

黑龙江八一农垦大学大学生创新训练项目 计划申请书

项目编号			
项目名称	薯土分疆——基于机器视觉的马铃薯智能清选系统		
项目负责人	徐英凯	联系电话	15045811696
所在学院	工程学院		
学号	20214021218	专业班级	21 农机（2）班
指导教师	付晓明		
E-mail	2119172950@QQ.com		
申请日期	2022 年 6 月 20 日		
项目期限	一年期		

黑龙江八一农垦大学

填写说明

1. 本申请书所列各项内容均须实事求是，认真填写，表达明确严谨，简明扼要。
2. 申请人可以是个人，也可为创新团队，首页只填负责人。“项目编号”一栏不填。
3. 本申请书为大 16 开本（A4），左侧装订成册。可网上下载、自行复印或加页，但格式、内容、大小均须与原件一致。
4. 负责人所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送项目管理办公室。

一、基本情况

项目名称	薯土分疆——基于机器视觉的马铃薯智能清选系统						
所属学科	学科一级门： 农业工程 学科二级类： 农业机械机器及其自动化						
项目来源	<input type="checkbox"/> A、学生自主选题，来源于自己对课题的长期积累与兴趣 <input checked="" type="checkbox"/> B、学生来源于教师科研项目选题 <input type="checkbox"/> C、学生承担社会、企业委托项目选题 <input type="checkbox"/> D、拔尖专项 <input type="checkbox"/> E、竞赛专项 <input type="checkbox"/> F、研修专项						
申请金额	10000 元	项目期限	一年	拟申报项目级别		省级 A 类（一般项目）	
负责人	徐英凯	性别	男	民族	汉族	出生年月	2003 年 2 月
学号	20214021218	联系电话	宅： 手机： 15045811696				
指导教师	付晓明	联系电话	宅： 手机： 13945610399				
项目简介		本项目针对北方寒地马铃薯收获后掺杂了大量的土块含杂率高导致了薯土分离困难，需要人工进一步清选，因此我们利用以机械视觉技术建立马铃薯清选系统，并建立图像数据库利用算法进行分类识别，大大提升马铃薯生产效率与品质，减少人工劳动力的使用，降低成本。					
负责人曾经参与科研的情况		无					
指导教师承担科研课题情况		“马铃薯全程机械化高产栽培技术集成示范与推广”、“马铃薯化肥、农药减施增效综合机械技术集成示范”					
指导教师对本项目的支持情况		本项目是指导教师目前承担科研项目的延续，为本项目提供科研思路和设备及硬件的保障。					

项目组 主要成员	姓名	学号	学院	专业班级	联系电话	项目分工
	徐英凯	20214021218	工程学院	农机 21-2	15045811696	装置的改进及其他事务的整合
	李傲康	20214021231	工程学院	农机 21-2	18535679030	清选系统的开发
	郭 林	20214021230	信息与电气 工程学院	电气 21-1	19845976384	装置田间试验及数据处理
	汪恪驰	20224024430	工程学院	机制 22-4	13869297351	清选系统的测试
指导教师	姓名	工号	学院/单位	职称	联系电话	电子邮件
	付晓明	003877	工程学院	讲师	13945610399	dqfxm_1019@163.com

二、 立项依据（可加页）

一、 研究目的

近年来，国内马铃薯播种和收获虽已基本实现机械化，但清选分级设备发展缓慢，严重制约着马铃薯种植业的发展。现有的马铃薯清选分级机清选效果不够理想，尤其对于北方黑土区，土壤粘度大，仍存在收获的马铃薯中掺杂大量泥块以及杂草等现象，导致马铃薯土、薯分离困难，需要进一步人工分拣清选作业，增加了生产成本，因此亟需研究适于黑龙江省土壤条件、气候环境以及品种类型等因素的符合我国实际情况的马铃薯低损清选分级设备。目前我国马铃薯土块分离采用静态抓取瞬时马铃薯图像，无法满足检测马铃薯全部表面信息。国外主要采用收集图片集精度相对较低且设备成本高，在我国无法普及使用。目前黑龙江省内的马铃薯产业多为人力和机械进行，在收获薯土分离环节受到人为的因素造成损伤，严重降低了马铃薯的产出效益。

本项目通过建立马铃薯清选控制系统，搭建马铃薯智能清选试验台，解决马铃薯清选作业问题，解决农户在实际收获过程中人工清选强度大、精度低、黑土流失问题，从而提高清选效率，保护黑土地，为今后改进和优化田间马铃薯清选设备提供依据和参考，推动马铃薯生产向智能化、精细化、专业化方向发展，填补智慧农业中马铃薯智能领域的空白，可推进相关方面的技术进步与改革，对产业结构调整具有促进作用。

