

四旋翼无人机虚拟控制系统的设计*

谢 檬, 张安莉, 高 原

(西安交通大学城市学院, 陕西 西安 710018)

摘 要: 针对四旋翼无人机控制系统的研究, 设计采用 LabVIEW 软件, 搭建控制系统的数据采集面板和查询回放面板。控制系统实时采集四旋翼无人机的飞行姿态参数, 将飞行高度、飞行速度、俯仰角和滚动角实时数据显示在数据采集子面板, 实现了数据的显示、处理、存储及回放等功能。经过测试, 系统实现了无人机的姿态监测, 满足控制小型四旋翼无人机的实际需要。

关键词: 无人机; 虚拟仪器; 控制系统; 数据采集

中图分类号: TN955+.1; TP273+.5

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200206

中文引用格式: 谢檬, 张安莉, 高原. 四旋翼无人机虚拟控制系统的设计[J]. 电子技术应用, 2020, 46(12): 67-71.

英文引用格式: Xie Meng, Zhang Anli, Gao Yuan. Design of the control system of the four-rotor UAV based on LabVIEW[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(12): 67-71.

Design of the control system of the four-rotor UAV based on LabVIEW

Xie Meng, Zhang Anli, Gao Yuan

(Xi'an Jiaotong University City College, Xi'an 710018, China)

Abstract: In this paper, according to the research of four-rotor UAV control system, LabVIEW software is designed to build the data acquisition panel and query playback panel of the control system. The flight attitude parameters of the four-rotor UAV are collected in real time by the control system. The real-time data of flight altitude, flight speed, pitch angle and rolling angle are displayed in the data acquisition subpanel, and the functions of data display, processing, storage and playback are realized. The system has been tested, it realizes the attitude monitoring of UAV and meets the actual needs of controlling small four-rotor UAV.

Key words: unmanned aerial vehicle; virtual instrument; control system; data collection

0 引言

无人飞行器(UAV)是由无线电遥控设备和独立程序控制装置操纵, 或由机载计算机完全或间歇自主操纵的无人飞行器^[1-3]。它们有良好的隐蔽性、强大的生命力、简单的起飞与着陆、低成本和对伤亡的恐惧^[4-7]。其中, 四旋翼无人机由于体积小而具有良好的机动性, 特别适合在小范围内飞行, 因此在实践中得到广泛应用, 尤其适用于航空摄影、植物保护、物流和电能的小型四边形无人机, 其市场潜力巨大^[8-10]。无人机能否安全飞行并且高效完成任务, 飞机控制系统在飞机的安全和有效飞行中起着至关重要的作用^[11-14]。为了保证无人机的正常运行, 有必要建立一套完整的控制系统对其进行监控^[15-18]。本文从四旋翼无人机控制系统的要求出发, 规划了无人机控制系统的整体功能^[19-20]。通过 LabVIEW 平台搭建的控制系统采集无人机飞行的实时高度、飞行速度和飞行姿态, 实时进行显示、控制、评估和记录四旋翼无人机飞

行的信息。

1 总体方案设计

无人机控制系统结构框图如图 1 所示, 数据初始化后开始串口连接, 连接成功后同时进行数据传输和数据回放。数据传输主要完成无人机的实时飞行高度、实时飞行速度、俯仰角和滚转角的数据采集, 对采集到的数

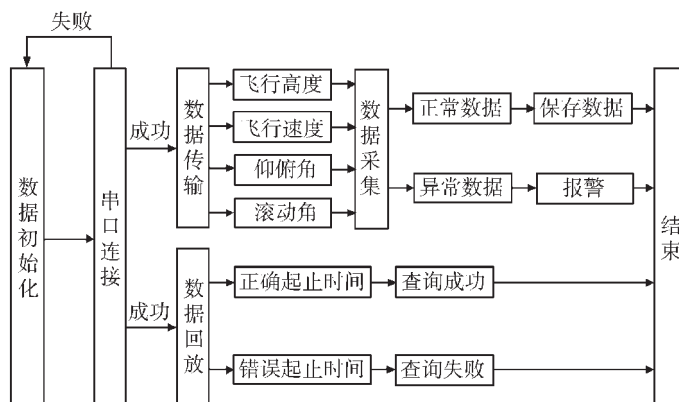


图 1 控制系统结构框图

* 基金项目: 陕西省教育厅 2019 年教学改革研究专项(19BY139)

