河北大学

大学生创新创业训练计划项目中期检查表

项 目 类 型：☑创新训练□创业训练□创业实践

学 院 名 称： 网络空间安全与计算机学院

项 目 名 称：基于小波域ResNet神经网络的中药饮片识别系统研究

指 导 教 师： 崔振超

项目负责人： 张晨

年 级 专 业： 2021级人工智能

联 系 电 话： 18706250426

河北大学创新创业指导中心制表

**申请者的承诺：**

**我承诺对本人填写的各项内容的真实性负责，保证没有知识产权争议。如获准立项，我承诺以本表为有约束力的协议，遵守学校的相关规定，按计划认真开展研究和实践工作，取得预期成果。河北大学有权使用本项目所有数据和资料。**

**申请人签字：张晨**

**2023年6月12日**

**说 明**

1. **申请人要真实无误的填写各项内容，表达明确严谨，简明扼要。**
2. **在所属项目类型前打“√”。**

**3、本表可根据需要进行扩展。**

**4、表格中的字体为小四号仿宋体，1.5倍行距；需签字部分由相关人员以黑色钢笔或水笔签名。均用A4 纸双面打印，于左侧装订成册。**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **一、项目基本情况** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **项目名称** | | | **基于小波域ResNet神经网络的中药饮片识别系统研究** | | | | | | | | | | | | | |
| **项目起止时间** | | | **2023.1-2024.6** | | | | | | | | | | | | | |
| **负责人** | | | **姓 名** | | | | **张晨** | | | **学 号** | | | | **20211205068** | | |
| **性 别** | | | | **男** | | | **学 院** | | | | **网络空间安全与计算机学院** | | |
| **联系电话** | | | | **18706250426** | | | **年 级** | | | | **2021级** | | |
| **E-mail** | | | | **2214891127@qq.com** | | | | | | | | | |
| **项目选题来源** | | | | | | | **□学生自选，学生的积累和兴趣**  **□学生自选，教师的科研项目**  **☑教师帮选，教师的科研项目** | | | | | | | | | |
| **项目主要参与人员名单** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **学号** | **姓名** | | | | **手机号** | | | | **所学专业** | | | **项目研究中**  **承担的主要任务** | | | | **本人签名** |
| **20211205068** | **张晨** | | | | **18706250426** | | | | **人工智能** | | | **饮片识别算法、硬件采集系统的设计** | | | | **张晨** |
| **20211205040** | **赵文熙** | | | | **15530342281** | | | | **人工智能** | | | **检测仓模型的设计以及算法的植入** | | | | **赵文熙** |
| **20211205004** | **徐金阳** | | | | **13011900167** | | | | **人工智能** | | | **硬件、算法改进方向的提出** | | | | **徐金阳** |
| **20211205010** | **李嘉文** | | | | **19331262454** | | | | **人工智能** | | | **数据增强和数据的标注** | | | | **李嘉文** |
| **20221205069** | **黄煦民** | | | | **13218018070** | | | | **人工智能** | | | **中药饮片数据的收集** | | | | **黄煦民** |
| **项目指导教师情况** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **姓 名** | **性别** | **年龄** | | **职称** | | **职务** | | **所在院系或研究机构** | | | **联系电话** | | **手机** | | **E-mail** | |
| **崔振超** | **男** | **40** | | **讲师** | | **无** | | **网络空间安全与计算机学院** | | | **17332136868** | | **17332136868** | | **cuizhenchao320@163.com** | |
|  |  |  | |  | |  | |  | | |  | |  | |  | |

