

江苏省高等学校 大学生实践创新训练计划项目申报表

推 荐 学 校 :	(盖 章)
项 目 名 称 :	基于多旋翼飞行器的空中搜救机器人
项 目 类 型 :	<input checked="" type="checkbox"/> 重点项目 <input type="checkbox"/> 一般项目 <input type="checkbox"/> 指导项目
所属一级学科名称:	08 工学
项 目 负 责 人 :	彭尘雨
联 系 电 话 :	15601598200
指 导 教 师 :	陈 巍
联 系 电 话 :	13770966137
申 报 日 期 :	2013 年 4 月 22 日

江苏省教育厅 制

二〇一三年五月

项目名称		基于多旋翼飞行器的空中搜救机器人					
项目关键词		多旋翼飞行器、危险狭小空间、搜救勘察自主避障、多传感器信息融合、卡尔曼滤波、自适应 PID					
项目所属一级学科		08 工学					
项目类型		(✓) 重点项目 () 一般项目 () 指导项目					
项目实施时间		起始时间： 2013 年 6 月 完成时间： 2014 年 6 月					
项目简介 (100 字以内)		项目设计以多旋翼飞行器为救援勘察平台，搭载 wifi 摄像头，GPS 定位系统，并辅以嵌入式平台下的手持控制终端。基于多传感器信息融合技术、卡尔曼滤波、自适应 PID 控制算法等以达到在危险地带或狭小空间稳定飞行、自主避障。					
申请人或申请团队		姓名	年级	学号	所在院系/专业	联系电话	E-mail
	主持人	彭尘雨	2011	202110624	计算机工程学院/电子信息科学与技术	15601598200	1902863811@qq.com
	成员	魏成鑫	2011	202110630	计算机工程学院/电子信息科学与技术	15605155172	576719395@qq.com
		吕肖肖	2011	203110303	自动化学院/自动化	15601596837	614277349@qq.com
		张慧莎	2011	202110607	计算机工程学院/电子信息科学与技术	15601598236	2279760590@qq.com
指导教师	第一指导教师	姓名	陈巍		单位	工业中心	
		年龄	43		专业技术职务	副教授	
	主要成果		陈巍（1970.9），复旦大学硕士，副教授，中共党员，香港科技大学访问学者，南京工程学院电工电子实验中心主任，现为中国机器人竞赛委员会技术委员。近年来，一直从事电子信息技术相关的教学、科研工作及大学生科技竞赛指导工作。主要讲授：模拟电子技术、数字电子技术，电工技术、单片机技术及机器人控制等课程，近 5 年来主持参与完成科研基金项目 4 项、出版教材 2 部，独立或作为第一作者公开发表学术论文 10 余篇（EI 检索及中文核心多篇），指导国家级大学生竞赛获得全国冠军 5 项，亚军 3 项，季军 2 项，国家级及省级一等奖共 30 多项，二等奖 30 多项，三等奖及优胜奖若干项。指导毕业设计（论文）获江苏省三等奖，指导国家级大学生创新项目 2 项，省级大学生创新项目 2 项，结题 2 项。				

	<p>其他奖励:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2008. “精彩一堂课” 一等奖, 实训中心; 2009. “三育人” 先进个人, 南京工程学院; 院级; 2011. 教学成果一等奖, 南京工程学院、校级、1/5; 2011. 江苏省高校优秀青年教师研修计划资助、省级、2/5 2011. 江苏省优秀毕业设计(论文)三等奖指导教师, 江苏省教育厅、省级、1/1; 2012. 创先争优先进个人, 南京工程学院、校级; 2012. “教学名师培养工程” 首批优秀教学骨干, 南京工程学院、校级; 2012. 优秀毕业设计(论文)指导教师, 南京工程学院、校级; 2012. 毕业论文优秀指导教师, 南京工程学院、校级; <p>详细内容:</p> <p>专著教材:</p> <ol style="list-style-type: none"> 《数字电路实验与课程设计》. 副主编. 中国电力出版社. 2009 年 《计算机英语》. 主编. 中国电力出版社. 2010 年 <p>论文:</p> <ol style="list-style-type: none"> Designing of Solar Cell Panel Sun Chasing System [J]. Mechatronic Systems and Automation Systems. 2011 年 (12). 345-347. (EI 检索) Study on Improving Control Method of Neural Network Based on Flat System of Free Pendulum [J]. Journal of Computers. 2013 (2) (EI 检索, 已录用) Study on a Robot 3D Laser Radar Information Collection System[J]. Journal of Software. 2013 (6) (EI 检索, 已录用) 基于机器人竞赛的大学生创新能力的培养模式研究[J]. 实验室研究与探索. 2012(7) (北大中文核心) 运用单片机技术实现 GSM 网络质量监测系统的研究与开发[J]. 自动化博览. 2009 (12). 77-79 悬挂物体运动控制系统[J]. 信息与电脑. 2009 (11). 45-48 基于 MATLAB 的数字信号处理教学实验的开发[J]. 中国科教创新导刊. 2008 (22). 56-58 基于 GE-Fanuc PAC Systems RX3i 的化工厂液体混合炉的 PLC 改造[J]. 电脑知识与技术. 2008(S2)
--	---