测控技术与仪器仪表 Measurement Control Technology and Instruments

据进行分析,即得到正常值和异常值。数据回访根据输入正确的查询起止时间,查询历史记录。本控制系统设计数据传输和数据回访同时进行,即在数据采集以及数据处理的同时,可以进行往期数据回放的功能,为其数据的管理提供了大大的便利。

2 软件主程序设计

控制系统分为两个功能模块,分别为数据采集模块和查询回放模块。以下为这两个模块的详细介绍。

2.1 数据采集模块

图2所示为采集模块的流程图,主要实现数据的采集和记录。打开程序后进行初始化的设置,包括VISA串口的连接、波特率、数据位、截止频率以及时间间隔的设置。再判断无人机是否处于飞行状态,如果不处于飞行状态,则返回初始值设置再重新进行操作;如果处于飞行状态,则进行采集,开始进行各项飞行数据的采集。然后利用仪表和曲线图来实时显示飞行参数,查看数据是否在给定的范围内,如果处于正常范围,则进行数据的记录;如果在范围外,系统报警灯则会警示报警。最后进行数据的保存。

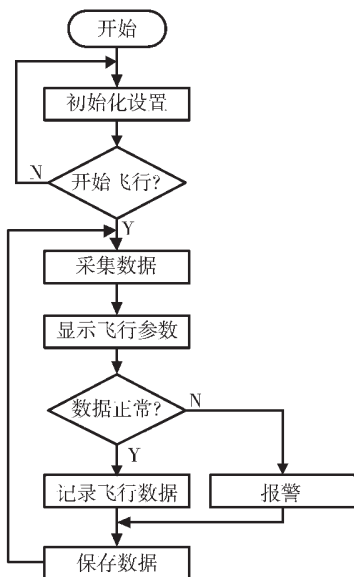


图2 数据采集模块流程图

数据采集完成之后,可以选择是否继续进行下一次的数据采集,如果继续采集数据,则在数据采集模块再次进行相同的流程;或可以选择数据的查询和回放,进入到另外的模块。

2.2 查询回放模块

图3所示为数据查询回放模块的流程图。打开运行主界面,进行初始化设置,选择查询回放模块,输入正确的查询时间,点击查询即可以查询往期飞行数据。如果输入的时间范围内,没有进行数据的记录,则系统会报错。返回查询回放界面选择是否继续查询。

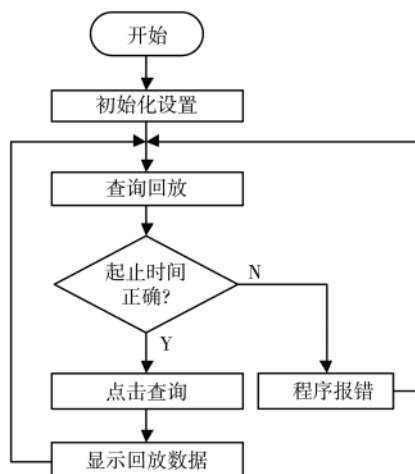


图3 查询回放流程图

3 控制系统子面板设计

控制系统分为两个子面板:数据采集子面板和查询回放子面板。

3.1 数据采集子面板

控制系统的数据采集子面板如图4所示,系统测量显示的4个参数分别是实时高度(0~6 000 m)、实时飞行速度(0~400 km/h)、俯仰角度(-180°~180°)、滚动角度(-180°~180°);3个波形图分别是飞行高度变化曲线、速度变化曲线、俯仰角度和滚动角度变化曲线;3个控制按钮则是“采集”按钮、“记录”按钮、“停止”按钮。

