

doi: 10.7690/bgzdh.2014.01.025

无人机地面测控软件

沈佩珺, 赵祯俊, 安敬蕊

(南京航空航天大学自动化学院, 南京 210016)

摘要: 为满足对无人机飞行的实时监控以及后期数据处理分析的需要, 并能给予地面测控人员更真实的飞行控制直观感受, 开发一种基于中央操纵杆的无人机地面测控软件。基于 VC++, 结合实际物理设备, 分析该软件的总体结构设计, 介绍地面测控软件的人机界面, 给出地面测控软件的遥控遥测模块功能的设计与实现, 并进行无人机地面仿真试验。仿真试验结果表明: 该软件正确合理, 满足设计要求, 已用于实际无人机飞行项目中。

关键词: 无人机; 地面测控; 人机界面; 遥控遥测

中图分类号: TJ83 **文献标志码:** A

Software for UAV Ground Control

Shen Peijun, Zhao Zhenjun, An Jingrui

(College of Automation, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: In order to meet the demands of real-time monitoring and the latter data handling and analysis of UAV flights, and provide a more intuitive flight control feeling to operators in the ground control station, software of UAV ground control based on central control stick is developed. Based on Visual C++ and the actual physical device, the paper first analyses the overall structure design of this software, and then introduces the man-machine interface of this software. Finally, the paper gives the design and realization of the remote control and telemetry module function of ground control software. The UAV ground simulation test was carried out. The simulation results show that software is proper and correct by software to meet the design requirements. It has been used in practical UAV flight project.

Keywords: UAV; ground control; man-machine interface; remote control and telemetry

0 引言

无人机作为当代高新技术武器, 在现代战争中扮演着极其重要的角色, 发挥了巨大的作用。由于无人机“无人驾驶”这一特性, 想要实时掌控并获得其飞行情况, 就必须拥有一套相对应的无人机地面测控系统软件。

无人机测控技术主要是指无人机测控与信息传输技术, 包括对无人机进行遥控、遥测、跟踪定位和信息传输。遥控是指对无人机飞行状态和设备状态的控制; 遥测是指对无人机飞行状态和设备状态参数的测量; 跟踪定位是指对无人机实时连续的位置测量; 信息传输是指无人机任务载荷传感器信息传输^[1]。笔者开发了一种基于中央操纵杆的无人机地面测控软件, 以满足对无人机飞行的实时监控以及后期数据处理分析的需要, 并能给予地面测控人员更真实的飞行控制直观感受。

1 总体结构

无人机地面测控系统作为无人机飞行系统的

“神经中枢”, 在无人机飞行控制系统中占有举足轻重的地位。无人机无线电测控系统原理上主要由无线电信道、机载数控电台装置、地面数控电台装置、飞控计算机、测控计算机、指令盘、显示器和操纵杆等组成。其结构原理如图 1 所示。

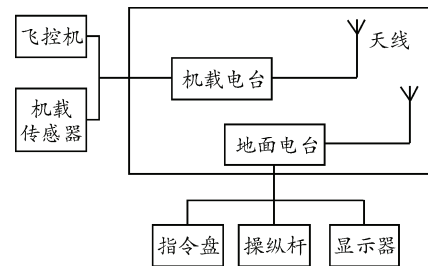


图 1 无人机测控原理

机载电台上装有机载天线, 车载电台上装有车载天线。操纵人员通过操纵杆和指令键发送出相应控制指令, 这些控制指令通过测控计算机传向无人机自动驾驶仪, 完成对无人机的实时操纵与控制。操纵人员同时也可通过飞行仪表显示计算机和实时图形显示计算机的显示界面获得无人机的飞行状态

收稿日期: 2013-08-12; 修回日期: 2013-09-16

作者简介: 沈佩珺(1990—), 女, 江苏人, 在读硕士, 从事复杂系统研究。

参数和历程数据。在飞行仪表显示计算机和实时图形显示计算机中，可对来自测控计算机的遥测数据进行实时处理，以虚拟的飞行仪表界面形式显示无人机飞行姿态方位角、飞行高度、航向以及飞行坐标数据等参数，绘制过程曲线图形，便于操纵控制人员及时准确了解无人机的飞行状态。这样整个无人机测控系统形成了闭合的回路^[2]。根据上述无人机地面测控软件的实际工作原理，笔者所设计的地面测控软件按功能划分，可分为用户界面、数据通信以及数据存储 3 个模块^[3]。本应用软件的整体功能模块如图 2。

