|  |  |
| --- | --- |
| 项目编号 |  |

天津市大学生创新训练计划项目申报书

|  |  |
| --- | --- |
| 学校名称： | 天津职业技术师范大学（盖章） |
| 项目名称： | 物体识别抓取四旋翼机器人智能助手 |
| 项目级别： | ■国家级 □市级 □校级 |
| 所属一级学科名称： | 工学 |
| 项目负责人： | 冯康玮 |
| 联系电话： | 13303583156 |
| 指导教师： | 丁学文 |
| 联系电话： | 13752334849 |
| 申报日期： | 2020年5月1日 |

天津市教育委员会

二○一九年十月制

填写说明

一、项目申报书要逐项认真填写，填写内容必须实事求是，表达明确严谨。空缺项要填“无”。

二、每个项目参与学生3-6人，指导教师不得超过2人。

三、“项目编号”由学校统一填写。编号规则：申报年度+高等学校代码（如：天津科技大学——10057）+3位流水号。

四、项目所属一级学科：按照《中华人民共和国学科分类与代码简表（国家标准GB/T 13745-2009）》填写。

五、项目级别为国家级、市级、校级。

六、项目期限一般为1-2年。

七、格式要求：表格中的字体采用五号宋体，单倍行距（对齐到网格）；需签字的部分由相关人员以黑色钢笔或签字笔签名。项目申报书限用A4纸双面打印，左侧装订成册。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | | | 物体识别抓取四旋翼机器人智能助手 | | | | | | | | |
| **项目所属**  **一级学科** | | | | 电子与通信技术 | | | | | **项目级别** | | 国家级 | |
| **项目总经费(元)** | | | | 20000 | | | | | **财政拨款(元)** | | 0 | |
| **申报部门** | | | | 电子工程学院 | | | | | **学校拨款(元)** | | 20000 | |
| **项目实施时间** | | | | 起始时间： 2020年5月1 完成时间：2022 年 4月30日 | | | | | | | | |
| **申请人或申请团队** |  | 姓名 | | | 年级 | | 学号 | 所在学院  /专业 | | 联系电话 | | E-mail |
| 负责人 | 冯康玮 | | | 二年级 | | 0801180132 | 电子工程学院/电子信息工程 | | 13303583156 | | 435677646@qq.com |
| 成  员 | 武旭东 | | | 二年级 | | 2018071325 | 哈尔滨工程大学/机电工程学院/机械制造及其自动化 | | 18135319516 | | 1434672004@qq.com |
| 卢晨 | | | 二年级 | | 0801180136 | 电子工程学院/电子信息工程 | | 15007050992 | | 172815541@qq.com |
| 范锦锦 | | | 二年级 | | 0801180112 | 电子工程学院/电子信息工程 | | 18195192542 | | 3485191848@qq.com |
| 陆培琪 | | | 二年级 | | 0801180107 | 电子工程学院/电子信息工程 | | 18907816055 | | 179651201@qq.com |
| 刘淼 | | | 二年级 | | 0802180239 | 电子工程学院/电子信息工程 | | 13903426405 | | 704742100@qq.com |
| **指导教师** | 第一指导教师 | | 姓名 | | | 丁学文 | | 专业技术职务 | | 副教授 | | |
| 单位 | | | 电子工程学院 | | 研究方向 | | 机器学习、机器视觉 | | |
| 联系电话 | | | 13752334849 | | E-mail | | dingxw@tute.edu.cn | | |
| 第二指导教师 | | 姓名 | | | 无 | | 专业技术职务 | | 无 | | |
| 单位 | | | 无 | | 研究方向 | | 无 | | |
| 联系电话 | | | 无 | | E-mail | | 无 | | |