(1) 初始化设定模块

初始化设定模块在数据采集子面板的右侧,包括VISA函数、数据位和奇偶效验、截至频率和记录间隔。

① VISA 函数

在LabVIEW中要进行串口通信,首先要进行VISA函数串口配置,提供标准I/O函数库,用于仪器编程。波特率的单位为b/s,表示每秒传送的字节数,本系统采用9 600 b/s。

② 数据位和奇偶效验

数据位紧跟在起始位之后,是通信中的有效信息。本系统数据为8位,不可更改。奇偶效验是根据发送的二进制代码中“1”的个数是奇数还是偶数来判断是否传输错误。

③ 截至频率和记录间隔

截止频率是描述频率特性指数的特殊频率,单位为Hz,其值可以精确到小数点后3位。本系统记录间隔统一设定为1,以秒(s)为单位。

(2) 实时数据监测模块

实时数据监测模块在数据采集子面板的左侧,包括实时高度、飞行速度、滚转角和俯仰角等。

① 实时高度

无人机实时高度测量范围为0~6 000 m,测量精度在

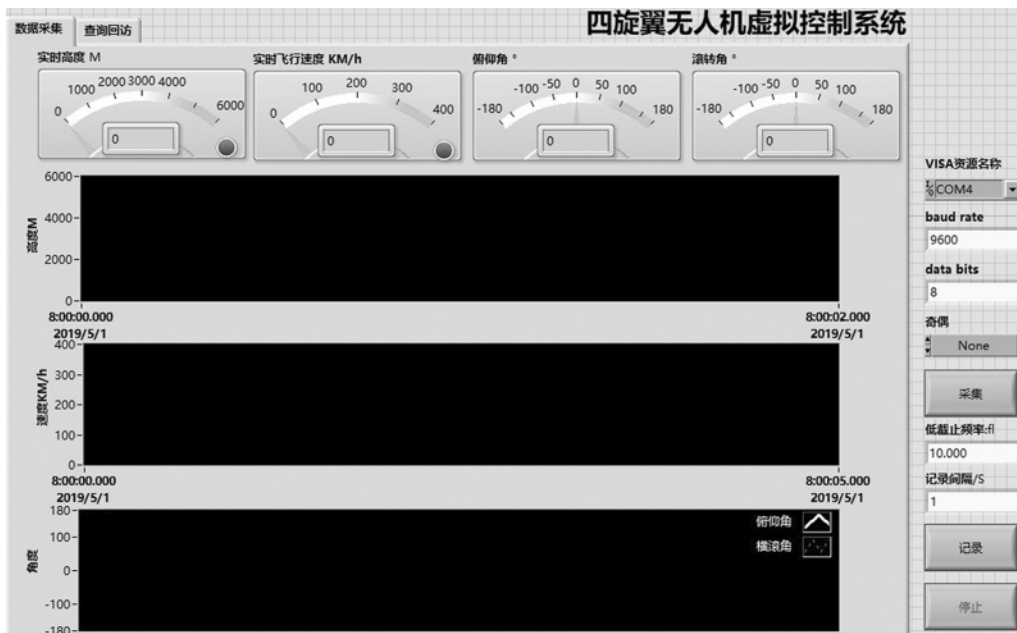


图4 数据采集子面板

小数点后两位,单位为 m。实时高度显示的波形图中横轴为时间,纵轴为高度范围。

②实时飞行速度

实时飞行速度范围为 0~400 km/h,测量精度为小数点后 3 位,单位是 km/h。实时飞行速度显示的波形图中横轴为时间,纵轴为速度范围。

③俯仰角和滚转角

俯仰角为水平面和无人机飞行方向的夹角,滚转角是无人机绕机体坐标系纵轴做的旋转运动,测量范围都为 $-180^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 。角度波形图中横轴代表时间,纵轴代表角度范围,粗线表示俯仰角,虚线表示滚转角。

