

基于无线网络的无人机监控系统设计

刘星海

(湖南汽车工程职业学院 湖南株洲 412001)

摘 要: 本文针对森林防火监控的需求,设计了一种基于无线网络的森林防火监控无人机系统。该系统包括烟雾传感器逻辑电路、通信模块电路和电池监测电路等硬件部分,以及控制主板程序设计和远程监测平台程序设计等软件部分。通过对烟雾传感器的逻辑电路进行设计,实现了对森林火情的实时监测。同时,采用通信模块电路和电池监测电路确保了无人机与远程监测平台之间的通信稳定和电池状态监测。在软件部分,控制主板程序设计主要包括火灾监测算法和无人机数据协议,实现了无人机在森林防火监控中的智能响应。远程监测平台程序设计则实现了对无人机的远程监控和数据分析。

关键词: 无线网络;森林防火监控;无人机

引言

随着全球气候变化和森林资源的不断增加,森林火灾已成为全球性的环境问题。森林火灾不仅造成巨大的财产损失,而且还会严重破坏生态环境。因此,对森林火灾的预防和监测显得尤为重要。传统的森林防火监控方法主要依靠人工巡查和地面监测设备,存在效率低、误差大、覆盖范围有限等缺点。随着无人机技术的不断发展,基于无人机的森林防火监控系统逐渐成为当前研究的热点。无人机防火监控系统具有机动灵活、覆盖范围广、监测精度高等优点,能够大大提高森林防火监控的效果。

1 系统总体设计

整个监控系统分为两个主要模块,一个是用于野外监控的无人机数据采集平台,另一个是远程监控平台。该飞行控制板的主要功能是多通道烟气传感器数据的采集、数据处理、数据融合、无人机实时位置的获取,并将获取的信息封装后通过 GPRS 网络和 PC 机实现远程通信。

2 硬件设计

对无人机上所安装的控制板进行了电路设计,其中包括稳压电路,单片机最小系统, GPRS 通讯模块,烟感检测电路等。

2.1 烟雾传感器逻辑电路

本文设计了一种用于无人驾驶飞机的检测系统,利用多个传感器来探测作业区域内的火灾情况,从而大大降低了作业成本。为了进一步提高检测灵敏度,在主控板中加入了两个传感器单元,并将这两个传感器单元组合在一起,使 MCU 能够接收到任意一个传感器单元的信号。

2.2 通信模块电路

安信公司开发的 A9G 组件已经应用于本系统中。该设计是一款四频通讯模块,结合了 GPRS 和 GPS 的功能,已经在各种物联网环境中广泛使用。该模块采用了 SMD 封装,方便组装,适合在苛刻的工作环境下使用。A9G 模块通过 UART 和单片机

实现 AT 命令的通信。GPS 的定位精度可达 2.5 米。此外,系统还提供了一次按下重置的功能,以便在通信故障时进行重置操作,恢复系统的正常工作状态。

2.3 电池监测电路

为了确保无人机的安全性,系统在硬件方面增加了一个蓄电池电压监控电路。STM32F103C8T6 内嵌有 12 位模数转换器,具备出色的电压采集精度,可达 0.8mV。硬件部分采用了 BAT54S 实现了对 0 到 5 V 信号的准确采集,以确保 MCU 的输入和输出安全。

3 程序设计

3.1 控制主板程序设计

为野外提供服务的无人机系统是一种综合平台,它不仅要保证飞行器的平稳飞行,还要完成野外的数据采集和远程通讯。飞行控制板对飞机的姿态进行控制,根据接收到的数据调整飞行高度,从而实现准确的火灾搜索;该系统的主要功能包括航线规划、飞机状态监控、多传感器数据的采集和远程传输。

3.1.1 火灾监测算法

这架无人机上共安装了八个探测器。为了提高探测的可靠性和敏感性,系统采用了两个硬件逻辑电路或计算方式。一旦有传感器触发,警报程序会启动,并发出命令让飞机降低高度,以便更好地观察周围的情况。当烟雾探测器再次确认有警报时,主控板会将警报数据打包并传输。

3.1.2 无人机数据协议

在野外作业中,无人机通过独立的数据包协议与监视终端进行通信。根据表 1 所示,UAV 和远距离监视终端之间通过数据包规约进行通信,该通信协议具有高稳定性,数据丢包率较低,并且数据传输简单而稳定。表 1 中的数据帧 I 代表 UAV 向远端监测方传输的数据,而数据帧 II 代表由远端监测方向 UAV 平台传输的数据。每个数据帧都包含一个帧标题、一个数据片段、一个电池电压、10 个经度、8 个纬度,以及一个警报级别