二、研究内容

本项目针对种植在黑龙江黏重土壤环境下马铃薯在机械收获时，马铃薯含杂率高、土块含量大等问题。通过构建基于 Kinect DK 深度传感器的图像采集系统、建立基于 RGB-D 的马铃薯 Mask R-CNN 识别模型、马铃薯清选控制模型，通过搭建的马铃薯清选试验平台进行清选试验研究。具体研究内容如下：

（1）马铃薯清选系统总体方案设计与试验平台构建

通过对马铃薯联合收获机机械化收获后含杂马铃薯物料物理性状分析，根据马铃薯块茎收获农艺要求，确定北方黏重土壤条件下马铃薯清选的总体方案，明确马铃薯清选试验平台的基本结构和工作原理，为马铃薯识别模型的建立与清选控制系统构建提供设计依据。

（2）基于 RGB-D 的马铃薯 Mask R-CNN 识别模型建立

以机械化收获后未经处理的含杂马铃薯为试验样本，通过马铃薯智能清选系统试验平台搭载的 Kinect DK 深度相机获取样本 RGB 图像和深度图像，并将其融合形成 4 通 RGB-D 图像数据进行样本存储，通过对图像的预处理与增强处理建立马铃薯图像数据集，基于改进 Mask R-CNN 网络模型建立基于 RGB-D 的马铃薯识别模型。

（3）马铃薯清选控制模型建立

通过马铃薯识别模型获取的类别与目标位置信息，利用主控计算机将识别模型的运算结果传输给伺服控制器的信号，根据相机参数、输送速度、图像处理与信号延迟时间等参数建立基于 Mask R-CNN 识别模型的马铃薯清选控制模型。

（4）马铃薯清选控制系统构建

根据马铃薯清选控制系统性能要求，确定了控制器、伺服电机与驱动器、步进电机与驱动器，并对马铃薯清选控制系统整体硬件进行电路设计，完成外部接线电路的搭建。通过对控制主程序、伺服电机驱动程序、步进电机驱动程序、串口通信程序以及人机交互界面设计，构建马铃薯清选控制系统。

三、国、内外研究现状和发展动态

目前国内外马铃薯清选机根据原理主要分为筛式、气力式、辊式、以及非接触式等

马铃薯清选方式等。辊式马铃薯清选机中采用的尼龙刷辊大多为弹性辊，马铃薯进料过程中如出现碰撞挤压容易导致清选错误的问题。筛式马铃薯清选机主要问题在于分离筛的分离加速匹配问题。传统机械式存在弊端，因此提出采用机器视觉对马铃薯识别，运用识别结果对马铃薯进行清选工作。

（1）国外马铃薯清选机械发展现状

国外马铃薯机械起步较早、发展快、技术水平高，在 20 世纪 40 年代初，前苏联、美国就开始研制并推广应用马铃薯收获机械了，50 年代末全面实现了马铃薯生产机械化。70-80 年代德国、英国、法国、意大利、瑞士、波兰、匈牙利、日本及韩国亦相继实现了马铃薯生产机械化。国外马铃薯收获机械具有较高的技术水平，不但生产效率高，而且高新技术也应用于机具之中，例如收获时采用传感技术控制挖掘铲深度，调节物料喂入量、马铃薯分级装载，采用气压、气流、光电技术进行碎土和分离以及采用微机进行动态监控等。

德国格力莫公司生产的马铃薯收获机，制造工艺精湛，运用最先进的技术，保障实现挖掘、清选、分级、装袋、装车一步到位等一系列工作一次性完成。图 1-2 是德国格力莫公司生产的 GT-170 马铃薯收获机。图 1-3 是德国格立莫 AirSep991 型马铃薯空气动力清选机，集成多级辊子分离装置、空气动力分离室及分秧装置等，实现马铃薯与杂质分离过程。



图 1-2 德国格力莫 GT-170



图 1-3 格立莫 AirSep991 型马铃薯空气动力清选机

1983 年，英国的罗科特洛尼格公司就研发出了一种自动的马铃薯分级机，将马铃薯根据大小分为大、中、小 3 种类型，预先将这 3 种尺寸的大小输入电脑。分选马铃薯时，先将其置于一个大型容器内，使马铃薯进入一个暗室，通过电信号转换装置将马铃薯的尺寸转换成数据输入电脑，在不到 1s 的时间内，电脑即可完成对比处理，向机械手发出指令，按规定的尺寸将马铃薯放入其所属的容器中。

1987 年，McClure 和 Morrow 采用单色机器视觉系统利用尺寸和形状对马铃薯进行了分级。

1995 年，Tao 等人就开始研究基于傅里叶形状分类方法马铃薯形状分级，提取前 10 个傅立叶系数作为形状特征向量进行形状分类，与人工分级一致率达 89%。

1996 年，Heinemann 等基于美国农业部检测标准开发了基于机器视觉的马铃薯自动分级系统，用 8 邻域追踪算法检测边界和傅立叶描绘子描述形状，根据形状和大小特征进行马铃薯自动分级。

