申请材料内容

1. 项目简介

基于单目视觉SLAM技术和RCNN技术，实现全自动、可无人监督、可离线作业的高压电线塔排错飞行器

1. 项目研究目的

电力行业是一种涉及国计民生的重要资源，是服务于千家万户的公用事业，调整电力供应，保证电力系统地稳步运行，对促进我国电力工业可持续发展，保持国民经济健康持续发展具有重要意义。

目前我国大部分的高压供电线路，都是穿越人烟稀少的崇山峻岭，并且为了线路安全和环境安全，高压塔的架设高度常达数十米。但当线路出现故障的时候，对其进行排错将会非常困难。首先，对于线路的断线、垂线、鸟筑巢于高压塔等问题，由于线路的布局大部分在山地，人工巡检需要更多的人员、资金和物质资源，效率非常低下。再者，如果爬上高压塔进行人工检查，高压塔的高度对于人工攀爬也十分不友好。

本项目主要针对该实际应用目的进行学术研究和实际开发，以达到替代人工巡检高压塔的目的。做到可以无需人工实时遥控即可自动训线，无需网络即可本地对异物进行识别，故对偏远山区的作业也提供良好的支持性

1. 项目研究内容

1. 使用R-CNN神经网络技术对高压塔及塔上异物进行视觉识别（如：鸟、蛇、生长的树枝等）  
2. 使用KF和EKF对GPS、IMU、视觉里程计的数据进行多数据融合  
3. 在用户给定高压塔分布的情况下，综合使用GPS数据和单目视觉图像数据，采用类SLAM技术进行自动巡线  
4. 使用GSM网络进行远程地理坐标回传  
5. 可自动评估作业时间的无人机技术，以达到最长作业时间且保证无人机的顺利返航

1. 国内外研究现状和发展动态

随着社会科技的发展，技术的进步，直升飞机巡线技术、巡线机器人技术、视频图像监控识别系统以及无人机技术发展起来。无人机巡检技术近年来发展迅速，其应用可以大大提高线路检测的工作效率。电力无人机属于一种新型的电力巡检的机械，它是一项具有许多可靠性能的开发技术，包括无线遥控技术与导航技术，可以大大改善工作环境，电力无人机具有能巡检到工人难以涉足的地方，观测范围广，能 360 度进行拍摄以及巡检程度较为深入等特点，这使之能检测很多人工巡检观察不到的死角问题，观测精度高，会避免一些人为视觉偏差引起的误差。因此，利用无人机进行高压线路电力巡检，可以有效的节省很多人力、物力以及财力，而且具有广泛的实用性以及推广性。 通过对大量国内外资料研究发现，目前对高压电力线无人机航拍图像中断线、垂线、鸟巢的目标识别检测还处于起步阶段，国外主要是对目标识别图像算法方面做了大量研究，国内主要是对简单背景下的高压电力线目标做出识别检测，理论性较强但是缺乏实际应用。

目前我国的发展状况是人工操作无人机并5G回传云处理。人工操作无人机依然需要工作人员前往现场，费时费力；而实时图传需要人工分析视频图像做出判断并标记，由于实时图传需压缩图片，使得人眼对图片纠错依旧存在问题，因此有必要研究无人机自动巡线排查线路故障的技术。

1. 研究线路及解决的主要问题

自动巡线检测无人机总体方案与系统总体结构设计:开展高压线巡检无人机需求分析、系统总体方案规划与系统结构设计;研究需求的可行方案，确定系统性能，主要包括无人机载荷，完成需求所需的硬件外设和软件算力。  
对可行方案进行设计和优化，确定实现思路。并深入分析涉及的技术领域以及关键技术问题，在已有成果上做出优化和改进，力求降低需求，提升性能和稳定性。

本项目的研究同时包括了软件和硬件两大部分，本项目采取软硬并重的研究方式，解决的主要问题如下：  
    1. 软件部分  
（1）复杂环境背景下的高压线路识别研究，力求提升现有识别方案的准确度和速度。  
（2）基于已知的高压塔坐标，结合视觉数据的无人机巡检路线规划研究。  
（3）基于R-CNN技术的高压线路异物识别技术研究。  
（4）优化算法，降低所需算力。力求尽量降低对边缘计算算力资源的需求。

（5）可在远程用户终端实时显示坐标的上位机系统  
2. 硬件部分  
（1）在保证图片清晰度和结果处理准确度前提下提升巡线速度，提升效率。  
（2）采用超声波测距原理的自动避障技术