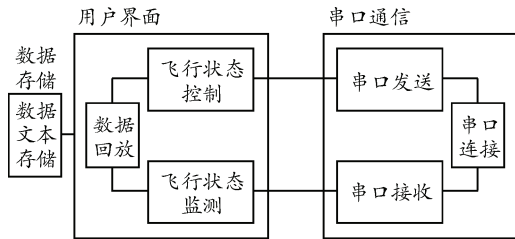


图 2 地面测控模块

2 测控界面设计

笔者在 Windows 操作系统，Visual C++ 的软件平台下进行软件开发。通过嵌入 NI 控件、GMS 控件以及 ActiveX 等控件，在基于对话框的 MFC^[4]应用程序框架中，编写出界面友好、功能强大的包括通信、数据存储等功能的软件。

地面测控软件的人机界面包括如下部分：

- 1) 主控制界面。这个界面包括指令盘、当前无人机状态参数、设备信息、操纵杆参数以及系统其他部分功能的入口。地面操纵人员可通过此界面实时监控无人机的状态。这些状态设备数据都会被实时保存到文件中，以便今后回查飞行状态。
- 2) 航迹高度界面。该界面显示了无人机飞行整个过程的航迹和高度的变化，以动态曲线的方式显示，用来衡量飞行效果以及分析遥测数据。
- 3) 动态曲线界面。该界面以二维曲线的方式向操纵人员提供一段时间内的无人机状态参数变化，包括俯仰角、横滚角、飞行方向、发动机转速和发动机缸头温度等信息。通过这些信息，可以使操纵人员在必要时利用外部中央操纵杆或指令盘人为干预飞行状态。
- 4) 数据查看界面。该界面提供飞行时的各项参数指标，以数据形式展现，相比较之下没有曲线回放功能来得直观。
- 5) 曲线回放界面。该界面可以供操纵人员查看

先前飞行记录的一些飞行参数，以曲线的形式展现，先前的飞行数据被保存在文档中^[5]。

笔者设计的主控制界面如图 3 所示。左边为实时状态显示区，中间指令盘和操纵杆输入为地面遥控区，旁边是其他功能切换按钮。右上采用 NI 控件的图表形式显示飞机的俯仰及滚转信息，只需将该空间关联所要显示的变量并实时更新即可。OpenGL 为显示飞行实际形态的动画效果，右下为测控逻辑显示区。此款应用软件按照飞行通信协议对遥测帧进行解码，再将解码数据显示、保存和同放。数据显示界面显示飞行姿态信息、测控逻辑、各轴速率和 GPS 信息等。

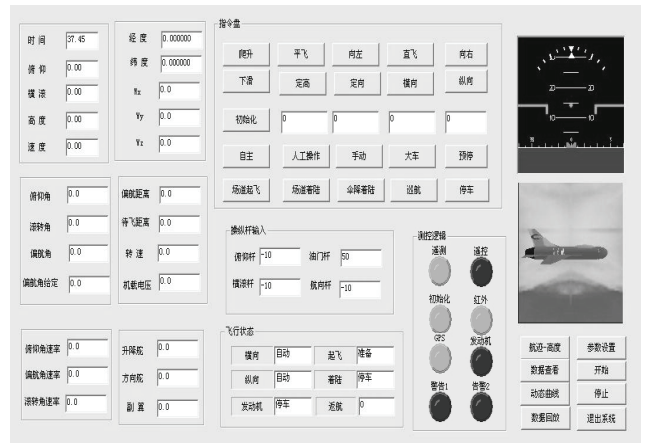


图 3 主界面

3 遥控遥测实现

遥控遥测模块是整个地面测控软件的核心，融合了地面测控软件的绝大多数功能，其功能实现主要依赖于串口通信。

3.1 数据通信

测控系统的数据采用串行通信的方式传输，其实时性和可靠性对于控制性能有着重要的作用，直接影响无人机的安全性和操纵性，因而接收程序属于强实时性任务，需要考虑通信速度、信道品质和数据量等多种因素；因此，在编程时采用中断服务程序设计串行通信接收程序，在串行口接收中断服务程序中直接进行主句帧的识别和接收。串行口发送程序采用定时器定时检测指令更新来完成任务。