2012 年，Hassankhani 和 Navid H 通过机器视觉系统获取马铃薯图像，提取图像周长和面积信息，通过设置阈值对马铃薯进行分级。

2013 年，Abdollah 等开发了一套基于机器视觉框架的马铃薯实时自动分级系统，对传动进给系统、光照系统、视觉系统进行了优化配置设计，在每秒 2 个马铃薯的速度下，分级精度可达 97.4%。

2017 年，Abd Elhay 等分别研究了钻石品种、桑塔纳品种的马铃薯块茎的长度、宽度、厚度、质量、体积、真实密度、球度、几何直径和算法直径的平均值，其数据可对马铃薯的收获机器提供设计思路，可以提高马铃薯收获机的效率。

2017 年, Bulgakov 等设计了一款新型的螺旋式马铃薯清选机, 该清选机采用了振动效应解决了轧辊的高效自清选, 确保其以预定频率的旋转运动, 可以有效的避免筛分间隙与潮湿的土壤堵塞的情况。

2018 年 Jinfeng 等利用机器视觉提取马铃薯颜色和形状, 分离含杂马铃薯中的土块和石块, 石块识别精度达到 91%, 马铃薯识别达到 98%。

2018 年, Naoshi Kondo 等开发了一种新方法, 利用新的图像处理算法所获得的外观质量进行分级, 并用于深度图像, 获得了与 3D 空间中的样本质量包括厚度、体积和表面梯度分布和质量预测相关的数据。这种新的测量方法不仅能计算出马铃薯的长度、宽度、厚度、体积, 而且还能对马铃薯的弯曲进行检测。基于其体积模型对正常和变形马铃薯样品的质量预测显示出较高的准确性, 体积模型可以将 90% 的样品分级正确。

2019 年, Alemu Anawte 等设计了一款分级机, 该分级单元采用圆柱形滚筒, 滚筒直径可以根据分级单元所需要的容量来确定, 该设计可以根据马铃薯块茎的大小进行分级, 可以分为大、中、小径, 该分级机的效率可以达到 97.67% 其分级能力较强。

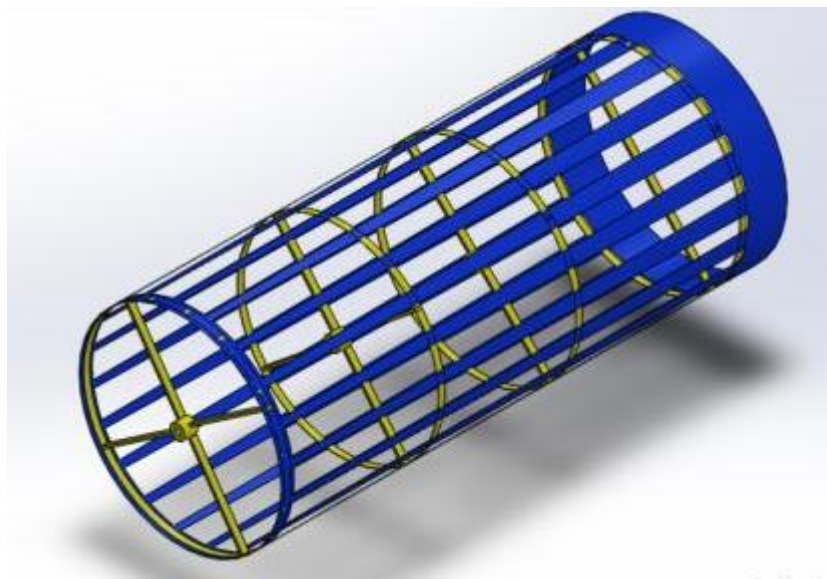


图 1-4 柱状分级单元

2020 年, Dorokhov 等利用超声波作用对马铃薯的根茎覆盖的土壤进行除杂破碎, 其研究表明, 利用超声波的方式可以对马铃薯包裹的土壤进行除杂, 并有利于马铃薯的贮藏。

2021 年, Monicka 等研究了一款脱壳椰子分级机, 该设计的基础是锥形带式输送机

和定径板，其开口沿带式输送机的边缘逐渐增大。去壳的椰子被送到锥形带式输送机上，在那里重力将螺母推向边缘，直到它与上浆板接触，最后由于切向力，椰子根据大小从孔中落下，其研究对马铃薯的清选分级提供借鉴。

