

引文格式:李崇辉.基于鱼眼相机的舰船天文导航技术研究[J].测绘学报,2017,46(12):2042. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20170154.
LI Chonghui.Research on Marine Celestial Navigation Based on Fisheye Camera[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2017,46(12):2042. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20170154.

基于鱼眼相机的舰船天文导航技术研究

李崇辉

信息工程大学导航与空天目标工程学院,河南 郑州 450001

Research on Marine Celestial Navigation Based on Fisheye Camera

LI Chonghui

Information Engineering University, Zhengzhou 450001, China

天文导航是一种重要的自主导航技术,本文针对目前舰船天文导航存在的问题,提出了采用鱼眼相机同时对天体和水天线成像实现舰船天文导航的理论方法。研究了基于鱼眼相机的舰船天文导航原理和流程,并针对星图获取、星点提取、水天线提取、水天线拟合、星图识别、导航定位解算等天文导航过程中的各个技术环节展开了研究。试验结果表明:利用 10 幅星图进行天文导航定位耗时约 2 s,定位误差约为 0.5 n mile,定向误差约为 18"。而基于六分仪的传统天文导航方法需要依靠人工测量,并且只能在晨昏蒙影期间通过 20~30 s 的观测,使舰船定位在 2~5 n mile 的精度上,说明基于鱼眼相机的舰船天文导航方法在效率、精度、自动化程度、可用性等方面取得了重要突破。论文的主要研究内容和创新点如下:

(1) 针对传统舰船天文导航需要依靠人工测量、导航定位精度低、观测时段受限等问题,提出了利用鱼眼相机同时对天体和水天线成像实现舰船天文导航的方法。试验证明该方法可实现自动化舰船天文导航,使得天文导航的效率和定位精度分别提高了 10 倍和 4 倍以上,系统的可用时段从晨昏蒙影期间扩展到了整个夜晚。

(2) 天文导航需要精确的水平基准。通过惯性平台提供舰船姿态参数存在设备复杂、难以集成的问题;通过倾角传感器等外部设备来确定水平基准存在精度低、响应速度慢、难以标校等问题;通过六分仪观测水天线来确定水平基准需要依赖于人工观测。本文针对上述问题提出了利用鱼眼相机对水天线成像,进而通过拟合水天线的图像坐标来确定水平基准的方法,该方法无需外部设备支持,且水平基准确定精度达到了 37.2"。

(3) 提出了舰载鱼眼相机的星图识别方法,该方法分

为初始模式和跟踪模式。其中初始模式解决了在未知舰船位置或导航失锁等缺乏先验信息条件下的全天区星图识别问题,识别正确率达到了 98%,跟踪模式实现了在舰船航行过程中快速准确识别恒星目标。

(4) 深入研究了多星天文定位算法。首先推导了多星天文定位的基本原理;然后针对天体高度角观测值中存在系统误差的问题,提出了多级等高法天文定位模型;最后针对天体观测值中存在粗差和误差较大观测值的问题,提出了抗差天文定位方法,通过算例证明了采用本文方法时天文定位精度可提高 2~3 倍。

(5) 深入研究了舰船天文导航算法。首先建立了多星定位定向统一模型,同时解得了舰船的位置和航向;然后建立了舰船航行的运动模型和基于鱼眼相机的天文观测模型;最后利用抗差自适应滤波实现了舰船位置、航向和航速的实时确定。

中图分类号:P228 文献标识码:D

文章编号:1001-1595(2017)12-2042-01

基金项目:国家自然科学基金(41604011;11673076)

收稿日期:2017-03-29

作者简介:李崇辉(1987—),男,2013 年 12 月毕业于信息工程大学,获工学博士学位(指导教师:郑勇教授),研究方向为自主导航与组合导航。

Author: LI Chonghui(1987—),male,received his doctoral degree from Information Engineering University on December 2013, majors in autonomous navigation and integrated navigation.

E-mail: lichonghui6501@126.com