3.1.1 上行数据通信

上行数据帧由 32 个字节构成，主要包括帧头、数据长度、遥控指令、导航参数、飞控参数以及帧尾。数据更新速率为 10 Hz(100 ms)，实际中遥控

面板完成的是遥控帧数据的编帧过程。

该地面测控系统软件的独特之处在于以中央操纵杆为连续指令输入装置。不同于平常采用的游戏杆或是遥控杆发送指令，中央操纵杆模拟飞行员真实飞行时采用的控制杆，能给予地面操纵员更真实的飞行控制感受。在处理中央操纵杆的输入时，测控软件将操纵杆抽象为自定义的 JoyStick 设备。对中央操纵杆指令输入的检测在主界面的初始化函数中，采用多媒体定时器^[6]，每隔一段时间检测中央操纵杆是否有输入，若有则调用自定义的 JoyStick 函数处理操纵杆的连续控制。操纵杆输入的逻辑原理图如图 4 所示。

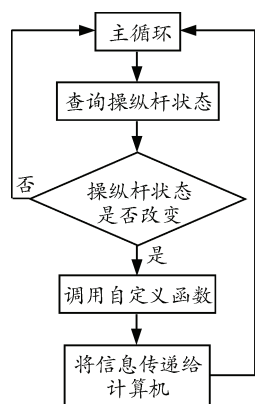


图 4 操纵杆流程

对于指令盘的发送，首先，在按下开始按钮的响应函数中，设定一个多媒体定时器，每隔一段时间读取指令盘的信息。接着，设定一个 VC++ 自带的定时器，定时检测指令盘信息是否有变动，若有则更新指令发送，其原理同中央操纵杆。

3.1.2 下行数据通信

下行数据帧由 64 个字节构成，其基本帧结构为帧头、数据长度、飞行状态、状态参数、实时航迹以及帧尾。下行数据经过解码后，通过遥测面板可以实时显示，供地面操纵人员监控。在实际软件编程中，串口下行数据的接收采用中断的方式。当串口有数据到达时，触发 OnComm 事件，产生中断，转去执行数据接收函数^[7]。

在实际软件运行过程中会发现，地面测控经常会发生数据丢失的情况，这是因为飞机飞行时 GPS 有时会信号失效。为解决这一问题，可以采用双 GPS 技术，当某一 GPS 失效时，地面测控可通过另一个 GPS 下传的数据来还是监控飞机，避免发生意外。

遥测数据接收的软件流程如图 5。

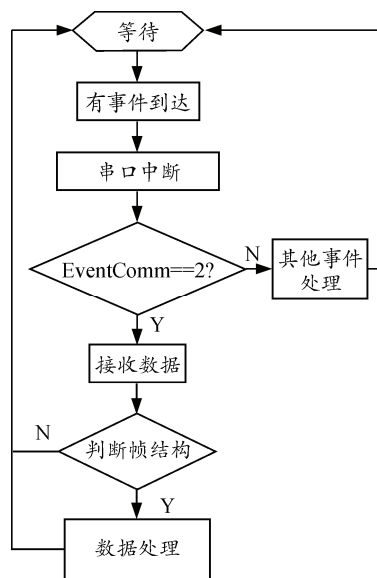


图 5 遥测接收软件流程

3.2 数据存储及回放

为了方便操作人员对飞机试飞后进行分析总结，需要完成对无人机飞行的参数进行实时保存及数据回放的功能。本软件以二进制文本以及文中文件 2 种形式保存指令数据和遥测下行数据。在记录文件中包含有时间字段，可为回放数据提供方便。

4 结束语

该应用软件设计采用模块化的设计思想，提高了系统的可靠性和维护性。通过将地面测控软件与无人机地面仿真试验相结合可知，该测控软件具有准确性、稳定性以及良好的人机界面，满足设计要求，已经用于实际的工程项目中。

参考文献：

- [1] 罗珊, 陈睿璟, 路引, 等. 便携式地面测控系统[J]. 兵工自动化, 2012, 31(8): 1-3.
- [2] 石书济, 孙鉴, 刘嘉兴. 飞行器测控系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999: 210-214.
- [3] 肖征宇. 无人机地面站软件的设计与实现[D]. 浙江: 浙江大学, 2010: 29-32.
- [4] 李久进. MFC 深入浅出[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1999.
- [5] 沈自然. 无人机自主航迹规划与地面测控技术研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2011: 49-56.
- [6] 王文武, 王诚, 郝燕玲, 等. 多媒体定时器的定制和使用方法[J]. 计算机应用, 2000, 20(3): 1-3.
- [7] 李现勇. Visual C++ 串口通信技术与编程实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002: 56-88.
- [8] 吴益明, 卢京潮, 魏莉莉, 等. 无人机遥控遥测数据的实时处理研究[J]. 计算机测量与控制, 2006, 14(5): 1-3.