|  |
| --- |
| **项目特色与创新点：**  **项目特色：**  特点表现在：  （1）项目具有较高的集成度及完善度：项目所研究系统包括封闭的图像采集环境、独立的光照系统、合理的图像采集背景、专为中药识别开发的识别算法及大批量的饮片图像数据作为训练集等内容。并且，该系统不仅能够进行对中药饮片数据的实时识别，还能够对数据进行保存和识别算法的训练。可见，项目具有较高的集成度，并具有较强的完善度。  （2）系统实用性强灵活度高：项目设计系统是一种小型封闭式手持型中药识别设备。该设备对应用环境要求低，可实现在不同天气、时间下进行工作。并且由于硬件系统能够利用电池驱动，该系统能够完全脱离电源进行工作，实现便捷性的最大化。可见系统具有较强的实用性及灵活度。  **创新点：**  **1、具有自主知识产权的中药饮片识别硬件系统**  项目所设计的硬件系统根据常见中药饮片特点进行设计。系统完全由项目组设计，具有完全的知识产权。根据中药饮片纹理、颜色及大小特点，项目组设计识别系统的硬件基础。硬件系统主要包括图像采集环境、图像采集背景、独立光源设计、无畸变摄像头的选择，计算及存储设备的选取等。  **2、面向中药饮片基于小波域下ResNet的识别算法**  目前深度学习中卷积神经网络（Convolutional Neural Networks,CNN）的应用及研究最为丰富。然而，在CNN中，全局性信息的提取需要多层网络的叠加。但是这对计算力弱的边缘设备最为不利。在该项目中，中药饮片的纹理特征又是一种全局性的重要特征，其对分类的判断具有重要价值。为了利用边缘设备得到完整的全局性特征，我们创新性地将CNN和小波分析结合到一起。利用小波分析得到全局性特征，然后利用CNN得到重要的识别特征，最终得到分类结果。团队将使用ResNet50作为主干网络，用于提取中药饮片的纹理特征进行训练。 |
| **项目简介：**  计算机辅助中药识别、鉴别、道地产区鉴定以及分级是中药发展的主要方向之一。本项目以分类为目标，实现集合软硬件的中药识别系统。该系统以英伟达Jetson Nano为硬件系统，搭载无畸变摄像头及独立光源系统，实现了一套封闭式中药采集环境。系统拟采用百度开发的Paddle深度学习框架，实现基于ResNet主干网络，基于饮片局部特征的自动识别算法。项目组旨在以饮片识别为先导，最终实现集中药识别、鉴别、产区鉴定及分级为目标的完善计算机辅助系统。 |
| **项目基础**   1. **团队情况介绍**   团队由多位人工智能系学生组成，指导老师系学院人工智能副主任，能从专业角度指导团队成员。团队成员沟通协作能力较强，专业知识过硬，学习刻苦，以下是各个团队成员的简介。  **张晨**  2021级人工智能系学生，曾获2021年大学生创新创业训练校级，2023年中国计算机设计大赛省级三等奖，校二等奖学金，参加过挑战杯，互联网+等比赛，具有丰富的比赛经验，平时学习刻苦认真，团队协作沟通能力强。  **徐金阳**  学习认真，成绩优秀，获得过三好学生，优秀团员，一等奖学金;积极参加志愿活动，累积有效志愿时长24小时;任院学生会学术科技部部长，曾组织算法分享会，推免交流会，大创分享会，挑战杯经验座谈会等会议，工作上尽职尽责，组织进行了保研交流会等活动;任宿舍长，生活上自律认真。  **赵文熙**  任2021级人工智能二班团支书，组织过多次团日活动；曾担任河北大学火种节队长并获得优秀奖，曾参加调研河北并获得省级二等奖。有较好的组织协调能力；学习认真，刻苦，在上一学年的必修绩点成绩为4.0149(班级排名1/40,专业排名第二,在本学年获得一等优秀学生奖学金；积极参加文体和社会实践活动，在大一暑假作为组长组织进行了暑期社会实践活动并成功结项，有较强的的责任感。  **李嘉文**  21级人工智能二班学委，在校组织及院学生会任职，多次参与组织校级活动，参加火种节获团队奖，调研河北获省二奖，曾参加2021大创和互联网＋。  **黄煦民**  22级人工智能系学生，做事认真负责，学有余力，有一定组织能力。   1. **项目研究背景**   近年来，受到我国国民经济发展与社会财富积累增速加快的影响，人们对自己的身体健康也越来越重视，更多的人选择通过服用中草药来治疗疾病，改善体质。