

DOI: 10.3969/j.issn.1001-3881.2009.09.066

基于信息融合的角度传感器设计及实现

李慧琴¹, 韩建海², 赵书尚²

(1. 河南农业大学机电工程学院, 河南郑州 450002 2. 河南科技大学机电工程学院, 河南洛阳 471003)

摘要: 为了准确测量非稳定平台系统偏离平衡位置的角度值, 在对数据融合技术进行综合研究的基础上, 提出了基于多传感器数据融合的补偿滤波器融合方案。针对倾角传感器的滞后性和角速度传感器的零点漂移, 进行了一系列的试验, 校正了补偿滤波器的参数。对于补偿滤波器的性能进行了试验验证, 试验结果证明, 补偿滤波器可以有效补偿倾角传感器的滞后和角速度传感器的漂移。

关键词: 数据融合; 倾角传感器; 角速度传感器; 补偿滤波器

中图分类号: TH7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3881 (2009) 9-198-2

The Design and Realization of Angular Sensor System Using Data Fusion Technology

LI Huimin¹, HAN Jianhai², ZHAO Shushang²

(1. School of Mechatronics Engineering Henan Agricultural University Zhengzhou Henan 450002 China

2. School of Mechanical Engineering Henan University of Science and Technology Luoyang Henan 471003 China)

Abstract In order to measure the angle that the system deviates from the balancing spot precisely, based the general research on multi-sensor data fusion, the fusion precept of complementary filter based on multi-sensor data fusion was proposed. A series of tests were made for the posteriority of inclinometer sensor and the zero shift of angular velocity sensor, the complementary filter parameters were corrected. The experimental result shows that the complementary filter is effective.

Keywords Data fusion; Inclinometer sensor; Angular velocity sensor; Complementary filter

0 引言

非稳定平台像传统的倒立摆一样, 本身是一个自然不稳定体, 必须施加十分强有力的控制手段才能使之稳定。由于它的行为与火箭飞行以及两足机器人行走有很大的相似性, 因而对其研究具有重大的理论和实践意义^[1]。对于非稳定平台的平衡控制, 首先要解决的是系统偏离平衡位置角度值的准确测量, 也就是角度实时信息的正确估计。

在平台的角度测量系统中, 通常采用一个角速度传感器和一个倾角传感器来进行信息采集。角速度传感器在静止不运动时存在着静态均值, 并且随着时间变化产生零点漂移。为了得到精确的测量角速度, 每次测量中必须消除它的静态均值。而倾角由于自身的内在原因, 输出的角度信号总会有一定的滞后性。角速度传感器的零点漂移及倾角传感器滞后性都表明: 选用任意一种传感器都不能提供充分可靠的角度实时信息。传统的解决方法就是采用价格昂贵的高精度传感器, 随着多传感器融合技术的发展, 寻找一种低成本的办法已经成为可能。

作者提出了一种基于多传感器数据融合的低成本、宽频带的平台姿态检测传感器, 介绍了该方法的结构组成、工作原理、制作方法和性能测试。

1 信息融合设计原理

信息融合的设计原理是由倾角传感器和角速度传感器构成一个补偿滤波器, 倾角传感器和角速度传感器的信号作为补偿滤波器的输入信号, 经过信息融合后输出一个倾角估计值。

1.1 补偿滤波器的构成

补偿滤波器的构成如图 1 所示, 从倾角传感器信号中取出低频区域的信号, 从角速度积分信号中取出高频区域, 将其进行合成后, 输出倾角的估计。

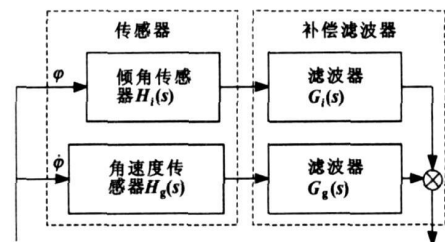


图 1 补偿滤波器示意图

假设倾角传感器的滤波器传递函数为 $G_i(s)$, 角速度传感器的滤波器传递函数为 $G_g(s)$ 。要想使两个信号合成得到倾角的最优估计值, 补偿滤波器的传递函数必须满足

$$G_i(s)H_i(s) + G_g(s)H_g(s)S = 1 \quad (1)$$

收稿日期: 2008-08-22

作者简介: 李慧琴 (1975—), 讲师, 硕士, 研究方向为机电一体化。电话: 13283823682 E-mail: 13323799200@zy165.com。