	<p>奖励：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2009 年全国电子设计竞赛二等奖指导教师，优秀指导教师 2. 2010 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛，全国冠军指导教师（水中项目-2D 仿真） 3. 2010 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛，全国亚军指导教师（擂台赛项目-技术挑战赛） 4. 2010 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛， 全国亚军指导教师（擂台赛项目-仿人组 2v2） 5. 2010 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛，全国季军指导教师（擂台赛项目-标准 1v1） 6. 2010 年中国电脑鼠走迷宫一等奖，江苏省冠军指导教师 7. 2010 年中国机器人竞赛-机器人武术擂台赛，全国冠军指导教师（标准 1v1） 8. 2010 年中国机器人竞赛-机器人武术擂台赛，全国季军指导教师（非标 1v1） 9. 2010 年中国机器人竞赛-机器人武术擂台赛，一等奖指导教师（技术挑战赛） 10. 2010 年 TI 杯模拟电子设计竞赛江苏赛区一等奖指导教师，省优秀指导教师 11. 2010 年第一届飞兆杯电子设计竞赛特等奖指导教师 12. 2010 年指导学生毕业论文《基于嵌入式系统的无线环境监测机器人的研制》获省优秀毕业设计（论文）三等奖 13. 2011 年第二届飞兆杯电子设计竞赛一等奖，指导教师 14. 2011 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛， 全国冠军指导教师（擂台赛项目-仿人组 1V1） 15. 2011 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛， 全国冠军指导教师（擂台赛项目-仿人组标准平台 1V1） 16. 2011 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛， 全国冠军指导教师（擂台赛项目-仿人组标准平台 2V2） 17. 2011 年中国机器人竞赛及 RoBoCup 公开赛， 全国亚军指导教师（擂台赛项目-无差别组 1V1）
--	--