| **一、项目简介**  本项目综合利用四旋翼、对象识别及机械臂等技术，进行跨平台技术创新。设计的机器人智能助手用途广泛，具有如下特点：   1. **智能化和先进性**。采用智能算法响应用户需求、自动规划路线、调整姿态和执行抓取运送任务。采用多种算法进行飞控、目标识别和机械臂控制，改进和提升空间较大。 2. **自动化和人性化**。路径规划、姿态调整和识别抓取完全自动，解决了以往类似机器人半人工控制的问题。人机交互简单，维护维修操作简便。 3. **模块化。**整体采用模块化设计，各个部件拆卸方便，易于调试维护便于功能扩展，能够根据用户需求进行服务定制，同时模块化设计有利于降低成本，提高性价比。 4. **机动性**。相比于陆地机器人，四旋翼机动性更强，能够完成更复杂的任务，且大大提高工作效率。   **二、申请理由**  首先，项目具创新性和可行性。项目使用了四旋翼飞行器来提高机器人的机动性，且无人机技术已经日渐成熟，项目成品的稳定性可以保证。在物体抓取方面，使用的是机械臂对物体进行抓取，可以完成某些无人类辅助的抓取项目。在图像识别方面，随着人工智能技术不断地优化和完善，对于物体识别的实现可以通过调用Python的相关库来实现，在现阶段的技术方面具有可行性,且库的稳定性也经过众多项目的考验，可以满足项目的要求。经过简单的市场调研，我国市面上还没有出现此类产品，故产品具有广阔的市场前景和研究价值。  其次，小组成员在专业知识和能力上可以承担本次项目。小组成员均为本科二年级的学生，完成了大学的基础数学：高等数学、线性代数、概率论、复变函数等相关知识的学习，对于相关的技术文档有阅读能力。也完成了对于专业基础课，如电路分析基础、数字电路、模拟电路、信号与系统的修习，具有扎实的电路理论设计基础。组内成员中对于电路设计软件，如Altium-  Designer19 ，电路仿真软件Multisim可以较熟练运用，具有绘制PCB板的硬件电路设计能力。在编程方面已经完成了C语言及数据结构的学习，自学了单片机等嵌入式系统开发知识。同时项目组部分成员在“智能交通监控实验室”对实验室的无人机以及机器人等进行过系统的学习和深入研究，掌握了嵌入式芯片开发和各种传感器模块的使用，掌握了常用的自动控制算法、飞控算法和图像处理算法库的调用和优化，了解了python人工智能算法编程的大致流程。组内成员中有过项目开发经验，具备项目所需要的微控制器、算法的应用能力。  **三、项目方案**  **1、项目研究背景**  近年来随着人类社会的发展，技术使人们的生活。新兴技术的应用对于社会生产力的提升是巨大的，而无人机技术的应用可以使人的生产生活效率大大提高。目前，无人机技术在日常生活中多见于航拍等场合。某些公司推出的无人机送货服务也均是基于有人类辅助完成的前提下。而本项目运用图像处理技术对物体进行识别抓取，弥补了同等功能陆地机器人助手活动性差的缺点，又采用机械臂解决了其他无人机服务机器人无法独立完成任务的问题。这里例举亚马逊公司的四旋翼送货机器人，此机器人在装载货物和送货时均需要人工进行货物的装载和卸货，而本项目中机器人可自动进行目标物品的识别抓取，再通过人脸识别确定收货人身份后自主卸货，极大的优化了装卸方案，节省了时间人力成本。本项目的研究成果可应用于个人家用，也可用于企业服务，具有良好的市场前景。   1. **项目研究目标及主要内容**   **研究目标：**  （1）基于自主设计的四旋翼飞行器和图像识别，设计一款高效率的可以自动识别抓取物体的四旋翼机器人智能助手。  （2）优化飞行控制器的硬件设计和算法设计，保证飞行稳定性。  （3）对机械臂进行仿真开发和机械结构的设计，以达成能对目标物体较准确而稳定的抓取。  （4）对图像处理模块进行开发，以实现对于抓取物的准确识别。  （5）对整体功能进行联调，在单个完成功能后需要对项目功能进行整合，优化各模块代码之间的耦合。  **研究内容：**  （1）在飞行器稳定性方面。首先要解决四旋翼飞行控制器的硬件电路设计，保障系统长期运行的稳定性。例如在飞控硬件电路设计的电源方面采用集中的电源管理模块进行系统的充放电管理。其次是软件部分的开发与调试，需要用到PID算法，故需要借助仿真工具对其进行仿真调参，保证系统在运行时候的平稳与姿态改变的响应速度。 | | | | | | | | | | | | |
| （2）在机械臂抓取准确性和稳定性方面。这里主要解决的就是其机械结构如何优化从而实现对物体抓取的牢固度最大化，以及通过MatLab仿真的方式对机械臂自由度的调试开发。  （3）为解决图像识别准确性问题上，此环节主要的研究内容就是在有限的嵌入式微处理器资源下进行数据集的处理，再基于成熟的OpenCV库，最大化优化代码，增加物体识别的可靠性和准确性。  **3、项目创新特色概述**  （1）项目使用四旋翼无人机进行机动，相比于市面上的陆地机器人机动性更强，速度更快，可以完成更复杂的任务。  （2）项目使用图像识别和机械臂来实现对于物体的识别抓取，实现任务的无人辅助化。相比于现在已有的类似功能四旋翼来说更具有独立性，自动化程度更高。  （3）采用主—从控制器分布式控制架构，由主飞行控制器对系统整体运行逻辑进行控制，单独的高算力视觉控制器进行图像处理减轻主控制器的运算压力，保证了系统的响应速度和低时延。并通过板级通讯协议进行模块间的通讯，采取一定的滤波算法减轻信息传输时系统运行的噪声对系统的影响。  （4）算法上采用的MPU6050官方的DMP解算算法，配合Kalman Filer对处在连续变化中的系统状态进行位置的预测，从而有效减小环境噪声对系统的影响。