的字节。数据结尾处的错误代码用于在突发事件中进行数据传输。在第一类数据中,失效代码 1 用于当 UAV 快速降低时发射 UAV 的失效信号。而在数据类型 II 中,使用控制指令来传送控制指令,以便在紧急情况下按下按钮即可收回无人机,而失败代码 2 则用于控制 UAV 进行应急着陆和最终定位。

表 1 远程协议数据封装协议

数据类型	数据	帧头	
I	电池电压经度 纬度警情等级	0xAA,0x55,0xCC+ 无人机编号	故障码 1
II	控制命令	0xAA,0x55,0xCC+ 无人机编号	故障码 2

3.2 远程监测平台程度设计

本文所设计和研制的 UAV 平台的最大特点是,远程计算机是操作人员采集数据的唯一场所,而无需亲自到现场进行巡检。



图 1 监控端功能拓扑图

4. 无人机监控信息采集处理与识别分析

4.1 森林图像湿度特征分析

根据研究发现,可以通过构建土壤图像灰度值与水分含量之间的函数,利用林地土壤图像灰度值来监控林地水分,从而实现林火防治。森林遥感影像中的腐殖层像元的灰度可以反映土壤水分含量,可以利用其光谱反射信息来反演腐殖层水分含量。在可见光区域,随着腐殖层表层水分含量的增加,其灰度等级会降低;相反,当水分含量较少时,得到的图像灰度值则会增加。在此基础上,提出了一种利用遥感影像来测定土壤水分的方法,对林地土壤水分含量进行测定并对其进行归一化处理。

4.2 森林火灾的火焰特征分析

在识别林火的过程中,可以通过对林火图像的色彩进行分割,初步判断林火的类型并对可能发生火灾的区域或危险区域进行初步判断。然而,由于外部环境(如光照等)的干扰,林火的色彩很容易发生变化。因此,深入研究林火的属性以提高其识别科学性和准确性变得尤为重要。从中心向外,从黄色逐渐转变为红色,尤其是红色,是林火识别的重要特征。在林火之后,火焰的特点会很明显,具有高温、动态和扩散的特性。与林火相比,非火的特征通常是静态或不变的。因此,可以从固定的和非变化的方面对两者进行研究。在实际应用中,可以

根据非火区的面积变化来确定火场范围。由于林火的火焰受到风力等多种因素的影响,并且具有较高的圆度(周长与面积之比),接近于 1,所以当圆度的偏差越大时,就越有可能是火场。在实际应用中,这个特征可用于森林火灾的判断。此外,林火发生后,火势受风力等外部因素影响,火焰的边缘会有晃动现象,导致树林影像上的轮廓线变得参差不齐,或者是多个尖角。然而,与阳光和其他稳定的光源相比,尽管在影像上也会出现尖锐的棱角,但总的来说是比较稳定的,不会大规模出现。与此形成鲜明对比的是,受外界干扰影响的森林火灾火焰的锋刃特性是动态的。通过辨认火焰尖端角度,还可以将林火与其他干扰源区分开来。

4.3 利用森防 AI 火点识别

通过使用全天候、高密度、高精度的无人机遥感影像获取来实现实时监控林火,是实现林火预警最佳的技术途径。本项目基于森林防火巡查中的 AI 火点识别,利用人工智能技术,通过多种光学摄像机对森林火灾点进行采集,并利用采集到的影像参数自动识别火灾点/火情,提高了森林防火巡检工作的准确率和效率,并且通过该系统自动预警火灾,提高森林防火工作的效果。在实际工作中,需要综合运用各种手段,提高林火辨识和判断的可信度,从而更好地防范林火。

结论

本文对无线网络森林防火监控无人机系统的设计,实现了对森林火情的实时监测和远程监控。实验结果表明,本系统能够有效地提高森林防火监控的效果,对于保护森林资源和生态环境具有重要意义。此外,无人机在复杂环境下的稳定性和可靠性也需要进一步优化。在今后的研究中,将继续改进本系统,以提高其性能和实用性,更好地满足森林防火监控的需求。

参考文献:

- [1]刘伟敏.一种无人机无线通信系统网络的研究与设计[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(7):6.
- [2]刘志新,赵松哈,杨毅,等.智能反射面辅助的无人机无线携能通信网络吞吐量最大化算法研究[J].电子与信息学报,2022,44(7):7.
- [3]杨海峰.基于网络平台的植保无人机通信系统设计[J].农机化研究,2021,43(1):6.DOI:CNKI:SUN:NJYJ.0.2021-01-021.
- [4]陆斌.基于移动自组网络的无人机通信设计[J].无线互联科技,2023,20(7):26-28.

湖南省教育厅科学研究项目一般资助课题《森林防火监控无人机的地面基站架构与无线组网的设计与实现》(编号:21C1220)

刘星海,湖南汽车工程职业学院,副教授,研究生。