从以上的分析可以看出，国外学者和农机公司在马铃薯的清选、马铃薯分级方面都有很长时间的的研究。国外主要的马铃薯生产国实行大规模机械化作业，应用适用于该土壤的联合收获装置，一次性实现开挖、去土、去秧、分级、装袋、装车，不需要专用的清选设备。又因国外种植马铃薯的区域大多为沙壤土，其收获后的马铃薯并不存在马铃薯与许多泥土混合的情形。目前，国外学者对马铃薯品质的评价主要集中在机器视觉技术上，这是一种要对马铃薯进行分级的必然要求。总的来说，国外的马铃薯收获机械发展速度较快，技术水准也较高，质量比较稳定，已形成相对完整的马铃薯生产机械化体系。

(2) 国内马铃薯清选分级装备发展现状

中国在马铃薯清选机研究方面滞后，马铃薯清选机技术发展水平相对较低，尤其在北方寒地黏重土壤地区，马铃薯机械化收获后含有大量土块杂质，目前主要的清选工作是采用人工捡拾作业，这种作业方式费时费力，作业成本高，制约了马铃薯全程机械化的发展。

2008 年，赵硕等人比较了目前常用的两种马铃薯收获机的分离机理，研制出弧形拨齿式薯土分离装置，该装置结构简单能较好地粉碎混合的土块及马铃薯表面粘附的土壤，使马铃薯与土块的分离效率与效果均有明显改善。

2010 年，方迪运用 TRIZ 理论对滚筒筛式马铃薯清选设备进行了改进，解决了马铃薯堆积问题，降低了马铃薯清选中的损伤率，提高了清选效果。

2011 年，吴雅梅等人开发出一种适用于田间地头和加工厂初清选原料的高效刷式土豆清选设备，经过试验证实，该设备的生产效率，清选效果好，生产率达到了 5t/h 以上，清选后土豆的清选程度高于 95%，机械损伤率低于 3%。

2013 年，蔡维等人效仿现代制造技术中的高速水射流切割技术，基于水射流技术的原理，设计出一款高效率水射流马铃薯清选设备，具有压力可调性好、效率高等一系列特点，而且，该机械的适用性、安全性也明显优于传统清选机。

2013 年，刘文东等人提出针选式清选机械的构想，但该机械对马铃薯损伤较大，只

适用于清选加工淀粉用的马铃薯。

2014 年，刘文东等人提出通过马铃薯与石头外部特征的不同进行视觉识别，传输给计算机，从而控制机械手拣除石头和土块，达到清选的目的。为后来的视觉系统清选分级机械的发展提供了思路。

2015 年，邓立苗等人基于马铃薯外观质量的检验及算法，建立计算机视觉与智能分级控制系统，该系统与已有的果品清选设备相结合，实现了马铃薯的智能分类。

2016 年，李学强等人设计了一款集清选、分选、多向输送和装载于一体的多功能马铃薯清选输送机，该机采用辊子爪式结构进行清选分级，通过调节拉伸架调节分选等级。

2016 年，王红军等人探讨了利用机器视觉技术快速获取马铃薯图像特征参数，结合多元线性回归方法，建立马铃薯质量和形状分级预测模型，实现基于无损检测的马铃薯自动分级。

2017 年，姜彦武等人针对国内马铃薯清选机的落后现状，根据马铃薯的物理特性，研究设计了一款简便实用的辊式马铃薯分选机。该机通过调节辊杆之间的间距来进行马铃薯的分级，根据农户的自身要求可调节不同的间距来满足不同的分级要求。该机结构简单，且具有相当高的实用性。

2020 年，王鹏榕研发的马铃薯收获机可以实现对薯秧的分离，采用多级薯秧分离装置进行收获作业，薯秧分离的效果得到了显著提升，用挖掘铲挖出来的薯秧、土块等，通过输送设备运送至清选设备，通过各主要构件的协同作用，将块茎和秧苗分开，并将其输送到下一阶段，离体后大部分秧苗被抛到了田间。



图 1-5 样机作业过程

2020 年，刘潇潇等人对我国现有马铃薯收获机械进行了初步的分析，我国的大型马铃薯收获机械主要依靠进口，当前我国主要侧重于小型马铃薯收获机械和机械化水平较低的联合收获机，基于这一背景研制了自动收获机，拥有传动装置、挖掘装置、分离装置、提升装置和装载装置，这种分离设备对马铃薯的危害几乎可以忽略不计，它能够以很高的效率提取马铃薯，而且在分离过程中可靠又安全。

2021 年，侯国强等进行了深入探究，对当前马铃薯收获机的清选分级技术进行了分析归纳，分析得出我国马铃薯收获机主要以中小型产品为主，不具备清选分离功能，但在大型收获机械的清选结构和整体性能上还有很大改进余地。