我国的中药材行业在这一段时间内也迎来了蓬勃的发展，如图1所示。    **图1 中药饮片市场运行情况**  除人民群众更多使用中草药外，国家也正开展中医药振兴发展策略：2022年3月，国务院办公厅印发《“十四五”中医药发展规划》（以下简称《规划》），这是首个以国务院办公厅名义印发的中医药五年规划。规划中，明确指出推动中药产业高质量发展的目标。为完成任务，规划中也指出需要加强中药安全监管。提升药片检验机构的中药质量评价能力，建立健全中药质量全链条安全监管机制，建设中药外源性有害残留检测体系。加强中药饮片源头监管，严厉打击生产销售假劣中药饮片、中成药等违法违规行为。建立中成药检测、预警、应急、找回、撤市、淘汰的风险管理长效机制。加强中药说明书和标签管理，提升说明书临床使用指导效果。规划设置多个专栏，其中包括中药质量提升工程和中医药支撑保障建设专栏，如图2、3所示。  IMG_256  **图2 中药质量提升工程**  IMG_256  **图3 中医药支撑保障建设**  作为中药饮片源头之一的众多药品厂，虽然饮片合格率逐年上升，但相对于其他药品，中药材与中药饮片不合格率依然较高，突出问题在于中药饮片存在混伪代用、掺伪、染色、增重、含量测定不合格，有害物质残留等质量问题。通过调查发现，生产企业呈小、散、多形式，由于中药饮片质量标准体系未完全完善，导致众多饮片无法按照既定规则生产，无法避免生产劣质饮片。同时日常监管中，对中药材产地初加工管理薄弱。中药材产地初加工历史悠久，现实却是中药材产业链条中最薄弱的环节。  传统的工厂，在饮片生产完成之后，通过人工检测的方式进行分装处理，如图4所示，具有很强的主观性同时也耗费大量人力。  IMG_256  **图4 饮片生产主要流程**  中药材作为中医健康养生体系的重要组成部分，中药材种类纷繁复杂，如图5所示，普通人对中药材的辨识知识比较匮乏，这可能会导致误用等不良操作。如象山一男子因误服过量中药附子导致中毒，命悬一线；昆明8人因吃草乌中毒，2人身亡；某男子误将草乌认为是可以治疗腰伤的草药，最后中毒身亡等等。这些误服中药饮片的案例让我们痛心疾首。  IMG_256  **图5 中药饮片种类繁多**  这样的背景下，一方面需要加快中药饮片安全检测的落实，另一方面也需要提高大众对常见中药饮片的认识。  自2006年，深度学习被提出以来，在文本、语音、图像等信息载体的智能应用领域取得巨大的进步。  以往的人工智能学者使用YOLOv5进行中药的检测识别，如图6所示，也有借助光谱图分析进行中药材的分类，如图7所示。但这依托于高精度的设备、强大的算力并且没有配套的硬件采集系统，因此无法得到广泛应用。    **图6董苗苗等人使用改进YOLO5进行饮片的识别**    **图7 借助光谱图进行中药材的鉴别**  目前，中药识别系统尚未达到成熟。如果引用深度学习技术实现集饮片的传输、识别、分类、有毒预警为一体的智能化中药饮片识别，一方面将大大减轻中药饮片工厂分类鉴别的压力，另一方面将其应用于安卓端也将减轻人们误服有毒饮片的概率。   1. **项目内容**   我们的项目整体上可以分为两大部分，如图8所示：硬件采集系统和识别算法设计。    **图8 项目组成**   1. 硬件采集系统   该系统分为外观设计、内部设计、硬件选择。  外观设计采用正方体的结构，方便与摄像头、灯泡、传输带等硬件相结合。  内部设计采用封闭设计模式，提供独立光源，排除外部光线、温度等环境因素的影响。并设计一个专门用于装载中药饮片的检测盒，检测盒综合考虑光线汇聚、反射、存储药材体积、摄像头焦距、饮片上表面面积、背景颜色、常见饮片颜色、镜面反射漫反射问题等因素，如图9所示，团队通过数学推导，从棱台、圆台、半球、倒圆锥、椭球体中，暂时选择了棱台作为检测盒的形状，同时搭配黑色底色。  硬件选择英伟达的JetsonNano套件，如图10所示，搭配无畸变的摄像头，如图11所示，和USB接口灯泡,如图12所示，进行采集工作。  IMG_256  **图10 JetsonNano**    **图11 无畸变摄像头**    **图12 USB接口灯泡**   1. 