PID算法对系统姿态进行优化控制，保证飞行器飞行过程中的稳定。   1. **项目研究技术路线** 2. 硬件电路设计     图1 项目硬件电路设计框图   1. 主控制器   项目计划以STM32F407VGT6作为四旋翼飞行控制器的主控，该单片机是基于ARM架构Cortex—M4的32位处理器。其主频可以达到168MHZ，M4内核具有浮点运算单元（FPU），支持所有的ARM单精度数据处理指令和数据类型。具有片上资源丰富，运算速度强劲等特点，可以满足项目的需要。   1. 电源管理   项目拟采用航模电池对系统进行供电，使用电源管理模块对输入电压进行降压，使系统中各个器件能够正常的工作。其中采用电源管理模块可以起到良好明确的电源管理作用，其输出电压波纹小系统更加稳定。   1. 动力系统   拟采用四旋翼专用的无刷电调来驱动空心杯电机，可通过软件的方式实现当电压低于保护阈值时电调自动降低输出功率。同时具有欠压保护，过压保护，过热保护等诸多的电路保护功能。  表1 电机参数表   |  |  | | --- | --- | | 输出能力 | 持续电流12AE，短时电流15A（不超过10s） | | 电源输入 | 2—3节锂电池组 | | BEC输出 | 5V@2A（线性稳压模式） | | 最高转速 | 12极马达35000转/分种 |  1. 通讯模块   拟采用nRF24L01对四旋翼进行远程的控制，此模块是由Nordic公司研发，工作在2.4GHZ  ~2.5GHz的ISM频段的无线收发芯片。具有抗干扰能力强，传输距离远的特点；更具有低功耗，低成本，便于开发的特点。通过该模块可以与上位机通信来实现对于系统的控制。   1. 姿态位置检测   拟使用MPU6050姿态检测模块和AK8975/C， MPU6050是一款9轴运动处理传感器。它集成了3轴MEMS陀螺仪， 3轴MEMS加速度计，以及一个可扩展的数字运动处理器DMP，可用I2C接口连接一个第三方的数字传感器，比如磁力计。扩展之后就可以通过其I2C接口输出一个9轴的信号。 AK8975/C是一种地磁电子罗盘传感器，霍尔元件的一种应用，集成了加速度计、磁力计、 A\D转换器。因为其成本低、功耗小、性能高，被广泛的运用于低成本罗盘和GPS。AK8975/C集成了多个磁传感器来感应地球南北极的磁场强弱的变化，并把磁场强弱的变化运用A\D转换器来反馈到X、 Y、 Z轴上，这些变化可以给四旋翼提供航向角、俯仰角和横滚角，来确定四旋翼的姿态。再配合使用陀螺仪和电机就可以改变四旋翼的飞行姿态了。   1. 视觉识别从处理模块   项目计划使用OpenMV完成对物体识别的任务，OpenMV是一个开源且低成本、功能强大的机器视觉模块。以STM32H743处理器为核心，集成了OV7725摄像头，在小巧的硬件模块上，用C/C++语言高效地实现了核心机器视觉算法Python解释器的内嵌。可以用Python语言使用OpenMV提供的机器视觉功能，OpenMV上的机器视觉算法包括寻找色块、人脸检测、眼球跟踪、边缘检测、标志跟踪等。可以用来实现非法入侵检测、产品的残次品筛选、跟踪固定的标记物等。使用者仅需要写一些简单的Python代码，即可轻松的完成各种机器视觉相关的任务。   1. 机械臂系统   项目计划使用STM32F103对机械臂进行单独的控制，并与主处理器进行通信。该机械臂具有四自由度，可以相对灵活的对目标进行抓取。通过Matlab对机械臂进行仿真后确定控制算法。机械臂采用四组MG995舵机进行各关节自由度的实现。 | | | | | | | | | | | | |
| （2）算法设计    图2 算法设计框图   1. DMP姿态控制算法   项目拟采用DMP姿态控制算法来对四旋翼飞行器进行姿态控制。通过对运动传感器芯片中DMP（运动检测）单元数据的读取，对数据进行四元数解算的方法来计算出欧拉角。计算出的欧拉角可以用于对于四旋翼飞行器飞行姿态的检测，从而为PID算法提供参数，PID使用的是单环增量式控制，其中反馈的角度就是通过传感器测量出的角度，进而参与到整个姿态控制算法中。   1. 卡尔曼滤波算法   卡尔曼滤波（Kalman filter）是一种高效率的递归滤波器（自回归滤波器），它能够从一系列的不完全及包含噪声的测量中，估计动态系统的状态。卡尔曼滤波会根据各测量量在不同时间下的值，考虑各时间下的联合分布，再产生对未知变数的估计，因此会比只以单一测量为基础的估计方式要准。故运用在四旋翼这种连续运动的系统中具有重要意义。其可以消除由于四旋翼运动产生的噪声，进而避免误差的积累。对优化系统的稳定性具有重要的作用。   1. PID自动控制算法   系统你使用单环增量式PD对系统进行控制，通过上位机给定的期望值对四旋翼的高度和姿态进行稳定控制，从而实现四旋翼运动状态的有效控制。使用PID算法可以有效的增加对整个系统控制的灵活性和准确性。 | | | | | | | | | | | | |

