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 2013, 21(6) 1456-1463 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

微纳技术与精密机械

带干扰观测器航空相机前向像移补偿控制器

付金宝[1,2,3],丁亚林[1,3],仲崇亮[1,2,3],冷雪[1]

1.中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 中国科学院航空光学成像与测量重点实验室 2.中国科学院大学，北京 100039 3. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

摘要： 研究了飞机姿态角速度变化的不确定性扰动对相机反射镜前向像移补偿效果的影响，设计了带有干扰观测器的伺服控制方案来抑制干扰。介绍了一种基于力矩扰动作用的反射镜系统数学模型。采用干扰观测器将外部力矩干扰及模型参数变化造成的实际对象与名义模型输出的差异等效到控制输入端。然后，在控制中引入等效的补偿来实现对干扰的抑制。最后，应用该方法设计了带有干扰观测器的控制器对相机反射镜组件进行像移补偿控制。与先进的PID方法的比较结果表明：在相同扰动作用下基于干扰观测器的补偿控制算法得到的干扰前向像移残差减小了40%~60%左右。该方法提高了相机反射镜前向像移的补偿精度和补偿控制的鲁棒性。

关键词： 航空相机 像移补偿 前向像移 观测器 控制器 先进PID

Compensation controller with disturbance observer for forward image motion of aerial camera

FU Jin-bao[1,2,3],DING Ya-lin[2],ZHONG Cong-liang[3],LENG Xue[3]

1. Key Laboratory of Airborne Optical Imaging and Measurement, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics
2. Key Laboratory of Airborne Optical Imaging and Measurement, Changchun Institute of Optics,Fine Mechanics and Physics,Chinese Academy of Sciences
3. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics ， Chinese Academy of Sciences

Abstract: The influence of the uncertain disturbance from a variational aircraft attitude angular velocity on the forward image motion compensation of reflector in an aerial camera was researched and a disturbance observer was designed to observe the equivalent disturbance restrained by the corresponding compensation of the controller. The mathematic model for a mirror system was introduced based on the torque disturbance. Then, the external torque disturbance and the difference between nominal model and actual target caused by the variational model parameters were equivalent to the control input. The equivalent compensation was brought in the control to suppress the disturbance. Finally, the propose method was used to design a controller with a disturbance observer for an aerial camera mirror to achieve image motion compensation control. The experimental results show that as compared with advanced PID method, the compensation control algorithm based on the disturbance observer can reduce the forward image motion residuals by about 40%- 60% under the same disturbance. In conclusion, the method improves the compensation precision and the robustness of compensation control for forward image motion of the reflector in the aerial camera.

Keywords: Aerial camera Image motion compensation Image forward motion observer Controller Advanced PID

收稿日期 2012-05-21 修回日期 2012-07-04 网络版发布日期 2013-06-20

基金项目:

国家863高技术研究发展计划资助项目-激光共性技术研究

通讯作者: 付金宝

作者简介: 付金宝(1982-)，男，吉林长春人，助理研究员，2006年于吉林大学获得学士学位，2008年于浙江大学获得硕士学位，主要从事航空成像与测量技术研究。
作者Email: ciomp2008_fjb@sina.com

参考文献：

[1]黄浦, 葛文奇, 李友一,等. 航空相机前向像移补偿的线性自抗扰控制[J]. 光学 精密工程，2011,19(4):812-819. HANG P,GE W Q,LI Y Y, et al.. Linear auto disturbance rejection control of forward image motion compensation in aerial cameras[J]. Opt. Precision Eng., 2011,19(4):812-819. (in Chinese) [2]李延伟, 远国勤. 面阵彩色航空遥感相机前向像移补偿机构精度分析[J]. 光学 精密工程，2012 ， 20 (11): 2439-2443. LI Y W, YUAN G Q. Accuracy analysis of forward image displacement compensation device for aerial scan color CCD camera[J]. Opt. Precision Eng., 2012,20(11): 2439-2443.(in Chinese) [3]黄浦, 修吉宏, 李军, 等. 航空相机镜筒位置控制的扰动估计与补偿[J]. 光学 精密工程，2012,20(4):803-810. HUANG P, XIU J H, LI J, et al.. Disturbance estimation and compensation of position control of lensbarrels in aerial cameras[J]. Opt. Precision Eng., 2012,20(4):803-810. (in Chinese) [4]扈宏杰, 王元哲.机载光电平台的复合补偿控制方法 [J]. 光学 精密工程，2012,20(6):1272-1281. HU H J, WANG Y Z. Composite compensation control scheme for airborne opto-electronic platform[J]. Opt. Precision Eng., 2012,20(6):1272-1281.(in Chinese) [5]韩京清.自抗扰控制技术——估计补偿不确定因素的控制技术[M].北京：国防工业出版社. HAN J Q. Active Disturbance Rejection Control Technique ——the Technique Estimating and Compensating the Uncertainties[M]. Beijing: National Defense Industry Press. (in Chinese) [6]ATSUO K, HIROSHI I, KIYOSHI S. Chattering reduction of disturbance observer based sliding mode control [J]. IEEE Transactions on Industry Applications. 1994, 30(2): 456-461. [7]王新华, 陈增强, 袁著祉. 基于扩张观测器的非线性不确定系统输出跟踪[J]. 控制与决策, 2004, 19(10): 1113-1116. WANG X H,CHEN Z Q,YUAN ZH ZH. Output tracking based on extended observer for nonlinear uncertain systems [J]. Control and Decision. 2004, 19(10): 1113-1116. (in Chinese) [8]KHALIL H K. Nonlinear System [M]. 3th edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2002. [9]徐向波,房建成.基于角加速度的陀螺框架伺服系统干扰观