3.2 查询回放子面板

控制系统的查询回放子面板如图 5 所示,通过选择需要查询的无人机飞行起止时间,查询四旋翼无人机的飞行高度、飞行速度、俯仰角和滚转角。



图5 查询回放子面板

4 控制系统功能测试

4.1 起飞状态运行测试

控制系统起飞状态如图 6 所示,波特率设为 9 600 b/s,数据位固定为 8 位,截至频率为 10 Hz,时间间隔设置为 1 s。当飞行高度逐渐升高,速度渐渐增大,在角度显示波形图中,粗实线表示俯仰角,虚线表示滚转角。上方实时数据显示盘中,实时高度为 2 760 m,实时飞行速度为 280 km/h,俯仰角为 -13.5446° ,滚转角为 50.4° ,即无人机处于起飞状态。

4.2 平稳飞行状态运行测试

无人机平稳飞行状态如图 7 所示,实时高度为 2 760 m,实时飞行速度为 280 km/h,俯仰角和滚转角分别为 86.40° 和 50.4° ,此时无人机飞行姿态相对来说趋于稳定。

4.3 停飞后采集数据功能测试

当无人机降落后,无人机停止飞行,使得各旋翼的俯仰角由于惯性原因逐渐降低,但是高度和飞行速度将为 0,滚转角的大小为 -180° 。图 8 所示为停飞后采集数据界面。

4.4 飞行故障功能测试

无人机在平稳飞行中突然出现故障,会出现如图 9 所示的界面,各项飞行参数变化较显著,飞行姿态十分不稳定。产生该故障的可能原因为飞行器坠地或飞行传感器损坏。

若为飞行器坠地导致,从图 9 中看出在飞行高度为 0 时,飞行器仍有速度的变化,速度由 280 km/h 才开始降至为 0,后又有了速度的提升,然而高度始终为 0,不符合实际情况。若为传感器的损坏,则采集的数据出现故障,该故障的特征为监测数据出现无规律波动,符合显示

