光学精密工程 OPTICS AND PRECISION ENGINEERING 核心期刊
主管：中国科学院
主办：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国仪器仪表学会
主编：曹健林

光学精密工程 2012, 20(4) 818-825 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

信息科学

应用径向基函数神经网络的经纬仪跟踪误差建模

李淼[1,2], 高慧斌[1]

1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

摘要： 提出了一种基于径向基函数(RBF)神经网络建立光电经纬仪等效跟踪误差模型的方法来评价光电经纬仪的跟踪性能。分析了光电经纬仪存在的非线性因素,说明了采用理论建模方法难以准确描述其全部过程的原因。然后,介绍了RBF神经网络和靶标系统,基于一组靶标参数建立了RBF神经网络模型,并更换靶标参数进行模型验证。最后,对更换后的靶标参数进行重新训练建模,并改变参数周期,对模型进行了验证。实验结果表明:所建的神经网络模型精度与靶标参数有关,当动态靶标的半椎角*a*为21.2°,倾角*b*为43.8°,靶标匀速运行周期*T*为8.5 s时,网络模型在靶标速度最大时误差也达到最大为3.18',其它时刻均小于0.6'。 当*a*为16.6°,*b*为37.5°,*T*为13 s时,模型最大误差为1.8'左右,在此模型下真实输出与网络模型输出的最大偏差为2.4'左右,其它时刻均小于1.2'。结果表明,采用RBF神经网络所建立的跟踪误差模型能够反应真实系统的情况,是可行实用的,且具有较高的精度和泛化能力。

关键词： 径向基函数(RBF)神经网络 光电经纬仪 非线性 跟踪误差 模型验证

Modeling for tracking error of theodolite based on RBF neural network

LI Miao[1,2], GAO Hui-bin[1]

1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

Abstract: To effectively evaluate the tracking ability of a photoelectric theodolite, a new tracking error model based on the Radial Basis Function(RBF) neural network was established. First, the nonlinear factors existing in the theodolite were described and the reason why the system was hard to be modeled based on theory was discussed. Then, the RBF neural network theory and the target system were introduced, and the RBF neural network model was built and verified in different parameters. Finally, the network model with new parameters and data was trained and the new network model was obtained through changing parameter periods. Experimental results indicate that the precision of the neural network is closely dependent on the target system parameters. When the half cone angle(*a*) and the tilt angle(*b*) of a dynamic target are 21.2? and 43.8?, respectively, and the moving period(*T*) is 8.5 s, the maximum model error is 3.18' in the acceleration coming to the maximum. And for other time, the model error is less than 0.6'. Furthermore, when the *a* and *b* are 16.6?, 37.5?, and *T* is 13 s, the maximum model error is about 1.8'. With the network model, the maximum error between model output and real output is 2.4' in the speed coming to maximum. And for other time, the maximum model error is less than 1.2'. The results indicate that the network model based on RBF neural network can replace a real system in a certain sense. It is feasible and has high accuracy and important value to the engineering practice.

Keywords: Radial Basis Function(RBF) neural network photoelectric theodolite nonlinearility tracking error model verification

收稿日期 2011-05-04 修回日期 2011-05-26 网络版发布日期 2012-04-22

基金项目:

国家863高技术研究发展计划资助项目(No.2008AA 0047)

通讯作者: 李 淼 (1983-),女,吉林长春人,博士研究生,2006年于东北电力大学获得学士学位,2009年于吉林大学获得硕士学位,主要从事光电测量和跟踪控制技术方面的研究。 E-mail:limiao1983331@yahoo.com.cn

作者简介:

作者Email:

参考文献:

[1] 赵学颜,李迎春. 靶场光学测量[M]. 北京:国防工业出版社,2001. ZHAO X Y,LI Y CH. *Optical Measuring in Shooting Range*[M]. Beijing:National Defense Press,2001.(in Chinese) [2] 张宁,沈湘衡,杨亮. 应用跟踪误差等效模型评价光电经纬仪跟踪性能[J]. 光学 精密工程,2010,18(3):677-684. ZHANG N, SHEN X H, YANG L. Evaluation of tracking performance of photoelectric theodolite by using equivalent model of tracking error [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010,18(3):677-684.(in Chinese) [3] 张宁,沈湘衡,杨亮,等. 利用动态靶标谐波特性评价光电经纬仪跟踪性能[J]. 光学 精密工程,2010,18(6):1286-1294. ZHANG N, SHEN X H, YANG L, *et al*.. Evaluation of tracking performance of photoelectric theodolite by using harmonic property of dynamic target[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010,18(6):1286-1294.(in Chinese) [4] 李慧,沈湘衡. 光电经纬仪的机电动力学建模与耦合[J]. 光学 精密工程,2007,15(10):1577-1582. LI H, SHEN X H. Electromechanical dynamic modeling and coupling for optoelectronic theodolite[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2007,15(10):1577-1582.(in Chinese) [5] 王建立,王帅,陈涛,等. 光电跟踪伺服系统的频率特性测试与模型辨识[J]. 光学 精密工程,2009,17(1):78-84. WANG J L, WANG SH, CHEN T, *et al*.. Frequency characteristic test and model identification for O-E tracking servo system[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2009,17(1):78-84.(in Chinese) [6] 张斌,李洪文,郭立红,等. 变结构PID在大型望远镜速度控制中的应用[J]. 光学 精密工程,2010,18(7):1613-1619. ZHANG B, LI H W, GUO L H, *et al*.. Application of variable structure PID in velocity control for large telescope[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010,18(7):1613-1619.(in Chinese) [7] 徐春梅. 机械伺服系统基于模糊神经网络的复合控制[J]. 控制工程,2010,17(2):146-148. XU CH M. Complex control based on fuzzy-neural for mechanical servo systems[J]. *Control Engineering of China, 2010,17(2):146-148*.(in Chinese) [8] DENIS G, KARISHNASWAMY S. Adaptive friction compensation for precision machine tool drives[J]. *Control Engineering Practice*,2004,12(11):1451-1464. [9] 王俊国. 基于神经网络的建模方法与控制策略研究. 武汉:华中科技大学,2004. WANG J G. *Research of modeling methods and control strategies based on neural networks*. Wuhan: Huazhong University of Science &

Techonology, 2004.(in Chinese) [10] 刘宇. 压电陀螺漂移特性的灰色神经网络建模研究[J]. 系统仿真学报. 2007,19(20):4676-4679. LIU Y. Study on gray neural network drift modeling for piezoelectric gyro[J]. *Journal of System Simulation, 2007,19 (20):*4676-4679. [11] 朱凯. 精通MATLAB神经网络[M]. 北京:电子工业出版社,2010. ZHU K. *Master Neural Network with MATLAB* [M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry, 2010. (in Chinese) [12] 朱陶业. 光电测量信息中大气折射误差的神经网络建模修正研究. 广州:中南大学,2007. ZHU T Y. *Research of the atmospheric refraction errors correction on the neural network in photo-electricity survey information* . Guangzhou: Zhongnan Universiy, 2007. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 侯俊峰 王东光 邓元勇 张志勇 孙英姿.斯托克斯椭偏仪的非线性最小二乘拟合偏振定标[J]. 光学精密工程, 2013,21(8): 1915-1922

2. 杨世海 王国民.天文光学望远镜摩擦驱动滑移动态检测与修正[J]. 光学精密工程, 2013,21(8): 2056-2063

3. 肖前进 贾宏光 章家保 韩雪峰 席睿.电动舵机伺服系统非线性辨识及补偿[J]. 光学精密工程, 2013,21(8): 2038-2047

4. 白瑜亮 崔乃刚 吕世良.水下运载器纵向轨迹自适应跟踪控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(7): 1719-1726

5. 李满良 吴钦章.光电经纬仪CCD曝光中心测量系统的设计[J]. 光学精密工程, 2013,21(5): 1304-1311

6. 陈远晟 裘进浩 季宏丽 Ronan Le Breton.基于双曲函数的Preisach类迟滞非线性建模与逆控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(5): 1205-1212

7. 叶荣 曾曙光 张彬 李恪宇.基于单块晶体级联二阶非线性的超短激光脉冲脉宽压缩[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 583-589

8. 杨世海.大口径光学望远镜油垫非线性干扰的检测与抑制[J]. 光学精密工程, 2013,21(2): 408-415

9. 王加贤 林正怀 张培 吴志军.纳米半导体复合薄膜的非线性光学性质及其在激光器中的应用[J]. 光学精密工程, 2013,21(1): 20-25

10. 赖志林, 刘向东, 耿洁.压电陶瓷执行器的类Hammerstein模型及其参数辨识[J]. 光学精密工程, 2012,20(9): 2087-2094

11. 赵立荣, 朱玮, 曹永刚, 柳玉晗, 孙俊喜.基于构建最优函数提高飞机姿态测量精度[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1325-1333

12. 张桂林, 张承进, 赵学良.压电驱动器记忆特性迟滞非线性建模[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 996-1001

13. 魏强, 张承进, 张栋, 王春玲.压电陶瓷驱动器的滑模神经网络控制[J]. 光学精密工程, 2012,20(5): 1055-1063

14. 李伟, 高思田, 卢明臻, 施玉书, 杜华.计量型原子力显微镜的位移测量系统[J]. 光学精密工程, 2012,20(4): 796-802

15. 张少迪, 王延杰, 孙宏海.三角剖分以及径向基函数神经网络在星图识别中的应用[J]. 光学精密工程, 2012,20(2): 395-402