	<p>18. 2011 年中国水中机器人及国际邀请赛，全国亚军指导教师（仿真）</p> <p>19. 2011 年中国水中机器人及国际邀请赛，全国一、二、三等奖指导教师</p> <p>20. 2011 年第六届“飞思卡尔”杯全国大学生智能车竞赛华东赛区三等奖指导教师</p> <p>21. 2012 年中国电脑鼠走迷宫华东赛区一等奖指导教师</p> <p>22. 2012 年第三届飞兆杯电子设计竞赛一等奖指导教师</p> <p>23. 2012 年中国水中机器人竞赛一、二、三等奖指导教师</p> <p>24. 2012 年第七届“飞思卡尔”杯全国大学生智能车竞赛华东赛区二、三等奖指导教师</p> <p>25. 2012 年江苏省大学生电子设计大赛一、二等奖指导教师</p>
<p>一、申请理由（包括自身具备的知识条件、自己的特长、兴趣、已有的实践创新成果等）</p> <p>主持人获得主要实践创新成果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、2013 第十二届 MATE 国际 ROV 水下机器人大赛香港赛区亚军 2、2012 中国教育机器人大赛二等奖 3、2012 中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛舞蹈机器人大学组三等奖 4、2012 年参加校“飞兆杯”电子设计竞赛获二等奖 5、2011~2012 学年度第一学期获一等奖学金、2011~2012 学年度第二学期获二等奖学金、2012~2013 学年度第一学期获一等奖学金 6、参与 12 年校科技基金项目（基于嵌入式的远程交互控制机器人的设计）（已结题） 7、参与 12 年校科技基金项目（便携式海水淡化装置）（已结题） 8、参与 12 年省科技基金项目（基于嵌入式的防爆机器人的设计） 9、2012 年，获批一项实用新型发明专利（全方位视频传输避障小车） 10、2013 年，提交实用新型的发明专利一项，正在国家专利局受理中 11、热衷于科技创新，从大一开始就一直在学校的实验工程中心参加科技创新活动，对电子系统设计有一定的经验。已学习 MSP430 单片机，K60 单片机，XS128 单片机以及熟练掌握 Protel 99SE, DXP, Multisim, 等电路制作以及电路仿真软件的使用，VC++6.0, VS2010, CodeBlocks, IAR, Keil, CodeWarrior 等多种编译环境的使用，Matlab, Maple 等多种数字处理软件的使用。且与团队成员之间合作已久、配合默契。 <p>各成员获得主要实践创新成果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、2013 第十二届 MATE 国际 ROV 水下机器人大赛香港赛区亚军 2、2011 年中国机器人大赛暨 Robocup 公开赛全国一等奖 3、2012 年 TI 杯模拟电子系统设计竞赛荣获江苏省一等奖 4、2012 年第 7 届全国大学生飞思卡尔智能车大赛华东赛区三等奖 5、2012 年参加全国信息化核心技能大赛获得二等奖 6、各学期一等、二等奖学金若干 7、省、校项目已结题项目若干 	

二、项目方案

1、项目研究背景（国内外的研究现状及研究意义、项目已有的基础，与本项目有关的研究积累和已取得的成绩，已具备的条件，尚缺少的条件及方法等）

(1) 研究意义

北京时间 2013 年 4 月 20 日 8 时 02 分四川省雅安市芦山县(北纬 30.3,东经 103.0) 发生 7.0 级地震。震后灾区许多楼房、废墟成为危险地带，救援人员一时无法进入进行救援，针对地震中与外界隔离地区但可能存在伤员的情况，多旋翼飞行器能及时探查情况，传回视频信息，为实施救援打下基础。

多旋翼飞行器是微型飞行器的其中一种，也是一种智能机器人。最初是由航空模型爱好者自制成功，后来很多自动化厂商发现它可以用于多种用途而积极参与研制。它利用有多个旋翼作为飞行引擎来进行空中飞行，它的尺寸较小、重量较轻、适合携带和使用的无人驾驶飞行器一样能够携带一定的任务载荷，具备自主导航飞行能力。在复杂、危险的环境下完成特定的飞行任务。

(2) 国内外的研究现状

在德国，已研发了一种叫做 Microdrones GmbH MD4-200 垂直起降的微型无人飞行器。(如图 1-1)



图 1-1 德国 MD4-200 飞行器

机体采用碳塑材料，因而它兼具轻巧和高强度的特点，同时该材料也使 MD4-200 可以抗电磁干扰。其 AAHRS(高度、姿态和航向参考系统)使用了如下几种传感器：加速计、陀螺仪、磁力计、气压计、湿度计、温度计。通过使用 4 个同步无刷直驱电马达，飞行器的噪音非常小(当转速小于 2000 转/分钟，在 3 米处噪音小于 63 分贝)。选配的 GPS 系统能够实现空间位置锁定与自动航点导航功能，还可以选择以 microSD 卡作为记录器的飞行记录仪来实时记录和分析飞行数据，所有重要的飞行数据都可以下载到数据中心，包括电池状态、高度、姿态、位置、飞行时间等。MD4-200 还具有安全保护措施以避免坠毁，它能够在电量不足和失去控制信号时自主降落。目前 MD4-200 可以完成一次充电不低于 20 分钟的飞行时间。2006 年 4 月在德国上市以来，短短的 16 个月里，在欧洲已经销售了超过 250 套 MD4-200 四旋翼飞行器系统，它们被用于许多不同领域：航空摄影、空中考古、空中监视、植被调查、消防救灾、边境控制、警察、特种部队和军队等等。