测控技术与仪器仪表 Measurement Control Technology and Instruments

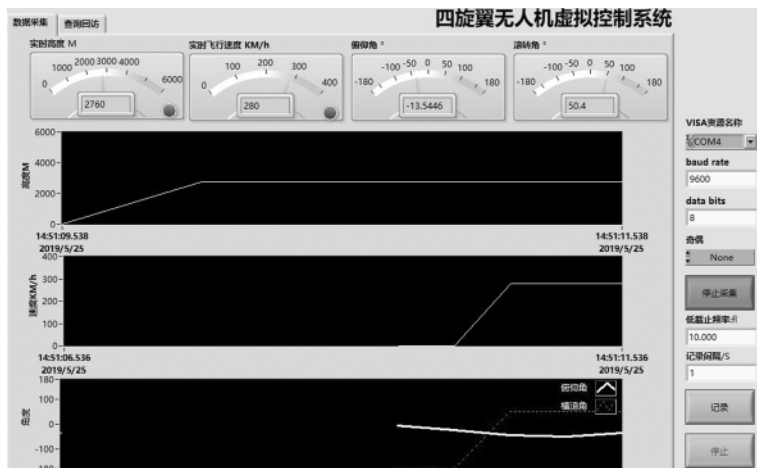


图6 起飞状态显示界面

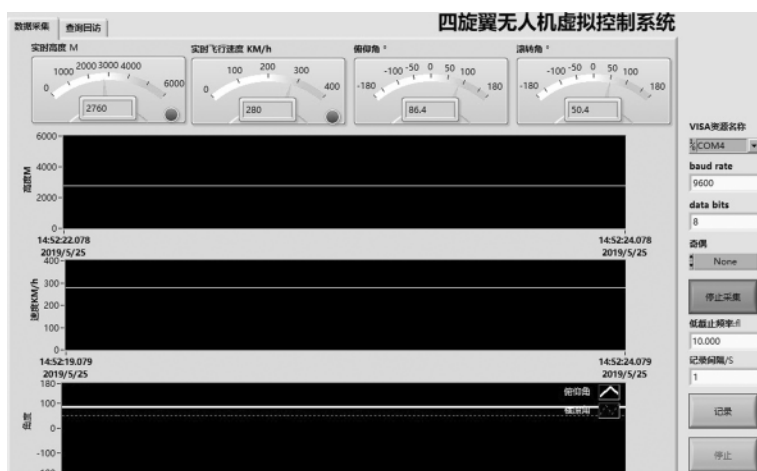


图7 平稳飞行状态显示界面

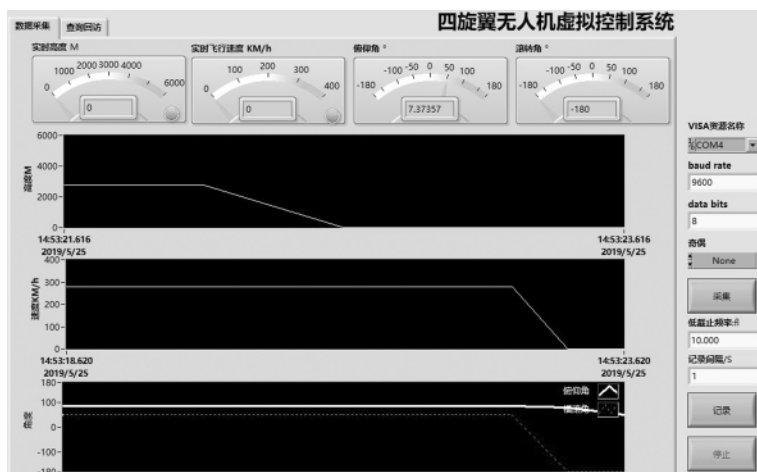


图8 停飞后采集数据界面

图形的状况。因此,该故障的因素为飞行器传感器的损坏。

4.5 查询回放功能测试

控制系统运行记录结束后,点击回放功能,输入所需查询的飞行时间段的起止时间,再点击确定就可以查

询历史数据。图10所示为查询回放界面,显示了时间间隔为1s的实时高度、飞行速度、俯仰角和滚转角的数据记录。

4.6 测试结果分析

控制系统参数测试见表1,结果表明,无人机飞行控制系统的参数飞行高度、飞行速度、俯仰角和滚转角都在给定的范围内变化,运行情况正常。

5 结论

本文所设计的四旋翼无人机虚拟控制系统利用LabVIEW软件,搭建控制系统的数据采集面板和查询回放面板。控制系统实时采集了四旋翼无人机的飞行姿态参数,将飞行高度、飞行速度、俯仰角和滚转角实时数据显示在了数据采集子面板,实现了数据的显示、处理、存储及回放等功能。系统经过测试,实现了无人机的姿态监测,满足了控制小型四旋翼无人机的实际需要。

参考文献

- [1] 张昆,张铁民,廖贻泳,等.基于Labview的无人机飞行状态实时监测评估系统设计[J].农业工程学报,2016,32(18):183-189.
- [2] 谢檬,曹雍川,苏雨澈.基于LabVIEW的无人机飞行状态监测系统的设计[J].自动化与仪表,2019,34(2):47-50.
- [3] 刘康,张家田,严正国.一种改善无人机自动返航降落误差的方法[J].现代电子技术,2018,41(6):61-64,69.
- [4] 袁安富,徐金琦,王伟.基于双STM32多旋翼无人机控制系统设计[J].电子技术应用,2013,39(11):136-138.
- [5] 廖海林,宗群.多无人机仿真平台的设计与实现[J].计算机仿真,2012,29(4):88-91.
- [6] 古月徐,杨忠,龚华军.基于DPS的飞行控制器的设计[J].自动化技术与应用,2005,24(2):28-32.
- [7] 屈晓波,吕永玺,王长青.飞翼布局无人机实验平台设计与实现[J].实验技术与管理,2019,36(4):102-108.
- [8] 邓红德,鲍鑫,吴佳楠.小型无人机飞控系统半实物仿真平台实时性研究[J].测控技术,2012,31(1):121-123,127.
- [9] 张治生,陈怀民,吴成富,等.无人机地面站控制台软件设计[J].测控技术,2007,26(4):74-76.
- [10] 董骥.人机地面方向综合控制实时仿真研究[J].控技术,2017,36(6):79-83.
- [11] 吴超琼,赵利,梁钢,等.基于北斗导航系统的无人机飞行监管系统设计[J].测控技术,2017,36(8):66-69.
- [12] 董守田,马斌,王良良,等.电力巡线自转旋翼无人机飞