2021 年，张涛等研制了在黏重土层下小型马铃薯联合收获机，该收获机采用多级分离装置，包括一级分离、二级分离与横向分离组成，应用原理是利用土块和马铃薯进行长途运输，部分土壤会从分离杆的缝隙中脱落，当振动轮旋转的时候，橡胶链条会发生周期性的上下震动，撞击土块会造成破坏，设备传送的距离愈远，分离效果愈佳。

2021 年，王海翼等人设计了一种用于山区的小型马铃薯收获机，它可以完成挖掘、清土、除杂等多种工作，利用主动振动器对土块进行振动，有效地改善了马铃薯与土块混合物的抛洒、破碎和分离，改善马铃薯收获机在田间作业中存在的含杂现象。

2021 年，苏国梁等利用气力悬浮输送技术对马铃薯以及碎石进行了气力悬浮分离的研究，其设备充分利用了马铃薯和石头之间的差异性，利用高速空气悬浮和振筛振荡的影响，移动中的马铃薯和碎石的自动分离，实验结果表明，本设备的马铃薯挑选率达到了 96.71%，清选出的马铃薯洁净率高达 98.34%，完全满足了马铃薯清选作业的要求。

2021 年，张兆国等研制了马铃薯多段分离式缓冲式收获机，采用微波波浪型薯土分离和振动碎石技术，可提高土块的抛撒、破碎和分离性能，提高了在黏重板结土壤下马铃薯收获机械的工作效率。

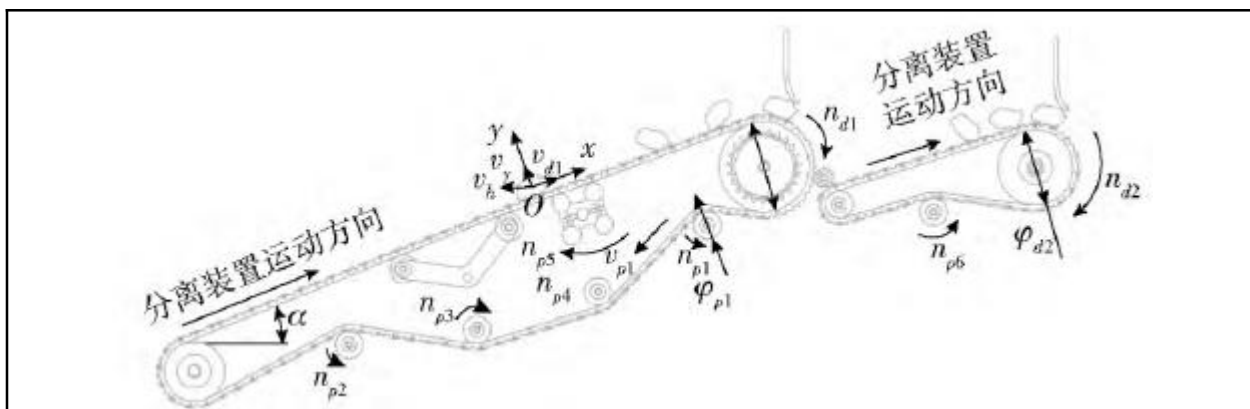


图 1-6 马铃薯收获机结构简图

综上所述，目前马铃薯清选机主要集中在传统机械式清选的方式，一些国内外学者也将新型的机器视觉技术运用到马铃薯的在线识别检测。传统机械式的清选方式大多适用于沙壤土以及干性土壤种植环境下的马铃薯，而我国黑龙江省在黏重土壤环境下种植马铃薯，通过机械化收获夹杂大量土块，传统机械式的清选方式不能有效的将马铃薯与土块分离开来。新型机器视觉技术马铃薯在线识别检测的研究，大多数学者只停留在识别检测阶段，未对识别出来的目标物进行清选。因此，本研究建立基于 RGB-D 的马铃薯识别模型，构建马铃薯清选控制系统，搭建马铃薯智能清选试验台，从而实现利用机器视觉技术识别后通过清选控制系统实现马铃薯与土块的清选工作，对马铃薯的全程机械化、智能化起到了一定的促进作用。

四、创新点与项目特色

(1) 本项目研究建立马铃薯块茎三维点云特征动态识别模型，形成马铃薯块茎表型特征动态识别的具体实现方法。

(2) 本项目通过三维图像信息采集与数据处理，采用机器视觉技术采集马铃薯图像，将获取的马铃薯图像进行算法处理后利用机器视觉技术建立马铃薯清选系统，建立马铃薯块茎三维点云训练样本数据库，搭建 CNN 迁移学习神经网络，通过迁移学习增强已训练神经网络建立马铃薯块茎三维点云特征动态识别模型，实现马铃薯三维点云特性的动态识别。关键技术在于利用 kinectDK 识别马铃薯及土块并利用 kinectDK 建立马铃薯及土块的 RGB-D 的 4 通道彩色-深度图像数据库，把马铃薯的彩色图像与灰度图像进行处理融合，利用 CNN 卷积神经网络算法建立马铃薯、土块的识别训练模型，用于分类识别；可实