2009 年 5 月 21 日，一台叫做“旋翼飞行机器人”的空中多功能自主飞行机器人在中国中科院沈阳自动化研究所研制成功，并在灾害搜救的实际测试中取得很好的效果，并已经小批量地投入生产。据相关人员介绍，较大的四轴飞行

器最长可在 4 小时中持续执行任务，并且速度可以达到每小时 100 公里，起飞时的自身重量为 120 公斤，并负担有效载荷 40 公斤；而较小一点的飞行器拥有最长 2 小时的续航时间，最大巡航速度可达每小时 70 公里，起飞时的自身重量仅仅 40 公斤，同时负担 14 公斤的有效载荷。该四轴飞行机器人由机器人学国家重点实验室历经近 4 年的时间自主研发成功，技术水平已经达到国际同期先进水平。

(3) 本项目有关的研究积累和已取得的成绩

项目组成员均是校电子创新实验室的成员，有多次大赛经验，熟悉智能车（两轮自平衡）的软硬件设计及控制，熟悉各种传感器及摄像头的使用。初步熟悉了陀螺仪、加速度传感器、大气压传感器等构成的姿态检测模块，同时辅以无线遥控模块、无线视频模块实现了飞行器的无线遥控和无线视频监控。前期在学长的指导下，已初步熟悉多旋翼飞行器工作原理。尝试制作部分能平稳起飞的小型四轴飞行器（直流电机）。为本次研究具有搜救勘察等多功能的飞行器打下基础。

[1] 陈天华,郭培源.小型无人机自主飞行控制系统的实现[J].航天控制.2006,24(5):86~90.

[2] 肖永力,张琛.微型飞行器的研究现状与关键技术[J].宇航学报.2001,22~32.

[3] 刘晓杰.基于视觉的微小型四旋翼飞行器位姿估计研究与实现[D].长春:吉林大学,2009.

[4] 刘焕晔.小型四旋翼飞行器飞行控制系统研究与设计[D].上海:上海交通大学,2009.

[5] JOEL M., MATTHEW T. Development of the Black Widow Micro Air Vehicle[R].AIAA-01-0127, 2001.

[6] WILSON J. R. MicroSAR Meets MAV [J]. Aerospace American,1999, 10(2):32-35.

(4) 已具备的条件，尚缺少的条件及方法

项目组成员以及主持人是校创新实验室的一员，能够使用实验室内的各类仪器，如信号发生器，示波器，稳压源，PCB 雕刻机，铣床等设备。并且各成员对于电路的焊接，电路的设计，都有过丰富实际操作经验，对于多种单片机有着深入的了解，有很强的学习能力以及团队协作精神。

目前因资金有限，尚缺乏对于 ARM 板的调试及实际使用，以及 GPS 模块的购买以及调试。

2、项目研究目标及主要内容

项目研究目标：

- a. 能自主悬停、垂直升降、任意角度移动、适于小空间勘察的多旋翼飞行器一台
- b. 航拍，带有网络摄像头利用 wifi 进行视频回传
- c. GPS 定位，带有 GPS 定位模块及时反馈位置信息
- d. 基于嵌入式系统的手持控制终端一台，用以发送控制信号及接收图像信息

项目的研究内容从电子系统硬件和智能控制算法入手。

电子系统硬件：

多旋翼飞行器系统中飞行控制原理研究

多旋翼飞行器系统中电机伺服系统研究
多旋翼飞行器系统中多传感器信息融合技术研究
多旋翼飞行器系统中 GPS 定位导航技术研究
智能控制算法：
基于自适应 PID 控制的机器人运动控制研究
基于 MEMS 惯性器件的机器人导航技术研究
多旋翼飞行器系统中的嵌入式控制器研究
多旋翼飞行器空中飞行姿态调整的研究
基于嵌入式的视频采集、无线传输的研究

