002年降低24.8%。“非典”对旅游业造成的直接损失,相当于2002年中国国内生产总值的1.35%。^[3]

3 小结

通过对2003年中国入境旅游各方面情况与2002年同期的对比分析,可以看出“SARS”对中国旅游业影响之大。安全性突发事件对旅游冲击大,而突发事件难于预料。根据马斯洛的需求层次理论,安全是人的第一需要,因此安全是影响旅游环境是否合意的最重要因素之一,是

旅游的生命线。突发事件能够增加旅游过程中的不确定性,造成对生命的威胁。由于旅游的本质是人的流动,而出门在外的安全系数要小于在家的安全系数,预期安全受到威胁,一个人将降低活动频率或停止活动。所以预期安全对旅游者的旅游活动影响较大,但从当前世界经济政治环境,从人类向往和平安宁共同愿望来看,随着科技进一步发展,预期安全系数长期看好。重要的是,各种因素证明了旅游业具有快速反应的能力和最大程度的适应能力。

经过“非典”的洗礼,我国旅游业的抗危机能力将大大增强,逐渐走向成熟,并能够有一个实质性的转变,提高国际竞争力,在国际化、全球化发展的过程中成长壮大。

参考文献:

- [1] 潘皓波,邱丹. 中国旅游业直面 SARS[N]. 中国旅游报,2003-06-13(03).
- [2] 何光纬. 加强合作,迎接挑战,努力实现旅游业的振兴与发展[J]. 旅游调研,2003,(9):4-5.
- [3] 魏小安,付磊. 旅游业受“非典”影响情况分析及对几个相关问题的辨析[J]. 旅游学刊,2003,(4):14-23.

(编校:李宗红)

(上接第58页)

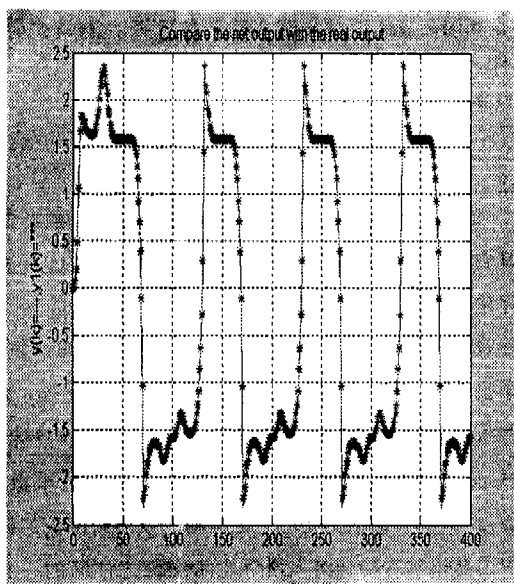


图4 辨识模型与真实模型输出比较

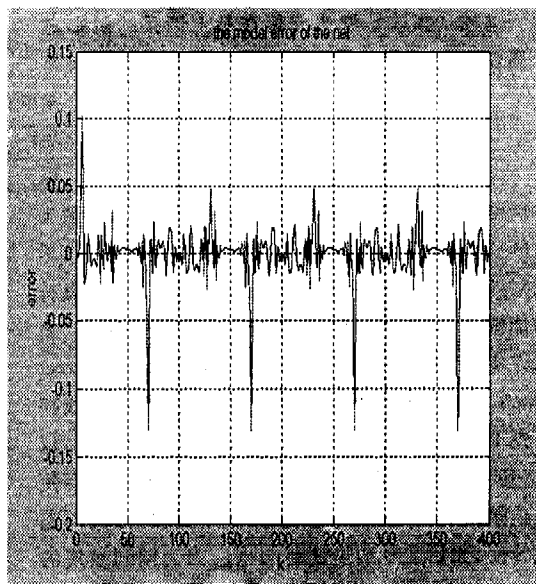


图5 辨识模型误差曲线

参考文献:

- [1] 李书进,虞晖. DD1 滤波及其在非线性系统辨识中的应用[J]. 信息技术,2004,(1):11-14.
- [2] 王学武,谭得健. 神经网络的应用与发展趋势[J]. 计算机工程与应用,2003,(3):98-100.

- [3] 焦立诚. 神经网络的实现与应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1996.
- [4] 何衍庆,姜洁,江艳君,等. MATLAB 语言的应用[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

(编校:李宗红)