现马铃薯的三维图像信息采集及数据处理；利用 STM32F 单片机对识别信号进行处理，利用 PID 控制算法控制分选步进电机挡板，利用视觉追踪获取马铃薯动态模型，结合摄影测量学中基于闭合条件的独立模型法平差方法以及计算机视觉界的迭代最邻近点算法，对测量数据进行拼接，通过与数据库对比判断是否为马铃薯，当被识别对象运行到分选位置时挡板旋转到不同位置，对其进行分离处理。

五、技术路线、拟解决的问题及预期成果

(1) 技术路线

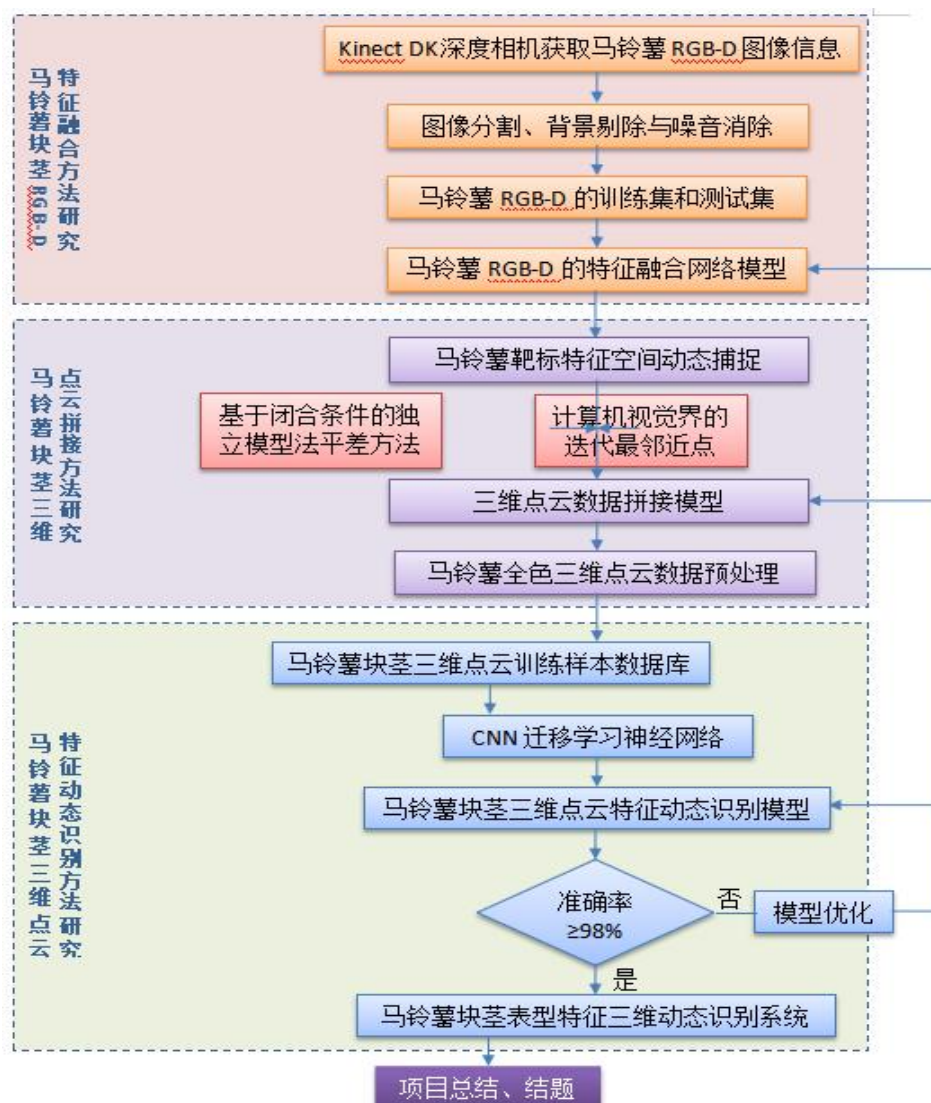


图 1 技术路线

通过 Kinect DK 深度相机经过的马铃薯进行拍摄，捕捉空间中马铃薯靶标特征，对靶

标特征点保持连续定位，匹配马铃薯靶标特征，获取 RGB-D 图像信息，通过利用机器视觉技术搭建马铃薯多通道图像采集系统，并进行图片分割、背景剔除、噪音消除，建立马铃薯 RGB-D 的训练集与测试集，通过深度图像与灰度图像初始化融合，形成马铃薯 RGB-D 的特征融合网络模型，马铃薯通过步进电机带动链条沿水平方向移动并在摩擦板的作用下自转，当其进入 kinectDK 深度相机视角范围内，分别对采集的马铃薯和土块进行翻转、调节色度和亮度及运动模糊等处理，对马铃薯靶标特征空间进行动态捕捉，通过摄影测量中基于闭合条件的独立模型法平差方法和计算机视觉界的迭代最邻近点（ICP 算法），通过不同的角度把马铃薯深度图像精确拼合配准，并在其基础上建立三维点云数据拼接模型，接下来对数据预处理，建立马铃薯块茎三维点云训练样本数据库，利用马铃薯动态三维检测系统自动识别视场区域内的目标，并得到马铃薯彩色图像和深度图像信息，搭建 CNN 迁移学习神经网络，自动学习图像的特征，从而实现对图像的分类，利用自适应矩估计算法，使得损失误差下降至可接受的范围内，从而得到该网络结构参数的最优解，将经过相同预处理的完整马铃薯测试样本输入至最优卷积神经网络结构中，增强已训练神经网络建立马铃薯块茎三维点云特征动态识别模型数据，可以提高准确率，从而达到马铃薯表型特征三维动态识别且持续优化。

（2）拟解决的问题

为减少北方寒地马铃薯机械收获后人工分拣环节以及收获后马铃薯含杂率高、土块含量大等问题，以实现马铃薯田间自动化清选，本研究利用机器视觉技术建立马铃薯清选系统，确定机器视觉技术定性分析土块、马铃薯外部图像特征提取方法。首先建立目标样本集，分别对不同特征样本进行三维信息获取，研究图像数据预处理与特征提取方法，最后建立基于 RGB-D 的马铃薯清选系统，从而实现马铃薯田间智能清选。

（3）预期成果

- （1）形成一套马铃薯块茎三维点云特征动态模型；
- （2）开发一套基于马铃薯动态识别的清选系统；
- （3）发表省级论文 1-2 篇；
- （4）申请软件著作权 1-2 件。

六、项目研究进度安排

本项目组在马铃薯块茎特征识别与智能清选分级方法方向进行了深入研究。目前已经初步搭建了马铃薯 RGB-D 信息采集与特征识别试验台（如图 1），并建立了马铃薯智能清选控制系统（如图 2），利用 Kinect DK 识别马铃薯及土块并利用 Kinect DK 建立马铃薯及土块的 RGB-D 的 4 通道彩色-深度图像数据库，其中马铃薯 RGB-D 样本 1000 份。