（3）无人机的物理飞行驱动

1. 项目创新及特色

1. 相对于传统的人工操作无人机排查错误（图像回传需要压缩，作业范围短，前往成本高），该项目可做到全自动、可离线的巡线排错，作业范围相对常规模式要大  
2. 相对于云处理的巡线无人机（需要使用5G技术满足带宽需求、服务器资源开销大），该项目采用边缘计算方案，在本地即可完成图像的处理，目标的识别和路径的规划，在遇到突发情况——离线状态下，依然可以自主作业和返航

3. 该项目飞行器具有路径存储功能，在无GPS信号情况下，可以根据历史记录进行回航（陀螺仪和视觉图像为主要数据源），若有GPS信号，将自动规划最佳返航路线  
4. 该项目的通信方式，不采用5G大带宽技术，相反的退回到GSM网络（定时回传坐标），以做到最大程度的压缩成本，提高项目的可商业化性

5. 物理定位方面采用目前业界内最高精度的双模双频定位技术，精度可达到1.2m的最大误差（传统的GPS技术为5m）

1. 项目综述

本项目全名自动巡线排查线路故障无人飞行器，是为了检查高压供电线路故障的所设计一款自动无人机。

项目背景：目前我国大部分的高压供电线路，都是穿越人烟稀少的崇山峻岭，并且为了线路安全和环境安全，高压塔的架设高度常达数十米但是当线路出现故障的时候，对其进行排错将会非常困难。首先是高压塔上怀疑发生问题，需要爬上高压塔进行人工检查，而高压塔的高度对于人工攀爬十分不友好；对于线路的断线、垂线等，由于线路的布局大部分在山地，人工前往十分困难，且树木也对视觉上的辨识带来了极大的阻碍目前市面上已经出现了使用无人机检查线路，但是依旧需要人工前往操作无人机，且实时图传需要压缩图片，使得人眼对图片纠错依旧存在问题

项目方案：本项目的硬件架构，主要为飞行移动平台上搭载Intel人工智能开发板、传感器、飞行控制器等模块。软件开发上，主要使用的技术是目标识别神经网络（R-CNN）以及GPS、视觉数据融合的自动巡线技术，即时检测电线和高压塔上的树枝、鸟窝、蛇等目标。同时利用SLAM技术对线的特征提取、追踪、建模，并通过位姿解算，辅助完成对无人机的飞行控制、垂线检测、断线检测。

团队现有环境：小组工作环境为启明学院6楼电工电子创新中心，拥有配套的硬件开发环境；小组成员研究方向涉及视觉定位，拥有较为扎实的基础知识。

涉及主要学科：计算机视觉 无人机飞控 嵌入式开发 视觉传感器 神经网络

1. 项目实施方案

首先进行硬件开发环境搭建：

1. 购买无人机骨架平台、STM32核心板、Intel上位机等必要设备
2. 外设模块和总体电路布局设计，为减少重量，将双频GPS、Wifi、GSM等模块集中设计在一块PCB上，以插板的形式拼接在STM32核心板上
3. 无人机平台搭建，电源、核心板、上位机、摄像头、陀螺仪模块、超声波测距模块进行拼接搭建。

接着开始软件开发，分为4路并行的策略：

1. 一名同学负责高压塔目标识别神经网络识别
2. 两名同学负责自动巡线算法设计
3. 一名同学负责无人机物理层面飞行驱动开发，对外设计服务命令接口，接受上位机（Intel人工智能开发平台）路径规划命令
4. 一名同学负责对上位机的工作环境进行搭建，适配工作环境（Intel内置硬件人工智能加速单元），以及对双频GPS、IMU等基础外设驱动编写

在正常开发情况下（按开发难度预估）：

1. 无人机物理驱动同学最先完成工作，加入到上位机的工作环境搭建中
2. 开始对自动巡线算法进行移植，达到基本的自动巡线飞行，目标拍摄
3. 最后，全体同学一起完成神经网络移植，和系统级联调

 

1. 项目预期成果

完成实物搭建，无电源、通信错误，能够实现基本目标（如：常规飞行作业）

完成自动巡线算法开发，可按照指定路线对电线塔进行巡线飞行

完成高压塔及异物的视觉神经网络识别，以及基于视觉SLAM技术的垂线、断线识别

实物系统级别可行，可由用户选定目标巡检线路，无人机自主离线作业，作业过程中发现问题将会GSM回传错误，并且自主判断返航条件，也可用户强行发送回航命令。

若实物开发成功，则发表一篇整体系统文章，并且将改项目作为初创公司的发起项目

1. 经费预算

无人机平台：3200

STM32飞行主控：100  
intel人工智能开发板：4000  
单目摄像头：500  
陀螺仪：75  
双频GPS：70  
超声波测距：55  
合计8000