测控技术与仪器仪表 Measurement Control Technology and Instruments

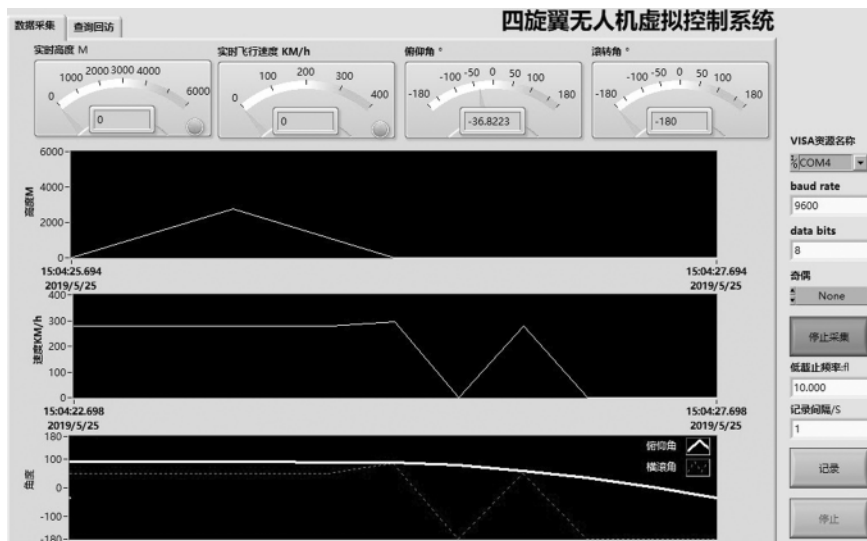


图9 飞行数据故障

表1 控制系统参数测试结果

测试数据	量程	变化范围	调试结果
飞行高度/m	0~6 000	±15%	正常
飞行速度/(km/h)	0~400	±12%	正常
俯仰角/(°)	-180~+180	±10%	正常
滚动角/(°)	-180~+180	±12%	正常
串口连接	-	-	正常

行控制的研究[J].测控技术,2016,35(12):57-61.

- [13] 余长贵,熊洪睿,田凯.地面在线飞行仿真系统设计[J].系统仿真学报,2018,30(2):513-520.
- [14] 李博,李小民,杨森.美国四旋翼无人机研究现状与关键技术[J].飞航导弹,2018(2):25-30.
- [15] 黄亮,崔学良,彭鹏飞,等.无人机综合实验系统设计与实现[J].实验科学与技术,2018,16(3):9-13.
- [16] 杨则允,李猛,孙钦鹏.四旋翼无人机控制系统仿真设

计[J].计算机测量与控制,2019,27(4):68-71,76.

- [17] 余后明,刘彦臣,郑士振,等.基于改进型BP神经网络的四旋翼控制系统[J].甘肃科学学报,2019,31(2):87-91.
- [18] 张海军,陈映辉.智能型四旋翼无人机飞控系统的设计与实现[J].计算机应用与软件,2019,36(4):73-78.
- [19] Wan Wenqing, Liu Yang. Design of attitude control system for four rotor UAV[C]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018.
- [20] Zheng Xing, Bao Chuanmei, He Zhongzhu. Design of simulation test platform for UAV flight control system[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2018, 1069(1): 012022.

(收稿日期:2020-03-20)

作者简介:

谢檬(1982-),女,硕士,副教授,主要研究方向:测控技术与仪器及智能仪器的设计。



图10 查询回放界面

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所