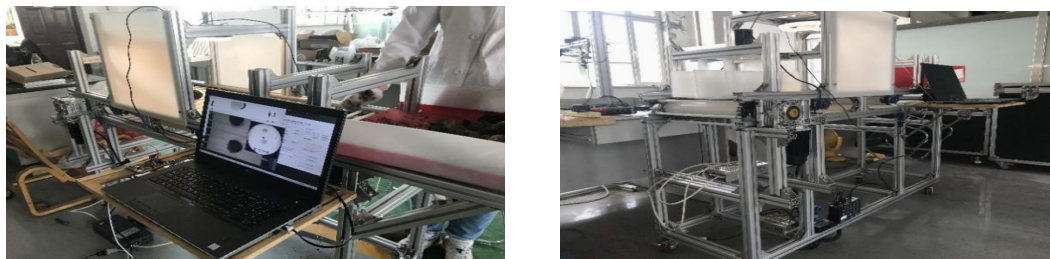


图 1 马铃薯 RGB-D 信息采集与特征识别试验台



a. 马铃薯图像采集控制平台

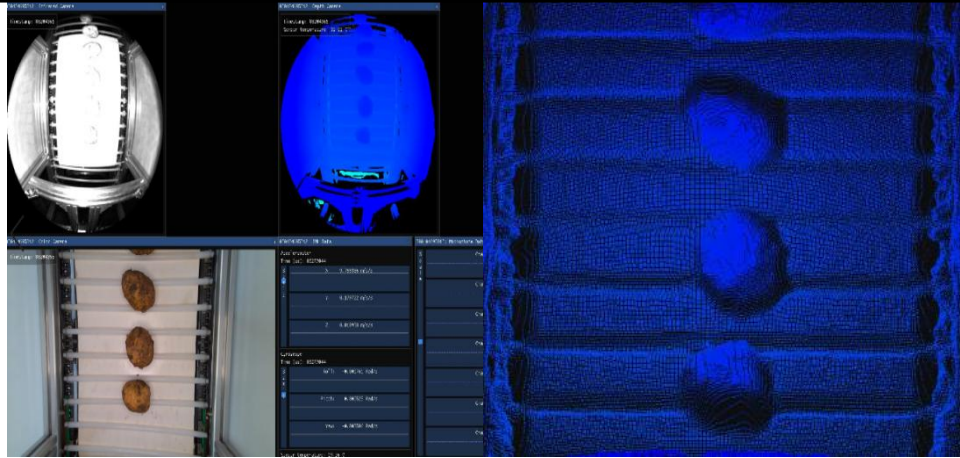


图 2 马铃薯图像采集控制系统

为了提高模型识别准确性和稳定性，进一步采集掺杂在马铃薯中的土块 RGB-D 样本，对样本数据进行预处理后，对其进行数据增强处理，分别对采集的马铃薯和土块进行翻转、调节色度和亮度及运动模糊等处理，获得马铃薯 4 通道数据样本，土块 4 通道数据样本。其中随机抽取马铃薯样本、土块样本构建数据测试集，其余样本作为模型训练集。训练集与测试集之间无交集，部分样本数据如图 3 所示，为了便于直观显示，将 4 通道数据转为 PNG 格式可视化显示（如图 3（a）所示），图 3（b）为其样本的单通道深度数据灰度图像。

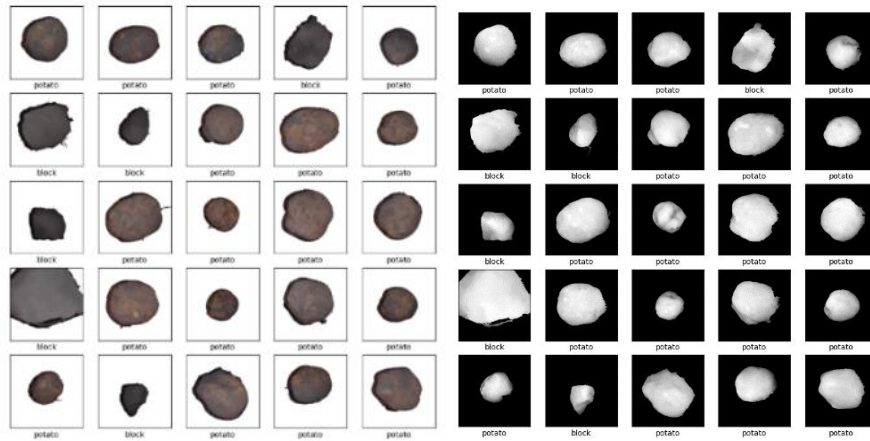


图 3 （a）（b） 部分样本数据的可视化

建立了马铃薯 Mask R-CNN 三维融合图像识别模型，为分析基于三维特征融合的马铃薯清选分级系统的特性，以相同模型框架环境对数据集中同一样本的 RGB-D 融合数据、RGB 以及 Gray 图像信息数据分别训练建立马铃薯 RGB-D 融合的 CNN 模型、马铃薯 RGB 的

CNN 模型及马铃薯灰度（Gray）单通道的 CNN 模型。

七、已有基础

本项目依托单位拥有“农业工程”省重点学科、现代农业工程研究中心、省级马铃薯机械化工程技术研究中心，重点进行马铃薯生产关键技术及装备研究与应用。目前实验室具有 PTOP300 型全自动激光定位扫描仪、DH-5939N 12 通道数据采集系统和 PCO.dimax CS3 高速摄像系统、Kinect DK 深度摄像机等可采集马铃薯块茎三维点云数据。