



可在多险环境下执行多种探测任务的飞行器^{*}

黄庆旺 张俊 方勇刚 方倪 胡安正

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2017-01-15)

摘 要:随着科技快速发展,人们对在各种险境状况下的紧急探测、快速搜救行动越来越重视.然而实践中怎么能够在最快的时间内到达险恶环境现场是解决问题的难点之一,为此,四旋翼飞行器由于其灵活、方便、易控等优点成为解决该难点的优先方案之一.结合四旋翼飞行器的优点与嵌入式智能控制技术,尝试制作了可在多险环境下执行多种环境探测任务的飞行器,并对设计方案、探测环境因数等相关问题进行了探讨,希望对大家有所帮助.

关键词:多险环境 环境因数 探测 AHRS

1 探测飞行器系统结构框图

探测飞行器系统结构框图如图 1 所示.



图 1 系统总体框图

2 系统总体方案

本系统由两大部分组成,如图 1 所示.第一部分由飞行器及其飞控系统组成,其主要作用负责飞行器的姿态纠正与航向控制以及数据通信,其中,飞行器采用碳纤维材料作为机身结构,不仅减轻了飞行器重量,保证了飞行器的机身强度,同时他大大加强了飞行器的续航能力;第二部分是由温度传感器、湿度传感器、气压传感器、光强计构成的传感器组,负责探测任务,探测到的数据可返回到终端设备,本系统采用的是全双工蓝牙通信,保证了信息通信的及时性与效率.本系统各部分分工合作,相辅相成.

3 飞行器姿态控制问题的解决

四轴飞行器具有非线性、不稳定性等缺点,所以如何对其进行有效的姿态控制是我们研究的核心问题.飞行器采用了 MMA8451 加速度计、L3G4200D 角速度传感器(陀螺仪)、HMC5883L 磁力计.该 3 个传感器组成飞行器的“AHRS 航向参考系统”,该传感器组系统的主要任务是为机身欧拉角的解算提供精确的“数据反馈”,以便让飞机处于理想的飞控姿态;同时机身下方搭载的高精度超声波阵列可以为飞行器的定高提供精确的高度反馈,通过 IIC 通信方式对上述传感器进行数据读写,通过四元数解算与磁场补偿以及卡尔曼滤波得出飞行器的实时航向角、欧拉角、与横滚角,再经过串级 PID 对飞行器的姿态进行实时纠正,以达到稳定控制飞行器飞行的目的.但在实际应用过程中我们发现姿态传感器会存在“温漂”的问题,导致机身姿态解算发生较大的误差,经过多种方案的对比,我们发现在“初始化传感器的时候进行大量数据的空采集然后进行‘去零处理’和一系列补偿”这种方案,效果明显且较为容易通过软件算法实现.

^{*} 湖北文理学院大学生创新创业项目资助,项目编号:201610519059

通讯作者:胡安正(1965-),男,博士,教授,主要从事电子信息科学与技术教学和电子信息工程方面的研究.

4 系统软件设计

4.1 传感器软件设计

如图2所示,在本飞行器的机身上主要包括组成 AHRS 航向参考系统的姿态传感器与探测多险环境因数的多种环境传感器.考虑到 MCU 内部集成了 IIC 模块,因此在该系统中采取了 IIC 总线的通信方式,每个传感器都具有自己特定的地址码,因此可以按照标准的 IIC 通信时序对特定的传感器进行数据的读写.考虑到系统的时效性同时又兼顾 MPU 与传感器通信的稳定性,通过多次理论计算与实现模拟,最终我们确定,当 IIC 的采样频率为 100 kHz 时大致能满足我们的要求.在控制节点的设计中我们借鉴了 Ucos-ii 实时操作系统中时间片的概念,将“传感器读写操作”“姿态解算”“PID 控制环节”等功能模块在一个固定周期里分时分片单独进行,以确保各个功能模块之间不会出现相互干扰的现象,使各个功能模块充分发挥自己的作用.

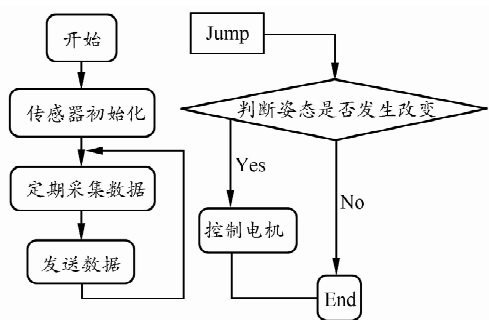


图2 程序流程框图

4.2 姿态与航向控制软件设计

在进行 MCU 初始化的时候我们会设定一个特定的控制节点以控制飞行器的航向与飞行器的姿态纠正,通过将采集回来的姿态数据解算出当前飞行器的姿态,计算出当前姿态与目标姿态之间的偏差,然后通过控制电机转速以达到纠正飞机当前姿态的目的.在此过程中需要进行庞大的数学计算,其中最主要的计算过程便是姿态解算过程,常用的姿态解算包括运动传感器自带的库功能“DMP”,与“四元数解算”,为了缩短控制节点的周期与响应时间,我

们选用了四元数解算方案,同时结合“卡尔曼滤波”使控制尽量平滑;由于该飞行器的姿态转变并非一个线性过程,现代学者认为,四轴飞行器通常可以简化为一个“二阶阻尼系统”,故开环控制不能满足我们精准控制飞行器姿态的要求,经过多种控制方案的论证与实践,我们最终采用了“串级 PID”作为飞控的主要算法,内环为 PID 控制,外环为 PI 控制,串级 PID 中,外环输入反馈是角度数据,内环输入反馈是角速度数据,通俗来讲,内环就是“控制系统”希望将飞行器以多少度每秒的速度运动,然后通过“PID 输出量”纠正过来,外环就是根据角度偏差告诉内环,你该以多少度每秒运动.这样,即使外环数据剧烈变化,飞行器的飞行效果也不会显得很僵硬.

5 结束语

四轴飞行器作为当下最热门的一种飞行器,已经在军事、抢险、娱乐、拍摄等诸多领域展现其无法取代的地位,已经越来越受到广大电子爱好者和科技型公司的关注,从高空视频录制、地理地形探测,甚至到车辆违章拍摄,都有它活跃的身影.而我们对它进行了探测能力的改造,使它能够在多险环境下执行多种探测任务,通过大量的“参数调试”与“仿真模拟”,该飞行器的抗干扰能力以及机动能力均能达到预期的要求,通过该飞行器的辅助在一定程度上能减小搜救人员的搜救风险,降低搜救成本,提高搜救效率,为处于险境中的人们增添一份获救的希望.

参考文献

- 黄志球,徐丙凤,阚双龙,等. 嵌入式机载软件安全性分析标准、方法及工具研究综述. 软件学报, 2014(02): 200~218
- 李俊,李运堂. 四旋翼飞行器的动力学建模及 PID 控制. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2012(01): 114~117
- 米培良. 四旋翼飞行器控制与实现:[学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2015
- 杜杉杉,吴昊,张继文,等. 一种面向 AHRS 的改进互补滤波融合算法. 国外电子测量技术, 2015(03): 13~18