识别算法设计     **图13 ResNet解决退化问题**    **图14 服务端各模型性能对比**    **图15 小波神经网络示意图**  算法的设计采用ResNet为主干网络，现有的深度学习算法中ResNet主干网络在识别领域应用较广泛。  作为卷积神经网络（Convolutional Neural Networks,CNN）的代表，ResNet具有解决网络退化问题的能力，如图13所示。  同时经过各网络在服务端性能的对比，如图14所示，ResNet系列网络具有速度快、准确度高等特点，适合JetsonNano等边缘智能设备。  饮片本身的纹理属性较强，纹理是中药识别的重要特征。因此将纹理特征引入ResNet主干网络以提升其识别性能是本项目重点研究内容之一。  但传统的单模型卷积神经网络在识别中药饮片图像时，从整张图像出发，对重要区域聚焦程度不足，易受背景图像的影响，对中药饮片的关键特征提取效率较低。同时作为黑盒模型的卷积神经网络，其在特征提取的过程中具有无法解释等问题。  因此项目组将引入小波分析，将已经提取到的饮片先验特征与传统的深度神经网络相结合，如图15所示，形成一种专门用于中药饮片识别的算法。  **4、项目研究的意义**  完成系统将带来各方各面的益处：   1. 人民健康角度   成功引入深度学习技术实现智能化的中药识别，将有效减少中药材的错误使用，同时将有助于人们使用中草药治疗疾病以及改善体质。   1. 科学研究角度   从科学研究角度出发，我们实现了封闭的小物体的识别与分类，可以对其他的小物体识别带来启发。   1. 经济效益角度   从经济效益角度出发，完成系统，将其用于工业生产流程，可以大大减轻人工检测压力，从而带动中药材产业的发展，该领域具有较强的市场空间。  **5、可行性论证**  **（1）具有丰富的知识储备**  第一，项目组前期对硬件、摄像设备做了详细的调查研究，认真分析了市场现有的设备。总结得到现选的设备符合项目需求。  第二，项目组对识别算法做了认真学习，初步实现了基于ResNet的物体识别算法，并取得了不错的识别精度。   1. **具有一定的数据支持**   为了实现对算法的训练及预测，项目组已经做了部分中药饮片数据采集，包括10种中药：橘红、枸杞、甘草片、参片、黄芪、菊花、当归、金银花、三七花、西洋参。每种饮片具有200幅图片的数据，共计2000幅中药饮片数据。  **（3）团队组成合理**  指导老师为学院人工智能系教师，可以从专业角度对团队提供指导。团队成员学有余力，具有足够的课余时间完成项目。团队分工合理，队员们各司其职，有专门开发设计算法的，有专门采集数据的，也有专门搭建硬件设施的。 |
| **三、项目实施**  **1.研究思路**  C:/Users/22148/AppData/Local/Temp/wps.bmxVNgwps  **图16 研究框架**  **图17 已完成的研究流程**C:/Users/22148/AppData/Local/Temp/wpp.hjQJoOwpp  从现实情景出发，误服中药是致命的。  团队的研究大体分为两部分：  第一部分为硬件采集系统，主要实现对中药饮片的采集功能。设计专门用来采集饮片图像的检测仓，采集设备使用英伟达的JetsonNano套件配上无畸变摄像头，照明系统使用独立光源，内部设计使用纯黑底色，解决因为光线反射而出现的问题，在内部区域营造唯一的高亮区域。  第二部分为识别算法设计，团队以ResNet网络为主干，自主创建数据集，引入中药饮片的纹理特征并结合小波分析，提升识别的精度，项目组共同思考算法的设计，并分工进行代码的编写。  **2.实施目的**  项目拟创建一个集硬件采集、识别算法为一体的相对完善的便携式中药饮片识别系统，以实现对中药饮片的自动识别和分类。该系统是计算机辅助中药材识别、真伪鉴定、道地产区鉴定、等级分级等功能的先导。  **3、拟解决的关键问题**  **（1）封闭式采集环境设计**  药材的数据采集环境不仅影响了用户使用的体验，而且还严重影响识别精度。为了排除这些影响，项目组拟设计一种封闭式数据采集环境。  项目组需要对采集空间结构、背景颜色及纹理、独立光源配置等内容进行合理配置，以保证使用的便捷性及图像数据采集的稳定性和准确性。  **（2）基于小波域ResNet网络的中药饮片识别算法设计**  IMG_256  图18 人工神经元    **图19 小波函数一般形式**    **图20 小波变换示意图**  目前以ResNet为代表的CNN深度神经网络，均在时域下进行卷积、池化等操作如图18所示，而使用小波函数，如图18所示，进行小波变换，如图20，所示可将图像数据转化为小波域下。可见时域与频域下不能直接进行融合操作。因此在ResNet网络融合小波操作，形成能够利用小波域的全局信息的ResNet网络结构是项目亟待解决的科学问题之一。  **4、主要研究方法**  **（1）文献研究方法**  团队将利用图书馆、知网等数据库查询相关论文期刊，同时将结合CSDN、掘金等著名交流讨论社区的博客进行研究，积极吸收优秀作者的观点，并最终推陈出新。  **（2）实地取材拍摄，测试模型**  系统搭建完成之后，团队将利用Nano套件实地拍摄中药并进行分类的测试。  **（3）交流讨论**  每过一段时间，团队成员将组织内部讨论，共享收集到的资料并报告算法开发的进度。  **（4）网络资源结合书籍研究**  团队成员将以书籍为主，结合网络资源进行学习和研究。 |
| **四、项目发展进度**  **1、3D模型**  团队已使用CAD等工具进行了3D建模【21】，并联系商家，进行了3D打印【22】，已经获得检测仓的实物模型。    **图21 3D建模 图22 3D打印实物**  **2、硬件采集系统**  团队将打印出的3D模型和摄像头、USB灯泡等设备组装在一起，已经可以使用硬件采集系统对饮片进行采集工作。    **图23 摄像头 图24 USB灯泡 图25 检测盒**   1. **ResNet50网络**   团队使用迁移学习策略，获得在ImageNet上训练好的ResNet50层网络，已经训练出可用于中药饮片识别的ResNet50层网络。  IMG_256IMG_256  **图26 第一阶段训练训练集损失变化 图27 第一阶段训练验证集损失值变化**    **图28 第二阶段训练训练集损失变化 图29 第二阶段训练验证集损失值变化**   1. **饮片数据集**   团队购置了10种中药饮片：橘红、枸杞、甘草片、参片、黄芪、菊花、当归、金银花、三七花、西洋参。使用硬件采集系统进行了图像采集工作，制作了数据集。      **图30 饮片数据节选**   1. **训练完成后的饮片识别模型**   团队已经使用设计好的AI识别算法在饮片数据集上进行训练，并使用训练好的模型进行了预测工作，识别精度在90%以上。    **图31 使用模型进行饮片分类**   1. **饮片轮廓特征提取工作**   团队已经使用OpenCV等工具，对图像进行平滑处理、二值化等工作，提取到了饮片的轮廓特征。    **图32 常见中药饮片的形状特征**   1. **网盘资源**   整个项目已上传百度网盘，热烈欢迎各位老师一起探索研究！  链接：https://pan.baidu.com/s/1NWOrjYCEaVLh15aQt\_WLQA  提取码：5727 |
| 1. **下一阶段项目计划** 2. 完善系统，组合软硬件 3. 改进算法，提升精度 4. 改进硬件，优化采集环境 5. 采集更多的饮片数据 6. 将模型应用于工厂中 |
| 1. **下一阶段拟取得的主要成果** 2. 在其他比赛中获奖 3. 大规模的量产检测仓模型 4. 一种改进过的专门用于中药饮片识别的算法 5. 申请饮片算法和硬件系统专利，发表论文 |
| **七、指导教师指导意见及建议**  **指教教师（签字） 崔振超**  **2023年6月12日** |
| **八、学院评审意见**  **学院指导小组组长签字\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **年 月 日** |
| **九、学校评审意见**  **创新创业指导中心负责人（签字）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **年 月 日** |