已完成了马铃薯三维图像信息采集与特征识别试验台搭建，并进行了前期探索性试验研究，其试验数据结果验证了本项目中所设计方法的可行性，为本项目开展研究提供了充分的设备和技术保障。

本项目以人工神经网络理论为基础，综合应用 CNN 深度学习的方法对马铃薯三维图像信息进行融合运算，基于视觉追踪法马铃薯三维点云进行动态拼接，并建立马铃薯块茎三维点云特征动态识别的迁移学习神经网络模型。并且融合农业机械化工程、农业系统工程、农学、植物保护学和农业信息化工程等多领域技术人员，长期从事农业信息与人工智能算法及其相关技术方面的研究。因此，该项目具有良好的前期研究工作基础。研究路线科学合理，其设计思路有较强的理论支撑。

三、 经费预算

开支科目	预算经费（元）	主要用途	阶段下达经费计划（元）	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	10000		3000	7000
1. 业务费				
（1）计算、分析、测试费				
（2）能源动力费				
（3）会议、差旅费				

开支科目	预算经费（元）	主要用途	阶段下达经费计划（元）	
			前半阶段	后半阶段
（4）文献检索费				
（5）论文出版费	5000	论文出版	0	5000
2. 仪器设备购置费				
3. 实验装置试制费				
4. 材料费	5000	实验材料购置	3000	2000
学校拨款	0.00			
财政拨款	0.00			

四、项目组成员签名

--

五、指导教师意见

导师（签章）： 年 月 日

六、 院系推荐意见

盖 章：

年 月 日

七、 学校推荐意见

盖 章：

年 月 日