假设倾角传感器的传递函数为 $\frac{1}{\tau_s + 1}$, 角速度传感器为理想传感器。由式 (1) 可知, 满足关系式

$$G_i(s) \frac{1}{\tau_s + 1} + G_i(s) S = 1 \quad (2)$$

从试验数据上可以得到 $\tau = 0.51$ 。将 τ 值分别代入倾角传感器和角速度传感器的传递函数, 可以得到补偿滤波器的传递函数分别为

$$G_i(s) = \frac{1.02s + 1}{0.51s + 1} \quad (3)$$

$$G_g(s) = \frac{0.2601s}{(0.51s + 1)^2} \quad (4)$$

2 数据融合的性能测试

2.1 实验系统工作原理

试验平台的整体运动以及传感器采样是由单片机控制器完成的, 其中单片机的定时器对采样频率进行精确控制, 试验平台的运动速度以及路线可以根据试验要求进行改变。为了保证平台运动和位姿采样的同步性, 运动起点的同一性以及传感器测定值实时上传、保存、后期处理, 试验平台和计算机实现了串行通讯。通过计算机对整个试验平台发出开始信号时, 试验平台同步实现运动、采样、数据上传、数据保存; 完成试验任务后试验平台各部分功能同时停止。

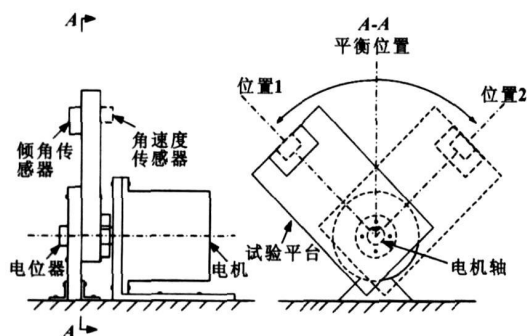


图 2 实验系统工作原理示意图

2.2 传感器静态值测试

倾角传感器 (型号: UCB-1) 的静态值会随着每次初始化发生改变, 如图 3 所示。角速度传感器 (经济民用角速度传感器) 在静止不运动时 also 存在着静态均值, 如图 4 所示。

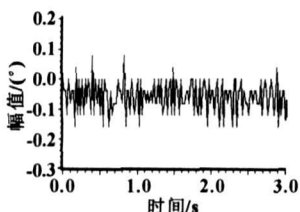


图 3 倾角静态测试曲线

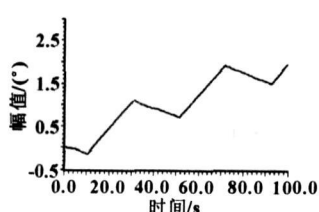


图 4 角速度积分静态测试曲线

2.3 补偿滤波器性能测试

倾角测量值的滞后会随着角速度的增加在逐步加大, 相反, 角速度积分的漂移随着角速度增加在逐步减小。通过增加补偿滤波器得到精确的角度估计值, 加入补偿滤波器前后对比如图 5 所示。另外可以看到, 在角度幅值 $\pm 10^\circ$ 附近有一个很大的峰值。产生异常峰值的原因是试验平台的电机在这一点变换运动方向, 角速度突然从正值变为负值, 瞬间变化的角加速度对倾角传感器产生影响, 造成倾角传感器的值在这一刻产生异常波动。

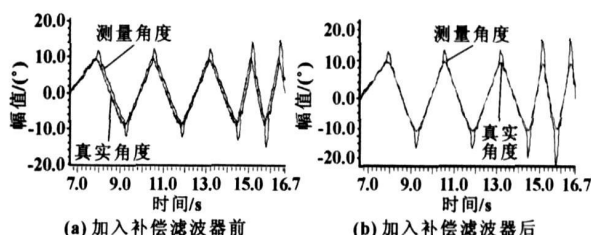


图 5 补偿滤波器性能测试曲线

3 结论

设计中的倾角传感器是新型变质面积电容式倾角传感器, 该倾角传感器技术兼有结构简单、可靠性高、有通用传感器集成电路等优点的倾角传感器技术之一。在测绘仪器仪表、建筑机械、天线定位、机器人技术、坦克和舰船火炮平台控制、飞机姿态、汽车电子控制、石油勘探、海上平台监控等方面有广泛应用。

参考文献:

- 【1】韩建海, 李航, 等. 平行双轮电动车的建模与控制仿真 [J]. 中国机械工程, 2005 16(8): 683-686
- 【2】韩建海, 赵书尚, 等. 基于 PIC 单片机的六足机器人制作 [J]. 机器人技术与应用, 2003(6): 29-32
- 【3】潘琢金, 译. C8051F310/1 混合信号 ISP FLASH 微控制器数据手册.
- 【4】丁元杰. 单片机原理与接口技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999. 8

(上接第 129 页)

- 【5】柯海森, 叶旭东, 钱建海. 移动机器人的鲁棒自适应控制器设计 [J]. 浙江大学学报, 2006, 40(7): 1127-1131
- 【6】王丰尧. 滑模变结构控制 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1995
- 【7】UTKN V. Application of Equivalent Control Method to the Systems with Large Feedback Gain [J]. IEEE Transactions on Automatic Control 1978, 23(3): 484-486
- 【8】Eldeeb Y, Elmaghraby W H. Robust adaptive control of a robotic manipulator including motor dynamics [J]. Robot Syst 1998 15(1): 661-669