测器[J].北京航空航天大学学报.2009, 35(6): 669-672. XU X B, FANG J CH. Disturbance observer based on angular acceleration for gyro gimbal servo system[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics. 2009,35(6):669-672. (in Chinese) [10]刘金琨.先进PID控制MATLAB仿真[M].3版.北京：电子工业出版社. LIU J K. Advanced PID control MATLAB simulation[J]. 3th Ed. Beijng: Publishing House of Electronics Industry. (in Chinese) [11]LEE H S. Robust Digital Tracking controllersfor high-Speed/High_accuracy positioning systems[D]. Mech. Eng, Univ. California, Berkeley,1994.

本刊中的类似文章

1．李军 修吉宏 黄浦 李友一.航空相机扫描镜系统线性近似模型辨识[J]. 光学精密工程, 2013,21(7): 1771-1779

2．贾建禄 王建立 赵金宇 刘欣悦 李洪文 王亮 林旭东 赵雨菲.961单元自适应光学系统波前处理器[J]. 光学精密工程, 2013,21(6): 1387-1393

3．孙明玮 邱德敏 王永坤 陈增强.大口径深空探测天线抗风干扰伺服系统设计[J]. 光学精密工程, 2013,21(6): 1568-1575

4．刘益芳 吴德志 郑高峰 杜晓辉 孙道恒.微隧道式加速度计的最优控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(6): 1561-1567

5．李迪 陈向坚 续志军.增益自适应滑模控制器在微型飞行器飞行姿态控制中的应用[J]. 光学精密工程, 2013,21(5): 1183-1191

6．黄浦 修吉宏 李军 李友一 杨秀丽.航空相机镜筒全程快速无超调位置控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(10): 2574-2580

7．扈宏杰, 王元哲.机载光电平台的复合补偿控制方法[J]. 光学精密工程, 2012,20(6): 1272-1281

8．邓成钢, 项占琴.高速点阵式脉冲喷射发生器的无传感器控制[J]. 光学精密工程, 2012,20(4): 752-759

9．黄浦, 修吉宏, 李军, 陈黎, 杨秀丽.航空相机镜筒位置控制的扰动估计与补偿[J]. 光学精密工程, 2012,20(4): 803-810

10．韩邦成, 崔华, 汤恩琼.基于滑模扰动观测器的磁轴承主动振动控制[J]. 光学精密工程, 2012,20(3): 563-570

11．李延伟, 远国勤.面阵彩色航空遥感相机前向像移补偿机构精度分析[J]. 光学精密工程, 2012,20(11): 2439-2443

12．武星星, 刘金国.应用地球椭球的三线阵立体测绘相机像移补偿[J]. 光学精密工程, 2011,19(8): 1794-1800

13．李嘉全, 丁策, 孔德杰, 尹传历, 戴明.基于速度信号的扰动观测器及在光电稳定平台的应用[J]. 光学精密工程, 2011,19(5): 998-1004

14．黄浦, 葛文奇, 李友一, 李军, 修吉宏.航空相机前向像移补偿的线性自抗扰控制[J]. 光学精密工程, 2011,19(4): 812-819

15．刘晓为, 尹亮, 李海涛, 周治平.闭环电容式微加速度计全差分CMOS接口电路[J]. 光学精密工程, 2011,19(3): 580-586