3、项目创新特色概述

本项目主要有以下几点特色：

(1) 飞行器机动性能创新

在成本远低于同类产品时的机动性能整体提升，尤其注重其对小区域勘察飞行能力。

(2) 飞行器定位创新

除实施搜救勘察任务以外，还可以使用于航空摄影、空中监视、植被调查等领域。

(3) 飞行器功能创新

该平台为开放性平台，留有充足的扩展口方便二次开发。适应各种搜救情况，如救援、灭火、物资输送等

4、项目研究技术路线

(1) 项目的研究方法：

总体上采取理论分析，仿真检验及实际实验相结合的研究方法。在技术路线上由简单到复杂。

①通过查阅资料以及相关的工程实践改进相关技术。

②咨询相关老师获得相关方面的经验方法。

③通过具体的工程实践对探测监控设备的性能做出不断的改进与完善。

(2) 技术路线：

该项目采用了机械学、运动学、加工工艺学、先进制造技术学、材料力学、电子电工学、检测技术学、机器人学、设计学等。

(3) 实验方案：

1.四轴飞行器的飞行控制原理

本四轴搜救飞行器的动力由四个旋翼共同提供。一般情况下，只控制各个旋翼的旋转速度，而桨叶的桨矩角和旋翼轴均不变。其中旋翼轴均与机体平面垂直。为了使整个机体转矩平衡，采用正反桨设计，即对角线的两组桨相同，相邻的两个桨桨叶相反，这样正常飞行时两个桨正转两个桨反转，转矩抵消，避免飞行器打转。当然，旋转时需加大两个正桨或两个反桨来改变总的转矩，

从而改变偏航角，如图 2 所示。控制对角线上的一组桨的转速不同，使机体倾斜一个角度产生水平分力推动飞行器平移，飞行速度可以由俯仰角的大小与电机的转速来控制。

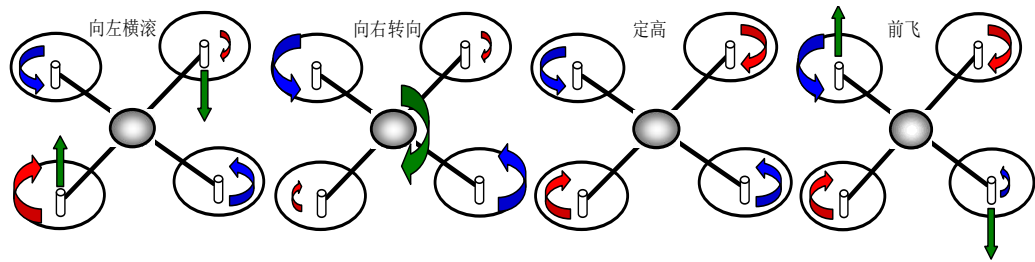


图 2 四轴飞行器的飞行原理

2.四轴飞行器的硬件系统设计

本四轴搜救飞行器的硬件系统平台主要由：旋翼电机驱动模块、姿态检测模块、无线遥控模块、手持控制终端等组成。

2.1 旋翼电机驱动模块

为了给四轴搜救飞行器提供动力，同时考虑到系统轻重量要求，通过改变电机电枢电压接通时间和通电周期的比值（即占空比）来改变平均电压的大小，从而控制电机的转速。

2.2 姿态检测模块

2.2.1 陀螺仪传感器

采集飞行器三个方向的角速率，即俯仰角速率、横滚角速率、偏航角速率，由于陀螺仪输出的是角加速度，因此在控制器中对角加速度信号进行了积分计算从而获得飞行时所偏离的角度。

2.2.2 加速度传感器

由于陀螺仪传感器具有温度漂移的现象，随着温度的升高其测量值将远离实际值。所以需要使用加速度传感器测得数据对其所测得数据进行修正与补偿。

2.2.3 超声波传感器

为了控制飞行器在房屋等小区域内的飞行高度，在系统设计过程中采用了超声波传感器。

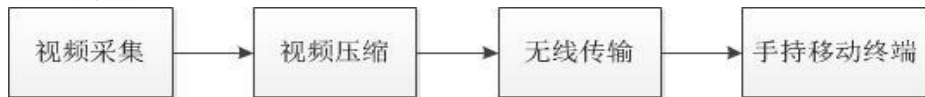
2.3 无线遥控模块

为了能够实现监控中心对四轴搜救飞行器进行远距离的无线遥控，设计中采用了 2.4G 无线传输模块，实现手工遥控。通过 2.4G 无线遥控器，来控制飞行器的飞行路线。

2.4 无线视频传输模块

当飞行器到达震后危楼内部后，为了能将现场情况及时反馈到监控中心，需要对现场进行图像采集并进行无线传输。为此，设计中采用网络摄像头，通过 wifi 从而实现监控中心的上位 PC 机对飞行器的无线远程监控。