|  |
| --- |
| 图3 PID控制流程图  （3）调试工具及上位机  1）硬件电路设计工具Altium Designer19  2）硬件电路仿真工具Multisim12.0  3）嵌入式编程工具Clion+STM32CubeMax  4）机器人运动姿态仿真工具MatLab2014a  5）机械机构及外观设计SoildWork  6) 四旋翼飞行地面站调试上位机  7）PID串口波形显示上位机   1. **研究进度安排** 2. **阶段一：**2020年5月——2020年8月 项目相关资料收集，基础性知识查阅学习，飞行主控制器硬件电路设计准备，元器件耗材购买。 3. **阶段二：**2020年9月——2021年1月 完成主控制器硬件电路的绘制，对PCB打样并测试。开始进行软件算法的编写和调试。 4. **阶段三：**2021年2月——2021年4月 基本完成软件的编写，进行飞行器姿态优化调试和PID参数调试整定，确定其最佳状态。 5. **阶段四：**2021年5月下旬——2021年9月 加入视觉处理模块，编写视觉处理方面所需算法，并与主控制器进行通信和联合调试，确定软件接口的稳定性。 6. **阶段五：**2021年10月——2022年12月 设计机械臂的机械结构和电控硬件部分，并通过软件对其仿真优化。并编写相关驱动程序和软硬件通信接口API，方便与主控制器通信。 7. **阶段六：**2022年1月——2022年4月上旬 加入机械臂模块，实现整个系统逻辑的联调并根据既定功能编写功能性程序算法。同时对系统进行测试和优化。撰写并发表论文。 8. **阶段七：**2022年4月——2022年5月 为产品设计机械外观并对实验参数进行整理和数据的可视化处理，着手编写产品功能说明书和相关结题文件，准备结题。   **6、项目组成员分工**  冯康玮，项目负责人，主要负责项目的总体方案设计，硬件电路设计，软件总体算法架构，各模块功能仿真调试，实验参数记录。负责论文撰写。  武旭东，项目成员，主要负责项目的机械臂机械结构设计与仿真，产品外壳的设计。机械方面实验参数的记录。辅助论文撰写。  刘淼，项目成员，主要负责日常资料的整理，负责飞控电源硬件电路的仿真和调试，硬件实验数据文档的编写整理。辅助论文撰写。  范锦锦，项目成员，负责飞控PID算法的调试和参数整定，辅助机械外壳的设计，元器件等耗材购买和报销材料的收集整理。辅助论文算法整定方面撰写。  卢晨：项目成员，负责硬件电路测试和优化，辅助对实验各项材料、产品说明书和相关操作性文档的整理。辅助论文撰写。  陆培琪：项目成员，辅助机械臂系统的物理建模仿真和算法的调试，辅助记录预算花费，整理结题材料。辅助论文撰写。 |

|  |
| --- |
| **四、预期成果**  1、智能物体识别抓取四旋翼机器人助手实物作品一件。  2、发表论文一篇。 |
| **五、经费预算**  出版/文献/信息传播/知识产权费用 4000  材料费、耗材费 10000  加工制作费 6000  合计 20000 |

|  |
| --- |
| **六、项目负责人承诺：**  我保证填报内容的真实性。如果获得资助，我与本项目组成员将严格遵守学校的有关规定，认真开展项目工作，按时报送有关材料，按时结题。  负责人签名：  年 月 日 |
| **六、导师推荐意见**  签名：  年 月 日 |
| **七、部门意见（项目所在部门）**  部门负责人签名： （学院盖章）  年 月 日 |
| **八、学校推荐意见**  学校负责人签名： （学校公章）  年 月 日 |

注：表格栏高不够可增加。