视频传输流程:



2.5 GPS 定位模块

确定待救地点准确位置信息，及时传回地面站。

2.6 手持控制终端

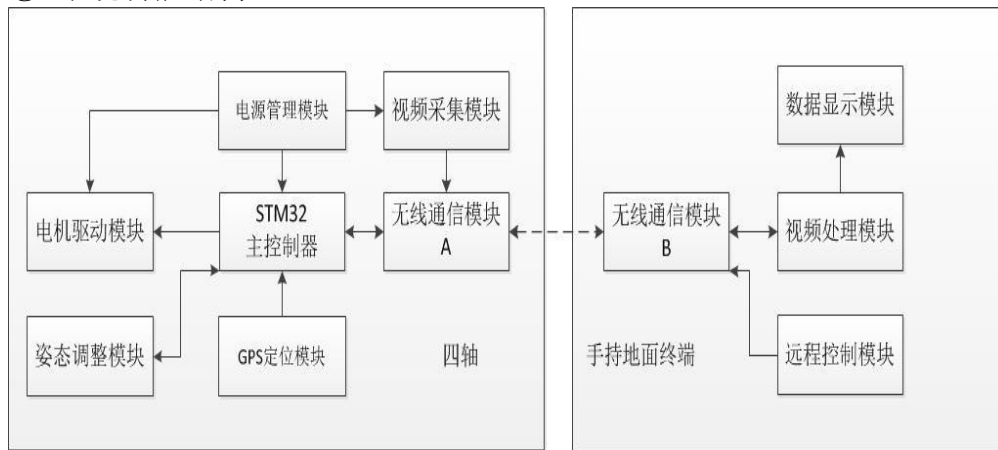
基于嵌入式系统的便携式微型控制平台

A、发送控制信号，控制飞行器探寻未知领域

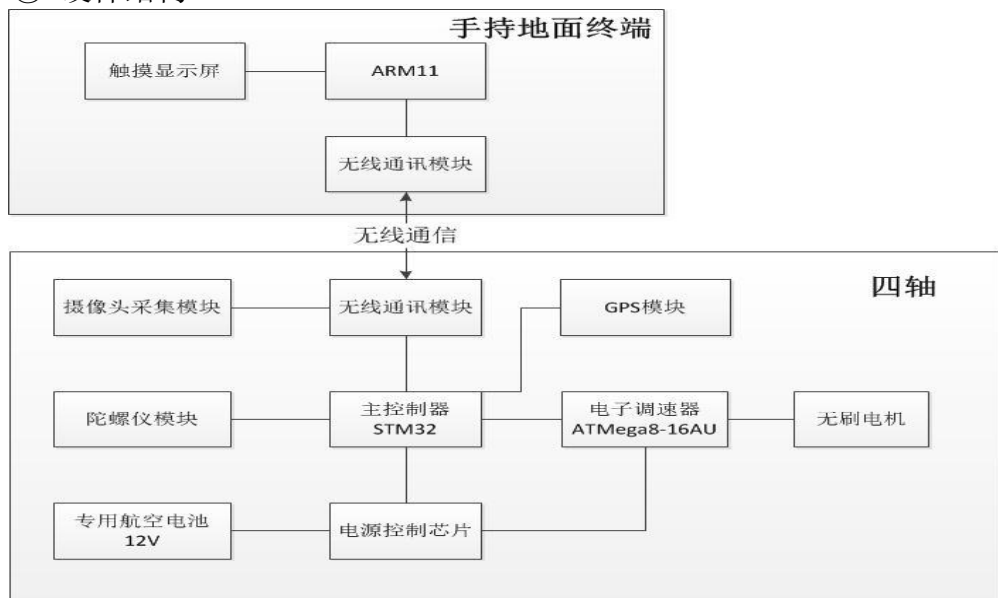
B、接收飞行器传回的位置坐标及图像信息并及时显示

(3)项目进行方案:

① 系统功能结构



② 硬件结构



5、 研究进度安排

ID	任务名称	开始时间	完成	持续时间	2013年												2014年				
					05月	06月	07月	08月	09月	10月	11月	12月	01月	02月	03月	04月	05月				
1	电子调速器的制作与调试	2013/5/1	2013/6/1	4周 4天																	
2	主控板的制作与调试	2013/5/1	2013/6/1	4周 4天																	
3	无刷电机的控制与调试	2013/6/1	2013/6/15	2周 1天																	
4	陀螺仪的调配	2013/6/1	2013/6/15	2周 1天																	
5	飞行与遥控器的调配与载重提升	2013/6/15	2013/9/1	11周 2天																	
6	无线视频回传模块的调配	2013/9/1	2013/11/1	8周 6天																	
7	GPS模块的调试	2013/9/1	2013/10/1	4周 3天																	
8	地面站的制作与通信调试	2013/11/1	2014/2/1	13周 2天																	
9	地面站回传图像的识别与调试	2014/2/1	2014/4/1	8周 4天																	
10	整体测试与调试	2014/4/1	2014/5/1	4周 3天																	

6、 项目组成员分工

姓名	项目分工
彭尘雨	硬件电路的设计与制作, 软件算法的编写
魏成鑫	硬件电路的制作, 手持终端的制作与调试
张慧莎	硬件电路的设计与制作
吕肖肖	软件算法的调试

三、学校提供条件（包括项目开展所需的实验实训情况、配套经费、相关扶持政策等）

本项目开展主要涉及到的课程包括电路、模电、数电、微机原理及接口技术、电子线路 CAD、电力电子技术等、单片机技术、C 语言、Linux 程序设计、嵌入式系统设计等。因为学生好学, 学校大力支持的缘故, 故已经具备了这方面的相关知识, 并且也经历过前期项目的设计和制作, 可以熟练使用通用的电子仪器设备和电装工具, 而且学校科技创新实验室提供各种测量（如：稳压电源、电子万用表、信号发生器、示波器等）和制作工具器械（如：线路板雕刻机、烙铁、热熔胶枪等），为本项目研究工作提供了保障。

本项目学校制订相应的规章制度予以监督和管理。学校实验室的仪器设备可供本项目开发无偿使用。

项目组学生按计划完成验收后, 将获得相应的选修学分, 所取得的科研成果还可以参加学校组织的大学生课外科技作品竞赛。

四、预期成果

1、能自主悬停、垂直升降、任意角度移动、适于小空间勘察的多旋翼飞行器一台。带有网络摄像头利用 wifi 进行视频回传、带有 GPS 定位模块及时反馈位置信息、基于嵌入式系统的手持控制终端一台，用以发送控制信号及接收图像信息。

2、技术报告书一份

3、以第一作者发表学术论文一篇

4、申请实用新型专利一项

五、经费预算

总经费（元）	20000	财政拨款（元）	10000	学校拨款（元）	10000
--------	-------	---------	-------	---------	-------

注：总经费、财政拨款、学校拨款由学校按照有关规定核定数目进行填写

具体包括：

1、调研、差旅、通讯费：1000元

2、用于项目研发的元器件、软硬件测试、小型硬件购置费等

飞行器机械结构 (测试有损耗)	3000	机械模型2套 300*2
		无刷电机2套 150*8
		电调2套 150*8
飞行器电源	1500	锂电池*4 300*4
		充电器 300*1
传感器类	2500	网络摄像头 500*1
		陀螺仪、加速度传感器 300*2
		大气压传感器 200*2
		航模遥控器 500*1
		其他 500
自主导航器件	500	GPS 定位导航芯片
电路硬件类	2000	PCB 板 300*4
		电子元器件 800
ARM 开发板	2500	ARM 开发板 1000
		核心板 400*2
		底层板 700

3、测试费：1500

4、外文资料购置费：2000

5、打印、复印、印刷等费用：500

6、论文版面费：1500

7、申请专利费：1500

<div>六、导师推荐意见</div> <div>签名:</div> <div>年 月 日</div>
<div>七、院系推荐意见</div> <div>同意推荐!</div> <div>院系负责人签名: 学院盖章:</div> <div>年 月 日</div>
<div>八、学校推荐意见:</div> <div>同意推荐!</div> <div>学校负责人签名: 学校公章</div> <div>年 月 日</div>

注：表格栏高不够可增加。